

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

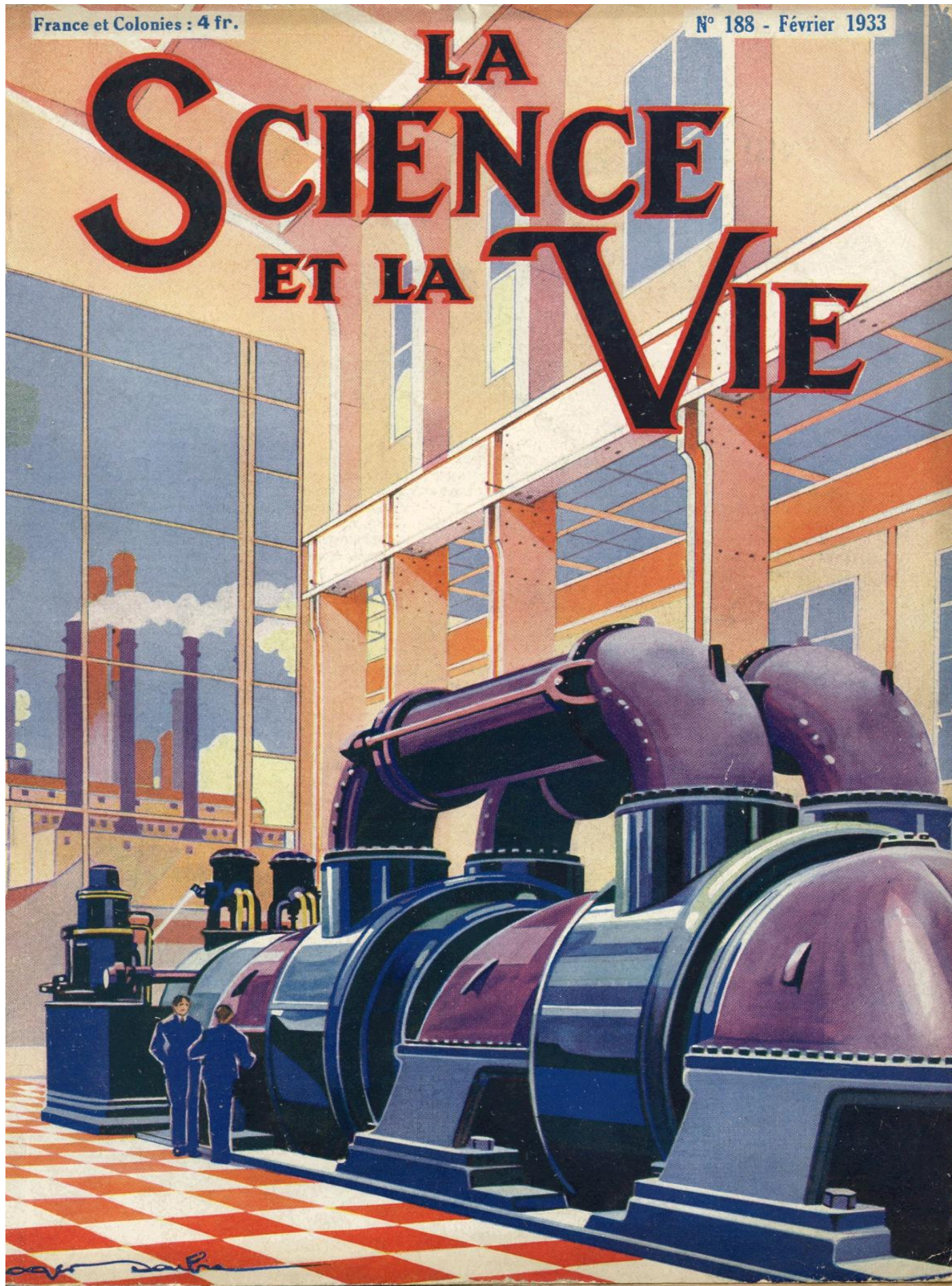
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 43. n. 188. Février 1933
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1933
Collation	1 vol. (XXVI p.-p.[91]-178) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 188
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.188

France et Colonies : 4 fr.

N° 188 - Février 1933

LA SCIENCE ET LA VIE



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

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEURS DES TRAVAUX PUBLICS DE L'ÉTAT ⁽¹⁾

Considérations générales sur les administrations de travaux publics (ponts et chaussées, mines, services vicinaux, services municipaux).

Les Administrations de travaux publics comprennent : l'administration des ponts et chaussées, l'administration des mines, les services vicinaux, les services de travaux publics dans les colonies, les services municipaux de travaux.

Dans tous ces services, les situations sont très attrayantes, parce qu'elles sont extrêmement variées ; parce qu'elles sont, en général, actives ; parce qu'elles développent l'initiative ; parce qu'en raison de leur caractère technique, elles font acquérir à leurs titulaires une expérience professionnelle les rendant aptes à être employés non seulement dans plusieurs administrations différentes, mais aussi dans l'industrie privée, et, en particulier, dans l'industrie des travaux publics et du bâtiment où ils sont très appréciés ; parce que beaucoup de fonctionnaires de ces administrations ont la possibilité et la liberté de conduire leur travail à leur guise, sans aucune contrainte horaire ; parce que les occupations sédentaires peuvent alterner avec la vie active des chantiers et des travaux extérieurs, etc...

Ces situations peuvent paraître moins bien rétribuées que les situations correspondantes d'autres administrations, mais les avantages énumérés ci-dessus, les rémunérations accessoires de service et quelquefois même les rémunérations étrangères au service (expertises, travaux divers, etc.) les font rechercher par les nombreux jeunes gens qui aiment l'activité et l'effort et qui comptent beaucoup plus, pour améliorer leur situation, sur leur énergie et sur leur travail que sur la régularité des avancements à l'ancienneté.

Les principaux services assurés par les administrations précitées concernent :

Pour les **ponts et chaussées** : les routes nationales, la construction et le contrôle des chemins de fer d'intérêt général, le service des rivières navigables et flottables, les canaux, les ports maritimes, les phares et balises, le contrôle des distributions d'énergie électrique, le contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, le nivellement général de la France, le service des forces hydrauliques, le service vicinal dans les départements où ce service est confié à l'administration des ponts et chaussées, le service hydraulique, etc.

Pour les **mines** : la surveillance et le contrôle des mines, minières et carrières, le contrôle des chemins de fer miniers, la réglementation de l'emploi et de la conservation des substances explosives, le contrôle des machines et appareils à vapeur ; les études topographiques souterraines, etc.

Pour les **services vicinaux** : la construction et l'entretien des chemins vicinaux dans les départements où ce service n'est pas confié à l'administration des ponts et chaussées.

Pour les **services coloniaux** : l'exécution des travaux publics dans les colonies : routes, ports, chemins de fer, etc. ; l'exécution de certains travaux de colonisation, de drainage, d'irrigation, d'assainissement ; l'entretien des ouvrages du domaine public de la colonie, etc.

Pour les **services municipaux** : la construction et l'entretien des voies publiques communales, des réseaux d'égouts et de distribution d'eau, l'éclairage public, l'entretien des bâtiments publics communaux, etc.

Les difficultés d'accès aux emplois correspondants des diverses administrations de travaux publics ont beaucoup d'analogie et, à la suite d'une préparation unique, les candidats ont la possibilité de se présenter aux concours d'admission à plusieurs administrations différentes (ponts et chaussées, services vicinaux et services coloniaux, par exemple), ce qui augmente leurs chances de succès. Par ailleurs, quelques services vicinaux, coloniaux ou municipaux acceptent, sans examen, les candidats **reçus** ou même seulement **admissibles** aux concours de l'administration des ponts et chaussées.

Tout fait prévoir que, dès que les circonstances économiques le permettront, une période de grands travaux publics s'ouvrira tant en France qu'aux colonies, et il semble que le moment est très intéressant, pour beaucoup de jeunes gens, de se diriger vers cette branche d'activité où, en raison de la variété et de la diversité des occupations, ils ne manqueront pas de se créer une situation parfaitement en rapport avec leurs désirs, leurs aptitudes et leurs convenances personnelles.

(1) Concours chaque année pour cent places. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Age : 18 à 26 ans, plus les services militaires. Ecrire à l'Ecole Spéciale d'Administration, 28 boulevard des Invalides, Paris-7.



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

Directeur Général: J. GALOPIN * O. Q. I.

19, rue Viète (Métro Wagram) - PARIS (17^e)

DU Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

**ÉCOLES
BANQUES
P. T. T.
CHEMINS DE FER
ARMÉE
DOUANES
MINISTÈRES, etc.**

Programme gratuit
N° 807

M A R I N E

Admission aux
ÉCOLES DE NAVIGATION
des **PORTS**
et de **PARIS**

Préparation des Examens

**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINE**

**Mécaniciens, Radios,
Commissaires**

Préparation à tous les
EMPLOIS DE T. S. F.
Mécaniciens, etc.
de la Marine de Guerre et
de l'Aviation

Programme gratuit
N° 809

Accompagner toute demande de renseignements
d'un timbre-poste pour la réponse

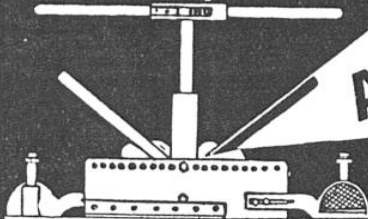
UBI-ELGY

E. T. T. T.

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori. B^{te} France S.G.D.G.
et Etranger



A VIS ET A POMPE

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const^r Brevet^e - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (XI^e)
TÉL. ROQUETTE 90.68

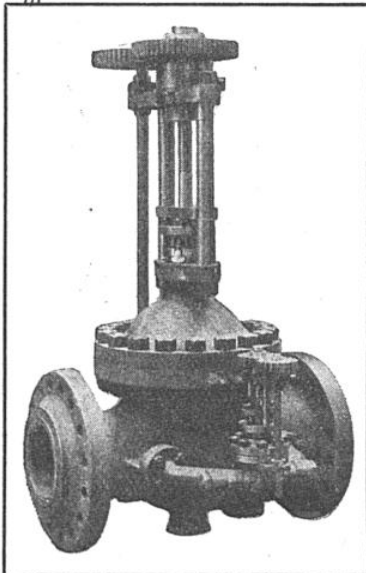
5 modèles du 12×17 au 102×114 inclus

PLUS DE 15.000 EN SERVICE

Demander la Brochure n° 4

TOUTE la ROBINETTERIE

En BRONZE, FONTE et ACIER



Equipements de chaudières et de tuyauterie
à toutes pressions

*Robinetterie pour raffineries de pétrole
et parcs à mazout*

Equipement en robinetterie de la
Centrale Saint-Denis II à 70 hpz - 500° C



Etab. SEGUIN

SOCIÉTÉ DE FONDERIES DE CUIVRE DE LYON, MACON ET PARIS

Siège social : 149, Cours Gambetta, Lyon

Agence générale : 116, boul. Richard-Lenoir, Paris-11^e

AGENCES ET DÉPÔTS : LILLE - NANCY - NANTES - ALGER

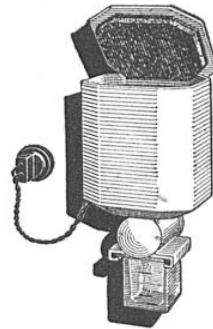
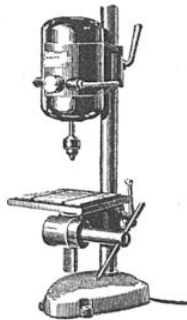
SALON DES ARTS MÉNAGERS -- Balcon 48

PERCEUSES

Capacité... 6 $\frac{m}{m}$
VITESSE FIXE ET RÉGLABLE
sans rhéostat
Lic. R. M. P.

500 à 5 000 tours

1.000 fr.

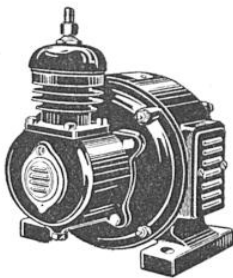


MOULINS A CAFÉ

Ménagers... 190 fr.

Pour cafés et restaurants:

1.200 fr.



COMPRESSEURS

silencieux

750 tours

1.400 et 2.800 tours

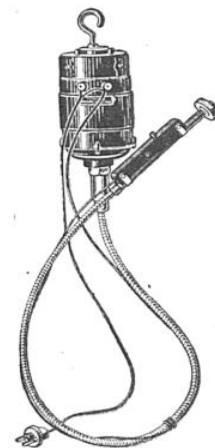
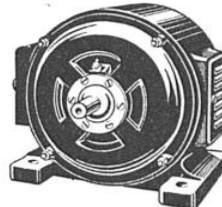
1.200 fr.



GUERNET

PRÉSENTE
SES FABRICATIONS
1933

245, aven. Georges-Clemenceau
NANTERRE



MOTEUR à flexible

Porte-meule
Porte-outils

600 fr.



MOTEURS asynchrones, silencieux, démarrant en charge. - Ne gênant pas la T. S. F.
1/20 à 1 CV. --- MOTEURS à vitesse fixe et réglable. — Licence R. M. P.



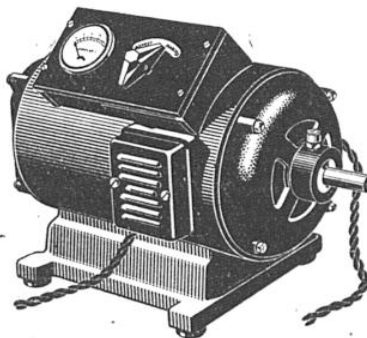
GROUPE CONVERTISSEUR

pour

GARAGES

et

PARTICULIERS



Les seuls appareils
PARFAITS, GARANTIS



COMMUTATRICES

pour T. S. F.

Francis HUBENS

68, rue des Archives
PARIS (3^e)

crée et lance la mode du luminaire artistique !

LA BONNE AFFAIRE DU MOIS

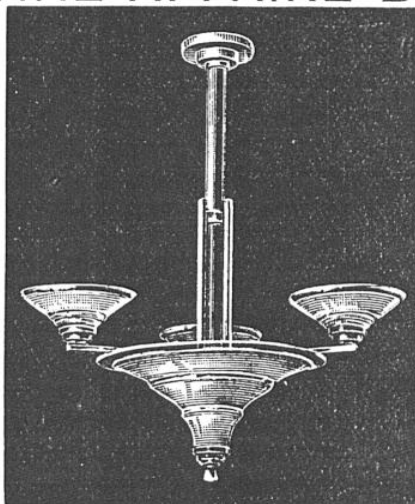
**Dix salles
d'exposition
à votre
disposition**

**DEUX MILLE MODÈLES
DU PLUS SIMPLE
AU PLUS LUXUEUX**

**TOUS PROJETS & DEVIS
SANS FRAIS
SUR DEMANDE**

*Pour être servi ra-
pidement joindre, dans
la même enveloppe que la
commande, son montant en
mandat-poste.*

Compte chèques-postaux
1097.70 Paris.



N° 68183

N° 68183. **LUSTRE en
bronze fondu à 4 lumières,
2 allumages. Hauteur
0^m75. Diamètre 0^m55. Ver-
rierie blanche, jaune ou rose,
au choix.**

PRIX NET :

Décor or vif ou argent vif ou
Décor or mat ou
argent mat ... **315 fr.**

Décor nickel.
Chromé véritable. **340 fr.**

EXPÉDITION franco de port et
d'emballage dans toute la France
continentale.

*Le prix ci-dessus n'est va-
lable que du 1^{er} février au
15 mars 1933. Le prix de
l'article-réclame ne compte
pas pour l'application du
franco aux autres articles.*

S. V. **BON à découper**
et à nous adresser pour recevoir gratuitement
et sans engagement, notre
ALBUM "ART & LUMINAIRE"

REMISE de 25 0/0
sur tous les articles du catalogue est accordée aux lecteurs
de *La Science et la Vie*. Nous rappelons cette référence en
nous passant commande. — Le prix de l'Article-Réclame
ci-dessus s'entend NET.

LINGE DE MAISON

Payable en 13 mensualités de 76 francs

AUCUN VERSEMENT D'AVANCE

Première mensualité u. mois après la livraison.

FACULTÉ DE RETOURNER L'ENVOI DANS LES 5 JOURS, S'IL NE CONVIENT PAS

BON DE COMMANDE N° 19

VEUILLEZ M'ENVOYER, FRANCO DE PORT, VOTRE LOT n° 5, COMPRENANT :

- | | |
|---|---|
| 6 DRAPS, cretonne blanchie, sans couture, ourlés à jour, 220 x 325 cm. ; | 6 TORCHONS métis, linceaux rouges, 60 x 85 cm. ; |
| 6 TAIES D'OREILLERS, beau shirting blanc, ourlé à jour, 68 x 68 cm. ; | 6 ESSUIE-VERRES métis, grande taille, 80 x 75 cm. ; |
| 1 SERVICE DE TABLE, toile basque mi-fil, de 6 couverts, nappe 168 x 160 cm. ; | 12 MOUCHOIRS blancs, fil et coton pour hommes ; |
| 6 SERVIETTES DE TOILETTE, tissu éponge, franges, 50 x 90 cm. ; | 12 MOUCHOIRS pour dames, 34 x 34 cm. ; |
| 6 SERVIETTES de TOILETTE nids d'abeilles, 60 x 80 cm. ; | 1 COUVERTURE pure laine, blanche, bordée, 200 x 235 cm. ; |
| | 1 COUVRE-LIT coton et soie artificielle or ; |
| | 6 MAINS DE TOILETTE tissu éponge ; |
| | 1 PIÈCE de 10 mètres shirting, en 80 cm. ; |

que je paierai en 13 MENSUALITÉS de 76 francs : la première un mois après la livraison.

Nom Profession SIGNATURE :

Adresse

Maison
fondée
en 1894

L'INTERMÉDIAIRE

Maison
fondée
en 1894

PARIS - 17, rue Monsigny, 17 - PARIS

Nous livrons aussi des Trousseaux n° 2, 3 et 4, respectivement à 1.200, 1.530 et 2.100 fr.

TOUT A CRÉDIT

AVANT DE FAIRE VOS ACHATS

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 109 RENSEIGNANT SUR :

APPAREILS DE T. S. F. — PHONOS — PHOTO — MACHINES A ECRIRE — MACHINES A COUDRE
APPAREILS DE CHAUFFAGE ET D'ECLAIRAGE — MOBILIER — ORFÈVRE — HORLOGERIE

VENDUS AVEC LA GARANTIE DES FABRICANTS ET SANS AUCUNE MAJORATION

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire. Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et encombrante.

L'OUTILERVÉ REMPLACE TOUT UN ATELIER

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation ; il se branche sur n'importe quelle prise de courant, comme une simple lampe portative.

Son prix extrêmement bas le met à la portée de toutes les bourses.

Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

790 fr.

EN VENTE A LA
SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

RENÉ VOLET

VALENTON (Seine-et-Oise)

MAGASIN :

20, avenue Daumesnil, PARIS (12^e)

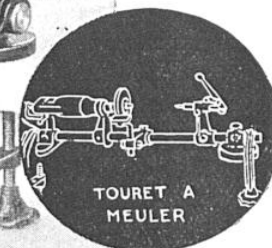
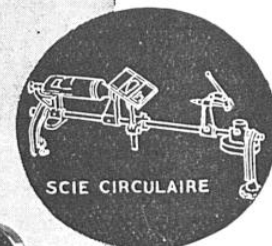
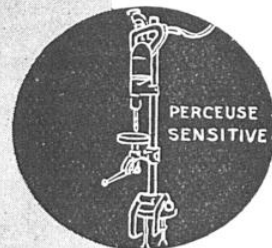
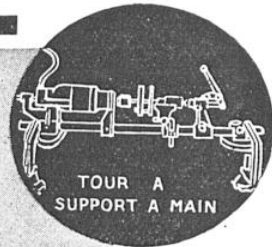
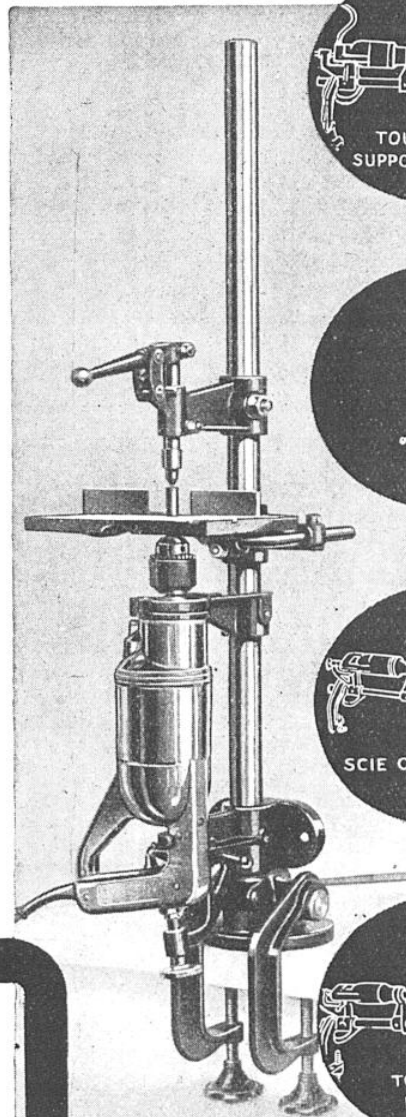
Tél. : Diderot 16-69 et 52-67



SEULS DÉPOSITAIRES POUR LA FRANCE :

AUX FORGES DE VULCAIN

3, rue Saint-Denis, à PARIS. - Tél. : Richelieu 96-70
1, 3, 5, place de l'Abondance, à LYON. - Tél. : Moncey 55-21
4, rue Bruhan, à BORDEAUX. - Tél. : Bordeaux 31-21
27, rue Deschodt, à LILLE. - Tél. : Lille 25-15



PUBL. A. GIORGI

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement, sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper, ou pour changer totalement d'orientation.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 25 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Ces conseils vous seront fournis de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

BROCHURE N° 50.900, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc.

(Enseignement donné par des *Inspecteurs primaires*, *Professeurs d'E. N.* et *d'E. P. S.*, *Professeurs de Cours complémentaires*, etc...)

BROCHURE N° 50.911, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats*.

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 50.913, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 50.921, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs des Grandes Ecoles*, *Ingénieurs*, *Professeurs de Facultés*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 50.929, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des *Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations* et par des *Professeurs de l'Université*.)

BROCHURE N° 50.933, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc...
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc..)

BROCHURE N° 50.940, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître, dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc...)

BROCHURE N° 50.945, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc...)

BROCHURE N° 50.952, concernant la préparation à toutes les carrières du Commerce (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la Comptabilité (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la Représentation, de la Banque et de la Bourse, des Assurances, de l'Industrie hôtelière, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc...)

BROCHURE N° 50.954, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés)

BROCHURE N° 50.964, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 50.971, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 50.975, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 50.983, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 50.985, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc...
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc...)

BROCHURE N° 50.992, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition) ; Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la musique et aux divers Professorats officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du Jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 50.995, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

MINICUS

nos nouvelles créations :

MOTEURS UNIVERSELS
1 cv à 3.000 tours - 1/2 cv à 1500 tours

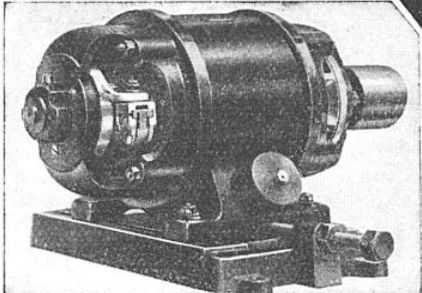
MOTEURS RÉPULSION
Répulsion Asynchrone et Répulsion Synchrone
1 cv à 3.000 tours 1/2 cv à 1500 tours

MOTEURS SILENCIEUX
A INDUCTION - 1400 tours

GROUPE ÉLECTROGÈNES
Jusqu'à 1.000 Watts

AUTRES FABRICATIONS :
Moteurs tous voltages jusqu'à 1CV.
Dynamos jusqu'à 1kw.
Groupe convertisseurs pour tous usages

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES MINICUS
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 Frs
5 rue de l'Avenir - Gennevilliers (Seine) Tél.: Gréillons 21-13



Office technique de l'Électricité

UNE CHAUSSURE LACÉE INSTANTANÉMENT avec élégance et sûreté

MARQUE DÉPOSÉE

MOTIF LOUIS XVI

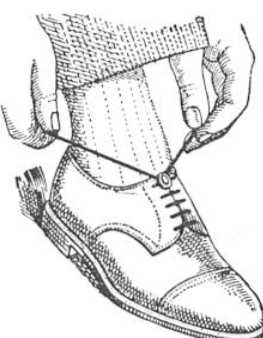
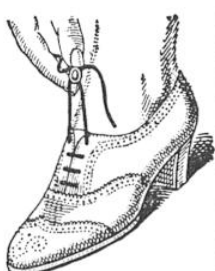
MOTIF BOMBÉ

avec l'auto-fixe-lacet

COM-Y-SERRE

BREVETÉ S.G.D.G. n° 337-136 ET DANS LES PRINCIPAUX PAYS

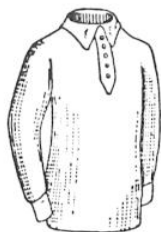
EN VENTE dans les Grands Magasins, les maisons de chaussures, les bottiers, les cordonniers, les merciers
Vente en Gros: J.-E. LANTHIEZ, 22 bis, rue Vallier, LEVALLOIS-PERRET (Seine) R. C. Seine 294.031

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs



Demandez notre Catalogue spécial
« FOOTBALL »
il vous sera adressé franco



MAILLOTS « MEB », jersey coton, mailles fortes serrées, col chemisette. Toutes teintes. Toutes dispositions.
A partir de..... 17. »



PULL-OVER pure laine grosses côtes, léger 4 fils. Prix 75. »
Lourd 6 fils. Prix 95. »

BALLONS D'ASSOCIATION

Pour l'entraînement :

BIBENDUM-BALL « MEB », enveloppe toile caoutchoutée, complet... 25. »
MANOR, 12 sections, cousu main, cuir seul
Prix..... 30. »
ZODIAC. 45.. » | COUNTY.. 60. »

Pour matches :

OXONIAN « MEB », une merveille de fabrication, vache anglaise..... 130. »
GLORY « MEB », 12 sections, cuir seul
Prix..... 60. »

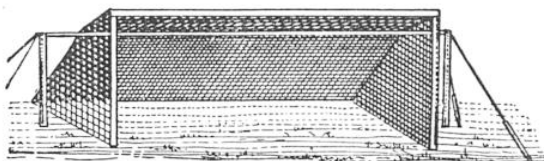


MARQUEUR pour terrains, support à roulettes.

Prix : 135. »

BALLONS DE « RUGBY »

OXONIAN « MEB » RUGBY, cuir tanné seul 105. »
QUEEN RUGBY, 8 sections. Pour l'entraînement..... 85. »



FILETS ET POTEAUX DE BUT

JEU de filets de buts réglementaires, fil goudronné.
Les 2 filets..... à partir de 160. »
JEU de poteaux de buts « Association »..... 300. »
JEU de poteaux de but « Rugby »..... 325. »



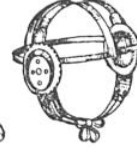
CULOTTES toile nationale blanche, élastique à la ceinture, poche derrière.
Prix.... 19. »



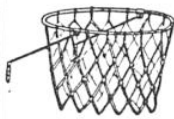
JAMBIÈRES doublées toile forte. La paire. 14. »
CHAUSSURES DE FOOTBALL cuir naturel, bouts indéformables.
La paire..... 65. »



BAS coton noir ou couleurs unies, revers autres nuances. 9. »



PROTÈGE-OREILLES « MEB ». Recommandé pour le « rugby ». Prix... 28. »



BASKET-BALL
CERCLES fer rond, avec pattes.
Les 2.. 38. »



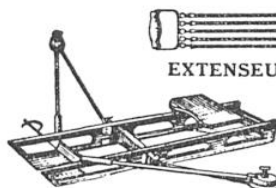
BALLON réglementaire 12 panneaux, cousu main, cuir seul. 110. »

FILETS
Le jeu de 2 depuis 7.25

CULTURE PHYSIQUE



HALTÈRES à boules pleines.
Le kilogr. depuis.. 2.75



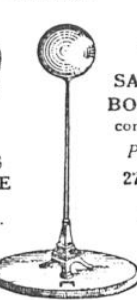
EXTENSEUR « MEB », force homme 25. »

MACHINE A RAMER pliante

« SKIFATOME ». 70 x 32 x 15 cm... 450. »



GANTS de BOXE pour combats.
A partir de 90. »



SALON BOXING complet.
Prix : 275. »

MESTRE & BLATGÉ

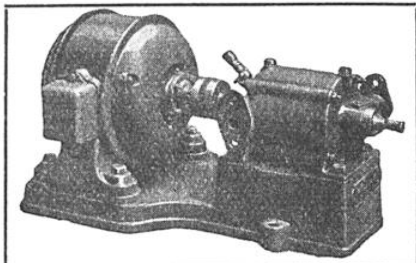
46-48, avenue de la Grande-Armée - PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 15.000.000 DE FRANCS

La plus importante Maison du Monde pour Fournitures Automobiles, Vélocipédie, Sports et Jeux.

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES
tous débits, toutes pressions, tous usages

Appareils
à rayons ultraviolets
(Lumière de Wood)

□

CALLOPHANE

425 fr.

□ □

UVIOLUX

825 fr.

DEMANDEZ-NOUS NOTRE NOTICE ET NOS
RÉFÉRENCES

□ □ □

Société O. R. E. V. I. C.

26, rue de la Pépinière

PARIS-VIII^e

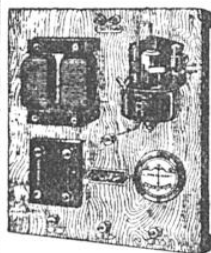
Tél. : Laborde 32-20

SERVICE S. V.

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. T. S. G. D. G.

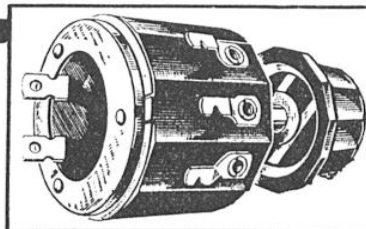


MODÈLE N°3. T.S.F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

**SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE**

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées - PARIS
TÉLÉPHONE ÉLYSÉES 66-60

10 ANS D'EXPERIENCE
60.000 APPAREILS
EN SERVICE



Pour la maîtrise de votre poste...
... une merveille de précision

Appareils à interrupteurs véritablement bobinés

VOLUME-CONTROLS TON-CONTROLS, etc...

Toutes valeurs de 200 à 100.000 ohms

Caractéristiques principales :

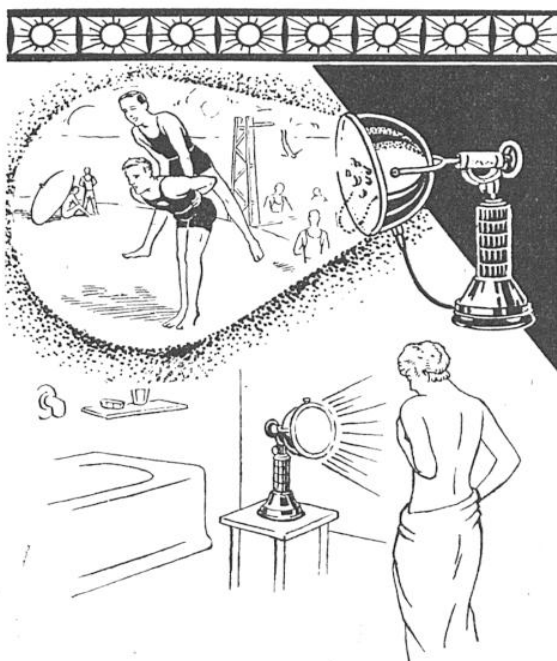
Entièrement protégé par carter bakélite ;
Système "Rexor" universellement apprécié ;
Fixation centrale isolée pour montage direct
sur métal ;
Interrupteur à rupture extra brusque (3 A.
125 v. ou 1 A. 250 v.).

**C'est une
fabrication GIRESS**

16, boul. Jean-Jaurès, CLICHY

Téléphone : Marcadet 37-81

Publ. RAPH



COMPLÉTEZ VOTRE SALLE DE BAINS
par un accessoire plus indispensable que la baignoire

On a reconnu que les êtres vivants avaient plus besoin de soleil que d'eau. En effet, le soleil comporte dans ses radiations, ces bons rayons invisibles appelés "Ultra-Violet", dont l'action sur l'organisme est particulièrement bienfaisante.

La science est parvenue à produire artificiellement ces rayons vitaux par des lampes de Quartz à vapeur de mercure. Les médecins modernes emploient de grosses lampes de Quartz professionnelles, pour traiter de nombreuses maladies.

Mais, un petit modèle, non médical, a été créé pour le particulier aimant les bains de soleil en toutes saisons, dans un but hygiénique et préventif.

Cette petite lampe "Homesoleil" fait l'objet d'une notice illustrée que vous adressera franco

La Société des Lampes de Quartz,

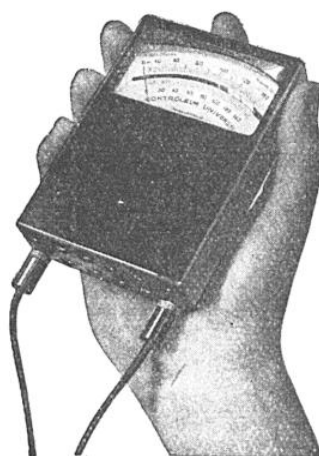


HANOVIA
35, RUE DES ÉCOLES
— PARIS —

TOUTES LES MESURES ÉLECTRIQUES
AVEC UN SEUL APPAREIL

**LE CONTRÔLEUR
UNIVERSEL**

MESURANT, VOLTS, AMPÈRES, OHMS
MILLIAMPÈRES, MILLIVOLTS, ETC...
EN COURANT CONTINU ou ALTERNATIF



22 SENSIBILITÉS

Permettant de contrôler votre COMPTEUR, vos Appareils MÉNAGERS, votre poste de T.S.F., l'équipement électrique de votre AUTOMOBILE, votre PHONOGRAPHE de dépanner vos SONNERIES, votre TÉLÉPHONE, votre PICK-UP, de mesurer le courant FORCE et LUMIÈRE etc

**UN VÉRITABLE
LABORATOIRE
DE POCHE**

DEMANDER NOTICES 155A ET 307
CHAUVIN ARNOUX
186 rue Championnet - PARIS 18

NOUS VOUS OFFRONS GRATUITEMENT CE LIVRE



Vous y trouverez le moyen de réussir en tout, vaincre, retirer de la vie le plus d'avantages possible.

Sans rien changer à vos occupations habituelles, vous parviendrez à développer votre volonté, votre mémoire, vous corrigerez vos mauvaises habitudes et vous pourrez acquérir le pouvoir magnétique qui vous permettra d'imposer votre volonté, même à distance, quels que soient votre condition sociale, votre âge ou votre sexe.

Remplissez lisiblement le bon ci-dessous et adressez-le à **L'Institut Oriental de Psychologie** (Département 726), 36 ter, rue de La Tour-d'Auvergne, à PARIS, en ajoutant, si vous le voulez bien, 3 francs en timbres français, pour frais de correspondance et de port, ou 3 francs en coupons-réponses internationaux, pour les Colonies et l'Etranger.

A DÉCOUPER

726

Veuillez m'expédier gratuitement, et sans engagement de ma part, votre ouvrage : **Développement des facultés mentales.**

Nom Prénom

Rue N°

à Départ.

Indiquer si vous êtes Madame, Mademoiselle ou Monsieur

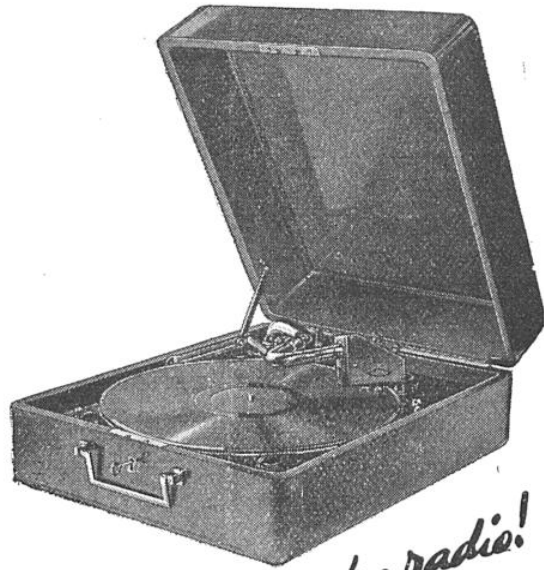


LE SOURD ENTEND avec le Sonophone

HUIT JOURS A L'ESSAI

Demandez Notice explicative N° 20

Ets J-PLISSON, 25, Bd Bonne-Nouvelle
PARIS



Complétez votre radio!
avec le
COFFRET TOURNE-DISQUE ERA-VOX

Il forme un ensemble (pick-up, volume-contrôle, moteur synchrone, distributeur d'aiguilles, câblerie, arrêt automatique), tout prêt à être branché sur le radio-secteur. Le synchronomoteur ERA, dont il est muni, assure, grâce à sa vitesse rigoureusement constante, une audition parfaite.

Modèles variés, toutes garnitures.
Gainé. frs 1050
Acajou verni. frs 1150

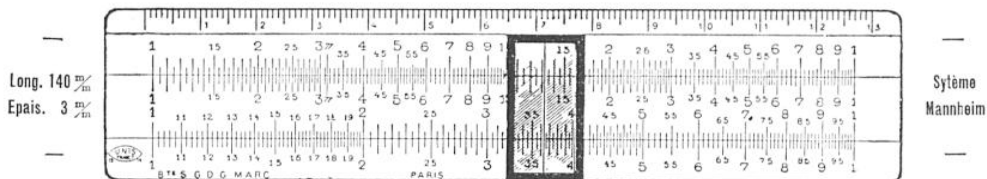
MOTEURS ERA

E^{ts} E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite

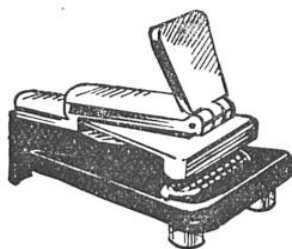


Pub. R. L. Dupuy

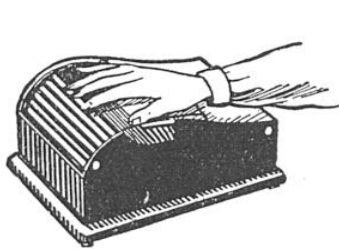
Les Règles à Calcul de Poche "MARC"



SYSTÈME MANNHEIM, SINUS, TANGENTES, ÉLECTRICIEN, depuis 24 fr.



LES FIXE-CHÈQUES
depuis 22 fr.



LA CACHETEUSE
350 fr.



LA DÉCACHETEUSE
120 fr.

La Timbreuse 775 fr.

CONSTRUCTEURS-FABRICANTS

CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

12, rue Condorcet, PARIS (9^e) - Tél.: Trudaine 83-13

le

Steréa

Un appareil photographique
stéréoscopique Jules Richard

pour **400 fr**

le

Steréa

est le dernier-né sorti des
vastes ateliers des Éta-
blissements Jules Richard

Format 6x13
monté avec
des objectifs
anastigmat
F: 6,3 de pre-
mière marque

E" Jules RICHARD

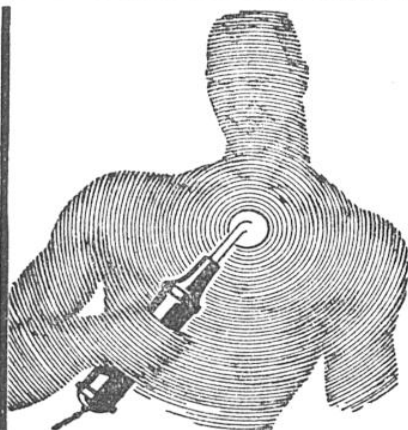
25, Rue Mélingue, Paris — Magasins de vente : 7, Rue Lafayette, Paris

A CÉSAR CE QUI EST A CÉSAR. . .

... LA PRÉCISION AUX APPAREILS JULES RICHARD

BON à découper
et à envoyer
pour recevoir franco
le catalogue B

LES RHUMATISMES GUÉRIS PAR L'ÉLECTRICITÉ



La force mystérieuse de l'électricité est utilisée pour le traitement radical des rhumatismes.

Des rayons DOUX et INOFFENSIFS, en traversant le corps entier, font disparaître rapidement toute douleur et vous redonnent une santé florissante. Toutes les forces naturelles agissent dans ces ondes vivifiantes : la chaleur, la lumière et l'électricité rayonnent et amènent une guérison complète. Des milliers de malades doivent la suppression de leurs souffrances à ces rayons dits RAYONS VIOLETS.

Un essai gratuit :

Si vous êtes malade, faites un essai de ces merveilleux rayons violets.

Cela ne vous engage à rien.

Les douleurs disparaissent comme par enchantement. Même les plus anciennes maladies sont complètement guéries, ainsi que l'attestent plusieurs centaines de lettres que vous pouvez consulter à nos bureaux.

Les rayons "SALVALUX" sont produits par un appareil très simple relié

par une prise de courant à la lumière électrique.

Cet appareil, nous vous le donnons absolument sans engagement et sans frais pendant DIX JOURS A L'ESSAI.

Si, pendant ce temps vous n'êtes pas satisfaits de ses effets ou de sa construction, vous nous le retournerez simplement.

Demandez, dès aujourd'hui, notre tarif N° 21 et notre bon d'essai gratuit aux

Etablissements **SALVALUX**, 25, boul. Bonne-Nouvelle, PARIS-2°



PRÉSENTE

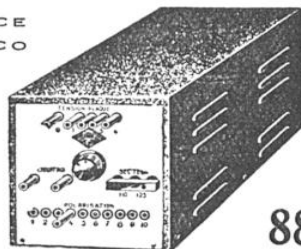
UNE ALIMENTATION TOTALE

des postes sur secteur

Type "CUIVREX" AT 3

Redressement par oxymétal

NOTICE
FRANCO

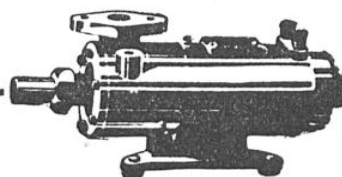


PRIX :

880 frs

Débit : 40 milliampères, 160 volts. — Prises à 40 - 80 - 120 volts. — Polarisation : 2 à 20 volts. — 4 volts, 0,6 ampère.

Etablissements **ARNAUD S. A.**
3, Impasse Thoréton, PARIS (15°)



1.000 LITRES D'EAU

POUR 0.50, avec la merveilleuse
Pompe Électrique "RECORD"

Nouveau modèle domestique, 1/4 CV, pour courant lumière 2 fils : 690 francs
(Catalogue gratuit en nommant ce journal.)

Étab^l **A. GOBIN**, 3, Rue Ledru-Rollin
SAINT-MAUR (Seine) Tél. Gravelle 25-37



S. G. A. S.

Ing.-constr. br. s. g. d. g.
44, r. du Louvre, PARIS

Qui que vous soyez, artisan ou amateur, VOLT-OUTIL s'impose chez vous si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en une seule. Il perce, scie, tourne, lime, meule, polit, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

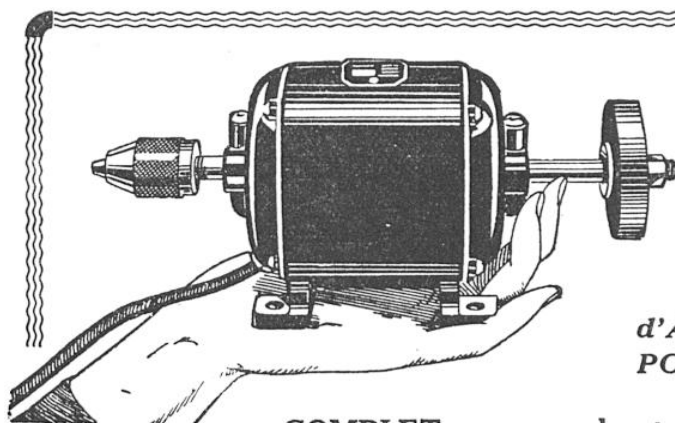
NOTICE FRANCO



PLUS DE GACHIS !

Cet interrupteur économise votre courant et vos lampes. Pour contrôle éclairage électrique, cave, w.-c., etc. Le SEUL permettant le montage de tableau de contrôle.

Etab. **R. TALMON**, 55, r. de l'Ermitage, PARIS-XX°



PETIT TOURET ÉLECTRIQUE A VITESSE FIXE

Pour tous travaux
d'AFFUTAGE, MEULAGE
POLISSAGE, PERÇAGE

COMPLET avec meule et mandrin... **195 fr.**

MOTEURS ÉLECTRIQUES

MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE

pour toutes applications industrielles et domestiques

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

R. VASSAL, Ing.-Const^r, 13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&O.)

UNE NOUVELLE MÉTHODE D'INVESTIGATION OPTIQUE :

L'ÉPI-MICROSCOPIE

Jusqu'à une époque récente, l'emploi de la lumière réfléchie était surtout réservé à la métallographie. Ce mode d'éclairage s'est, dans ces derniers temps, de plus en plus propagé parce qu'il permet de suivre au microscope des phénomènes vitaux sur des êtres vivants. L'examen des matériaux, les recherches biologiques et quantité d'applications scientifiques et techniques trouveront, dans l'épi-microscopie, un puissant auxiliaire.

NOUVEAUX DISPOSITIFS

ZEISS

POUR L'EXAMEN EN LUMIÈRE RÉFLÉCHIE
DES OBJETS OPAQUES DE TOUTE NATURE

Epi-condensateurs

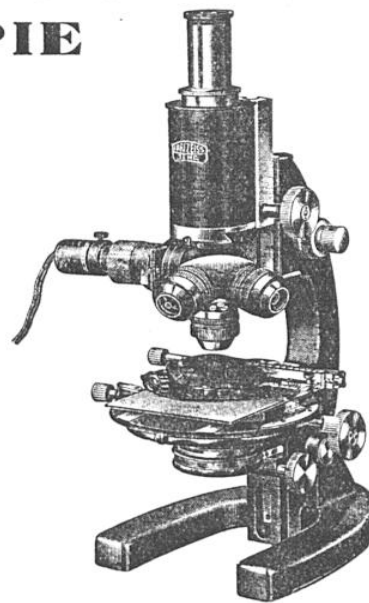
pour l'éclairage omnilatéral, en fond noir et en fond clair, des objets de toutes dimensions.

Epi-miroirs

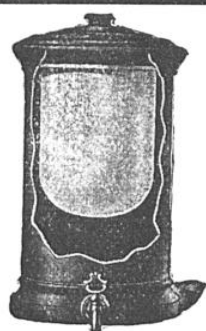
pour objets de dimensions restreintes.

Epi-lampes

pour l'éclairage unilatéral (éclairage en fond noir avec azimut restreint).



Imprimés Epi-Micro 77, gratis et franco
sur demande adressée au
Concessionnaire pour la France :
Soc. OPTICA, 18-20, fg du Temple, Paris-11°



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

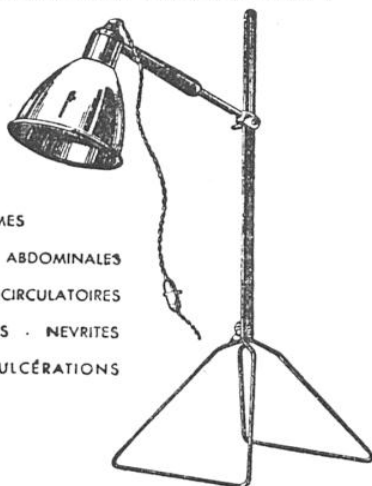
PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9^e)

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY

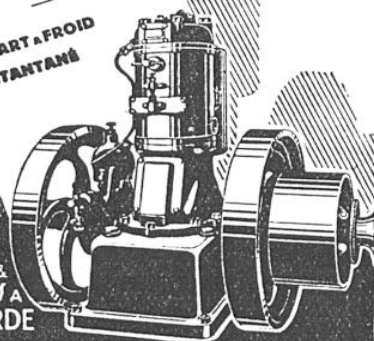


RHUMATISMES
DOULEURS ABDOMINALES
TROUBLES CIRCULATOIRES
NÉVRALGIES - NEVRITES
PLAIES - ULCÉRATIONS
ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 04-83

L'HUILE LOURDE
EST SIX FOIS
PLUS ECONOMIQUE
QUE L'ESSENCE OU
L'ELECTRICITE

DEPART A FROID
INSTANTANÉ



MOTEURS &
TRACTEURS A
HUILE LOURDE

AMADOU

J.H. JOSSET & C^{ie} 98 A - LA CEINTURE S'GRATIEN (S.O.)

LA MOTOGODILLE

PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX

(Conception et Construction françaises)

PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE

2 CV 1/2 5 CV 8 CV

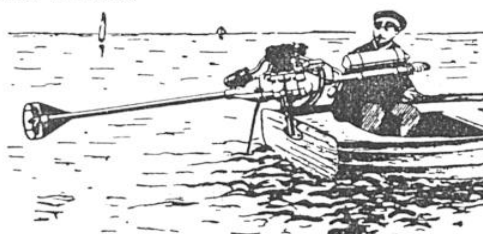
Véritable instrument de travail

Vingt-cinq années de pratique

Nos colons français l'utilisent de plus en plus

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris-9^e

CATALOGUE GRATUIT — PRIX RÉDUITS



INSTITUT PELMAN

Développement scientifique de l'esprit Méthodes de travail, de pensée, d'action

40 ans de succès dans le monde entier — Plus d'un million d'adeptes

LE SYSTÈME PELMAN

Cours individuel par correspondance
sous la direction de Professeurs de Facultés
et d'Hommes d'affaires expérimentés

Rééducation de la mémoire, du jugement, de
l'attention, de l'esprit d'observation;

Développement de l'énergie, de l'imagination
créatrice, de l'initiative, de l'autorité;

Jeunes Gens, pour terminer bien vos études
et vous préparer une brillante carrière;

Adultes, pour mieux réussir dans votre pro-
fession et réaliser votre personnalité;

Apprenez à penser sagement, à organi-
ser votre vie mentale avec méthode et à tirer
parti de toutes vos ressources;

Par un entraînement d'un semestre : effi-
cience et bon rendement la vie entière.

RENSEIGNEZ-VOUS. La brochure explicative vous
sera envoyée contre UN FRANC en timbres-poste.

LA PSYCHOLOGIE ET LA VIE

Directeur : P. MASSON-OURSÈL, Prof. à la Sorbonne

Revue traitant chaque mois, depuis six
ans, un problème de psychologie pratique

Abonnements..... 52. » ou 46. » (Pelmanistes)
Etranger..... 70. » ou 60. » (Pelmanistes)

ÉDITIONS PELMAN

" PSYCHOLOGIE ET CULTURE GÉNÉRALE "

Tome I. - D. BOJSTAN, Inspecteur Général de l'Instruction Publique

La Culture au cours de la Vie

Comment apprendre à penser à propos d'un
problème quelconque. Comment développer sa
culture première (franco 26.50, Etranger 28.50)

Tome II. - Dr Ch. BAUDOUIN, Privat-Docent à la Faculté de Genève

Mobilisation de l'Energie

Comment avoir à sa disposition ses ressources
d'intelligence et de volonté. Parents, éducateurs,
apprenez à connaître par la psychanalyse les
besoins de vos enfants. (franco 26.50, Etranger 28.50)

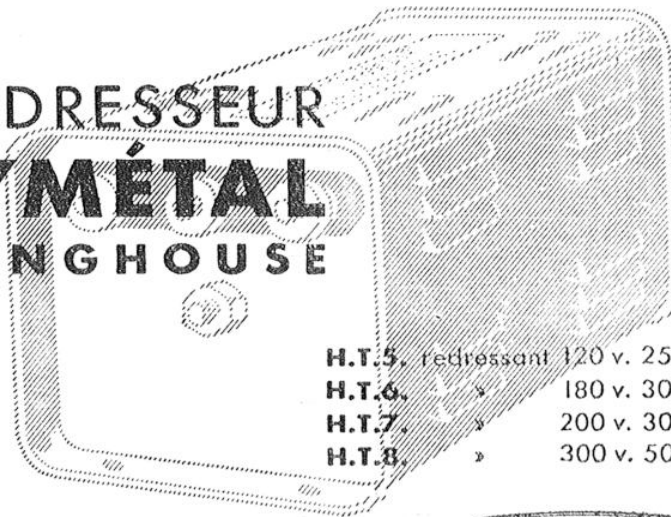
INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d'Anglas, PARIS-8^e (Tél. : Anjou 16-65)

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA

"Pour GAGNER davantage, il faut VALOIR davantage"

TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR
OXYMÉTAL
WESTINGHOUSE



H.T.5.	redressant 120 v. 25 millis.	Frs 85.
H.T.6.	» 180 v. 30 millis.	» 96.
H.T.7.	» 200 v. 30 millis.	» 110.
H.T.8.	» 300 v. 50 millis.	» 135.

Brochure
gratuite



23, rue
d'Athènes
Paris

1 VOLT - 100.000 VOLTS
0,001 AMPERE - 1.200 AMPERES



SOLOR

LES COFFRETS SOLOR-TOUTALOXYS
transformeront votre ancien poste en
POSTE-SECTEUR MODERNE

LEFÉBURE-SOLOR-FERRIX
5, rue Mazet, PARIS-6°

Pour le maximum de puissance de votre moteur
Voici les meilleurs atouts



**SEGMENTS
H. GRENIER**

Médaille d'or Exposition Coloniale Paris 1931
SEGMENTS H. GRENIER
17, rue Carnot, LEVALLOIS. Tél. : Pereire 13-14, 20-13
4.000.000 de segments répartis en 11.000 dimensions
R. C. 405.132

REDOUTEZ LES COFFRES
ANCIENS OU MÉDIOCRES

**ACHETEZ UN
FICHET**

Siège Social : 20, rue Guyot, PARIS

Magasins de Vente :
43, Rue de Richelieu, PARIS
21, r. Fossé-aux-Loups, BRUXELLES
ET DANS TOUTES LES GRANDES VILLES

Craignez-vous le VOL, l'INCENDIE ?..

Pour une modique somme

ELECTRO-GARD'

Breveté - Déposé tous Pays

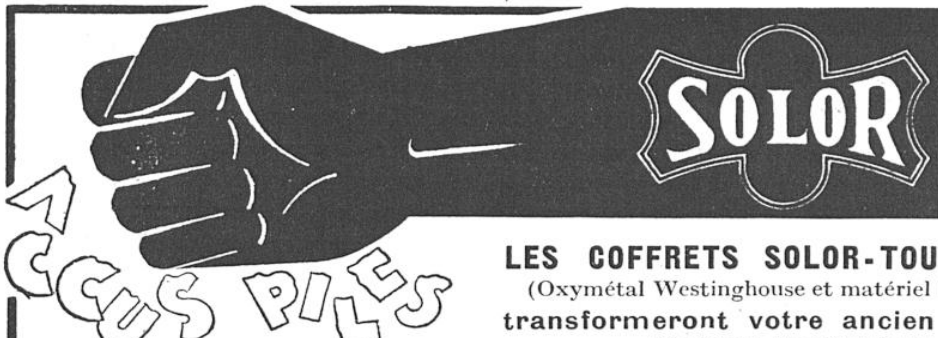
VEILLERA SUR VOS BIENS...

VOUS AVERTIRA DÈS LA
MOINDRE ALERTE...

7, rue Sébastien-Gryphe, **LYON** (Rhône)

R. C. B. 9241

-- Demandez-nous tous renseignements --



LES COFFRETS SOLOR-TOUTALOXD
(Oxymétal Westinghouse et matériel **FERRIX**)
transformeront votre ancien poste en
POSTE-SECTEUR

**REDRESSEURS
TRANSFORMATEURS
SURVOLTEURS - RÉGULATEURS**

FERRIX

LES NOUVEAUX POSTES-SECTEUR SOLOR & ERGOS
construits avec le matériel **FERRIX**

LEFÉBURE-SOLOR-FERRIX
5, rue Mazet — PARIS (6^e)

*Toutes notices envoyées
gratuitement*

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial**, pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

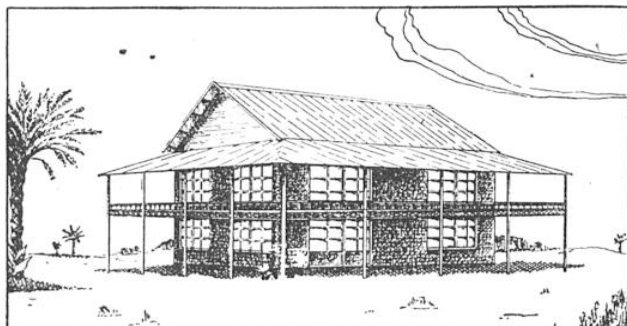
*Fondée et subventionnée par " l'Union Nationale du Commerce Extérieur "
pour la formation de négociateurs d'élite.*

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

LE PAVILLON MÉTALLIQUE A ÉTAGE



La construction du pavillon à étage n'est pas difficile. La chose difficile est de **systématiser** dans un catalogue tous les divers modèles de pavillons à étage pouvant intéresser ceux qui désirent faire leur choix. Ce catalogue nous occupe actuellement ; mais ce sera encore quelques mois avant de pouvoir le soumettre à nos lecteurs.

En attendant, que pouvons-nous faire de mieux que de leur soumettre de temps en temps des croquis de nos divers modèles, au fur et à mesure de leur construction ?

Nous commencerons donc avec le modèle qui nous occupe à l'heure actuelle — soit la fabrication d'un pavillon à étage de 10 mètres sur 10 mètres, entouré d'une véranda de 3 m. 50 de portée.

Ce pavillon est un assez gros modèle, comportant huit pièces en corps de pavillon. Si on clôt et cloisonne la véranda derrière, on ajoute encore huit pièces de 5 m. x 3 m. 50. On pourrait également clore chaque pignon et avoir encore quatre pièces à chaque bout — ce qui ferait un véritable château de vingt-quatre pièces en tout, avec une grande véranda de 3 m. 50 x 17 m. sur toute la façade et une arcade de la même importance en bas.

É L É M E N T S	D I M E N S I O N S	C O U T
Ossature du corps de pavillon, se divisant en 4 pièces de 5 m. x 5 m. en bas, et la même chose en haut.	Longueur 10 m. Largeur 10 m. Hauteur des poteaux hors du sol 6 m.	Francs
Véranda tout autour du corps du pavillon.	Portée de la véranda 3 m. 50 Longueur 17 m.	15.606. »
Le tout au taux de Fr. 9. » le mètre cube		
Plancher du corps de pavillon et de la véranda.	17 m. x 17 m., soit 289 m ² au taux de Fr. 38. » le mètre carré	10.982. »
Plafond de l'étage (la véranda n'étant pas plafonnée).	10 m. x 10 m., au taux de Fr. 35. » le mètre carré	3.500. »
Toiture complète en tôle ondulée galvanisée posée sur des pannes en acier.	17 m. x 17 m., au taux de Fr. 25. » le mètre carré	7.225. »
TOTAL.....		37.313. »
Emballage maritime et frais de mise sur bateau, Le Havre 5 ° o.....		1.865. »
TOTAL GÉNÉRAL.....		39.178. »

Naturellement, il y a plus grand et plus petit ; mais la chose importante est celle-ci ; le prix global de tous nos pavillons à étage se calcule selon sa contenance en **mètres cubes**, et ce prix est au taux de **Fr. 9. »** le mètre cube pour tout pavillon d'habitation dont les poteaux principaux ont 6 mètres en dehors du sol (**Fr. 9.45** sur vapeur **Le Havre**), plancher, plafond, toiture, portes et fenêtres en plus au taux indiqué ci-dessus.

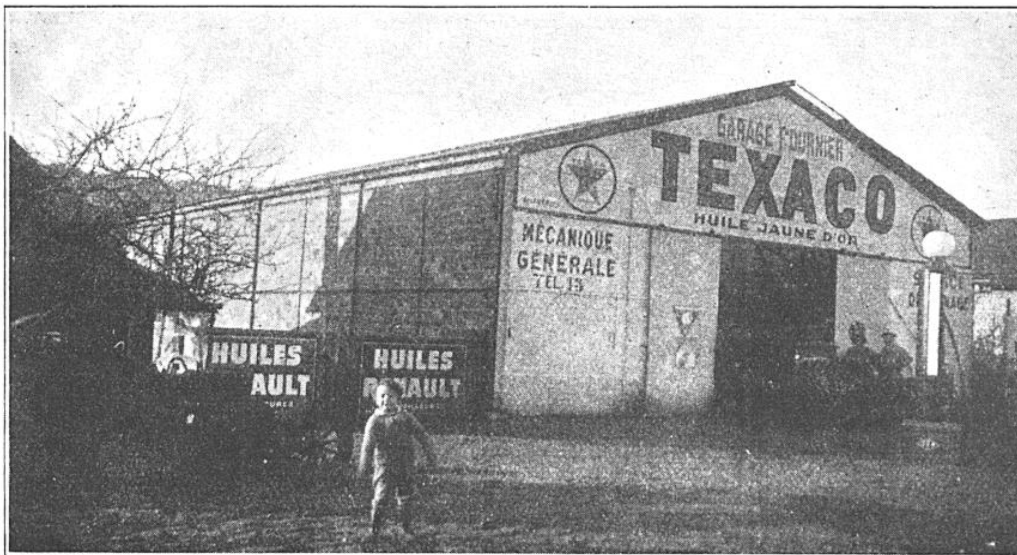
Dessinez le pavillon dont vous désirez devenir le propriétaire, disposez les pièces selon vos besoins, calculez la hauteur du rez-de-chaussée et de l'étage, ajoutez la véranda, ou tout autour, ou sur quelques côtés seulement, et vous pouvez parfaitement bien calculer le coût de tout votre pavillon, sauf les portes et fenêtres. Il ne s'agit que de multiplier la surface carrée totale couverte du pavillon et les vérandas par la hauteur hors sol des poteaux principaux, et vous avez tout de suite le nombre de **mètres cubes**.

Nous avons le vif espoir que ce **prix unique** permettra à nos honorables lecteurs de bien étudier le pavillon métallique qui leur convient : **Fr. 9. »** le mètre cube pour la carcasse, **Fr. 38. »** le mètre carré pour les solives du plancher, **Fr. 35. »** le mètre carré pour le plafond complet, avec les panneaux de fibro-ciment, et **Fr. 25. »** pour la toiture en tôle ondulée galvanisée, ou **Fr. 33. »** pour la toiture en fibro-ciment ondulé.

Envoyez-nous la spécification du pavillon qu'il vous faut. Dans n'importe quel coin du monde, le hasard vous trouve ; vous pouvez toujours vous loger convenablement et à un coût très abordable. Dressez votre spécification sans délai : quatre-vingt-dix-neuf chances sur cent nous pouvons vous satisfaire.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
Bâtiments métalliques pour tous les besoins
Aux Ateliers de la Couronne, PETIT-QUEVILLY-LÈZ-ROUEN (Seine-Inf.)

LA SÉRIE 39 COMME GARAGE



GARAGE FOURNIER, à LÉRY-POSES, entièrement construit par nous-mêmes.

Au début de l'année, les garagistes s'occupent des extensions et des nouveaux bâtiments qu'ils désirent apprêter pour **Pâques** et la saison de la **Pentecôte**. C'est la **série 39** de nos bâtiments métalliques qu'ils honorent très souvent de leur choix.

Le premier bâtiment que nous avons construit dans nos ateliers de **Petit-Quevilly**, il y a douze ans, était un garage. Il se faisait au moyen du **Modèle 20 bis**, de la **série 39**, pour **M. Donchet, de Montbazou** tout près de **Tours**. Il est toujours là, aussi bien que le jour qu'il a quitté notre chantier.

Depuis cette époque, combien sont nombreux les bâtiments métalliques que nous avons fabriqués pour MM. les Garagistes et Mécaniciens — non seulement en France, mais partout, dans ce vaste domaine de l'empire colonial français.

La **série 39** se prête bien à ce genre de travail. Rigoureusement standardisée, d'un usinage impeccable, d'une livraison rapide et d'un montage extrêmement facile, elle est la construction idéale pour tous ceux qui désirent monter, aujourd'hui, un garage susceptible de prendre de l'extension demain.

C'est pour cela que nous vous invitons, messieurs, à nous faire part de vos projets, certains, comme nous le sommes, de pouvoir vous plaire — non seulement au point de vue des qualités esthétiques et robustes de notre travail, mais aussi par le coût extrêmement abordable de l'ensemble du projet.

Un autre garage, plus près de Rouen, est celui de **M. Fournier, à Léry-Poses**, à mi-chemin entre **Rouen** et **Vernon**. Voilà un grand bâtiment de 13 mètres de large sur 20 mètres de long, briqueté sur les deux longs côtés et armé de grandes portes coulissantes sur les deux pignons.

Encore d'autres sont ceux de **M. Donneaud, à Tourettes-sur-Loup** (Alpes-Maritimes); de **M. Racape, à Lillebonne** (Seine-Inférieure); **M. A. Zenner, à Issy-les-Moulineaux**; **Etablissements Bertel, à Sotteville-lez-Rouen** (Seine-Inférieure); **M. Biasi-Mario, rue de Paris, à Saint-Denis** (Seine), etc., etc.

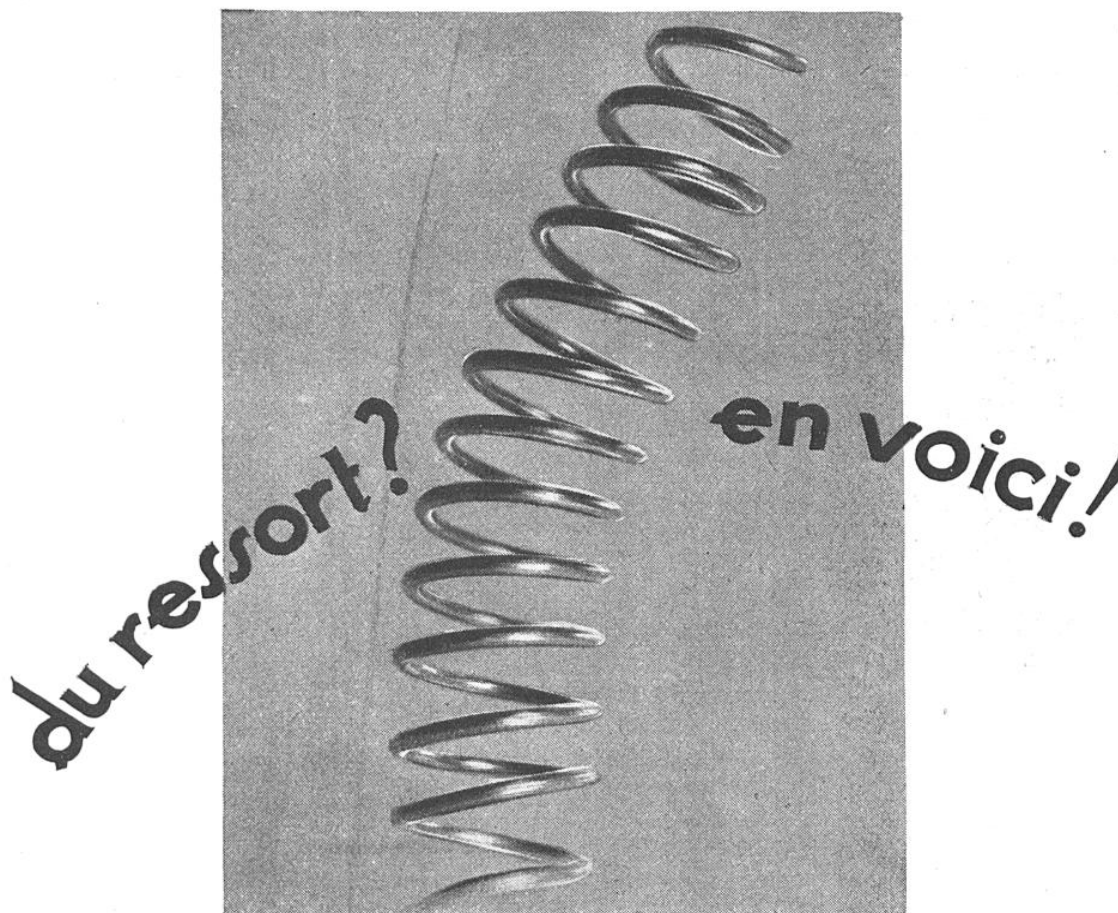
Que ce soit garage ou salle paroissiale, atelier de mécanicien, magasin, hangar, grange ou écurie, la **série 39**, qui comporte cinquante-trois dimensions de fermes, est d'une utilité pratique et immédiate pour tous les besoins de l'industrie et de la culture.

Faites-nous part de votre projet et documentez-vous en même temps au sujet de notre travail. Il y va certainement de vos intérêts.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Bâtiments et Pavillons Métalliques pour tous les besoins de l'Industrie et de la Culture

Aux Ateliers de la Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.)



Il est des jours où les plus forts ont l'impression d'avoir perdu tout entrain, toute énergie. Rien de précis; tous les organes fonctionnent normalement, mais c'est comme si le ressort était cassé ou détendu. Des toniques? On se retrouve ensuite plus affaibli qu'avant. Du repos? Il faudrait pouvoir. Non, c'est affaire d'alimentation. Cette sensation d'amollissement général est un signal d'alarme: les cellules mal nourries font, si l'on peut dire, la grève. Ce qui leur manque, ce qu'il faut donner à l'organisme pour qu'il retrouve son ressort, c'est un aliment complet, concentré, c'est-à-dire contenant sous le plus faible volume, le plus grand nombre d'éléments nutritifs. Du ressort? Prenez de

L'OVOMALTINE

aliment de force

Les fatigues, les soucis de l'heure actuelle font de nous tous des désaxés, des surmenés, des déséquilibrés. L'OVOMALTINE ne borne pas son action au coup de fouet passager des toniques. Elle donne des forces nouvelles, réelles, durables. Elle donne du RESSORT pour surmonter la fatigue, du ressort pour retrouver l'équilibre, du ressort pour vaincre.

Etablissements Wander à Champigny-s/Marne (Seine)



UN EFFORT UNIQUE DE DOCUMENTATION

Faisons le point :

Il y a vingt ans paraissait le premier numéro de

LA SCIENCE ET LA VIE

Depuis cette date, les 20.000 pages de texte de LA SCIENCE ET LA VIE constituent l'encyclopédie la plus attrayante, la plus complète et la plus précise de tout ce qui touche à la Science et à l'Industrie appliquée à la vie contemporaine.

Voulez-vous connaître et retrouver les innombrables études publiées dans tous les domaines, et sur tous les sujets, par les savants les plus éminents du monde entier ?

Retenez dès aujourd'hui la

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

N^{os} 1 à 186

QUI PARAITRA PROCHAINEMENT

Cette table, de près de 400 pages, sera mise en vente
(à nos bureaux) au prix de. **20 fr.**

Franco recommandé France et colonies.. **22 fr. 95**

— — — — — Etranger. **25 fr.**

Toutefois, tous ceux qui s'inscriront avant le 1^{er} Avril seront assurés de posséder cet important ouvrage, et ils bénéficieront d'une diminution de 4 fr. sur les prix ci-dessus.

La première table décennale parue en 1923 ayant été rapidement épuisée, nous engageons vivement nos lecteurs à ne pas retarder l'envoi de leur souscription : chèque ou mandat, ou tout autre mode à leur convenance,

13, rue d'Enghien, 13, PARIS (X^e)



FORGES ET ATELIERS DE

TOUT CE
QUI CONCERNE
LES
APPLICATIONS
INDUSTRIELLES
DE
L'ÉLECTRICITÉ

et en particulier :

Moteurs électriques depuis 0.3 CV
Fils et Câbles pour tous usages
Appareillage gros et petit
Groupes moto-pompes
Appareils de levage
Tracteurs d'usines
Treuils et cabestans,
Tapis de Caoutchouc

34 ans
d'expérience

4000 ouvriers
1000 employés

3 groupes
d'usines

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE

133

DIRECTION GENERALE A JEUMONT (NORD)
Jeumont
75, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS (8^e)

Le télécinéma par rayons cathodiques réalise une nouvelle étape vers la télévision.

Le progrès résulte de la simplification. L'analyse et la synthèse des images par les rayons cathodiques, en supprimant des dispositifs mécaniques délicats, constituent une élégante solution du problème de la télévision.

Hans Goetsch... 92

Les nuages irisés et l'exploration de la stratosphère.

Observés particulièrement en Norvège, à des altitudes atteignant 30 kilomètres, ces nuages ont prouvé, par leurs déplacements et leurs déformations, que la stratosphère n'est pas la zone calme que l'on imaginait. C'est une précieuse indication pour la navigation aérienne future.

L. Houlléviq... 102
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Les méthodes modernes dans l'industrie des parfums naturels.

La physique et la chimie concourent à la fabrication des parfums, pour laquelle la France tient la première place.

Elie Maunier... 109
Docteur ès sciences.

Une ligne de 220.000 volts, l'une des premières en Europe, entre le Massif Central et Paris.

L'emploi d'une tension aussi élevée soulève de délicats problèmes. Ils sont aujourd'hui résolus. C'est une étape importante de l'électrification nationale.

Charles Brachet... 119

Comment l'on conçoit actuellement la formation du monde solaire.

La préhistoire du soleil a donné lieu à de nombreuses théories. Voici celle de notre éminent collaborateur, qui lui permet de prévoir, en même temps, l'avenir du monde stellaire.

E. Be'ot... 128
Vice-Président de la Société Astronomique de France.

L'interconnexion des centrales électriques a permis de mettre Paris à l'abri des pannes d'électricité.

A des centaines de kilomètres de distance, les centrales électriques hydrauliques et thermiques marchent en parallèle. De plus, les progrès de la technique les mettent à l'abri de l'incendie.

Jean Labadié... 133

Comment on transforme la houille en pétrole.

L'Allemagne a ouvert la voie pour la synthèse du pétrole. Aujourd'hui, c'est l'Angleterre qui obtient les résultats les plus notables dans l'hydrogénation de la houille.

C. Matignon... 141
Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.

Que peut-on attendre de l'aviation en 1933 ?

La technique de l'aéronautique évolue sans cesse. Voici les tendances actuelles dans la construction des avions : puissance, sécurité, vitesse.

Edmond Blanc... 146
Capitaine aviateur, ingénieur E. C. P. et E. S. A.

Voici la plus puissante centrale thermique de France.

La nouvelle installation de Saint-Denis, près Paris, dont la puissance atteindra 400.000 kilowatts et où sont mis en œuvre les derniers progrès de la thermodynamique (hautes pressions) et de l'électrotechnique (turboalternateurs de 50.000 kilowatts tournant à 3.000 tours-minute).

Jean Marchand... 157
Ingénieur I. E. G.

Les grands vides industriels au service de l'usine thermique des océans de MM. Claude et Foucherot.

Avant sa mort, l'éminent savant Auguste Rateau avait mis au point le puissant dégazeur qui vient de faire de brillants essais. Il doit assurer à l'usine thermique des océans le meilleur rendement.

Victor Jougl... 165

L'autogire est-il un appareil de toute sécurité ?

Comment s'est produit le récent accident survenu en autogire.

E. B. ... 170

L'analyse par les rayons ultraviolets à la portée de tous.

J. M. ... 172

La célèbre horloge de Strasbourg reproduite avec un jouet.

J. M. ... 173

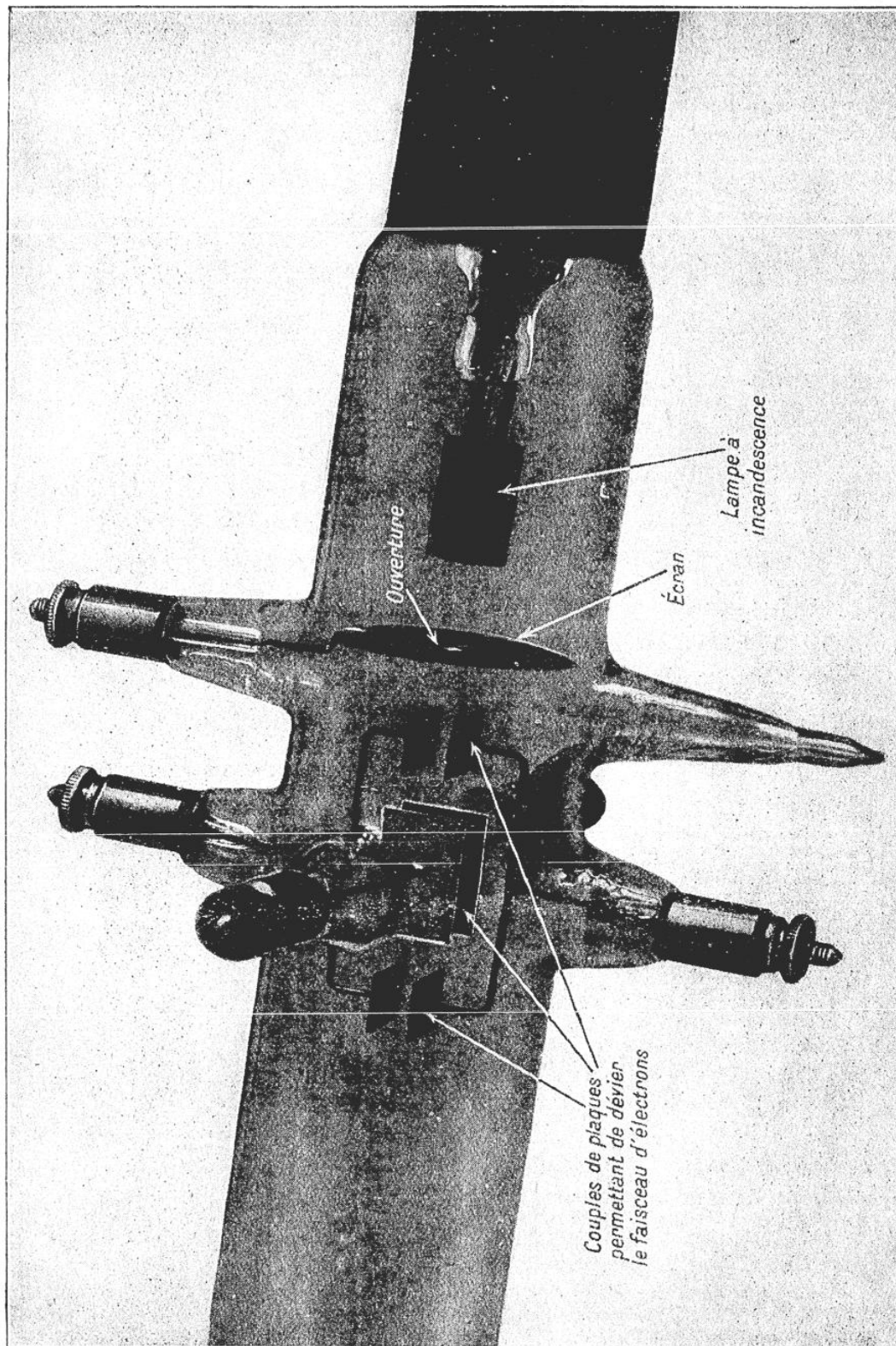
Une machine qui vérifie l'étanchéité de 18.000 boîtes de conserve à l'heure.

A. C. ... 174

Les « A côté de la science »

V. Rubor... 175

Pour fournir à la région parisienne les deux milliards et demi de kilowatts-heure qu'elle consomme chaque année, il a fallu édifier de puissantes centrales, tant hydrauliques (Massif Central) que thermiques (Seine). Parmi ces dernières, celle de Saint-Denis, dont la puissance atteindra 400.000 kw, sera la plus puissante de France. La couverture de ce numéro représente un des groupes turboalternateurs de 50.000 kw, tournant à 3.000 tours-minute. (Voir l'article, page 157.)



VOICI LE TUBE DE « BRAUN », ÉMETTEUR DE RAYONS CATHODIQUES, QUI EST UTILISÉ POUR LE « TÉLÉCINÉMA » ET LA TÉLÉVISION

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Provence 15-21

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays

Copyright by La Science et la Vie, Février 1933 • R. C. Seine 116.544

Tome XLIII

Février 1933

Numéro 188

LE TÉLÉCINÉMA PAR RAYONS CATHODIQUES RÉALISE UNE NOUVELLE ÉTAPE VERS LA TÉLÉVISION

Par Hans GOETSCH

Les appareils de télévision actuellement en usage (1) exigent, pour l'« exploration » et la « reconstitution » des images, un appareillage mécanique extrêmement délicat, comportant des roues tournant très rapidement à des vitesses rigoureusement synchronisées. Or, malgré des perfectionnements mécaniques déjà très compliqués, on parvient encore difficilement à explorer et à reconstituer les images avec une finesse suffisante. Mais les progrès de la physique moderne doivent permettre de résoudre ce délicat problème. Une solution élégante, susceptible de révolutionner la technique de la télévision, fait, en effet, dès maintenant, l'objet d'études très poussées, particulièrement en Allemagne. Cette solution consiste à utiliser, pour l'analyse et la synthèse des images, non plus un faisceau lumineux qui nécessite un dispositif mécanique complexe, mais un faisceau de rayons cathodiques. Ceux-ci sont, comme on sait, composés d'électrons, et sont, en effet, sensibles à l'attraction d'un champ électrique. Ainsi, en faisant passer ce faisceau entre des armatures de condensateurs convenablement disposés, il suffit de faire varier le « champ » réalisé pour dévier le faisceau et l'obliger à explorer l'image formée sur un écran. Les organes mécaniques sont donc ici simplement remplacés par des commutateurs faisant varier la charge des condensateurs.

C'est là une nouvelle application de la théorie des électrons déjà si féconde.

Où en est la télévision ?

LES systèmes de télévision actuellement en usage en Europe et en Amérique utilisent tous, à la fois pour l'exploration de l'objet à l'émission et pour la reconstitution de l'image à la réception, des dispositifs mécaniques dérivant de la roue perforée inventée par Nipkow (2).

D'autres procédés, qui commencent à peine à sortir des laboratoires spécialisés, font appel aux propriétés des rayons cathodiques, engendrés dans certaines conditions par la décharge électrique dans les gaz raréfiés. Leur mise au point toute récente ne leur a pas encore permis de faire leurs preuves

dans la pratique, mais des résultats particulièrement intéressants semblent leur promettre le plus brillant avenir. C'est à ce titre que nous décrivons, aujourd'hui, un des dispositifs, récemment utilisés en Allemagne pour la télévision des films cinématographiques, autrement dit, pour le « télécinéma ». Mais, auparavant, il convient de rappeler brièvement les opérations fondamentales de la transmission électrique des images à distance, communes à tous les systèmes de télévision imaginés jusqu'ici.

On sait que c'est la succession rapide d'images, représentant chacune une phase différente d'un mouvement, qui donne, en cinématographie, une impression de continuité, par suite de la persistance des sensations lumineuses sur la rétine de l'œil. En

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 179.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 443.

télévision, il faut, de plus, décomposer chacune de ces images successives en un grand nombre de plages, de dimensions aussi petites que possible, et transmettre à distance leurs valeurs lumineuses relatives.

Le disque, imaginé par Nipkow pour servir à l'exploration de l'image à transmettre, est percé d'un certain nombre de petits trous carrés à des distances variables du centre, de manière à dessiner une spirale. Lorsque ce disque tourne, chacun des trous se déplace le long d'une ligne de l'image, de sorte que cette dernière se trouve décomposée en autant de lignes que le disque compte de trous et est explorée entièrement pour chaque

de « points » beaucoup plus grand. Le disque de Nipkow se prête alors mal à une telle décomposition, car, pour augmenter le nombre de ses trous, il faut accroître son diamètre, et il devient difficile de réaliser les grandes vitesses périphériques que cela représente et de maintenir la vitesse de rotation constante, ce qui est indispensable. Si, d'autre part, on diminue le diamètre des trous, l'image devient trop peu lumineuse pour être facilement observable.

On a pu obtenir de meilleurs résultats, surtout au point de vue lumineux, au moyen de deux roues croisées portant des prismes ou des miroirs. Mais, au point de vue pra-

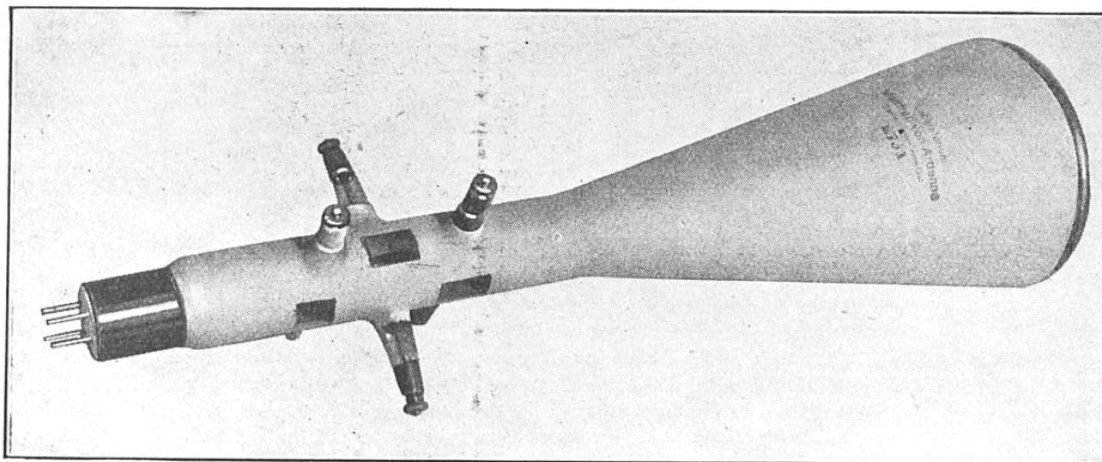


FIG. 1. — TUBE A RAYONS CATHODIQUES, OU TUBE DE BRAUN, UTILISÉ EN TÉLÉVISION

rotation complète du disque. C'est la cellule photoélectrique qui transforme les variations d'intensité lumineuse observées au cours de cette opération en oscillations électriques. Le courant photoélectrique d'intensité variable ainsi obtenu peut servir, convenablement amplifié, à moduler l'émission d'un poste de T. S. T.

A la réception, le courant, détecté par les procédés ordinaires, est amené à une lampe spéciale dont les variations d'intensité lumineuse reproduisent alors fidèlement celles reçues par la cellule photoélectrique de l'émetteur. Reste à reconstituer l'image. Pour cela, on utilise encore un disque perforé, tournant *rigoureusement en synchronisme* avec le disque explorateur.

Nipkow employait un disque explorateur percé de 24 trous, c'est-à-dire que l'image était décomposée en 24 lignes. Les résultats étaient fort grossiers.

Pour obtenir plus de détails, il faut, évidemment, décomposer les images en un nombre

plus grand. Mais, pour augmenter le nombre de trous, ces dispositifs entraînent de grandes complications mécaniques.

Les tubes à rayons cathodiques remplaceront-ils la roue de Nipkow ?

Les tubes à rayons cathodiques, au contraire, attirent de plus en plus, aujourd'hui, l'attention des techniciens de la télévision. Bien que leurs propriétés fussent déjà connues lors de l'invention du disque de Nipkow, c'est celui-ci qui eut la préférence, tout au moins dans les débuts.

Mais le tube à rayons cathodiques s'est peu à peu adapté à sa nouvelle tâche, et il semble que la victoire doive lui rester, un jour ou l'autre, dans cette longue compétition. Les dispositifs mécaniques sont, en effet, rapidement limités par leur nature même, et ce n'est qu'au prix de complications pratiquement inadmissibles que la décomposition des images peut dépasser, avec eux, 10.000 éléments, chiffre qui, cependant, pour la diffusion de la télévision dans le

grand public, ne peut être qu'un minimum.

Les rayons cathodiques, qui prennent naissance dans certaines conditions lorsqu'on établit une différence de potentiel convenable entre une anode et une cathode placées dans un tube vide d'air, sont constitués par des particules électrisées négativement, appelées électrons, émises par la

orientés à angle droit, entre lesquelles peuvent prendre naissance des champs électrostatiques variables. L'autre extrémité du tube *F* est recouverte d'une substance fluorescente.

Pour qu'un tel tube puisse être employé en télévision, il faut, en premier lieu, que la tache fluorescente excitée par les rayons

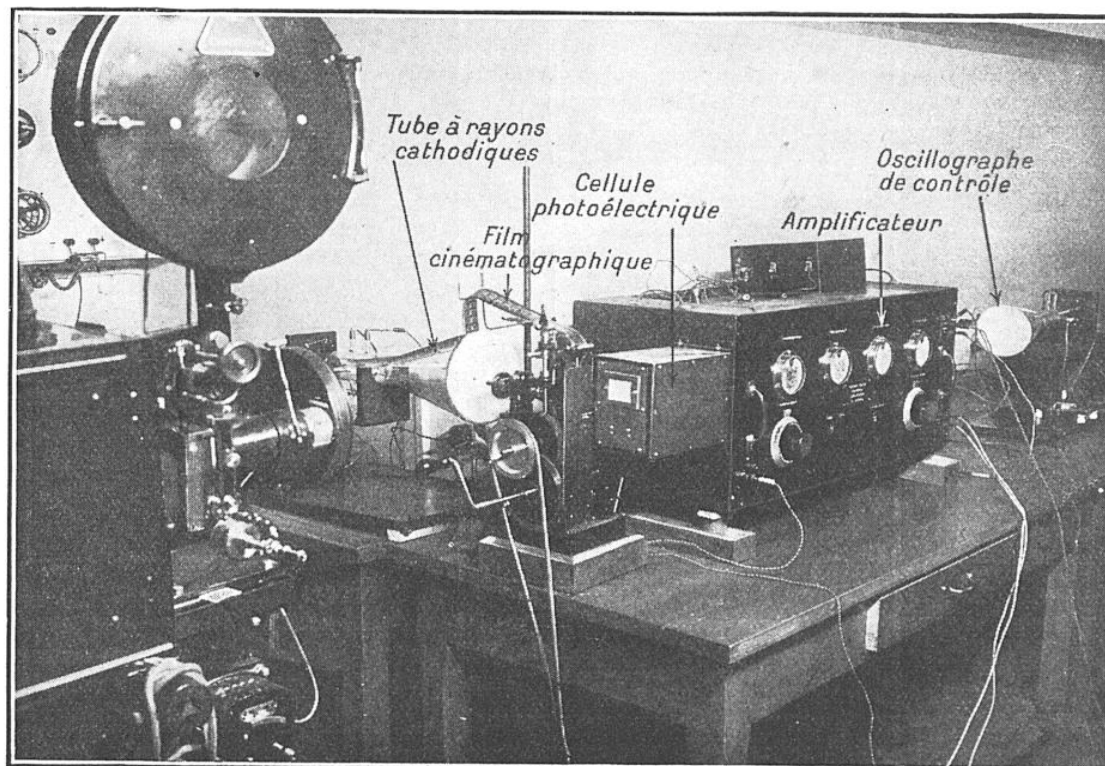


FIG. 2. — ENSEMBLE D'UN ÉMETTEUR DE TÉLÉCINÉMA PAR TUBE A RAYONS CATHODIQUES, DANS LE LABORATOIRE DE MANFRED VON ARDENNE, A BERLIN

Le tube à rayons cathodiques sert ici à l'éclairage des différents points des images du film à transmettre, c'est-à-dire à l'exploration de l'image. La cellule photoélectrique transforme les variations d'intensité lumineuse, d'un point de cette image à un autre, en variations de l'intensité du courant électrique qui la traverse. Ces oscillations électriques sont alors amplifiées par les procédés ordinaires.

cathode et se déplaçant en ligne droite à grande vitesse. Ces rayons cathodiques peuvent être déviés par un champ de forces électrostatiques et possèdent la propriété d'exciter, en les frappant, la fluorescence de certaines substances.

Les tubes à rayons cathodiques ont la forme générale indiquée sur le schéma de la figure 3, où on remarque les principaux organes : *K*, la cathode ; *W*, un dispositif spécial pour la concentration du faisceau des rayons cathodiques ; *A*, l'anode percée d'un trou pour laisser passer les rayons ; $p_1 p_2$ $p_3 p_4$ deux couples de plaques métalliques

cathodiques soit suffisamment lumineuse, et, de plus, suffisamment petite pour que ses dimensions ne dépassent pas celles, d'ailleurs arbitraires, d'un « point » de l'image à transmettre. D'autre part, la fluorescence doit commencer et prendre fin avec un retard pratiquement insensible. Enfin, il doit être possible de faire varier l'intensité de la fluorescence suivant la teinte de la partie correspondante de l'image, sans diminuer la concentration du faisceau des rayons cathodiques et sans le faire dévier.

C'est, précisément, ce dernier point qui présente les plus grandes difficultés.

En effet, s'il est relativement facile de faire balayer toute la surface à explorer par le faisceau de rayons cathodiques, il n'est pas aussi simple de faire varier la luminosité de la substance fluorescente, d'un point à un autre de l'image, en agissant directement sur le même faisceau ; si l'on cherche à obtenir les différences de teintes en agissant sur la tension anodique du tube, on provoque des variations de la vitesse avec laquelle se déplacent les électrons ; elle se traduit par une déviation supplémentaire des rayons cathodiques et une déformation extrêmement gênante des images formées. Grâce au montage mis au point par un cher-

Comment fonctionne le tube à rayons cathodiques

Tel qu'il est constitué, ce tube fonctionne comme un oscillographe cathodique (1). Les électrons émis par la cathode sont déviés à leur passage à travers les champs de forces électriques existant entre les plaques p_1 et p_2 , d'une part, et p_3 et p_4 , d'autre part. Nous avons dit que ces couples de plaques sont disposés à angle droit, de sorte que les rayons cathodiques, déviés successivement dans deux plans perpendiculaires, peuvent être dirigés à volonté sur tous les points de l'écran phosphorescent, pourvu qu'on applique

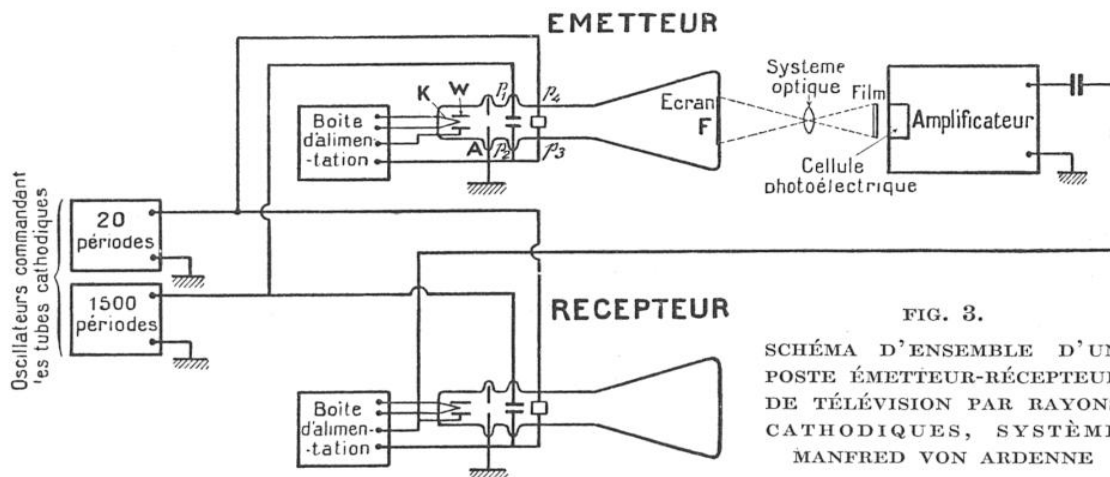


FIG. 3.

SCHÉMA D'ENSEMBLE D'UN POSTE ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION PAR RAYONS CATHODIQUES, SYSTÈME MANFRED VON ARDENNE

K, cathode ; W, dispositif de concentration des rayons cathodiques ; $P_1 P_2 P_3 P_4$, condensateurs agissant sur le faisceau passant par l'ouverture de l'anode A ; F, substance fluorescente.

cheur allemand, Manfred von Ardenne, ce grave inconvénient peut être évité.

La figure 2 représente l'ensemble d'un poste émetteur de télévision, qui comprend un tube à rayons cathodiques ordinaire muni d'une couche fluorescente extrêmement fine et régulière, à la fois très sensible et dépourvue d'un retard appréciable. Comme le montre le schéma de principe de la figure 3, le tube comporte huit connexions : deux pour le chauffage de la cathode K, une pour la tension anodique A, deux pour chacun des couples de plaques $p_1 p_2$ et $p_3 p_4$, et une pour le cylindre W assurant la concentration des rayons en un faisceau serré. Ainsi, pour l'alimentation du tube, il faut disposer de trois tensions : une basse tension pour le chauffage de la cathode, une tension réglable pour le cylindre de concentration, appelé aussi cylindre de Wehnelt, et une haute tension pour l'anode. Remarquons que l'on pourrait aussi bien utiliser du courant alternatif pour le chauffage de la cathode.

entre les plaques des différences de potentiel convenables. A l'une des paires de plaques correspondra donc une tension périodique, dont la fréquence sera égale au nombre d'images reçues ou à transmettre par seconde. A l'autre paire correspondra une tension également périodique, mais de fréquence beaucoup plus élevée, égale au nombre de lignes transmises par seconde. On choisira ainsi, par exemple, pour la première, 20 périodes par seconde, et pour la deuxième, 1.500 ; dans ces conditions, on transmettra 20 images complètes par seconde, chacune d'elles étant décomposée en 75 lignes explorées l'une après l'autre.

A la réception, il convient de plus, de faire varier l'intensité lumineuse de la partie de l'écran frappée par les rayons cathodiques. Nous avons vu que le procédé qui consiste à faire varier la tension anodique ne donne pas de résultats satisfaisants ; c'est celle-ci, en effet, qui, jouant le rôle de tension accé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 495.

lératrice, communique aux électrons leur vitesse et il est évident que plus les électrons sont rapides, moins ils sont déviés à leur passage entre les plaques. Le cylindre de concentration du faisceau d'électrons W nous fournit, au contraire, un moyen simple d'obtenir des variations de luminosité, sans provoquer d'irrégularité dans les déviations des rayons.

Le cylindre de Wehnelt a pour effet de modifier ce qu'on appelle la « charge d'espace » au voisinage de la cathode. Avec une cathode en forme de fil, les lignes de force électrique qui vont à l'anode partiraient dans toutes les directions et il ne se formerait pas, à proprement parler, un « rayon ». Pour concentrer les feux d'électrons et réaliser pratiquement un rayon lumineux, on ajoute, autour du filament chauffé, une électrode supplémentaire qui est le cylindre de Wehnelt. Chargé lui-même négativement, il provoque, en premier lieu, un rétrécissement du faisceau de rayons cathodiques, jusqu'à lui faire traverser tout entier la fenêtre pratiquée dans l'anode. Mais, pour une valeur de sa charge élevée, le diamètre de ce faisceau décroît encore, par suite de la diminution de la surface active de la cathode incandescente. Ceci se traduit par une diminution de l'intensité lumineuse émise par l'écran fluorescent. Il suffira donc d'appliquer au cylindre de Wehnelt une tension négative variable, modulée directement par la tension détectée à la réception, pour obtenir des variations d'intensité lumineuse correspondant à celles reçues par la cellule photoélectrique au poste d'émission, et ceci sans déformation de l'image.

Pour que le faisceau de rayons cathodiques balaie, à l'émission comme à la réception, toute la surface de l'écran fluorescent, il faut, comme nous l'avons vu, appliquer des tensions variables entre les plaques p_1 et p_2 d'une part, et p_3 et p_4 d'autre part. Il est facile de voir que ces tensions ne doivent pas être *sinusoïdales*, comme l'est la tension alternative fournie par le secteur de distribution. Dans ce cas, en effet, le faisceau de rayons cathodiques se déplacerait avec une *vitesse variable*, beaucoup plus lentement lorsqu'il balaierait les bords de l'écran qu'au centre. Par suite, les bords de l'image

seraient plus lumineux que le centre, où, précisément, on s'attend, au contraire, à mieux distinguer les détails. Pour obtenir un éclaircissement à peu près constant, on voit que la tension qui provoque la déviation du faisceau doit croître régulièrement, c'est-à-dire à une vitesse constante, depuis sa valeur initiale jusqu'à sa valeur finale, puis, subitement, retomber à la valeur initiale pour croître progressivement à nouveau, et ainsi de suite.

Qu'est-ce qu'une oscillation de relaxation ?

Ce genre d'oscillations, tout à fait différent des oscillations sinusoïdales qui nous sont familières, fait partie d'un groupe très général d'oscillations connues sous le nom d'*oscillations à relaxation*. Malgré leur nom rébarbatif, il est facile d'en trouver des exemples simples.

Ainsi imaginons qu'un robinet à débit constant déverse de l'eau dans un récipient cylindrique, et qu'un dispositif spécial et d'ailleurs quelconque permette de vider instantanément et automatiquement ce récipient, dès que le niveau de l'eau y a atteint une certaine hauteur. Dans un tel système, le niveau de l'eau dans le récipient effectue des oscillations à relaxation.

Transposons ce schéma hydraulique dans le domaine de l'électricité (fig. 4). La charge électrique jouera, comme à l'habitude, le rôle de l'eau, et un condensateur celui du récipient. Le niveau de l'eau, dans le récipient, sera traduit par la *tension électrique* entre les deux armatures du condensateur. Quant au robinet à débit constant, il pourra être constitué par une lampe à trois électrodes R fonctionnant dans les conditions particulières où elle fournit son courant de saturation. Celui-ci, en effet, ne dépend que de la température du filament et est indépendant de la tension appliquée à la lampe.

Reste à adjoindre à cet ensemble le dispositif automatique permettant de décharger le condensateur, dès que sa tension a atteint la valeur voulue. Ce sera un tube à décharge luminescent, branché en parallèle sur le condensateur. On voit ainsi que le condensateur sera chargé progressivement et à une vitesse constante par le courant de saturation de la lampe, jusqu'au moment où sa tension

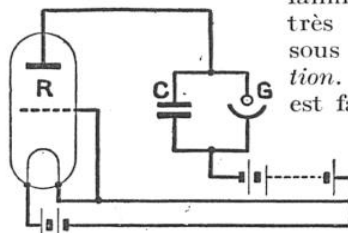


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF GÉNÉRATEUR D'OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES A RELAXATION, POUR LA COMMANDE DES TUBES A RAYONS CATHODIQUES

R, lampe triode ; C, condensateur ; G, tube luminescent formant soupape du condensateur.

atteindra la valeur pour laquelle le tube luminescent peut s'allumer. La décharge à travers le tube durera alors aussi longtemps que la tension du condensateur ne sera pas descendue au-dessous de la valeur pour laquelle le tube s'éteint, valeur notablement inférieure à la tension d'allumage. A partir de ce moment, la charge du condensateur reprendra comme précédemment. La tension du condensateur subit, par ce moyen, des oscillations à relaxation dont la période dépend de la capacité du condensateur et de la tension de fonctionnement du tube luminescent. Elles sont précisément telles que nous les désirions pour le tube à rayons cathodiques utilisés en télévision.

En pratique, on s'efforce de réduire le plus possible la durée de la décharge du condensateur à travers le tube luminescent pour éviter, à la réception, la formation de raies lumineuses en travers de l'image. On règle également les amplitudes des oscillations pour que les angles du rectangle balayé par les rayons s'étendent jusqu'aux bouts de l'écran luminescent, à l'endroit où celui-ci commence à se courber.

L'analyse et la synthèse de l'image

Pour obtenir une bonne image, il faut, évidemment, la décomposer en un nombre de lignes aussi grand que possible, c'est-à-dire choisir, pour la paire de plaques de déviation correspondante, une fréquence très élevée.

D'autre part, le diamètre de la tache lumineuse est réglé de manière à recouvrir entièrement l'espace compris entre deux lignes. L'utilisation des tubes cathodiques en télévision présente l'avantage de supprimer entièrement les organes mécaniques mobiles, et de les remplacer par des rayons pratiquement dépourvus d'inertie. Dans l'ensemble émetteur-récepteur de la figure 3, les quatre taches lumineuses excitées sur les écrans fluorescents balaient des surfaces d'environ 9 centimètres sur 10, qui semblent émettre une lumière bleuâtre. L'intensité

lumineuse de cette tache est constante dans l'appareil émetteur, et un système optique en forme une image réelle sur un film positif qui représente l'objet à transmettre. Suivant la position de la tache et l'opacité du film à cet endroit, la lumière qui le traverse est plus ou moins intense et libre, par conséquent, plus ou moins d'électrons, lorsqu'elle vient frapper la couche sensible de la cellule photoélectrique disposée derrière le film. Ce courant photoélectrique variable, convenablement amplifié, assure la modulation de l'émission. A la réception, le courant modulé reçu fait varier, à son tour, exactement de la même façon, la luminosité de la tache du récepteur, en tous points semblable à l'émetteur.

Comment est réalisé le synchronisme entre l'émission et la réception

Reste à assurer dans la pratique le synchronisme parfait entre la décomposition de l'image à l'émission et sa reconstitution à la réception. Dans le procédé mis en œuvre par Manfred

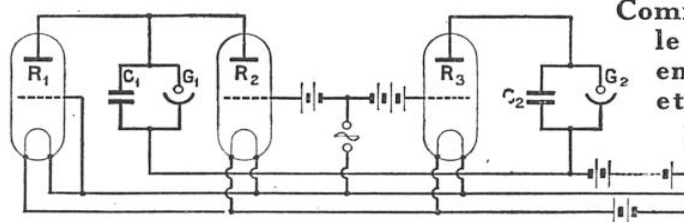


FIG. 5. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DU DISPOSITIF DESTINÉ A ASSURER LE SYNCHRONISME ENTRE LA DÉCOMPOSITION DE L'IMAGE A L'ÉMISSION ET SA RECONSTITUTION A LA RÉCEPTION, DANS LE SYSTÈME DE TÉLÉVISION PAR RAYONS CATHODIQUES DE MANFRED VON ARDENNE
 C_1 C_2 , condensateurs déviant le faisceau de rayons cathodiques ;
 G_1 G_2 , tubes luminescents assurant leur décharge rapide ;
 R_1 R_2 R_3 , lampes triodes alimentant les condensateurs C_1 C_2 .

von Ardenne, les oscillations à relaxation de l'émetteur ne sont plus libres, mais bien « forcées » et suivent, par suite, rigoureusement celles de l'émetteur. Reprenons le schéma de montage du dispositif générateur des oscillations à relaxation (fig. 4) et modifions-le comme le montre la partie gauche de la figure 5. On voit qu'on applique au système primitif, par l'intermédiaire de la lampe amplificatrice R_2 , des oscillations de fréquence déterminée. Dans ces conditions, la fréquence propre des oscillations à relaxation du système primitif est complètement modifiée, et on observe des oscillations forcées dont la période est un multiple simple de celle des oscillations qui agissent sur le système. En pratique, pour obtenir un synchronisme parfait, l'émetteur envoie, à la fin de chaque ligne, une impulsion courte, et, à la fin de chaque image complète, une impulsion longue. C'est la série d'impulsions courtes qui règle, avec une extrême précision, la période des oscillations propres du récepteur. L'impulsion longue ne gêne,

d'ailleurs, en rien la reconstitution de l'image.

Sur la figure 5, le condensateur C_1 fournit la tension nécessaire pour dévier horizontalement le faisceau de rayons cathodiques en lui faisant balayer une ligne de l'image. Le condensateur C_2 fournit la tension nécessaire pour les déviations dans le sens vertical. Cette dernière doit croître par paliers successifs, chacun d'eux correspondant à une ligne de l'image. L'impulsion de synchronisation, à la fin de chaque ligne, agissant

Voici maintenant la réalisation pratique du télécinéma par rayons cathodiques

Le tube à rayons cathodiques de la figure page 94 a des dimensions particulièrement imposantes. Il permet de transmettre des images de 9 centimètres sur 10 centimètres. Le diamètre de la tache lumineuse excitée par les rayons cathodiques est extrêmement faible et ne dépasse pas 1 millimètre, de sorte que l'image est décomposée en

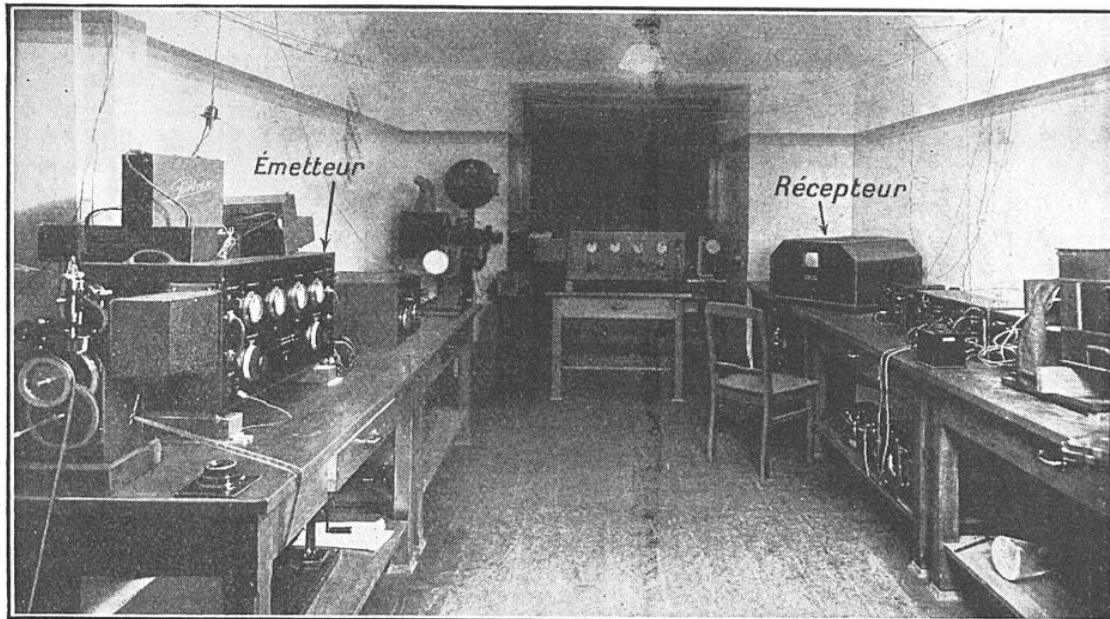


FIG. 6. — DANS LE LABORATOIRE DE MANFRED VON ARDENNE : A GAUCHE, L'ÉMETTEUR, ET, A DROITE, LE RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION PAR RAYONS CATHODIQUES

sur la grille de la lampe R_3 , permet, pendant un temps très long, le passage d'un courant à travers la lampe et la charge du condensateur C_2 . L'impulsion longue, à la fin de chaque image, achève la charge du condensateur et porte sa tension à la valeur suffisante pour qu'il se décharge à travers le tube G_2 . Le faisceau de rayons cathodiques revient alors à sa position primitive.

Ce dispositif, extrêmement sensible, permet une mise en synchronisme remarquablement précise, et supprime des « décrochages » fréquents, dus à un manque de concordance entre l'émission et la réception et que l'on déplore trop souvent avec les autres procédés.

La figure 8 montre l'intérieur de l'amplificateur à la réception, dont la complication est du même ordre que celle d'un poste de T. S. F. ordinaire.

9.000 points, ce qui est largement suffisant pour les besoins de la pratique. En principe, l'appareil transmet 25 images complètes par seconde, chacune d'elles étant décomposée en 100 lignes. Cependant, en utilisant des écrans luminescents, doués d'une inertie suffisante, on peut abaisser le nombre des images transmises par seconde à 5, sans être gêné par aucun scintillement. Toutefois, pour des films normaux, il faut compter sur 20 ou 25 images par seconde pour pouvoir suivre convenablement des mouvements un peu rapides. Il est d'ailleurs possible de supprimer le système optique, entre l'écran et le film, lorsqu'on transmet des images fixes dont les dimensions correspondent à celles du rectangle lumineux sur l'écran. De plus, pour éviter les variations de sensibilité d'un point à un autre de la couche sensible de la

cellule photoélectrique, on intercale, entre celle-ci et le film, un verre dépoli.

Il faut, naturellement, dans le cas de la télévision de films cinématographiques, que la fin de l'exploration de l'image coïncide avec le passage à l'image suivante. Pour cela, un contact tournant a mission de provoquer la décharge rapide des condensateurs à l'instant convenable.

La luminosité de l'écran fluorescent est

d'amplification de l'étage à basse fréquence atteint près de 100.000.

La qualité des images obtenues par le procédé de télévision que nous venons de décrire a montré sa supériorité, à plusieurs points de vue, sur les systèmes faisant appel à des dispositifs mécaniques. Il faut bien remarquer que cette qualité dépend non seulement du nombre de points en lesquels s'effectue la décomposition, mais encore des

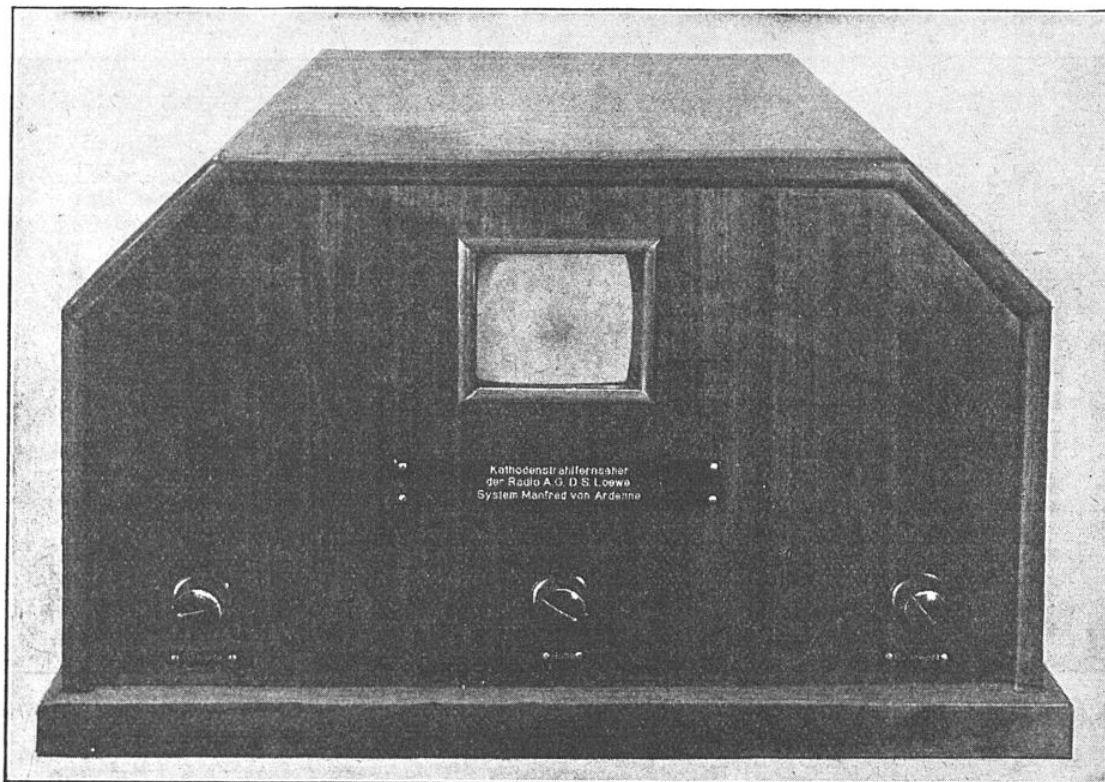


FIG. 7.— LE RÉCEPTEUR POUR TÉLÉVISION : L'EXTRÉMITÉ DU TUBE A RAYONS CATHODIQUES OU SE FORME L'IMAGE APPARAÎT A TRAVERS LA FENÊTRE CARRÉE

telle qu'elle permet, même, la télévision de sujets animés.

Quant à la cellule photoélectrique, sa principale qualité est, à côté de sa sensibilité, son manque presque complet d'inertie, qui ne doit jamais dépasser un cent-millième de seconde. On utilisait généralement, jusqu'à ces derniers temps, une cellule au césium, remplie d'un gaz inerte et rare, l'argon. On emploie maintenant des cellules à vide très poussé.

L'amplificateur qui fait suite transmet, sans les déformer, les fréquences comprises entre 10 et 100.000 périodes par seconde. Il comporte cinq ou six étages, et le coefficient

dimensions de l'image, de sa luminosité et de la possibilité de la faire observer commodément par un nombre de spectateurs aussi élevé que possible. Manfred von Ardenne est parvenu à obtenir des décompositions de films standards, comprenant 25 images par seconde, en 12.000 points permettant de suivre parfaitement l'action qui s'y déroule. Cependant, pour pouvoir envisager des projections publiques, il faut encore augmenter la décomposition.

Sous la forme que nous avons décrite, le tube de Braun, ou tube à rayons cathodiques, est encore imparfait. Les procédés employés jusqu'ici pour la concentration du faisceau

d'électrons ne suffisent pas pour produire une tache lumineuse ronde toujours également grosse pour des intensités variables. Mais cette condition peut être remplie en contrôlant, par des organes distincts, d'une part l'émission des électrons par la cathode, d'autre part leur concentration. C'est sur ce principe que la Reichspost allemande a créé une nouvelle forme de tube de Braun, muni d'une électrode supplémentaire. Un tel tube est, à un haut degré, indépendant de la pression interne du gaz ; même pour de très grandes variations, la netteté de la tache

appareils de la Reichspost. Grâce à leur forme spéciale et à l'ensemble de leurs perfectionnements, ils permettent d'obtenir, en même temps, une grande clarté et une finesse de détails tout à fait satisfaisante ; les demi-teintes, en particulier, sont bien rendues.

On peut également, comme l'a fait Manfred von Ardenne, combattre la déformation de la charge d'espace en disposant à l'intérieur du tube une troisième paire de plaques, auxquelles on applique une tension constante.

Du point de vue de la transmission par

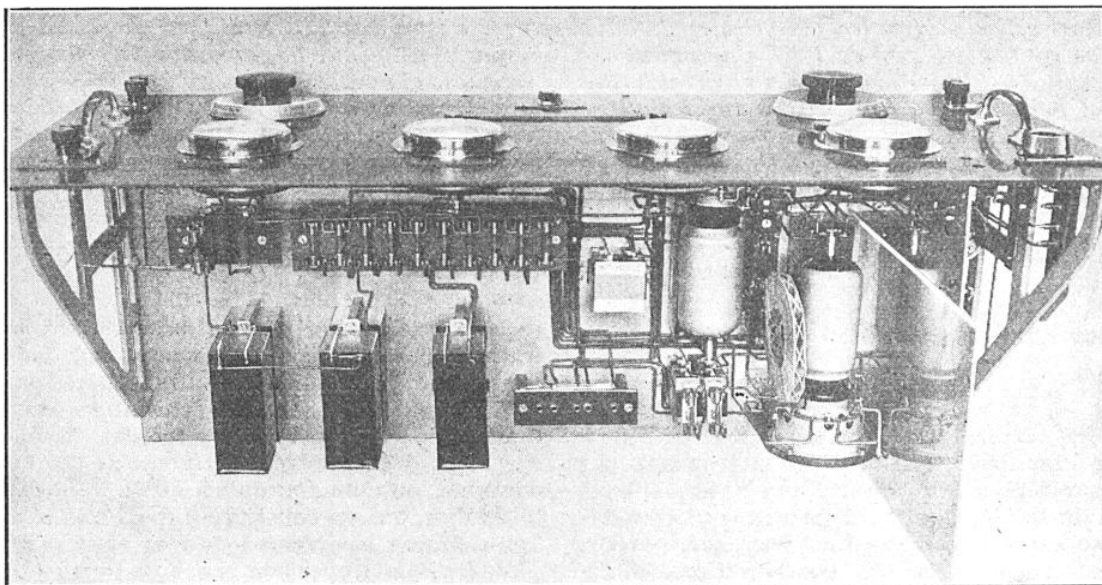


FIG. 8. — DÉTAIL DE L'AMPLIFICATEUR A LA RÉCEPTION, DANS LE SYSTÈME DE TÉLÉVISION PAR RAYONS CATHODIQUES (SYSTÈME MANFRED VON ARDENNE)

lumineuse n'est pas sensiblement affectée.

Enfin, divers perfectionnements de détail permettent d'éliminer les effets nuisibles dus à des dissymétries dans la construction des tubes et à l'action des circuits extérieurs. D'autre part, des chocs entre les électrons et les molécules du gaz du tube provoquent la formation d'ions dont la présence constitue ce qu'on appelle la charge d'espace. Elle a pour effet, s'ajoutant à l'action des plaques de déviation, de faire varier la distance qui sépare deux lignes au centre de l'image. Pour reporter cette déformation en une région de l'image où elle est peu gênante pour le spectateur, c'est-à-dire sur les bords, on peut disposer le système des électrodes obliquement par rapport à l'axe du tube, comme dans les

ondes hertziennes, la télévision exige une bande de fréquence s'étendant de part et d'autre de la fréquence de l'onde porteuse sur environ 125.000 périodes, alors que, déjà, en radiophonie, des bandes de fréquences de 9.000 périodes gênent sensiblement les émissions voisines. C'est pourquoi on s'efforce d'utiliser les ondes très courtes, bien qu'à cause de leur mode de propagation en ligne droite, la portée des émissions ne puisse guère dépasser 20 kilomètres. Actuellement, on poursuit, en Allemagne, des essais sur une longueur d'onde de 7 mètres.

L'avenir de la télévision est donc lié, dans l'état actuel de la technique, à la construction de stations d'émissions à ondes courtes.

HANS GOETSCH.

LES NUAGES IRISÉS ET L'EXPLORATION DE LA STRATOSPHERE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les nuages que nous observons journellement paraissaient, jusqu'à présent, l'apanage exclusif de la « troposphère », cette partie basse de l'atmosphère qui ne s'étend guère qu'à une altitude d'environ 12 kilomètres. Les lois de leur formation étaient assez bien connues, et des théories acceptables permettaient d'expliquer scientifiquement leur évolution. D'après ces mêmes théories, les parties les plus élevées de l'atmosphère, c'est-à-dire la « stratosphère », devaient être constituées par de l'air absolument sec, où, par conséquent, la formation des nuages devait être impossible. Or, des observations assez récentes, effectuées par un savant norvégien, ont montré, dans des cas très rares d'ailleurs, la présence de nuages irisés, même dans les parties élevées de la stratosphère, à 30 kilomètres d'altitude. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce phénomène. Mais, en l'absence de bases expérimentales solides, elles demeurent, jusqu'ici, assez fragiles. Quoi qu'il en soit, ces nuages, qui se déplacent parfois à de très grandes vitesses (275 kilomètres-heure) et qui forment, en quelque sorte, des ballons-sondes naturels, permettront sans doute de pousser l'étude et l'exploration de cette région si mystérieuse que constitue la stratosphère.

Les gradins humides de l'atmosphère

D'APRÈS l'opinion courante, les nuages sont l'apanage des couches inférieures de l'air, épaisses de 10 à 12 kilomètres, qui forment la troposphère ; pour mieux dire, c'est l'eau, sous ses trois états solide, liquide et gazeux, qui caractérise cette troposphère en y créant, par ses vaporisations et ses condensations alternatives, les mouvements tourbillonnaires et verticaux qui, constamment, l'agitent et la brassent.

Pourtant, il règne un certain ordre dans ce domaine turbulent ; il n'est, pour s'en convaincre, que de lever les yeux vers le ciel : les nuages s'y étagent par couches successives, dont chacune présente un aspect caractéristique et se tient à un certain niveau, variable, il est vrai, dans des limites assez larges, plus élevé en été qu'en hiver et dans les pays chauds que dans les régions polaires ; néanmoins, on y peut distinguer quatre couches bien caractérisées.

En bas, tout au ras de la Terre ou de la mer, se traîne le brouillard, qui apparaît lorsque l'air humide vient lécher la surface, plus froide, du sol ou des eaux. Plus haut, de 1.000 à 3.000 mètres, flottent les cumulus, dont les formes arrondies évoquent l'apparence de balles de coton ; l'observation, que chacun a pu faire, des flocons blancs qui s'échappent lorsqu'une locomotive lâche

sa vapeur, montre que le cumulus est la forme spontanée des nuages produits, dans les couches inférieures de l'atmosphère, par la détente de l'air saturé ; cette catégorie de nuages peut, d'ailleurs, affecter des formes spéciales, désignées sous les noms de strato-cumulus, de cumulo-nimbus et de nimbus ; le nimbus, qui en constitue la partie la plus basse, traîne son ventre noir et chargé de pluie à des altitudes comprises, le plus ordinairement, entre 1.000 et 1.500 mètres. S'élevant plus haut encore, on atteint, aux environs de 6.000 mètres, les cirro-cumulus, constitués, non plus comme les précédents, par des gouttelettes liquides, mais par de petites paillettes de glace, groupées en légers flocons blancs comme des moutons paissant l'azur. Plus haut encore, flottant à des altitudes comprises entre 8.000 et 10.000 mètres, se tiennent les cirrus et les cirro-stratus, formés, eux aussi de petites aiguilles de glace, tantôt allongés comme des flocons d'ouate effilochée, tantôt étendus comme un voile blanchâtre continu.

L'existence de ces discontinuités, de ces gradins humides dans le ciel, mériterait d'être expliquée mieux qu'elle ne l'a été jusqu'ici ; on peut toutefois supposer, avec M. Langevin, qu'elle est en rapport avec la nature des ions condensateurs : les brouillards de surface se condensent autour des grains de poussière qui forment la « vase atmosphérique » ; les cumulus prendraient pour

centres attractifs les gros ions qui pullulent dans la basse atmosphère et qui agissent sur l'air à peine sursaturé ; ainsi dépouillé de la plus grosse part de son humidité, l'air qui s'élève, se détend et se refroidit ; par suite, un moment vient où il dépasse largement son nouveau point de saturation ; c'est seulement lorsqu'il a atteint cet état, qu'il peut se débarrasser de son trop-plein d'humidité, sur les ions négatifs d'abord, puis sur les ions positifs. Enfin, s'élevant plus haut encore, il atteint une région où l'ultraviolet solaire, provoquant une nouvelle ionisation, fournit des centres attractifs aux aiguilles de glace des cirrus. Ainsi, l'atmosphère, à mesure qu'elle s'élève et se refroidit, se dessèche par ses condensations successives.

Au delà des cirrus, il n'y a plus rien que l'air, parfaitement sec, de plus en plus dilué, où la température varie à peine, où l'air circule en couches horizontales qui glissent, sans se mélanger, les unes sur les autres : c'est le domaine de la stratosphère ; telle était, du moins, l'idée qu'on se formait de cette région supérieure, en partie d'après des observations peu nombreuses, et, surtout, d'après des raisonnements *a priori*. La réalité, qui commence à apparaître, est assurément moins simple ; en particulier, nous venons d'apprendre, par les observations du météorologiste norvégien Störmer, qu'on peut observer (exceptionnellement, il est vrai) des nuages dans l'intérieur même de la stratosphère ; c'est le phénomène dont nous allons nous occuper.

L'observation des nuées stratosphériques

Depuis 1903, Carl Störmer s'est attaché à l'étude des aurores polaires ; ses travaux

forment un ensemble admirable, dont cette revue a déjà eu occasion de faire état (1). Expérimentalement, ce qui importe surtout, c'est de mesurer l'altitude des aurores et de leurs différentes parties ; à cet effet, Störmer a établi, autour d'Oslo, un réseau de postes (fig. 1), tous reliés par téléphone à l'observatoire central, et de chacun desquels on peut tirer, à un même instant, des clichés

photographiques de la partie du ciel où jaillit l'aurore. Ces photographies, si elles sont prises la nuit, portent en même temps les positions des étoiles ; de jour, on y imprime des repères terrestres d'orientation connue ; on peut donc appliquer à ces clichés la méthode générale qui donne la distance d'un point inaccessible, puisqu'on est en état de calculer l'angle des deux lignes de visée qui, partant des extrémités de la base de longueur connue, aboutissent au point visé (2).

Ce n'est pas le lieu de rappeler ici les résultats obtenus par cette méthode dans l'étude de l'aurore. Mais il arriva qu'en observant le ciel, Störmer put préciser une observation, purement visuelle, faite par lui en janvier 1890 : il avait alors aperçu, à une hauteur supérieure à celle des plus hauts cirrus (car ceux-ci les masquaient en passant devant eux), des nuages dont la forme, la coloration et surtout les contours irisés et changeants avaient attiré son attention ; leur aspect général rappelle celui de la nacre (d'où le nom de *Perlmuttervolken*, donné par les Allemands), et les bords sont irisés de bandes parallèles qui se transforment,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 29.

(2) Les photographies obtenues par Störmer portent, en outre, l'image du cadran éclairé d'une montre ; on a ainsi l'heure, tandis que le secteur parcouru par l'aiguille des secondes donne la durée de la pose.

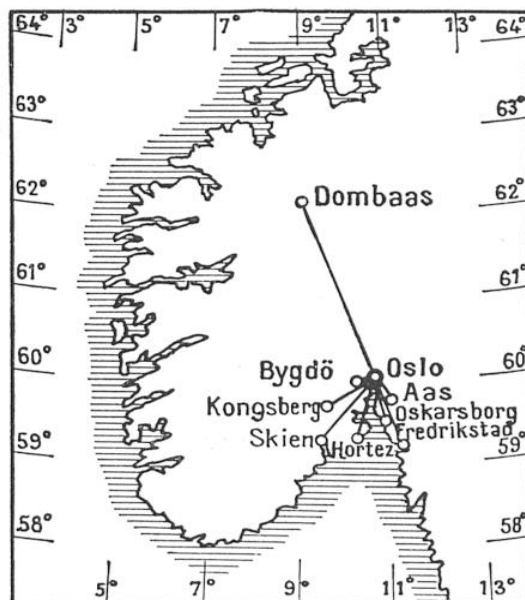


FIG. 1. — CARTE DU RÉSEAU DE POSTES INSTALLÉS PAR CARL STÖRMER AUTOUR D'OSLO (NORVÈGE), POUR LA MESURE DE L'ALTITUDE DES AURORES POLAIRES

Tous ces postes sont reliés par téléphone à l'observatoire central. De chacun d'eux, on tire, au même instant, un cliché photographique de la partie du ciel où jaillit l'aurore. De la mesure des angles de visées des divers postes, et connaissant la distance exacte de ceux-ci, on déduit la hauteur de l'aurore observée. On a pu trouver, par la même méthode, l'altitude des nuages irisés.

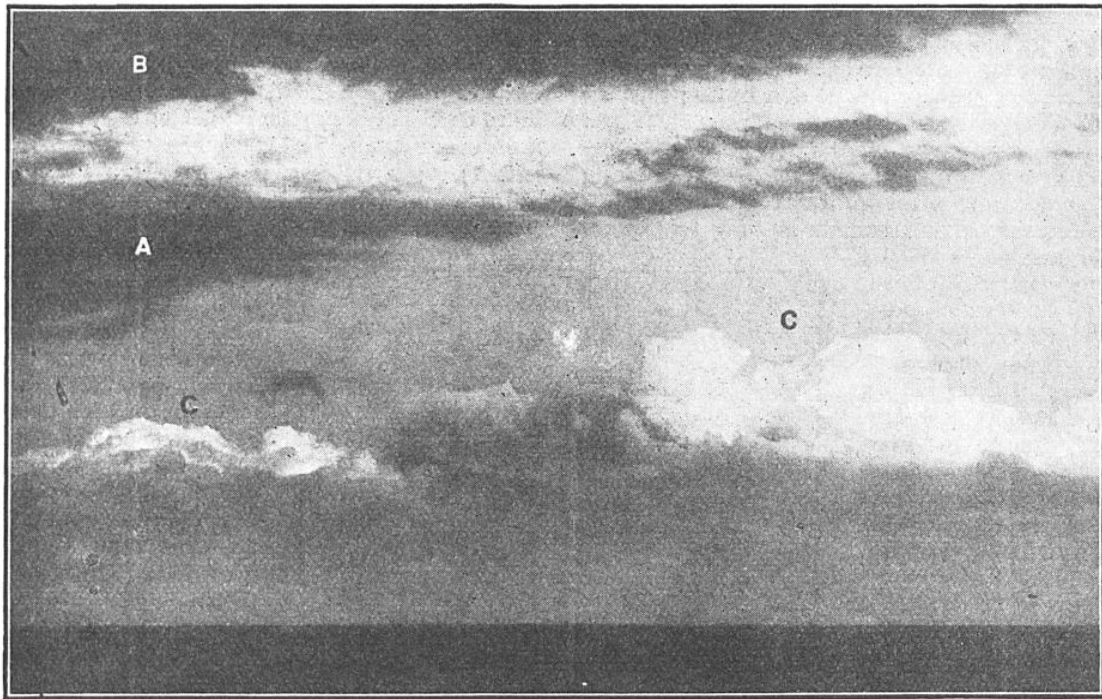


FIG. 2. — QUELQUES NUAGES CARACTÉRISTIQUES DU CIEL

A et B, bandes d'alto-cumulus situés dans l'ombre des cirro-stratus B qui interceptent la lumière solaire. C, cumulus dits « bourgeonnants ». La hauteur propre, c'est-à-dire l'épaisseur, de ces derniers est égale à l'altitude de leur base au-dessus du sol.

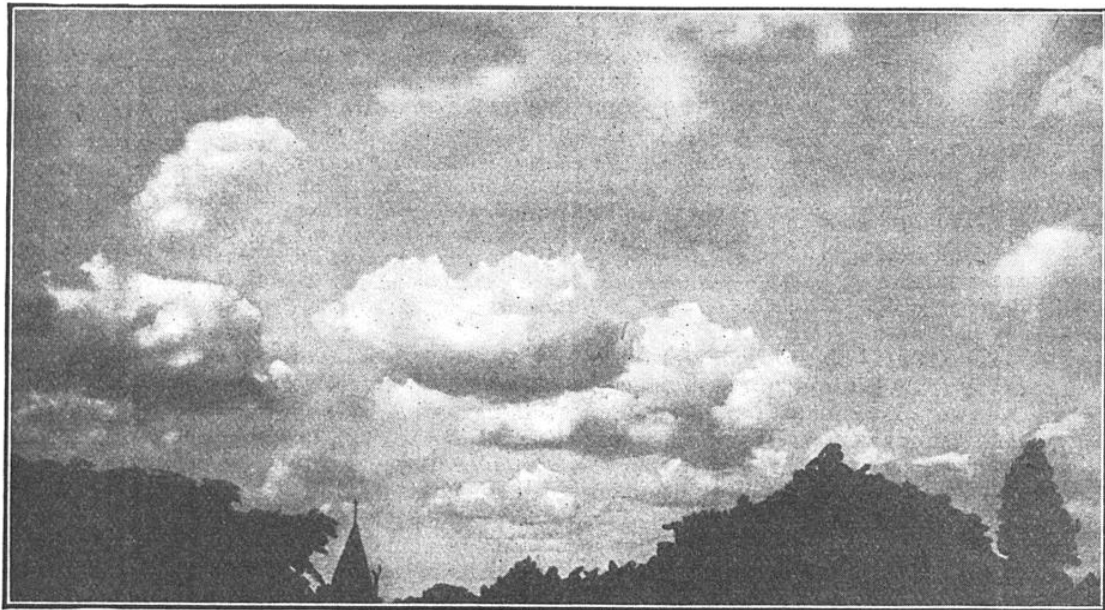


FIG. 3. — AUTRE TYPE DE CUMULUS APPARAISSANT PAR BEAU TEMPS

Ces nuages, qui apparaissent généralement dans la matinée, disparaissent au crépuscule. Ils se montrent, le plus souvent, entre deux systèmes nuageux dont l'étude est à la base de la prévision du temps.

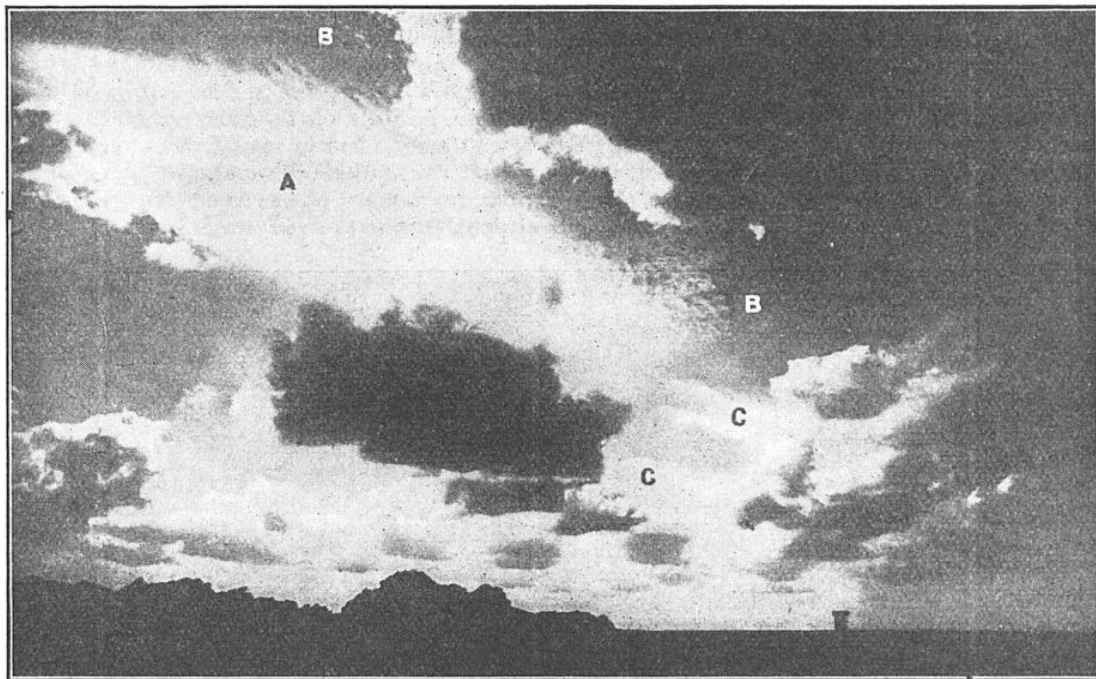


FIG. 4. — UN BEL ENSEMBLE DES DIVERSES SORTES DE CUMULUS

A, alto-cumulus en bandes allongées et parallèles. Leurs bords B ressemblent à des cirro-cumulus.
C, cumulus « lenticulaires » à formes déchiquetées et à base particulièrement sombre.

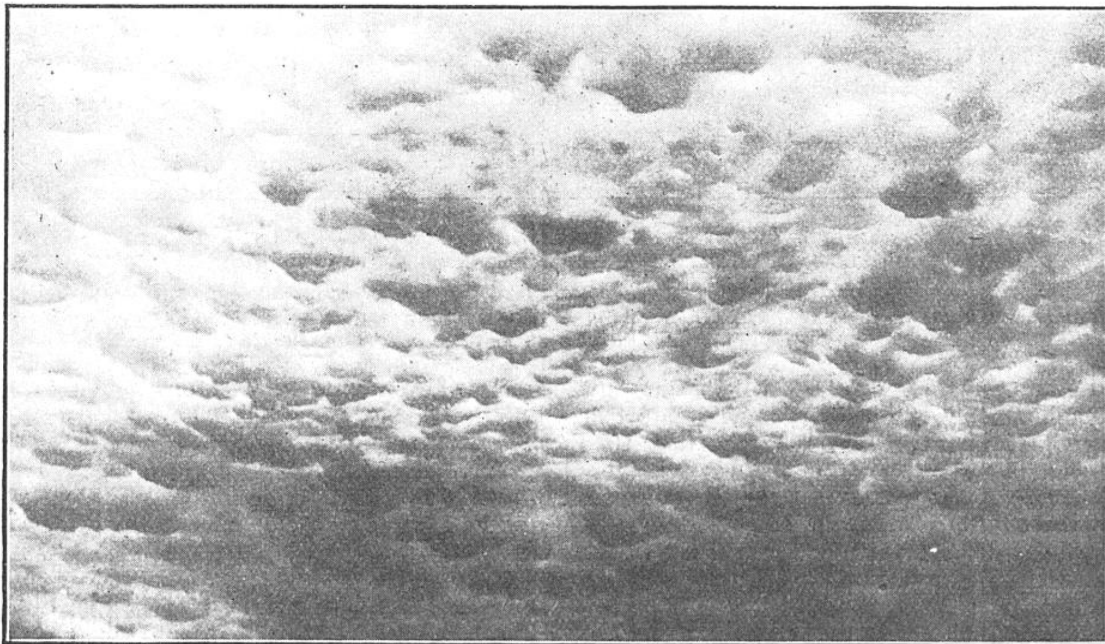


FIG. 5. — AUTRE GENRE DE CUMULUS CARACTÉRISTIQUES DES TEMPS ORAGEUX

Ces nuages, qui ressemblent à des masses de coton, sont les « mammato-cumulus » qui donnent au ciel l'aspect « pommelé » bien connu. Leur présence indique généralement la queue d'un système nuageux.

comme ces contours eux-mêmes, si rapidement, qu'une esquisse faite au crayon cesse d'être exacte avant d'être achevée.

Quelques années plus tard, le professeur H. Mohn avait retrouvé ces nuages irisés et constaté, comme Störmer lui-même, qu'ils ne pouvaient être confondus avec certaines lueurs blanchâtres aperçues par Jesse, dans le ciel nocturne, à une altitude probable de

mètres ; ainsi, ces nuages irisés flottent au cœur de la stratosphère, puisque celle-ci débute au voisinage de 12 kilomètres.

Naturellement, ils participent aux mouvements de l'air où ils flottent, et ces mouvements sont (on le savait déjà par l'observation des ballons-pilotes), très irréguliers : ainsi, les nuages observés en décembre 1926 étaient emportés avec une vitesse de 75 mè-

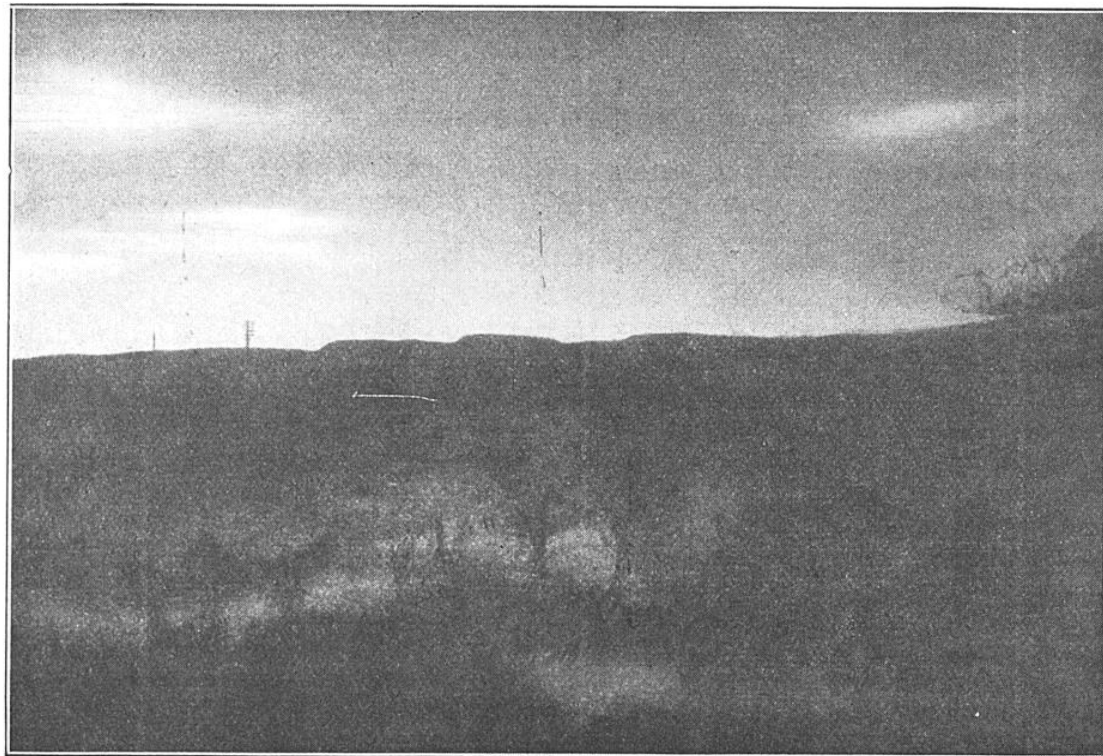


FIG. 6. — NUAGES IRISÉS OBSERVÉS PAR STÖRMER, LE 13 JANVIER 1929, DANS LA RÉGION D'OSLO (NORVÈGE) ET FLOTTANT DANS LA STRATOSPHERE

L'altitude de ces nuages varie entre 23 et 26 kilomètres. L'observation de leurs mouvements a montré l'irrégularité des vents dans la stratosphère. Ceux-ci étaient presque stationnaires, tandis que d'autres, observés en décembre 1926, étaient animés d'une vitesse de 270 kilomètres à l'heure.

80 kilomètres. Après les avoir vainement cherchés pendant plusieurs années, Störmer les vit réapparaître, en 1926, 1927 et 1929 dans le ciel d'Oslo ; comme il disposait alors de l'installation établie pour les aurores polaires, il put obtenir des couples de photographies permettant de mesurer l'altitude des nuages en question ; les clichés, obtenus en décembre 1926, donnèrent des hauteurs comprises, suivant le point visé, entre 26 et 30 kilomètres ; d'autres mesures, effectuées le 13 janvier 1929, sur la base Oslo-Oskarsborg, longue de 36 kilomètres, ont donné des altitudes comprises entre 23 et 26 kilo-

tres à la seconde, soit 270 kilomètres à l'heure ; ceux de janvier 1929, au contraire, étaient presque stationnaires, bien que le vent de surface fût très violent : ils restèrent visibles sur l'horizon d'Oslo pendant que ce vent superficiel passait de Norvège en Allemagne.

Störmer profita de cette immobilité presque parfaite pour mesurer la vitesse de chute du nuage en faisant deux mesures d'altitude à une heure et quart d'intervalle ; il trouva ainsi le nombre, relativement faible, de 30 centimètres par seconde. L'intérêt de cette mesure, c'est qu'elle permet de prendre

une idée des dimensions des particules constitutives du nuage ; en supposant que ces particules aient la densité de l'eau et (ce qui n'est nullement prouvé) la forme sphérique, l'application d'une formule due à Stokes donne pour ces particules un diamètre d'un dixième de millimètre, cinq fois plus grand que celui des gouttelettes ordinaires du brouillard.

entre -50 et -60 degrés, de la région où flottent ces nuages, rend cette hypothèse assez audacieuse.

D'où viennent les nuages irisés ?

L'intérêt du problème soulevé par Störmer provient surtout de ce qu'il nous fournit un nouveau moyen d'étudier la stratosphère, vers laquelle se concentre actuellement



FIG. 7. — REMARQUABLE PHOTOGRAPHIE DE NUAGES IRISÉS DE LA STRATOSPHERE, OBTENUE PAR STÖRMER, LE 13 JANVIER 1929, AUX ENVIRONS D'OSLO

On admet que l'irisation de ces nuages est due à leur constitution. Ils seraient formés de gouttelettes d'eau en surfusion, malgré la température de -50 à -70° à laquelle elles sont soumises.

Ces renseignements, les seuls qu'on possède jusqu'ici, laissent encore incertaine la nature de ces nuées stratosphériques ; il y aurait lieu de les compléter par des observations spectroscopiques et polarimétriques, qui seront sûrement effectuées à la prochaine occasion. Comme les savants ne peuvent jamais s'empêcher de faire des hypothèses, ils ont supposé que les nuées irisées étaient constituées par des gouttelettes d'eau *surfondue*, cette surfusion expliquant, paraît-il, leur aspect nacré ; mais il faut avouer que la température, comprise

l'attention du monde savant ; ces nuages sont des témoins, des ballons-sondes naturels, dont les mouvements nous rendent visibles ceux de la couche d'air qui les porte.

Dès à présent, toutes les observations concordent pour nous prouver la turbulence de la stratosphère ; ainsi, les nuées de 1929, stationnaires dans leur ensemble, étaient en proie à un mouvement interne qui modifiait constamment leur forme.

D'ailleurs, l'existence des courants verticaux dans la stratosphère a été constatée directement par le professeur Piccard, dans

sa célèbre ascension du 18 août dernier : alors qu'il s'élevait, poussé par une force ascensionnelle constante, l'observation du variomètre manifestait des inégalités d'ascension qui ne pouvaient être attribuées qu'à la rencontre de courants aériens ascendants ou descendants.

D'ailleurs, on serait étonné qu'il en fût autrement ; la *tropopause*, qui forme limite

l'hydrogène : c'est ainsi qu'en 1883, l'éruption du Krakatoa emporta jusqu'à 35 kilomètres en l'air son panache de cendres, que les vents stratosphériques étalèrent ensuite sur toute la surface de la Terre.

Partant de là, Störmer remarque que, dans tous les cas où il a observé des nuées irisées, comme dans ceux signalés par Mohn, les conditions météorologiques étaient iden-

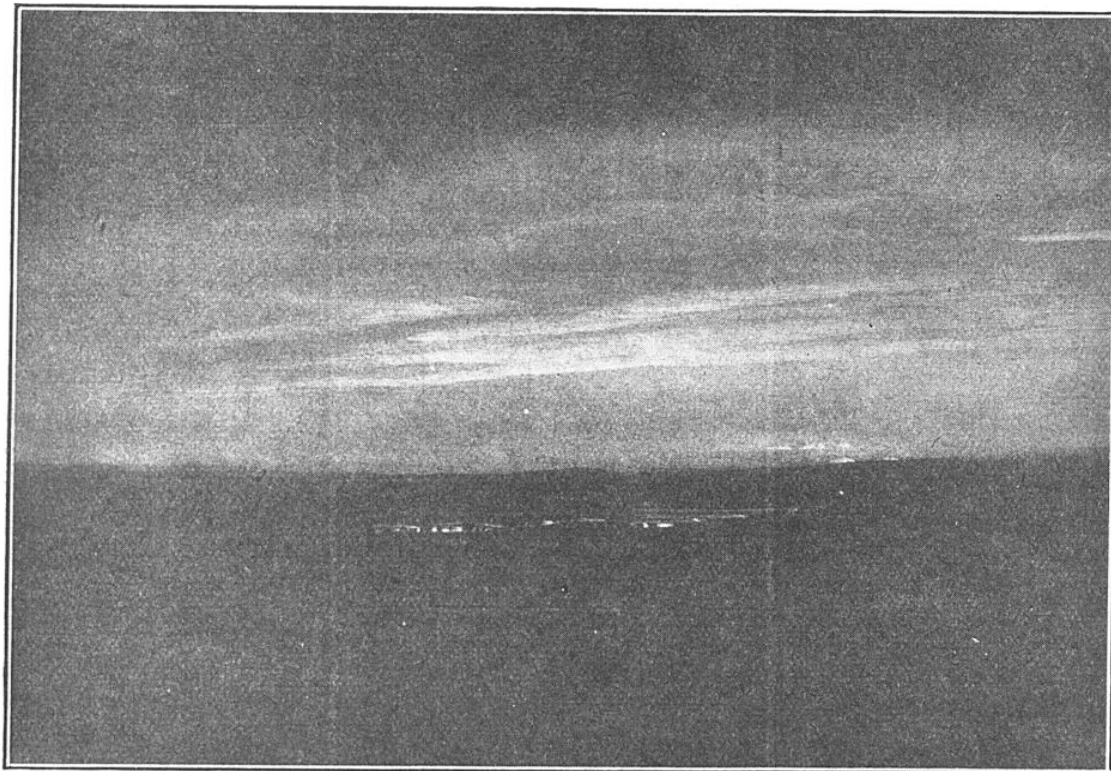


FIG. 8. — DANS LA MÊME JOURNÉE DU 13 JANVIER 1929, LES NUAGES IRISÉS AFFECTÈRENT AUSSI, DANS LE CIEL DE NORVÈGE, LA FORME DES STRATUS

Les modifications de formes de ces nuages, que démontrent les photographies figures 6, 7 et celle ci-dessus, sont dues à des mouvements internes qui prouvent la turbulence de la stratosphère.

entre la troposphère et la stratosphère, n'est pas une barrière infranchissable ; sa hauteur, définie par le point où la température cesse de baisser, varie avec les lieux et avec les saisons ; les perturbations de l'atmosphère inférieure ont nécessairement leur répercussion au-dessus ; en particulier, les mouvements tourbillonnaires qui produisent les dépressions des régions tempérées et les cyclones des tropiques, se prolongent à l'intérieur de la stratosphère. Il en est de même des éruptions volcaniques, qui projettent des tourbillons de cendres soulevées par des émissions de gaz légers où domine

tiques : forte dépression sur Oslo, avec vent chaud et sec soufflant du sud-est ; il semble bien, dans ces conditions, que les nuées irisées aient été emportées dans la stratosphère par le mouvement ascendant du tourbillon, dont ils couronnent le faite comme un panache.

Nous en sommes là ; il n'est pas douteux que le nouveau phénomène n'attire dorénavant l'attention des observateurs ; il ne doit pas être un privilège du ciel d'Oslo, ce qui nous fait espérer de prompts renseignements sur ce constituant inattendu de la stratosphère.

L. HOULLEVIGUE.

LES MÉTHODES MODERNES DANS L'INDUSTRIE DES PARFUMS NATURELS

Par Elie MAUNIER
DOCTEUR ÈS SCIENCES

L'industrie française des parfums naturels, concentrée dans les Alpes-Maritimes, tient, dans le monde, la première place, et les exportations de matières premières, aussi bien que des produits fabriqués, atteignent, avant la crise actuelle, près de 900 millions de francs par an. Cette industrie, plus que centenaire, a évolué au fur et à mesure que les progrès de la technique lui ont permis de mettre au point un matériel vraiment moderne pour l'extraction des essences des plantes à parfums. La distillation, la macération dans des corps gras, à froid ou à chaud, la macération dans des solvants volatils, telles sont les méthodes utilisées actuellement dans la parfumerie. C'est surtout le dernier de ces procédés qui a pris la plus grande extension, notamment par l'emploi de l'éther de pétrole. Mais il est, pour le parfumeur, un problème beaucoup plus délicat à résoudre que celui de l'extraction des huiles essentielles, c'est celui de l'obtention des parfums. La composition d'un « bouquet » relève, en effet, à la fois de l'art et de la science. Le parfumeur doit, en effet, concevoir tout d'abord les qualités du nouveau parfum, procéder ensuite à des essais longs et minutieux en combinant les bases dont le mélange répondra à ses désirs. La chimie, par la création de produits synthétiques infiniment variés, lui apporte un concours des plus précieux pour réaliser le corps du parfum qu'il « fleurira » ensuite avec toute la gamme des produits naturels. Tels sont les multiples aspects de la parfumerie moderne que nous montre ici notre collaborateur, spécialiste éminent de cette grande industrie.

L'INDUSTRIE des parfums naturels tire sa matière des plantes et des fleurs. Elle s'est presque localisée dans les Alpes-Maritimes, sur la Côte d'Azur, au climat doux et tempéré.

Les plantes à parfum ont choisi ce coin de terre privilégié comme domicile de prédilection : la rose, la fleur d'oranger, le jasmin, la tubéreuse, la violette, la cassie, la jonquille, le mimosa, la jacinthe bleue, le réséda, l'œillet, le narcisse ; toutes les labiées et plantes aromatiques : lavande, thym, romarin, aspic, sauge, hysope, myrte, sarriette, serpolet, basilic, verveine, menthe, etc. En résumé, toute la flore de Provence.

Dans le rayon formé par les contreforts des Alpes et terminé par l'Estérel, les plaines de Cannes, de Grasse et Pegomas, environnées par les coteaux de la Colle, de Saint-Jeanet et de Saint-Paul, s'étendent, protégées des vents froids par les montagnes.

La flore odorante a pris à Grasse, grâce aux usines à parfums qui s'y sont établies depuis plusieurs siècles, un prodigieux développement. Cette région, qui s'étale en amphithéâtre, en terrasses fleuries, en possède, de fait, le monopole. On y compte

plus de 32 usines travaillant sans arrêt. Un très grand nombre ont plus d'un siècle d'existence ; toutes sont prospères, quelques-unes ont atteint un développement considérable. Elle est devenue le plus grand centre de parfumerie du monde ; elle occupe, pendant l'été, un personnel ouvrier que l'on peut évaluer au minimum à 3.000 personnes. Sur 180 millions d'affaires qu'on y traite, 115 millions sont destinées à l'exportation.

Les floraisons se succèdent variées et ininterrompues. De décembre à avril, à l'ombre des oliviers et des orangers, fleurissent les violettes et les jacinthes bleues, puis le narcisse, la jonquille, le mimosa ; mai nous donne en abondance la rose et l'oranger ; en juin, c'est le réséda, l'œillet, le genêt ; en juillet, août, septembre : le jasmin, la tubéreuse, la lavande, le géranium, la menthe, la verveine, l'hysope, l'estragon, la sauge sclérée ; en octobre, la cassie.

En lignes bien ordonnées, sur les gradins ou dans de vastes plaines, sont disposés les rosiers de mai, rosiers de Grasse, qui ne fleurissent qu'une fois et couvrent une superficie totale de 450 hectares environ. Un hectare contient une moyenne de 15.000 rosiers.

Sur les collines qui entourent ces plaines, se dressent les orangers, symétriquement alignés.

Pour un oranger de dix ans, la production annuelle atteint environ 7 à 8 kilogrammes et 25 kilogrammes pour un arbre de trente-cinq à quarante ans.

Pour permettre de traiter les fleurs immédiatement après la cueillette, chaque matin, de rapides camions les apportent dans les usines de Grasse. Mises en tas, tout d'abord,

à feu nu, ce qui donnait lieu à la formation de produits pyrogénés, tandis que les alambics actuels utilisent, pour la distillation, le chauffage à la vapeur d'eau, par ébullition ou par vapeur sèche, de conduite plus régulière et beaucoup plus rapide.

Les produits obtenus sont :

Pour l'oranger : l'essence de *neroli bigarade* et l'eau de fleurs d'oranger. Les deux liquides condensés, étant insolubles l'un dans l'autre, se disposent en deux couches dis-

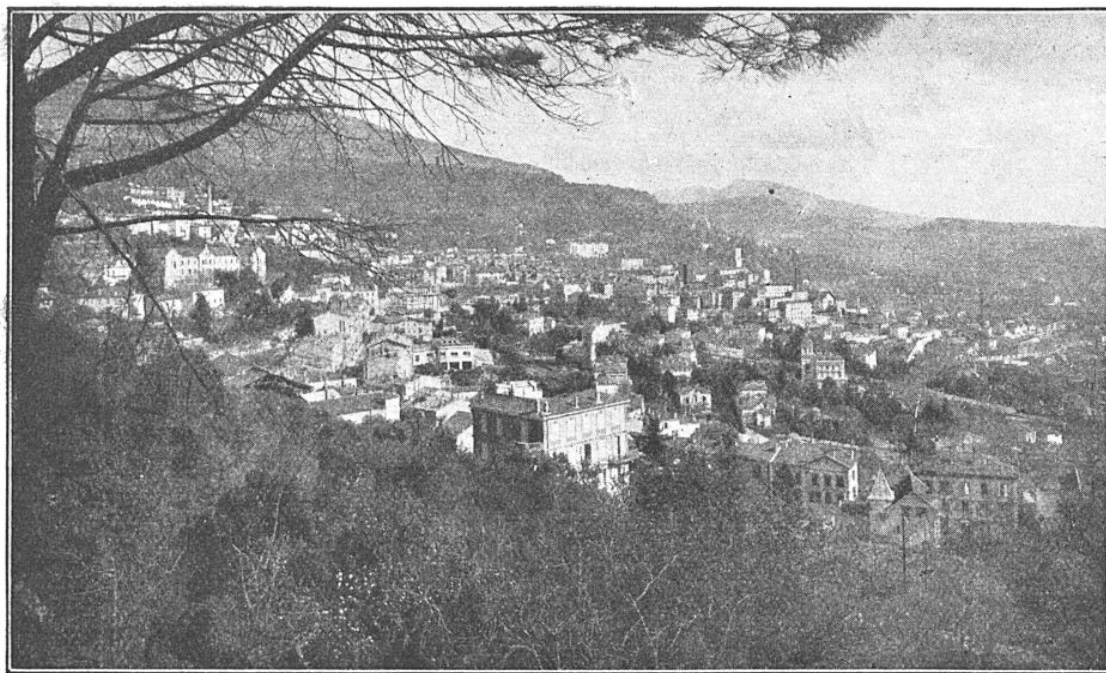


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE GRASSE (ALPES-MARITIMES), LA « CITÉ DES PARFUMS »

elles sont soigneusement étalées ensuite pour éviter toute fermentation nuisible.

Comment on extrait les essences des fleurs à parfums

Pour obtenir, avec toute sa finesse et toute sa puissance, le parfum des fleurs, notre industrie dispose de plusieurs méthodes, les unes anciennes, les autres modernes, que la science a basées sur les dernières découvertes : la distillation ; la macération dans les corps gras à froid et à chaud ; la macération dans les dissolvants volatils.

La distillation pour la fleur d'oranger et la rose s'effectue au moyen d'un alambic, en plaçant dans la chaudière les fleurs avec une quantité d'eau suffisante pour les baigner complètement.

Les premiers appareils étaient chauffés

tinctes qu'on devra séparer ultérieurement ;

Pour la rose : l'essence de rose et l'eau de rose.

Il faut 1 kilogramme de fleurs pour obtenir 1 litre d'eau de fleurs d'oranger, et 1.000 kilogrammes de fleurs pour 1 kilogramme d'essence de *neroli*, quelquefois 1 kg 250, même 1 kg 500 les jours de grande chaleur, les fleurs d'oranger étant alors plus odorantes et contenant davantage d'huile essentielle.

Une bonne eau de rose exige 1 kilogramme de fleurs pour 1 kilogramme d'eau, tandis que, pour obtenir 1 kilogramme d'essence de rose, il faut environ 5.000 kilogrammes de fleurs, ce qui justifie le haut prix de cette essence lorsque le prix des fleurs de rose est lui-même élevé. Mille boutons de rose pèsent environ 1 kilogramme.

Un autre procédé très ancien, en usage, est la macération à chaud dans les corps gras ou fabrication des pommades. Ce procédé consiste à mettre la fleur en contact avec un corps gras : graisse, huile d'olive, qui en absorbe le parfum.

On fait fondre dans des bassines de cuivre, au bain-marie, la graisse — mélange, en proportions déterminées, de saindoux et de graisse de bœuf — parfaitement purifiée, à une température se rapprochant de 60°,

terave rectifié à 95° (autrefois on utilisait de l'alcool de riz, titrant le même degré) ; celui-ci dissout et capte tout le parfum qui a beaucoup plus d'affinité pour l'alcool que pour la graisse, laisse cette dernière absolument inodore, et constitue, après glaçage et filtrage, l'extrait de fleurs d'oranger, de rose, ou autres fleurs. La graisse n'a donc joué qu'un rôle de transition ; elle ne pourra être réutilisée que dans la savonnerie.

Le traitement le plus récent et le plus

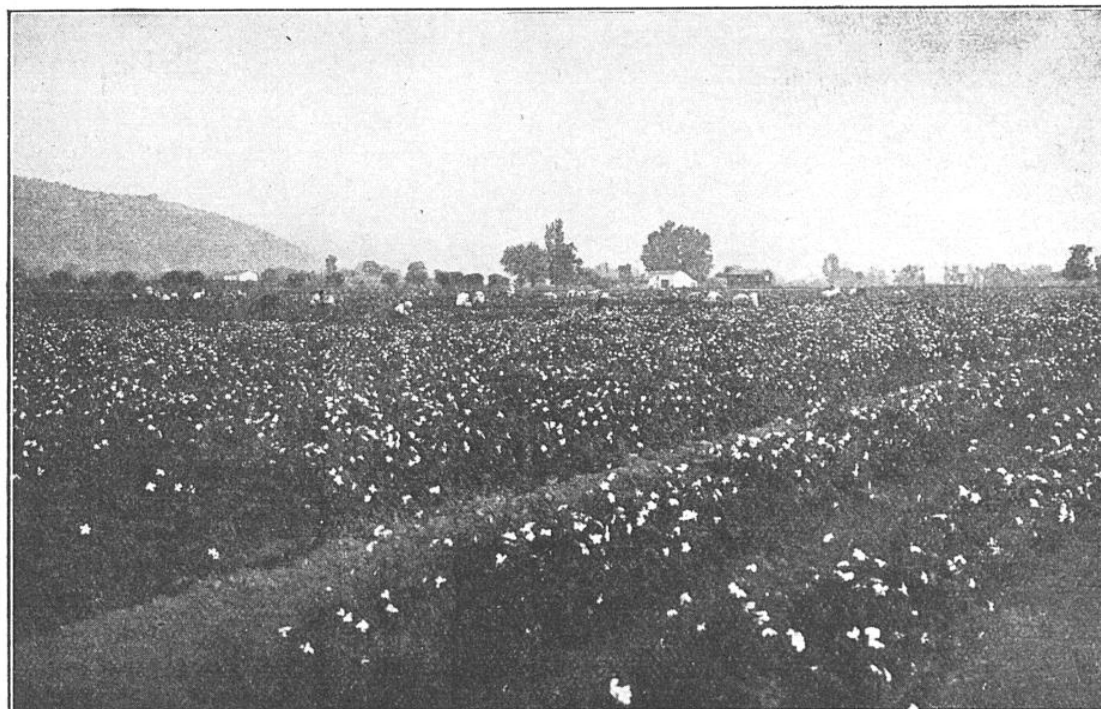


FIG. 2. — UN VASTE CHAMP DE JASMINS AUX ENVIRONS DE GRASSE

et on y incorpore une certaine quantité de fleurs que l'on renouvelle plusieurs fois jusqu'à saturation.

Après macération d'un quart d'heure dans cette graisse, les fleurs sont brassées à l'aide de spatules en bois sur de grandes passoirs, et enfin, presque épuisées, elles sont portées sous des presses hydrauliques qui soutireront la petite quantité de graisse parfumée qu'elles retiennent encore.

Le rôle de la graisse est essentiellement celui d'un dissolvant : elle s'empare du parfum contenu dans la fleur ; il s'établit un échange très actif entre la graisse et le réservoir à essence de la fleur.

La pommade ainsi obtenue est malaxée et lavée à trois reprises dans l'alcool de bet-

rationnel est l'épuisement du parfum de la fleur par l'éther de pétrole rectifié ou la benzine également rectifiée.

Ce procédé simple, surtout rapide, imaginé par Robiquet en 1835, perfectionné par Naudin, et rendu industriel par Massignon, a pris une grande extension, mais ne remplacera pas les autres procédés d'extraction.

La fleur est broyée ; les globules huileux qui renferment son essence étant ainsi libérés, elle est mise directement en contact avec l'éther de pétrole ou la benzine dans les appareils appelés « extracteurs » ou « digesteurs ». Elle y séjourne environ huit heures, puis l'éther de pétrole saturé d'essence est distillé dans le vide pour éviter les déperditions et les altérations du parfum par

la chaleur. Il reste alors dans l'appareil un résidu de consistance cireuse, constitué par des cires et des corps gras chargés de parfum. Repris par l'alcool, débarrassé des cires inodores, le parfum pur constitue, sous le nom de parfum sans cire ou absolu, le dernier perfectionnement. On voit combien les progrès de la physique moderne sont mis en œuvre dans l'industrie de la parfumerie.

macération à chaud dans les corps gras qui étoufferaient la fleur au premier contact, mais par épuisement par les dissolvants volatils et par l'enfleurage à froid.

L'épuisement par l'éther de pétrole est rapide. Il permet de traiter des quantités considérables de fleurs de *jasmin* et de *tubéreuse* dans une seule journée, et n'est-ce pas cette étonnante facilité de production qui a



FIG. 3. — UN CHAMP DE VIOLETTES DE PARME ABRITÉ PAR DES OLIVIERS

L'extraction des parfums par l'emploi des dissolvants volatils est aujourd'hui la plus employée

La méthode d'extraction par les dissolvants volatils a pris, comme nous le disions ci-dessus, au détriment des méthodes de la macération et de l'enfleurage, une grande extension.

Il faut, en moyenne, 350 kilogrammes de fleurs d'oranger, et 500 kilogrammes de roses pour obtenir 1 kilogramme d'essence concrète.

Le *jasmin* et la *tubéreuse*, fleurs fragiles et délicates, ne peuvent être traitées ni par la distillation, à cause de la trop faible quantité d'essence qu'elles renferment, ni par la

été un facteur important dans le prodigieux essor de cette industrie ?

Il faut, en effet, plusieurs mois, pour la fabrication des pommades au *jasmin* et à la *tubéreuse*, par le procédé de l'enfleurage, et cela pour terminer une fabrication forcément limitée par les exigences d'une main-d'œuvre considérable, d'un matériel encombrant, d'un entretien coûteux et peu productif ; toutefois, il est incontestable que l'enfleurage à froid, qui utilise la survie de la fleur, donne une note *plus vraie du parfum* de celle-ci, une *finesse d'arome* incomparable, ainsi qu'un rendement plus grand que le procédé à l'éther de pétrole, ce dernier asphyxiant brutalement les délicates fleurs de *jasmin* et de *tubéreuse* qui gardent, de ce

fait, sans le céder, une partie de leurs parfums avec elles.

Le procédé par l'enfleurage consiste à placer les fleurs fraîches sur des châssis que l'on pose les uns sur les autres, et dont le fond de verre est recouvert, sur les deux faces, d'une couche de graisse.

Les fleurs fanées sont remplacées toutes les quarante-huit heures par des fleurs fraîches. Pendant ce temps, la fleur vit, l'absorption de son parfum se fait lentement, elle a le temps de donner tout l'arôme qu'elle possède, suivant l'ordre de volatilité de ses nombreux constituants : acétate de benzyle, acétate de linalyle, alcool benzylique, linalol, anthranyle, indol, etc.

Les pommades au *jasmin* et à la *tubéreuse*, comme les pommades à la *rose* et à l'*oranger*, ou autres fleurs, sont ensuite traitées par l'alcool à 95° qui dissout le principe odorant en le dépouillant des pommades après trois lavages successifs.

La quantité d'essence contenue dans un kilogramme de pommade au *jasmin* ou *tubéreuse* ayant reçu 2 kg 500 de fleurs est d'environ 7 grammes et demi.

L'essence de *jasmin* obtenue est d'une puissance remarquable et donne, diluée dans l'alcool, presque exactement l'arôme si délicat et si subtil de cette fleur. Elle occupe le premier rang dans les compositions de parfums, sa présence est indispensable dans tout bouquet délicat.

Pour répondre aux besoins toujours plus grands de la parfumerie, les plantations de *jasmin* se sont développées d'une façon

considérable, et l'on estime, aujourd'hui, à 500 hectares leurs plantations dans la région de Grasse. Un hectare de *jasmin* contient environ 10.000 plants qui donnent, en pleine production, une moyenne de 3.000 kilogrammes de fleurs.

L'essence de *tubéreuse* est bien moins demandée, quoique son parfum soit des plus suaves et des plus pénétrants. La *tubéreuse* est une plante bulbeuse. Mille pieds donnent environ 30 kilogrammes de fleurs.

Environ 6 millions de kilogrammes de fleurs diverses sont récoltés annuellement dans la région de Grasse.

Plus de 3.000 familles vivent en partie du produit des cultures florales qui constitue le principal de leurs revenus. La crise économique qui atteint notre industrie a eu, logiquement, une grave répercussion sur les cultures ; nous souhaitons qu'elle ne soit pas de longue durée. Producteurs de fleurs

et industriels doivent plus que jamais, en cette circonstance surtout, unir leurs efforts pour en atténuer la gravité.

Aussi l'importance des récoltes diminue-t-elle et leurs prix en sont sensiblement moins élevés.

Le tableau ci-dessus nous en donne un aperçu pour l'année 1931.

Le prix des fleurs est variable d'année en année, comme nous le disions plus haut, et subordonné à l'abondance des récoltes, aux stocks des années précédentes et à la situation générale économique des marchés.

Pendant l'hiver, le travail des usines s'effectue sur les feuilles sèches, les gommes, les bois odorants, les racines : feuilles de

	QUANTITÉS	PRIX
	(En kilogrammes)	(Le kilogramme)
Rose.....	750 à 800.000	1.25 et 2. »
Jasmin	800.000	5.50
Oranger	1.600.000	4. »
Tubéreuse	15 à 18.000	12. »
Violette de Parme....	5.000	15. »
Jonquille	10 à 12.000	4.50
Œillet	40 à 50.000 (1)	1.30
Narcisse (montagnes).	12.000	2.50
Jacinthe bleue.....	3.000	3.25
Réséda (Pégomas)....	5.000	5. »
Menthe poivrée.....	100.000 (2)	90. » (100 kg)
Géranium Rosat.....	250.000	30. » (100 kg)
Verveine.....	50.000 (3)	2. »
Feuilles d'oranger....	65.000 (4)	50. » (100 kg)
Estragon	7 à 8.000	2. »
Lavande.....	15.000	85/90. » (100 kg)
Hysopé.....	10.000	1.45
Cassie ancienne.....	10.000	5.50
Cassie romaine.....	(pas de cueillette)	9.50
Mimosa.....	130.000	1.75

(1) Dont 35.000 kg de Nice et le reste Antibes-Saint-Laurent.

(2) Vallée de la Siagne, La Colle, Villeneuve.

(3) Dont 30.000 kg environ de Grasse.

(4) Dont 25.000 kg Le Bar, 10.000 kg La Gaude et Saint-Jeannet, et 30.000 kg du Golfe-Le Cannet.

TABEAU INDIQUANT LES QUANTITÉS DE FLEURS PRODUITES DANS LA RÉGION DE GRASSE EN 1931, AINSI QUE LES PRIX DE VENTE DE CES FLEURS

patchouly, clous de girofle, myrrhe, amandes amères, bois de santal, de rose et de gayac, racines de vetyver, iris, mousse de chêne, angélique (semences et racines), *céleri*, etc., et depuis juillet 1932, le *macis*, la *noix muscade*, *amomes*, *cardamomes*, *poivre*, *piment*, *baies de genièvre*, *fenouil*, *cannelle*, qui ont obtenu l'admission temporaire par décret, en attendant le vote de la loi nécessaire.

Grasse concentre dans ses nombreuses et

on serait tenté de le croire au premier abord.

Le métier n'est pas simple ; il faut subir de nombreux échecs avant d'enregistrer un résultat satisfaisant ; combien d'idées, que l'on croyait originales, s'effondrent à l'épreuve des essais !

Nous n'en voulons pour preuve que le témoignage des grands parfumeurs et, aussi, ce fait caractéristique que les parfums nouveaux vraiment originaux n'apparaissent

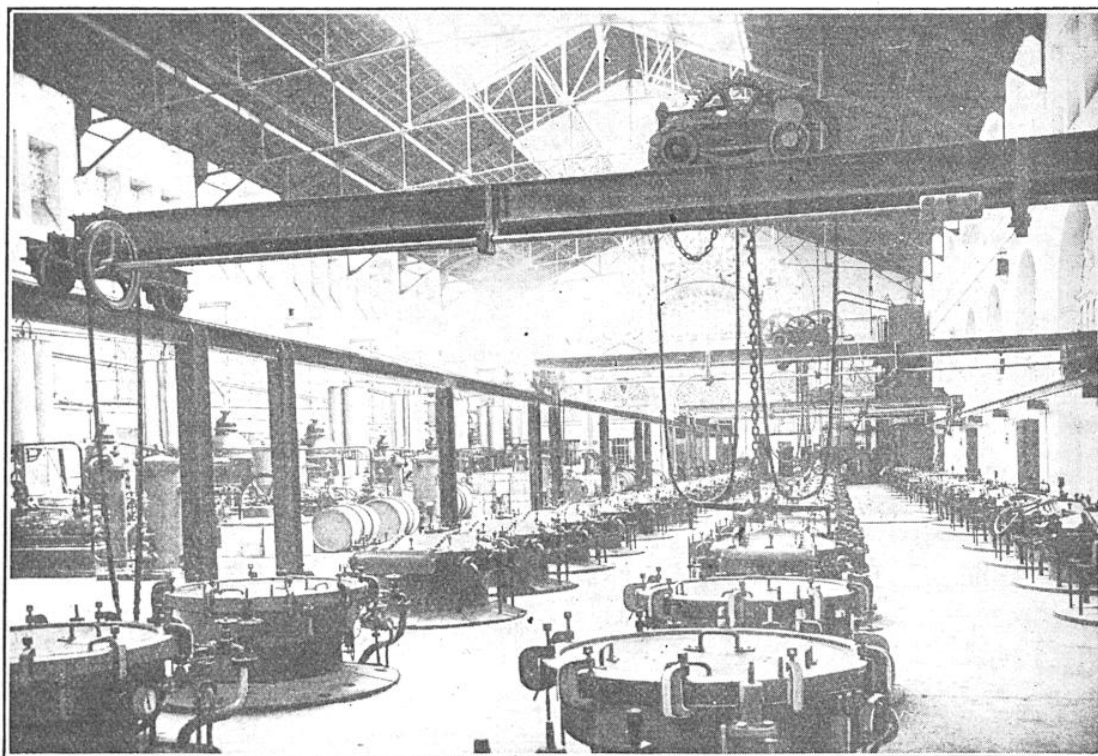


FIG. 4. — SALLE D'EXTRACTION DES PARFUMS NATURELS DANS UNE USINE A PARFUMS
Celle extraction est réalisée au moyen d'éthers volatils mis en contact avec les fleurs broyées. Au bout de huit heures, l'éther, saturé d'essence, est distillé dans le vide.

importantes usines, pour son industrie, toutes les matières premières du monde.

L'art de composer un « bouquet »

Et, maintenant, c'est au parfumeur, habile dans son art, qu'il appartient de combiner judicieusement les nombreux éléments que l'industrie des matières premières met à sa disposition.

C'est par leurs mélanges bien ordonnés qu'il obtiendra le parfum cherché, susceptible de plaire et de charmer.

Ce travail n'est pas toujours aisé ni facile, car il ne suffit pas de réunir des corps odorants pour obtenir un bon parfum, comme

qu'à des intervalles très éloignés ; et, encore, il est rare que ces parfums conservent le grand succès que le public adopta d'enthousiasme. Pour un parfum réussi, combien d'insuccès jalonnent les étapes de la vie du parfumeur.

Y a-t-il des règles qui régissent l'art de la composition ? Sans doute ; mais elles sont plutôt négatives, en ce sens que le parfumeur connaît les erreurs qu'il ne doit pas commettre, mais il ignore les règles précises qui le conduiront au succès. Il se base sur la connaissance des rapports harmonieux qui existent entre les odeurs, et cette connaissance n'a été, jusqu'ici, que le résultat

de la pratique ; elle n'observe ni s'astreint à aucune théorie. Art délicat, fait surtout de goût personnel, d'imagination affinée, qui n'atteint la maîtrise que grâce à une prédisposition marquée, et qui ne consiste pas seulement à savoir assembler des matières pouvant s'accorder entre elles pour produire une impression agréable sur notre odorat, comme l'harmonie des sons est agréable à l'ouïe. Il convient cependant de

dont la volatilité est presque nulle et dont l'arome se prolonge ; *originalité*, qui est surtout la qualité d'un parfum nouveau qui, le plus souvent, ne peut tirer sa valeur que des éléments nouveaux qui le composent. Il faut donc que ces éléments présentent des caractères qui les différencient, du point de vue olfactif, de ce qui est déjà connu.

Sans doute, un parfum nouveau peut résulter également de l'association inédite



FIG. 5. — SALLE OU L'ON OPÈRE LA DISTILLATION DU GÉRANIUM « ROSAT », DANS UNE DES MULTIPLES ET IMPORTANTES USINES DE LA RÉGION DE GRASSE

noter, comme règle, d'observer la puissance et la finesse des composants pour ne pas masquer un produit délicat par une dose trop forte d'un autre. En général, dans un parfum de fantaisie, aucune odeur ne doit dominer ; c'est l'ensemble des éléments qui doit produire le parfum agréable recherché, et c'est dans la perfection de ces dosages que réside, en partie, l'art du parfumeur.

Essayons de pénétrer la pensée du parfumeur au cours d'une création. Elle lui est inspirée le plus souvent par une matière première nouvelle, qui doit présenter, avant tout, les caractères suivants : grande *fixité* à l'évaporation, c'est-à-dire arôme précis qui soit toujours le même : *ténacité*, qui dure,

d'éléments déjà connus ; ce cas est rare et il ne résulte que d'un heureux hasard.

Done, le parfumeur possédant une base nouvelle, dont la puissance de l'odeur est remarquable, va essayer de l'associer avec d'autres bases aussi tenaces, afin de réaliser une combinaison olfactive bien homogène et qui présente à son tour les deux caractères dont nous venons de parler. Cependant, cette association de bases satisfait son sens olfactif, car elle est aussi homogène et plus complète que la base dont il est parti.

Comment procédera-t-il pour continuer son travail avec méthode ? Il utilisera, à notre sens, deux idées directrices : association d'odeurs, c'est-à-dire qu'il cherchera des

harmoniques de la base originale qui constitue son point de départ ; puis, et c'est là la seconde idée directrice, il recherchera une seconde catégorie de bases qui, par le jeu des contrastes, viendra appuyer, charpenter la première partie de son œuvre. Il doit éviter des oppositions violentes dans leur caractère, mais nuancées cependant par les proportions, et, pour cela, les importantes conquêtes réalisées sous l'effort et la poussée scientifique de la chimie ont ouvert un

le montant et son délicieux velouté ; la jonquille, son parfum pénétrant ; la tubéreuse, aux notes vaporeuses et troublantes ; la jacinthe des bois, délicieuse dans son ton brutal si fleuri, malheureusement trop négligée à notre avis.

La note de départ doit être fraîche, vigoureuse ; la délicieuse bergamotte, le portugal, le citron apporteront, pour cela, une aide des plus efficaces.

Si le parfum n'exprime pas réellement le



FIG. 6. — COMMENT ON PRÉPARE LES « POMMADES »

Les fleurs sont mises en contact, dans des cuves, avec des corps gras qui en absorbent le parfum.

immense domaine à la parfumerie. Grâce à elle, a surgi une véritable floraison de nouveaux produits synthétiques à notes variées, permettant de renouveler à l'infini les caractères de nos bouquets, ceux de nos fleurs étant forcément limités. Il obtiendra ainsi le corps de son parfum. La partie la plus importante de son œuvre est alors achevée.

Il lui reste à fleurir et à parachever sa composition. Là, des règles plus précises viennent l'aider.

Pour fleurir, il a pour lui toute la gamme des produits naturels : le jasmin, qui donnera la sensation fleurie jusqu'à l'extrême évaporation ; la rose, sa délicieuse et incomparable fraîcheur ; la fleur d'oranger, qui apportera

voisinage des fruits, des fleurs et de tout ce qui, dans la nature, flatte l'odorat, il faut, du moins, qu'il soit comme un souvenir de ces parfums réels. Il lui faut, de plus, unir, lier tous les composants, homogénéiser la sensation olfactive ; voici le tour des infusions de matières animales : ambre, muse, civette, castoreum, qui apporteront une note chaude et vivante. Ce n'est pas tout, il faut encore les lier davantage : musc artificiel, coumarine, vanilline, et, pour les fixer complètement, les baumaromes : iris, benjoin, tolu, labdanum, mousse de chêne, fèves Tonka, viendront efficacement l'aider. Les parfums diffusent avec une rapidité plus ou moins grande dans l'air, c'est-à-dire qu'ils possè-

dent des puissances de volatilité différentes.

Est-ce tout? Non, car le premier résultat est rarement satisfaisant. Il faut donc faire une critique approfondie du parfum qu'on vient d'obtenir; réviser les proportions des produits employés, et, si le sens olfactif n'est pas satisfait, ajouter encore de nouveaux éléments, en supprimer certains, accentuer les effets de contraste; comme un peintre

rang des industries qui participent, par l'activité de leurs ventes à l'étranger, au rétablissement de l'équilibre économique et financier de la France en agissant favorablement sur la balance commerciale de notre pays.

Des chiffres, mieux que toute affirmation, démontreront l'importance d'exportation de la parfumerie française en *matières premières* et *produits fabriqués* :



FIG. 7. — PRÉPARATION DES PARFUMS PAR LA MÉTHODE DE L'ENFLEURAGE

Les fleurs sont placées sur des châssis que l'on pose les uns sur les autres et dont le fond de verre est recouvert, sur les deux faces, d'une couche de graisse. Les fleurs fanées sont remplacées toutes les quarante-huit heures. C'est cette opération que la photographie représente.

qui fond les couleurs, un parfumeur doit fondre les aromes et, enfin, les abandonner à eux-mêmes pendant un certain temps, pour se rendre compte du parfum définitif du mélange obtenu.

Après de nombreuses années de labeur, le parfumeur arrive à avoir un sens critique très approfondi des nécessités de son art et de certaines règles qui le régissent.

L'industrie française de la parfumerie est la première du monde

L'industrie française de la parfumerie représente, pour notre pays, un chiffre considérable d'exportation et se classe au premier

1919	244.439.410 francs
1920	679.941.850 —
1921	342.554.308 —
1922	348.256.000 —
1923	655.284.000 —
1924	671.030.000 —
1925	702.430.000 —
1926	741.000.000 —
1927	796.371.000 —
1928	835.011.000 —
1929	897.639.000 —
1930	762.904.000 —
1931	535.555.000 —

On voit donc, en tenant compte de la dépréciation du franc, que nos chiffres d'ex-

portation en parfumerie ont, depuis la guerre, régulièrement progressé d'année en année.

Pour l'année 1926, par exemple, si nous ajoutons aux 741 millions de l'exportation ceux de la consommation nationale évalués à 400 millions, nous dépassons largement le milliard.

D'autre part, l'exportation, qui était, en 1913, seulement de 25 millions, passe à 897 millions en 1929 ! Et la consommation intérieure qui, en 1913, était de 35 millions, atteint 400 millions en 1926 !

Ces chiffres sont d'autant plus impressionnants que dans l'effort d'expansion fait aujourd'hui par la parfumerie sur les marchés du monde, en dehors de la crise économique sans précédent que traverse l'industrie des parfums, identique en cela à toutes les industries de luxe, elle se heurte partout à des difficultés, parfois insurmontables. En effet, de nombreux pays, pour protéger leur industrie propre, taxent nos produits à des taux de douane tellement élevés que l'on arrive presque à une prohibition.

La France peut-elle craindre la concurrence étrangère ?

Quelles qu'en soient les raisons, nous nous trouvons aujourd'hui entourés de voisins décidés à défendre leurs intérêts, et déterminés à développer l'importance de leurs industries. La nôtre, autrefois maîtresse des marchés du monde, voit peu à peu une concurrence dangereuse se lever lentement dans certains pays.

Notre belle Provence n'est plus la seule à produire les fleurs à parfums : l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Espagne, l'Italie, l'Égypte, la Syrie, nous pourrions dire tout le bassin de la Méditerranée, cultivent, aujourd'hui, les plantes à parfums. Mais la réunion de facteurs susceptibles de modifier les fonctions physiologiques des végétaux et d'avoir une heureuse influence sur la finesse du parfum confère à une essence de la région de Grasse une incontestable supériorité. Cette particularité, ce privilège, pourrions-nous dire, provient du climat, de l'altitude, de la nature du sol. Mais ce n'est point en vain aussi qu'une industrie devient plusieurs fois séculaire : au prestige de la renommée acquise, il convient d'ajouter aussi la valeur d'un outillage perfectionné, et celle, non moins grande, de la science professionnelle des générations qui se sont consacrées, dans notre pays, à cette belle industrie.

La science et la technique peuvent et doivent apporter à la parfumerie un concours précieux

L'industrie de la parfumerie a utilisé tous les progrès réalisés dans les autres branches de l'industrie chimique, tant en ce qui concerne les nouvelles méthodes de science pure introduites à l'usine qu'en ce qui concerne l'appareillage.

Les recherches scientifiques ont porté de différents côtés à la fois :

Fabrication. — Études de nouveaux procédés et traitement de nouvelles plantes odoriférantes.

Questions d'analyses chimiques. — Détermination des constituants, recherches des adultérants, étude de nouvelles essences.

Les demandes en matières premières de plus en plus importantes de la clientèle pendant ces dix dernières années avaient amené les industriels de Grasse, avant la crise que cette industrie traverse actuellement, non seulement à créer de vastes jardins pour l'alimentation de leurs usines — la production florale habituelle n'étant plus suffisante — mais encore à augmenter leurs moyens de production : agrandissement et perfectionnement des appareils de distillation, agrandissement et perfectionnement des appareils d'extraction, installation de nouveaux appareils de fractionnement à hauteurs de colonnes inconnues jusqu'à ce jour, et fonctionnant dans le vide.

Toute cette organisation nouvelle était nécessaire, elle répondait alors aux nécessités de l'heure. Comme le disait avec raison M. R. Bienaimé, président de l'*Union des Syndicats français de la Parfumerie*, dans une causerie récente au *Syndicat des Parfumeurs* de Grasse, notre industrie, durant ces dernières années, s'est démocratisée, et l'usage des parfums est devenu, dans le monde, non plus un luxe, mais une nécessité.

C'est en apportant aussi plus de méthode aux cultures florales — tout en évitant la surproduction, néfaste en toute chose — pour obtenir plus de rendement, en quantité et qualité, des plantes aromatiques déjà cultivées ou susceptibles d'être cultivées avec profit (iris, vétyver, citronnelle), que l'on assurera à notre région la continuation indéfinie d'une suprématie qu'on ne peut, même à l'heure actuelle, songer à lui ravir.

ELIE MAUNIER.

Les photos qui illustrent cet article nous ont été communiquées par *Les Parfums de France*.

VERS LES TRANSPORTS D'ÉNERGIE A TENSION DE PLUS EN PLUS ÉLEVÉE

UNE LIGNE A 220.000 VOLTS — L'UNE DES PREMIÈRES EN EUROPE — ENTRE LE MASSIF CENTRAL ET PARIS

Par Charles BRACHET

Dans un plan d'électrification nationale, l'interconnexion s'impose entre les centrales thermiques et hydrauliques pour utiliser, au maximum, l'énergie d'un pays, sous toutes ses formes (1). Or, on sait que, dans un transport d'énergie électrique, la puissance transportée est proportionnelle à la tension et à l'intensité du courant. C'est pour cette raison que — les quantités d'énergie transportée s'accroissant sans cesse — il a fallu élever de plus en plus les tensions sous lesquelles le courant circule dans ces lignes. Aussi, pour ne pas augmenter dans des proportions exagérées la section des conducteurs (c'est-à-dire le poids et le prix de revient des lignes), a-t-on préféré élever la tension plutôt que l'intensité. Dans ce domaine, la France vient d'inaugurer, tout récemment, la première ligne qui dépasse 200.000 volts. — Ce chiffre, si imposant, est voisin de celui des lignes américaines qui, jusqu'ici, détenaient le record. On conçoit, dès lors, aisément que l'établissement et le fonctionnement d'un transport d'énergie sous une telle tension aient soulevé et soulèvent encore des problèmes délicats — problèmes qui concernent l'isolement des circuits, la transformation du courant, etc. Là aussi, l'automatisme est venu apporter le concours de son rigoureux contrôle, pour assurer à la fois la régularité et le réglage des différents facteurs mis en jeu.

LE réseau général d'électrification de la France vient d'accomplir un pas qui comptera dans l'histoire de son développement : la première ligne de transport d'énergie à la tension formidable de 220.000 volts a été mise en service dès le 1^{er} octobre et inaugurée officiellement le 21 novembre, sur la distance de 500 kilomètres qui sépare l'usine de la Truyère (dans le Massif Central) et le poste de transformation de Chevilly, situé aux portes de Paris.

Je ne sais si le lecteur réalise bien ce qu'est une tension de cet ordre, qui vous interdit d'approcher la ligne à moins de 4 mètres. L'étincelle meurtrière peut éclater à partir de 2 mètres de distance, entre le fil et votre tête ; cela ne dépend que de la conductibilité de l'air à cet instant et de votre isolement personnel relativement à la terre. Ceci n'est dit, au surplus, pour effrayer personne, mais seulement pour faire prévoir les difficultés techniques que comporte le maniement d'une telle tension, surtout quand la puissance transportée dépasse 100.000 kilowatts, comme c'est le cas sur la nouvelle ligne, aux heures de pointe.

(1) Voir l'article dans ce numéro page 133.

A quels besoins répondent les lignes à très haute tension ?

La carte (fig. 1) indique la fonction assignée à la ligne de 220.000 volts, qui est de transporter à Paris, en quantités massives, l'énergie électrique du Plateau Central, que le chemin de fer d'Orléans ne consomme pas sur le parcours.

On connaît le thème sur lequel fut établi le réseau qui unit aujourd'hui les usines hydroélectriques du Centre au réseau parisien : le chemin de fer d'Orléans sert de trait d'union entre la consommation parisienne et les divers producteurs d'électricité de la Corrèze, de la Creuse, du Cantal.

Les centrales hydroélectriques en service sont celles : d'Eguzon (1) (60.000 kilowatts), et de la Roche aux Moines (10.000 kilowatts, appartenant à l'Union hydroélectrique), de Brommat (nouvellement inaugurée, 190.000 kilowatts, aux Forces motrices de la Truyère), de Coindre (2) (30.000 kilowatts, appartenant au P.-O.), de la Diège (36.000 kilowatts, aux Forces motrices de la Diège), de La Mativie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 108.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, page 269.

(36.000 kilowatts, aux *Forces motrices de la Cère*), avec, en construction, deux usines nouvelles du P.-O., à Marèges et à la Cellette — sans parler d'autres projets, non encore entrés dans la phase d'exécution.

Tous ces fournisseurs déversent leurs apports d'énergie dans l'artère à 220.000 volts. Le P.-O. a pris l'initiative de son établissement, mais l'intérêt d'une semblable artère étant d'ordre général, il l'a remise à une société spéciale groupant tous les intéressés. Et la même société doit entreprendre, d'ici peu, la construction d'une seconde ligne de même type.

Mais le réseau ferré d'Orléans se trouve alimenté, d'autre part, à 90.000 volts, par deux lignes parallèles reliant Eguzon et Paris. Sur ce parcours, une dizaine de sous-stations abaissent le courant de 90.000 volts à la tension d'utilisation des locomotives (1.500 volts) par les conducteurs caténaires.

La ligne à 220.000 volts, qui vient doubler ces deux lignes à 90.000 volts, devra, par conséquent, avoir avec elles des points de connexion, afin de leur céder le courant nécessaire. On conçoit que ces points soient aussi peu nombreux que possible, lorsqu'on sait quel équipement, à la fois puissant et délicat, ils nécessitent pour transformer le courant de 220.000 à 90.000 volts.

De cet équipement, nous allons précisément avoir un exemple dans le poste de transformation de Chevilly.

Celui-ci constitue la tête de ligne qui déverse l'énergie transportée dans le réseau parisien, dont la tension est 60.000 volts.

Mais il faut remonter jusqu'aux portes d'Orléans, à Chaingy (à l'embranchement des lignes à 90.000 volts, actuellement en construction, d'Orléans à Tours), pour trouver un autre poste de transformation de même importance. Un troisième est établi au sortir de l'usine d'Eguzon. Un quatrième, enfin, construit à Marèges, centralise l'énergie de toutes les usines énumérées plus haut. En réalité, deux postes seulement (Eguzon et Chaingy) assurent la transformation proprement dite nécessaire au transvasement de l'énergie dans le réseau du chemin de fer d'Orléans.

C'est, en

effet, la fonction d'un équipement à très haute tension que de faire franchir à l'énergie, d'une seule traite, d'aussi larges espaces.

La ligne proprement dite

C'est, d'ailleurs, à partir de ses premières enjambées — celles que constituent les pylônes porteurs — que la ligne à haute tension chausse les bottes de sept lieues. A raison de quatre seulement par kilomètre,

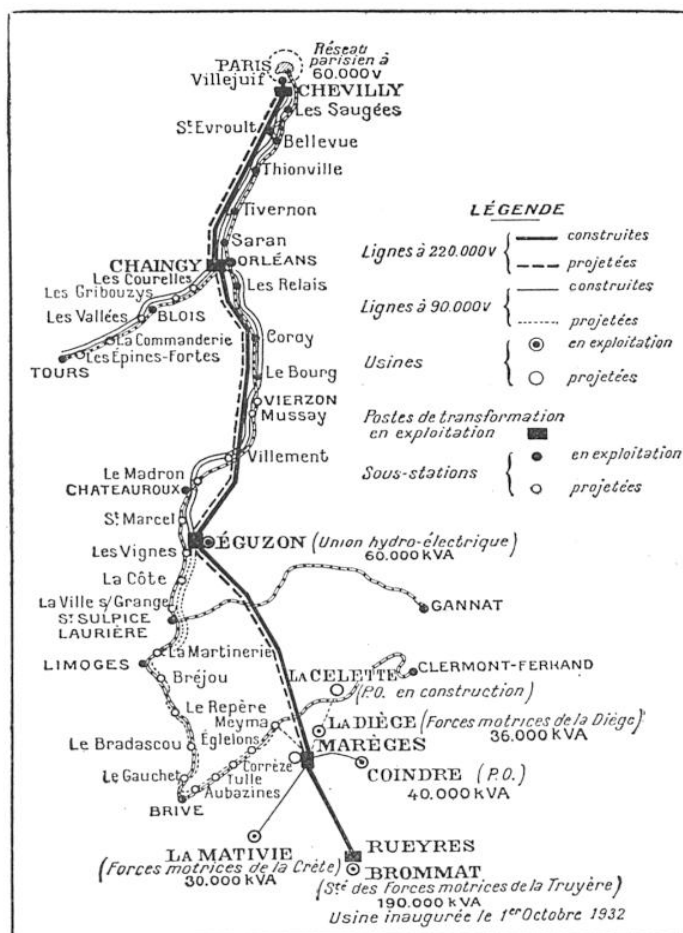


FIG. 1. — CARTE MONTRANT L'ENSEMBLE DU RÉSEAU À HAUTE TENSION RELIANT LES USINES HYDROÉLECTRIQUES DU MASSIF CENTRAL ET LE RÉSEAU PARISIEN. La nouvelle ligne à 220.000 volts de Brommat (Aveyron) à Chevilly, près Paris, doit être doublée; celle à 90.000 volts doit se ramifier sur le réseau ferré du P.-O., comme l'indique la carte.

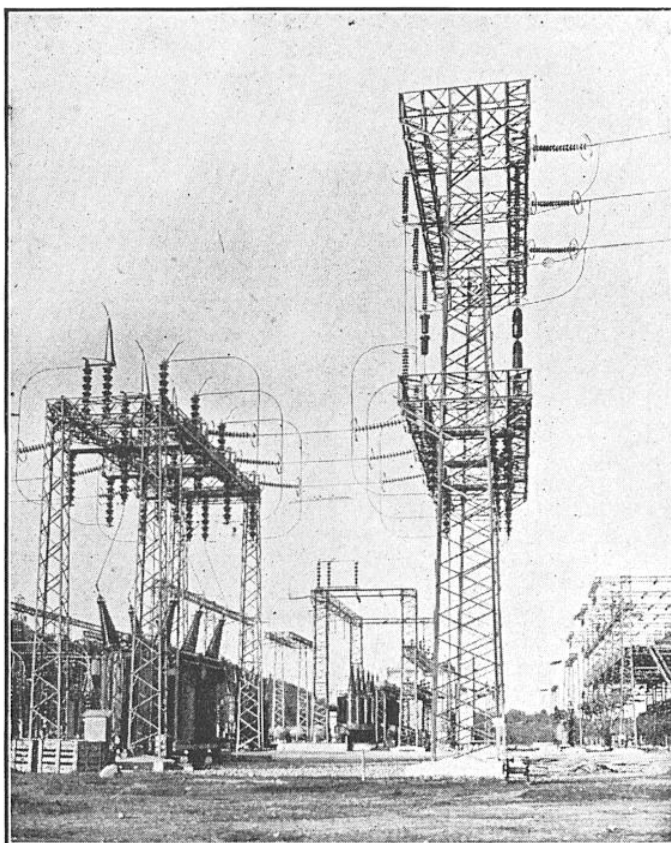


FIG. 2. — L'ARRIVÉE DE LA LIGNE A 220.000 VOLTS AU POSTE DE CHEVILLY (SEINE)

il a suffi de deux mille pylônes pour faire franchir au triple conducteur la distance de 500 kilomètres.

L'ensemble de ces pylônes représente 9.000 tonnes — le poids de la Tour Eiffel.

La ligne ne doit pas descendre vers le sol au-dessous de 10 mètres.

Son isolement exige qu'elle soit suspendue par des chapelets de quatorze éléments de céramique. Cet ensemble (voir figure 8) est encadré par des anneaux métalliques « de garde », destinés à répartir uniformément le potentiel du champ électrique — ce qui diminue les chances de déflagration le long du chapelet isolant.

Quant aux câbles conducteurs proprement dits, ils sont de gros diamètre (2 cm 5), en aluminium, avec, comme armature centrale, un filin d'acier de haute résis-

tance mécanique. Cette résistance, étant donné la grande portée d'un pylône au suivant, constitue, d'ailleurs, le facteur le plus intéressant du conducteur.

Les postes de transformation à compensateurs

L'équipement de transformation constitue, nous l'avons dit, l'organe le plus sensible de la ligne à 220.000 volts.

La mise en circuit, ou hors circuit, des transformateurs de très grande puissance, et d'un rapport de transformation aussi élevé que ceux représentés sur notre photographie (fig. 4), exigera des appareils interrupteurs tout spéciaux, dont les contacts jouent au sein d'un bain d'huile.

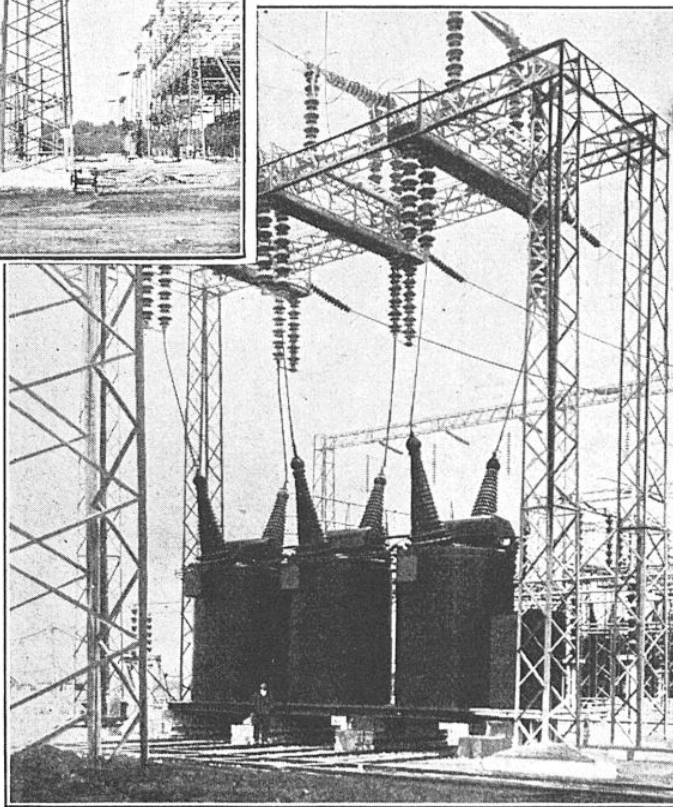


FIG. 3. — LES DISJONCTEURS DU POSTE DE CHEVILLY
Ces disjoncteurs géants servent à faire passer le courant sur l'un ou sur l'autre des deux « jeux de barres » équipant le poste. Les collecteurs de courant (barres) sont doublés en vue d'assurer le fonctionnement si l'un d'eux venait à être mis hors de service. Chaque disjoncteur baigne dans une cuve de 50.000 litres d'huile sèche assurant un excellent isolement.

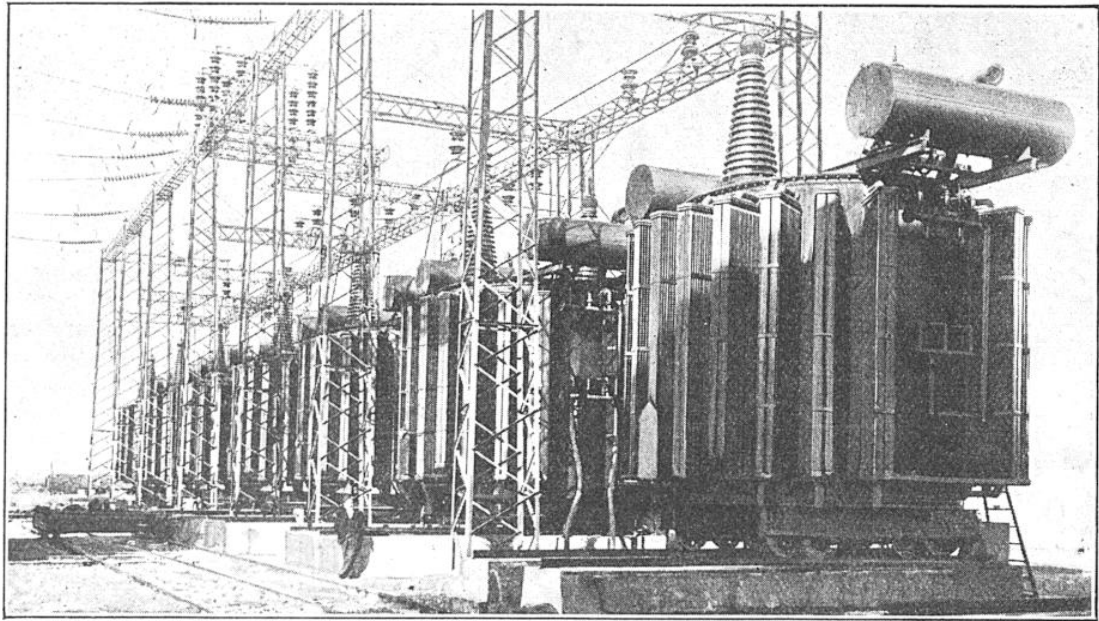


FIG. 4. — UN GROUPE DE TRANSFORMATEURS AU POSTE DE CHEVILLY (SEINE)

Les transformateurs ont trois enroulements, comme l'indique le schéma figure 14. Des radiateurs à eau débordent la masse des cuves à huile, qu'ils sont destinés à refroidir (le cylindre horizontal contient une réserve d'huile). Chaque élément de transformateur ne traite qu'une seule phase du courant triphase.

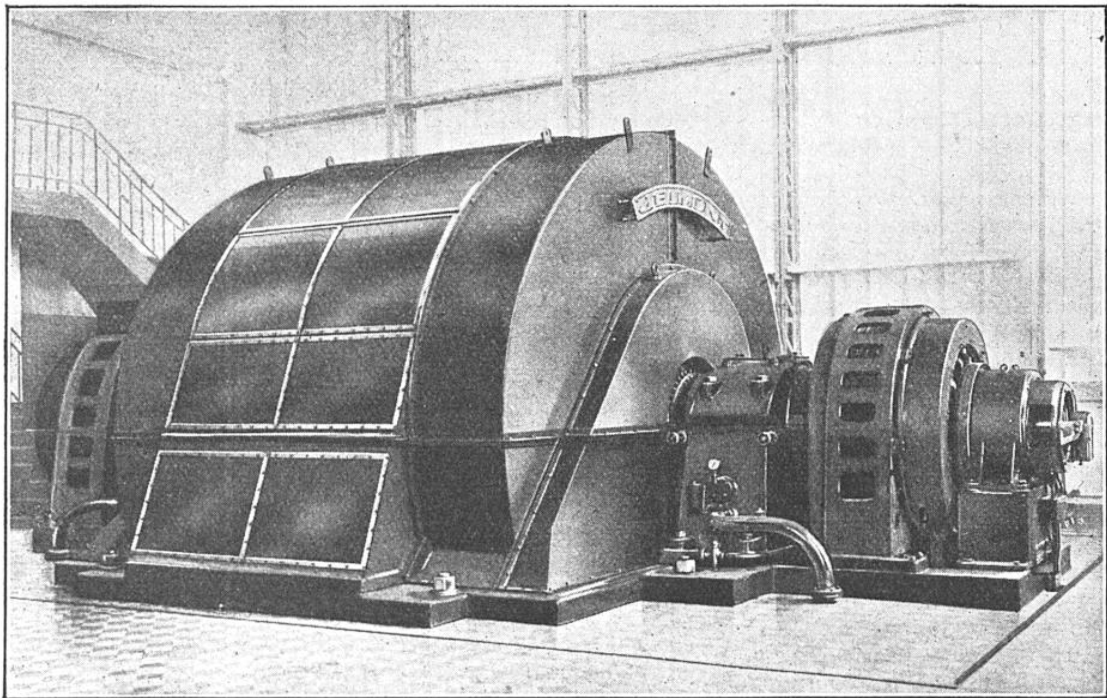


FIG. 5. — L'UN DES DEUX COMPENSATEURS DE 45.000 KVA DU POSTE DE CHEVILLY
En tête d'arbre, à droite, génératrice « excitatrice ». A l'autre bout de l'arbre, le moteur de lancement (asynchrone synchronisé) du compensateur qui permet la mise en phase de la tension et de l'intensité.

Les transformateurs installés tant à Chevilly qu'à Chaingy exigent également une technique toute spéciale, à cause d'un effet particulier de réglage qu'on leur demande d'assurer, en accord avec des machines, dites « compensateurs ».

Nos lecteurs connaissent la théorie du transformateur classique, dont les plus petits modèles sont utilisés dans leur poste récep-

courant triphasé (ce qui est le cas ici), on peut ou bien demander la transformation à un seul appareil à trois noyaux, ou bien la demander à trois transformateurs formant un groupe, chacun d'eux ne livrant qu'une « phase » du courant transformé. C'est le dispositif utilisé à Chevilly, ainsi que dans les trois autres postes similaires de la ligne à 220.000 volts. On évite ainsi l'accumulation

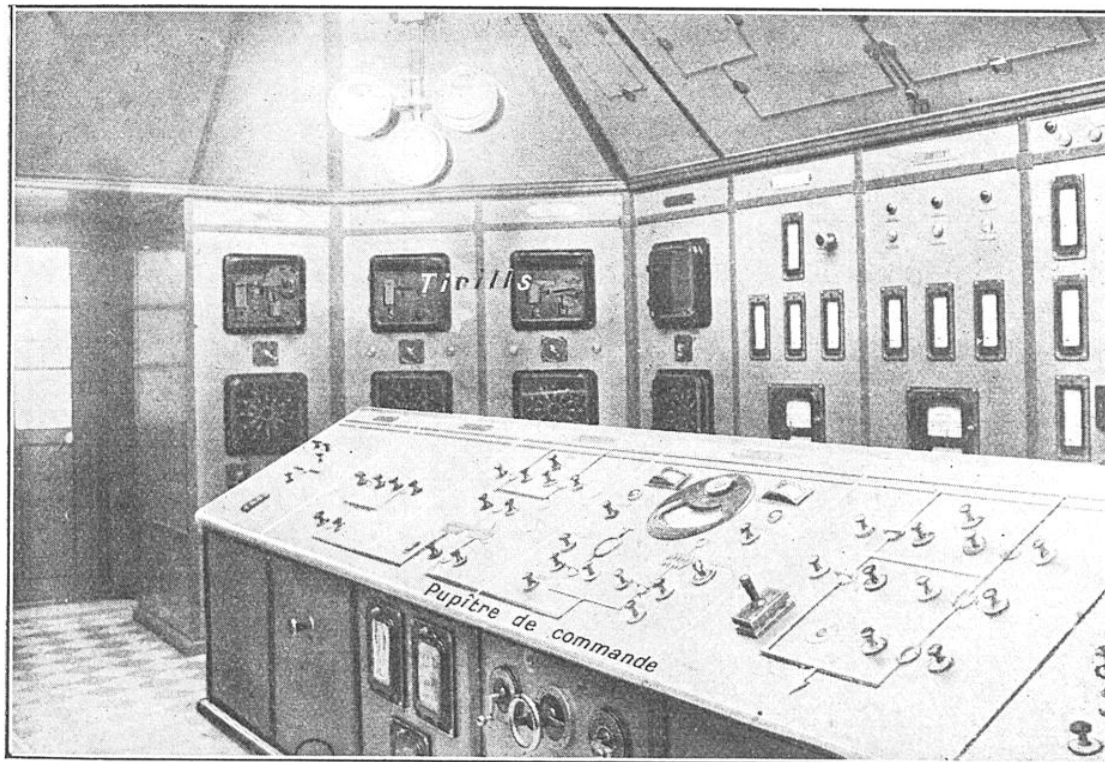


FIG. 6. — LE TABLEAU DE CONTROLE DU POSTE DE CHEVILLY

A l'extrémité du pupitre, qui commande tous les appareils du poste et leurs connexions mutuelles, on aperçoit huit alvéoles, dans lesquelles sont les « tirillis » (dont la fonction est expliquée séparément). Au-dessus, groupés en triangle, les appareils indicateurs de synchronisme (synchronoscopes) entre les alternances du courant arrivant au poste et celles du réseau auquel ce courant est destiné. Le synchronisme doit, naturellement, être parfait durant la livraison du courant.

teur de T. S. F. Deux enroulements de conducteurs inégalement fins et différant encore par leurs nombres respectifs de spires, sont établis autour d'un même noyau magnétique. Dans le fil fin, aux spires nombreuses, est envoyé le courant à haute tension. Le gros fil, aux spires moins nombreuses, reçoit alors, par induction, un courant de tension moins élevée et d'intensité plus grande. C'est le courant transformé. La transformation peut, d'ailleurs, s'opérer en sens inverse.

Quand la transformation porte sur un

de nombreux circuits à haut potentiel dans une même cuve d'huile (dont le bain liquide est indispensable au bon isolement mutuel des enroulements) et l'on écarte, par là, les chances d'une déflagration entre deux enroulements de phase différente.

Ceci posé, voici la particularité des transformateurs de la ligne Marèges-Chevilly :

On a adjoint aux deux enroulements classiques (primaire et secondaire) un troisième enroulement calculé de manière à fournir une tension de 10.500 volts. Cet enroulement est donc à un potentiel très au-des-

sous, non seulement de l'enroulement à haute tension (220.000 volts), mais encore du bobinage qui livre, en l'espèce, le courant transformé au réseau parisien (60.000 volts).

Le courant transformé à 10.500 volts n'est, d'ailleurs, destiné à aucun prélèvement définitif du fonds commun de l'énergie

blement en cours de route. Or, il est nécessaire que la tension parvenant aux bornes d'entrée des transformateurs demeure rigoureusement constante, sous peine d'une perte sensible de l'énergie utilisable.

Une première correction à cette baisse de tension consiste à survolter la ligne en

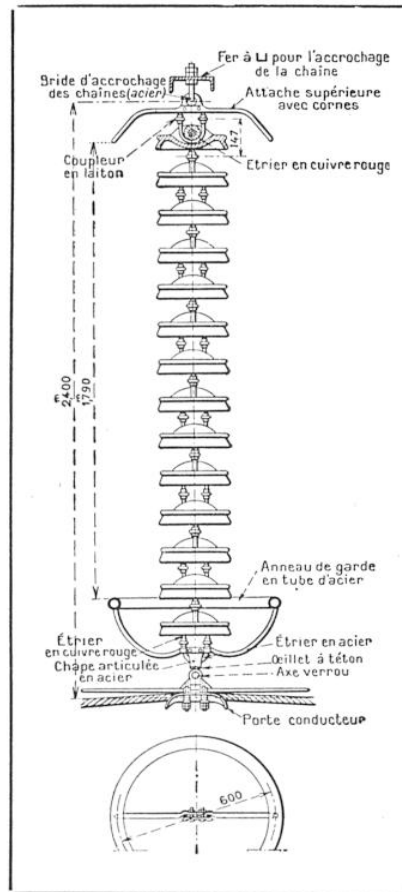
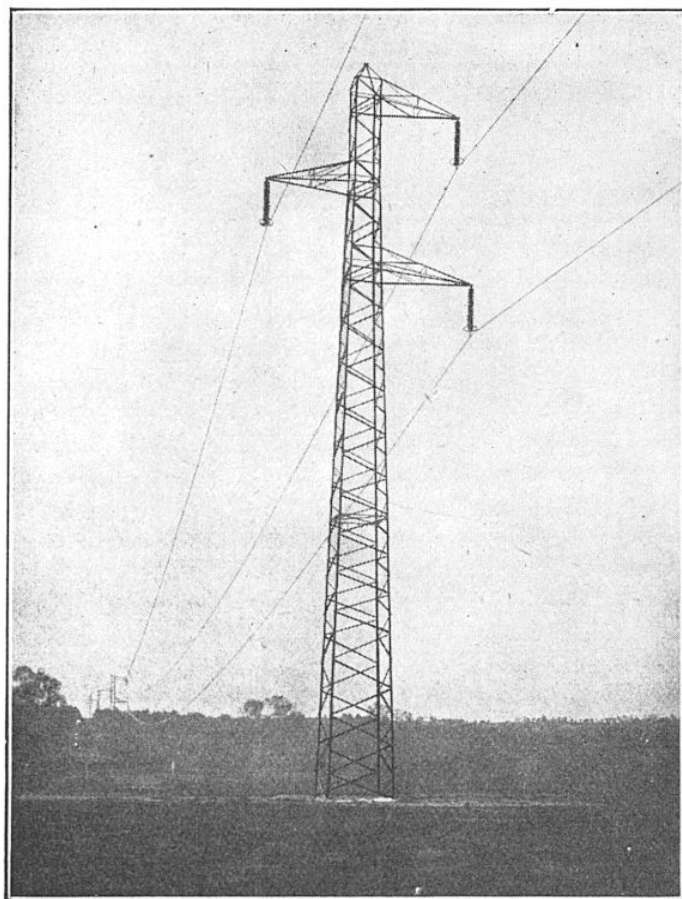


FIG. 7 ET 8. — UN PYLONE DE LA LIGNE A 220.000 VOLTS AUX ABORDS DE CHEVILLY
Ces pylônes sont espacés de 300 mètres. A droite, la chaîne des isolateurs supportant les câbles haute tension. Elle se compose de quatorze éléments. A la base, un anneau de garde est chargé d'égaliser le potentiel électrique, pour éviter qu'une ligne de moindre résistance soit offerte au jaillissement d'un arc entre le câble et les attaches supérieures.

brassée par le transformateur. Ce courant est seulement dérivé sur le « compensateur », qui le restitue aussitôt, après le traitement, aussi curieux qu'essentiel, dont nous allons parler.

La régulation automatique de la tension par les compensateurs

Sur des parcours aussi longs que ceux imposés ici au courant, il se produit un phénomène bien connu et naturellement prévu par les électriciens : la tension baisse sensi-

amont, aux postes de départ. C'est ainsi que Marèges livre le courant à 227.400 volts ; Eguzon, à 225.000 et Chaingy, à 223.000.

Mais les variations d'intensité du courant transporté interviennent à leur tour dans la variation de tension. Il faut donc prévoir un perpétuel rétablissement de celle-ci à son niveau normal (220.000 volts). C'est à quoi pourvoit le compensateur.

Cette machine est un alternateur *qui marche à vide*. Il reçoit, avons-nous dit, et

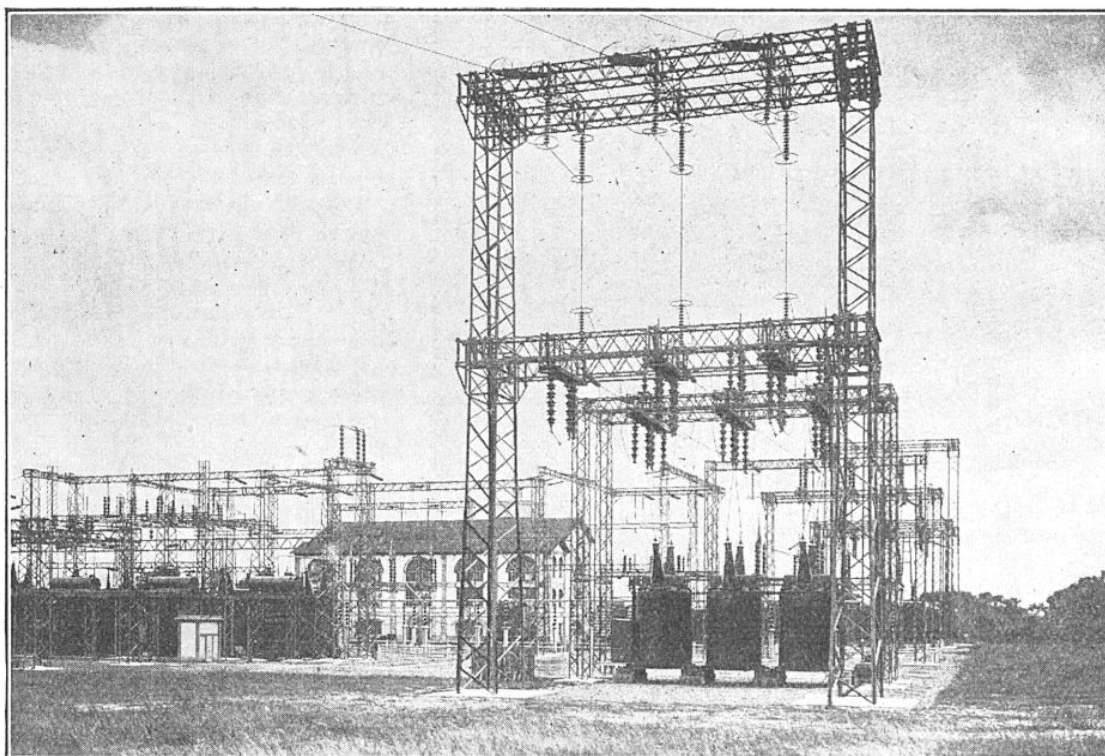


FIG. 9. — ENSEMBLE DU POSTE DE TRANSFORMATION DE CHAINGY (LOIRET)

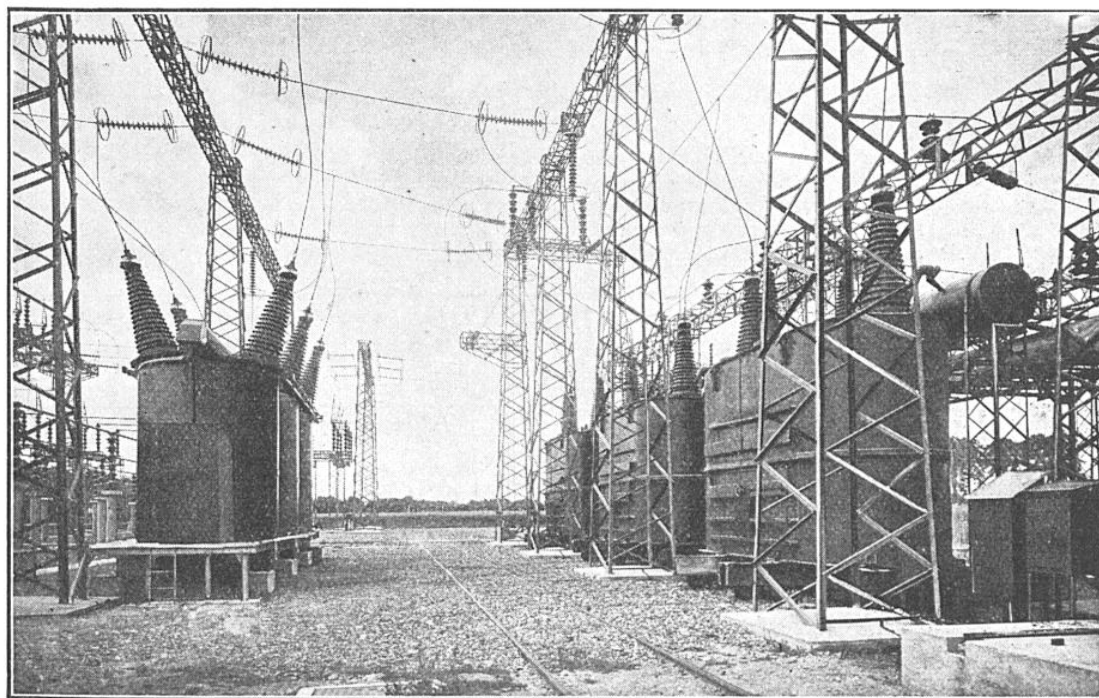


FIG. 10. — DISJONCTEURS ET TRANSFORMATEURS DU POSTE DE CHAINGY

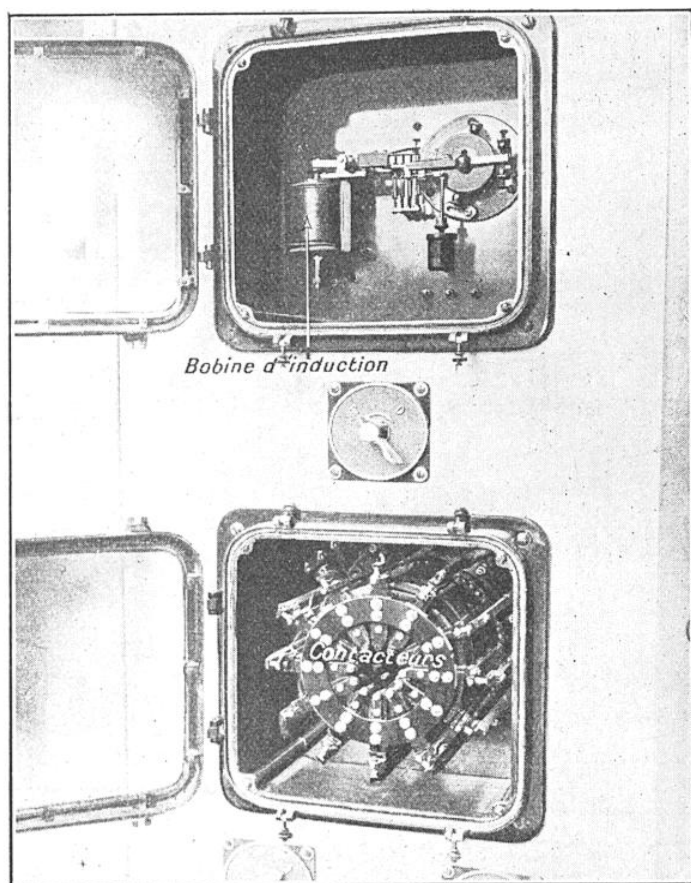


FIG. 11. — UN « TIRILL » CHARGÉ DE RÉGLER L'EXCITATION DU « COMPENSATEUR » DE 45.000 KVA

En haut, l'appareil proprement dit, avec la bobine d'induction fonctionnant d'après la « tension » du courant (voir schéma figure 12). En bas, les contacteurs commandés par l'appareil supérieur, et qui commandent à leur tour la mise en circuit ou hors circuit de la « résistance » figurant sur notre schéma figure 13.

restitue tout le courant transformé à 10.500 volts. Sa puissance atteint 45.000 KVA. Mais, si cette pseudo-génératrice ne fabrique aucune énergie « utilisable », elle débite (ou absorbe) ce que les électriciens appellent de « l'énergie réactive ».

Pour simplifier les explications théoriques qu'il faudrait apporter ici, disons seulement que la *tension* (voltage) et l'*intensité* (ampérage) d'un courant alternatif ne se propagent pas sur la ligne en phases rigoureusement superposées.

Autrement dit, les maxima et minima de la tension ne coïncident pas avec les maxima et minima du courant. On dit que leurs alternances sont plus ou moins décalées (voir le schéma ci-joint).

Ce décalage s'exprime par un angle. Si cet angle est *nul*, une certaine perte dite « d'énergie réactive » est nulle. C'est l'idéal de la transmission. Si l'angle prend une certaine valeur, il y a diminution du rendement de la ligne, par suite de l'« énergie réactive » transportée en pure perte.

Revenons maintenant à notre compensateur.

Le courant qu'il reçoit est nanti le plus souvent d'un décalage. Par une modification convenable de « l'excitation » magnétique du compensateur, on peut ramener ce décalage à zéro. La variation alternative de la *tension* se retrouvera, par conséquent, de ce fait, exactement superposée à l'alternance de l'*intensité* : le courant sera redevenu normal. L'effet de baisse de tension par « réaction » (self et capacité) de la ligne se trouvera annulé.

Un compensateur de 45.000 KVA, appliqué à chacun des deux groupes de transformateurs de même puissance, assure, à Chevilly, la perpétuelle remise au point de l'énorme puissance (plus de 100.000 kilo-

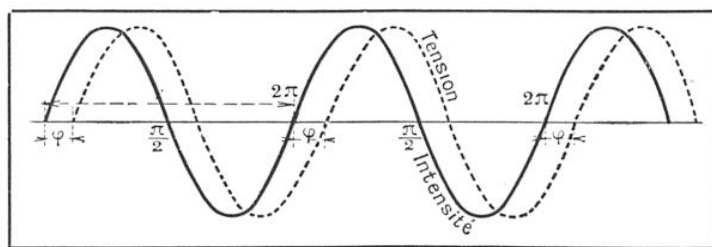


FIG. 12. — LE PHÉNOMÈNE DE DÉCALAGE QUI PRODUIT L'« ÉNERGIE RÉACTIVE » SUR LA LIGNE TRIPHASÉE

La « période » de l'intensité et celle de la « tension », toutes deux égales à 2π , sont décalées d'un certain angle φ . L'énergie transportée est proportionnelle au cosinus de cet angle φ , facteur toujours inférieur à 1. Si φ est nul, il n'y a pas d'énergie réactive ; si φ atteignait 90° , toute l'énergie transportée prendrait la forme « réactive » et ne donnerait aucune puissance utile.

watts) canalisée jusqu'à Paris. Des compensateurs analogues assurent la même fonction à Chaingy.

Le « tirill », gnome-conducteur du compensateur géant

Il ne reste plus qu'à comprendre comment s'effectue ce réglage perpétuel de l'excitation du « compensateur » géant.

Il est assuré par un petit appareil extrêmement délicat, le « tirill », placé dans la salle de contrôle du poste (voir notre photographie figure 11 et le schéma ci-dessous). Il se compose, en principe, d'une simple bobine alimentée par une dérivation (à basse tension) de la ligne. Si la tension baisse ou monte sur la ligne, autour du point assigné, la bobine agit sur une « armature » qui ouvre ou ferme un circuit électrique.

Ce circuit (par une série de relais amplificateurs) agit constamment, par une résistance, sur l'« excitation » du compensateur-alternateur.

Il s'ensuit l'effet que nous avons expliqué.

Ce petit appareil, le « tirill », à peine aussi gros qu'une horloge, représente donc, en fin de compte, l'âme de tout le mécanisme de compensation. C'est ce petit génie qui dirige la bonne

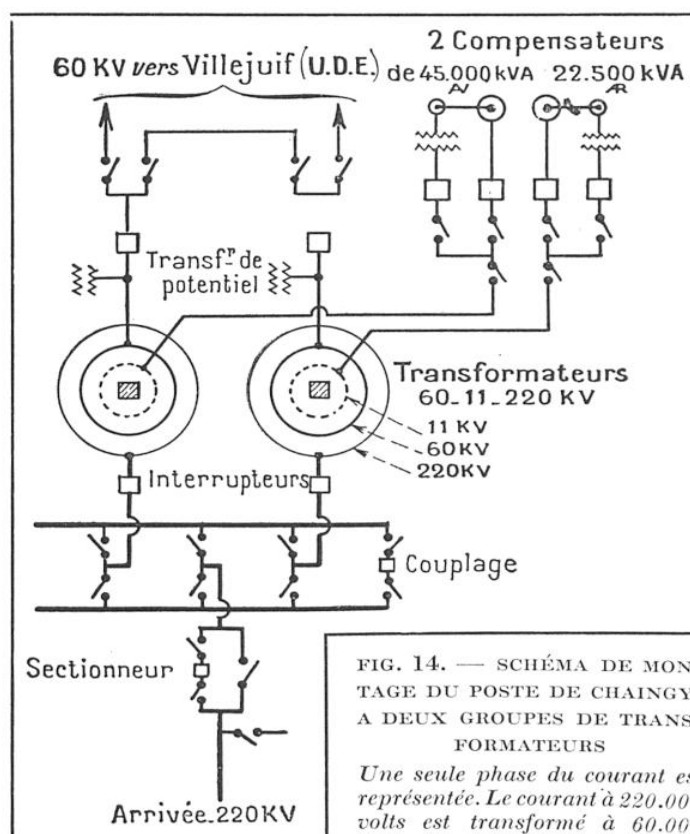


FIG. 14. — SCHÉMA DE MONTAGE DU POSTE DE CHAINGY, A DEUX GROUPES DE TRANSFORMATEURS

Une seule phase du courant est représentée. Le courant à 220.000 volts est transformé à 60.000 volts, comme l'indique la disposition des enroulements autour du noyau dans le transformateur. Toutefois, un troisième enroulement est intercalé entre le primaire et le secondaire ainsi définis, et il est calculé de manière à fournir seulement un courant à 11.000 volts (soit 11 kilovolts). Mais cet enroulement ne débite son courant que sur le « compensateur » chargé de remettre en phase la tension et l'intensité. Le compensateur (puissant alternateur de 45.000 KVA) imprime à ce circuit intermédiaire des déphasages égaux et de sens inverse de l'angle φ qu'il s'agit de corriger et assure le meilleur rendement de la ligne de transport d'énergie.

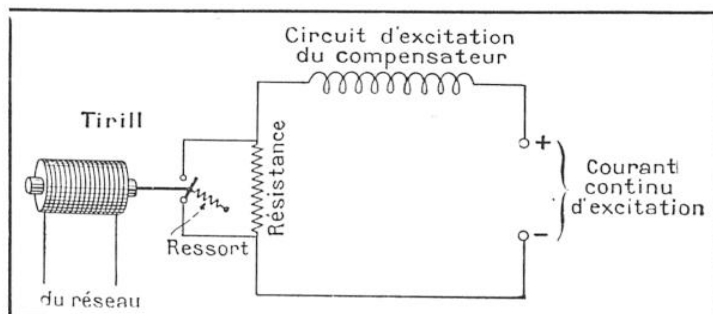


FIG. 13. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU « TIRILL »

Le déphasage du compensateur est réalisé par la modification du courant d'excitation imposé au « compensateur ». Cette modification s'effectue par la mise en circuit, ou hors circuit, d'une résistance déterminée. Cette opération s'effectue par « tout ou rien », et à une cadence calquée sur les « variations de tension » de la ligne que décèle la bobine d'induction qui est l'âme du « tirill ».

marche de l'énergie fournie par les barrages de toute une région.

On se rend compte de la complexité des problèmes posés pour assurer le bon fonctionnement d'une telle ligne. C'est là un des plus remarquables progrès de l'électrotechnique moderne, qui assure aujourd'hui la mise en commun de toutes les sources d'énergies d'un pays dont dépend l'électrification générale, base même de la civilisation moderne.

CHARLES BRACHET.

COMMENT L'ON CONÇOIT ACTUELLEMENT LA FORMATION DU MONDE SOLAIRE

Par E. BELOT

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Depuis la parution de La Mécanique céleste, de Laplace, qui contenait le premier exposé vraiment raisonné de la formation du monde stellaire, les moyens d'investigation physique se sont tellement étendus qu'il a été nécessaire de développer des hypothèses encore plus complexes pour tenir compte de tous les nouveaux phénomènes que les savants ont été à même d'observer. Notre éminent collaborateur, M. Belot, a bien voulu exposer ici les théories dont il est l'auteur, et qui donnent une explication rationnelle de l'évolution du monde solaire. Grâce à ces théories, on peut, en quelque sorte, suivre pas à pas la « vie » du Soleil, depuis sa naissance, due à la rencontre de deux « nébuleuses noires », jusqu'aux temps actuels et prévoir ce que cet astre et son cortège de planètes deviendront à l'avenir.

Le Soleil est une étoile naine

LE Soleil, dont nous avons déjà étudié la constitution actuelle (1), est une étoile naine, malgré son rayon de 700.000 kilomètres ; il a une grande densité (1,41), malgré sa haute température qui, à la surface, atteint 6.000°. C'est son puissant rayonnement qui assure sur la Terre la vie des végétaux et des animaux ; le passé de la Terre, étudié par la géologie, doit d'abord nous renseigner sur les variations les plus récentes du rayonnement solaire. Or, dans l'ère carbonifère, remontant peut-être à 250 millions d'années, une végétation puissante s'étendait sur tout le globe, puisqu'on a trouvé de la houille au Spitzberg, en même temps que des récifs coralliens s'élevaient dans les régions polaires. Il y a donc là un indice qu'à cette époque le Soleil avait une température plus élevée et, peut-être aussi, un rayon plus grand.

Par contre, à la fin du pliocène et au début du quaternaire, c'est-à-dire il n'y a peut-être pas plus de 100.000 ans, l'Europe et l'Amérique du Nord ont subi au moins trois phases glaciaires qui ont couvert de glaciers plus de la moitié de ces continents. Est-ce que le Soleil avait pu, alors, réduire à plusieurs reprises sa radiation pour la recouvrer ensuite ? Non, évidemment : le plus simple est, selon nous, de supposer que le Soleil, entraînant son cortège de planètes dans l'espace sidéral à la vitesse de 20 kilomètres-

seconde (soit, en un siècle, une distance égale à 420 fois celle du Soleil à la Terre), avait pu lui faire traverser quelques nuées cosmiques, comme on sait qu'il en existe dans l'espace, et qui, assez peu denses pour ne pas perturber les mouvements planétaires, étaient cependant suffisantes pour absorber une partie de la radiation solaire.

Le système planétaire et la préhistoire du Soleil

Voilà tout ce que la Terre peut nous apprendre de la préhistoire du Soleil ; mais le système planétaire va nous en faire connaître beaucoup plus long. Dès 1905, j'ai établi et démontré la loi des distances planétaires (1), dont le premier terme est 62,3, ce qui veut dire qu'aucune planète ne peut exister à une distance moindre que 62,3 rayons solaires, d'où l'on conclut que le Soleil primitif (protosoleil) avait un rayon 62,3 fois plus grand à l'époque où il émettait à son équateur ses anneaux planétaires qu'actuellement. Mais, pour que ceux-ci aient pu échapper facilement à l'attraction centrale, il fallait que le protosoleil fût très aplati, avec une vitesse équatoriale de 55 kilomètres-seconde, ce qui correspond à une rotation en 57 jours.

Il importe de répondre de suite à des objections qui m'ont été faites au sujet de ces résultats numériques de mes recherches, objections qui pourraient venir à l'esprit de

(1) Distance de la n° planète : $62,3 + 1,886^n$ (en rayons solaires) (n : 8 pour la Terre).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 76, page 303.

nos lecteurs : existe-t-il donc des étoiles géantes, comme le protosoleil, et dont la rotation soit aussi rapide, alors que la vitesse équatoriale du Soleil n'est que de 2 kilomètres-seconde? Or, en 1923, Michelson, avec son interféromètre, a mesuré les rayons d'étoiles vraiment *supergéantes*, Bételgeuse et Antarès, qui atteignent respectivement 230 et 320 fois le rayon solaire, c'est-à-dire capables de contenir, l'une l'orbite de la Terre, l'autre l'orbite de Mars. Par ailleurs, récemment, Shawn et O. Struve ont observé que la raie $\lambda = 4.481$ du magnésium ionisé, très fine dans le laboratoire, s'élargit beaucoup dans les spectres de certaines étoiles géantes, ce qui indique, d'après le principe Doppler-Fizeau, que ces étoiles ont une rotation rapide dans un plan qui contient à peu près le rayon visuel. Pour soixante étoiles géantes, la largeur de cette raie correspond, en moyenne, à une vitesse équatoriale de 60 kilomètres-seconde, valeur qui diffère peu de celle (55 kilomètres-seconde) que nous avons admise pour le protosoleil.

Peut-on douter aussi que le protosoleil ait passé par la phase de Nova (1), où il a heurté, à grande vitesse, une nébuleuse, alors que, d'après la statistique de Bayley, en 1922, on observe par an au moins dix Novæ plus brillantes que la 10^e grandeur? On le voit, les découvertes de l'astronomie moderne nous ont donné, dans le protosoleil, un repère certain pour la préhistoire du Soleil ; on peut même prévoir que le protosoleil, avant d'être *géant*, a été *supergéant*, avec un rayon égalant celui de l'orbite terrestre (215 rayons solaires) ou même atteignant celui d'Antarès. Alors, sa densité serait réduite à près de 10^{-8} , au lieu de 10^{-5} , mais elle serait sans doute encore notablement plus forte que celle des nébuleuses.

Comment donc notre Soleil supergéant

a-t-il pu passer de la densité des nébuleuses à celle de 10^{-8} , acquérir en même temps une rotation intense, et ses radiations ionisées qui différencient les géantes des naines du type *M* à 3.000° (1)?

Ici, nous devons distinguer entre les deux genres de nébuleuses amorphes connues, celles qui sont *noires* et dont l'opacité correspond sans doute à une forte densité relative, et celles qui, *brillantes d'une luminescence électrique*, ont des radiations d'atomes ionisés et des formes disloquées semblant l'indice

de chocs cosmiques à grande vitesse. Si, en effet, la faible densité des géantes du type *M* facilite l'expansion des électrons dans leur atmosphère, la densité encore plus faible des nébuleuses noires (10^{-10}) ne suffit pas à leur donner une luminescence électrique, et, par ailleurs, on sait que tous les chocs entre fluides ou solides dégagent de l'électricité.

Comment se sont formées les nébuleuses brillantes et les étoiles géantes

Quels sont donc les chocs qui ont pu produire à la fois les nébuleuses brillantes et les étoiles géantes

du type *M*? Notre cosmogonie dualiste, qui a déjà étudié le choc du protosoleil géant sur une nébuleuse, n'avait encore laissé inexploré que le problème du choc de deux nébuleuses noires, dont la solution va nous apprendre l'origine du Soleil, des étoiles et l'évolution qui transforme une nébuleuse noire amorphe en nébuleuse lumineuse. Imaginons deux nébuleuses noires *NN'*, animées de vitesses *V* et *V'*, telles que leur vitesse relative dépasse 1.000 kilomètres-seconde (fig. 1). On a déjà constaté des vitesses de cet ordre dans les étoiles nouvelles et les spirales. Dans ces conditions, la gravitation, force très faible dans les masses très peu denses, n'a plus à intervenir, et, sur toutes les surfaces de choc des nébuleuses, il se produira

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 125, page 367.

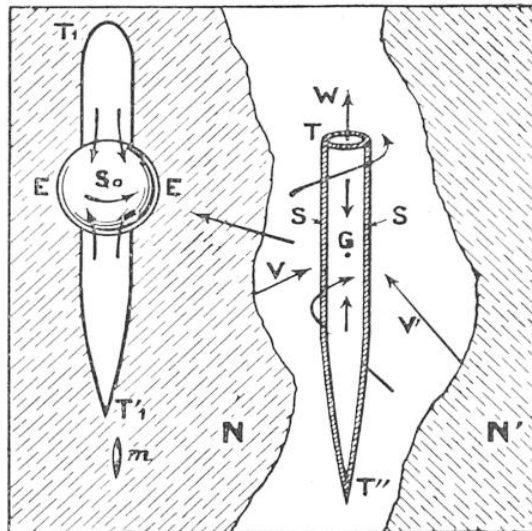


FIG. 1. — DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT COMMENT LE SOLEIL A PRIS NAISSANCE

Le choc de deux nébuleuses noires *NN'* produit un tourbillon analogue à une trombe, qui se condense en une étoile supergéante *EE* douée de rotation, de translation et de pulsation par le choc sur les pôles des parties nord et sud du tourbillon.

très rapidement une concentration purement mécanique de matière, avec production de chaleur et d'électricité.

La chaleur réduira en vapeurs les poussières contenues dans les nébuleuses : on se trouve donc dans le cas de la rencontre de deux courants gazeux, qui produit toujours des *tourbillons*. Voilà enfin l'explication de la rotation des étoiles, dont aucune théorie météoritique des origines stellaires n'a pu, jusqu'ici, rendre compte.

Mais un tourbillon TT' , objet linéaire de matière, est instable au point de vue de la gravitation, ce qui l'obligera à se condenser, vers son centre de gravité G , en une étoile supergéante E (fig. 1). Le tourbillon T aura, en général, une translation W dans le sens de son axe ; mais, tout en se condensant dans le sens de la hauteur pour former l'étoile E , il sera poussé en $T''T'_1$, à travers les nébuleuses, par celle qui aura la plus grande vitesse alliée à la plus grande densité.

Ainsi le proto-soleil doit sa vitesse de translation de 20 kilomètres-seconde à celles des nébuleuses noires originelles : il suffit, d'ailleurs, de constater que toutes les étoiles de notre univers sont, comme le Soleil, concentrées dans les deux grands courants de Kapteyn et plusieurs courants secondaires, pour justifier l'hypothèse faite des vitesses de translation V et V' des nébuleuses N et N' .

Cherchons à préciser l'histoire du tourbillon solaire en voie de condensation. Dans tout tourbillon, les matières denses sont à la surface SS , et les matières légères, le long de l'axe. Cette constitution devra se retrouver dans le Soleil condensé ; et, en effet, les protubérances métalliques ne se produisent que dans la région des taches, c'est-à-dire jusqu'à

la latitude maxima de $+35^\circ$; au delà, ce sont presque exclusivement des gaz légers, hydrogène et hélium, qui constituent les protubérances. Dans un milieu résistant, les matières denses conservent mieux leur énergie de rotation que les matières légères. Dans la condensation tourbillonnaire de l'étoile E , qui produira le Soleil, les parties extérieures les plus proches de l'équateur auront une vitesse de rotation plus rapide que celles des régions polaires. Ainsi la rotation de l'équateur se fait en vingt-cinq jours et celle des pôles,

en trente jours. La translation W du tourbillon en aplatisse l'extrémité

T et en fermera en pointe l'extrémité T' , qui, suivant les circonstances du frottement dans la nébuleuse, a pu abandonner dans son sillage les masses m , comme les tourbillons planétaires des planètes principales ont laissé dans leur sillage les petites planètes. Enfin, on peut trouver dans la condensation rapide des parties nord et sud du tourbil-

lon, sur les pôles de l'étoile supergéante EE , l'origine de son renflement périodique à l'équateur qu'on appelle *pulsation* et dont la période undécennale du Soleil est le résidu très amorti.

De la nébuleuse à l'étoile protosolaire

Combien a-t-il fallu de temps au tourbillon TT' pour se condenser en étoile protosolaire ? D'après l'épaisseur que nous avons trouvée pour la nébuleuse rencontrée par le proto-soleil (200 fois la distance du Soleil à la Terre), en admettant cette longueur pour celle du tourbillon stellaire du Soleil supergéant avec une masse égale à celle du Soleil, la condensation en sphère n'aurait pas exigé 200 ans. Même avec une masse

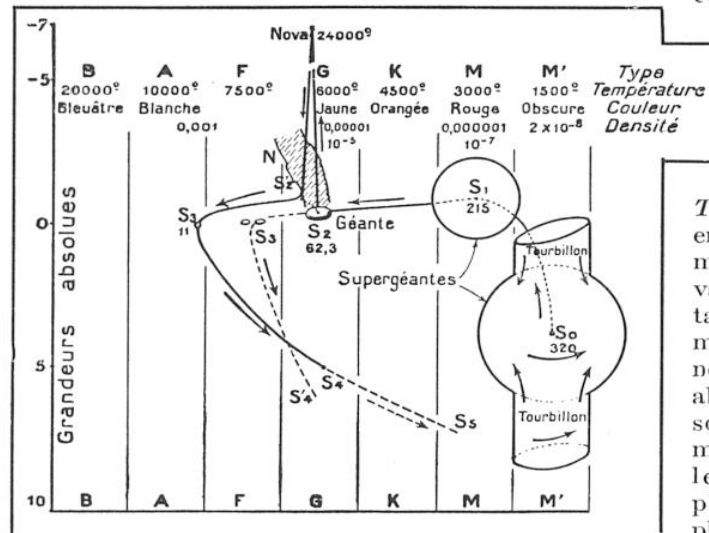


FIG. 2. — SCHÉMA DE LA PRÉHISTOIRE DU SOLEIL MONTRANT SA LIGNE DE VIE $S_0 S_1 S_2 S'_2 S_3 S_4$

On voit, sur ce schéma, avec leurs dimensions relatives, les rayons successifs de notre étoile, égaux respectivement à 320, 215, 62,3 11 et 1 rayons solaires, et leurs températures correspondantes à la surface. — En S_2 , le proto-soleil rencontrant la nébuleuse N a émis ses anneaux planétaires. — $S_4 S_5$ est la ligne de vie future du Soleil.

supérieure et une longueur plus grande, on voit que la condensation d'un tourbillon en étoile ne sera qu'une phase très courte dans sa vie, comme la phase embryonnaire est de peu de durée dans la vie de tous les êtres.

Puisque c'est par condensation du tourbillon qu'il a produit notre étoile supergéante de densité 2×10^{-8} , il fallait que sa densité ne dépassât pas 10^{-9} , ce qui conduit, pour les nébuleuses

noires génératrices, à une densité un peu inférieure à 10^{-10} : ces nébuleuses vont être maintenant traversées par l'étoile formée, ainsi que le montre la figure 1. Dès que sa température atteindra à sa surface 3.000° (type *M*), étant donné son grand rayon, 215 fois plus grand que celui du Soleil, son rayonnement et sa force répulsive de radiation vaudront 2.600 fois ceux de notre Soleil. Alors, dans sa randonnée à travers les nébuleuses, le protosoleil ne captera que les éléments denses n'ayant

rien à craindre de sa pression de radiation et repoussant loin de son sillage les gaz et éléments légers, de sorte que les *nébuleuses noires*, après avoir subi, par le passage de nombreuses étoiles, cet appauvrissement en éléments lourds, seront transformées en *nébuleuses gazeuses* (*H*, *He*, *OO++*, *Az++*) de très faible densité (10^{-15}) et brillant d'une luminescence électrique due aux chocs stellaires subis. Voilà l'évolution qui transforme les *nébuleuses noires et denses* en *nébuleuses brillantes et peu denses*, évolution qui est la contre-partie de la génération des étoiles.

Nous connaissons maintenant toutes les

phases principales de la préhistoire du Soleil : il suffit de les joindre par une « ligne de vie » $S_0 S_1 S_2 S_3 S_4$ (fig. 2), qui suivra le diagramme de Russel, où les grandeurs absolues (1) sont en ordonnées, et les types *B A F G K M* d'étoiles et leurs températures figurent en abscisses.

Il est logique d'admettre le type *M'* (au-dessous du type *M*) pour le protosoleil primitif obscur,

au-dessous de la température de 2.000° , parce qu'il n'était pas encore condensé. Sa grandeur absolue monte rapidement quand sa condensation le fait passer de 320 à 215 rayons solaires (rayon de l'orbite terrestre) au stade *S₁*. De *S₁* à *S₃*, la condensation réduit son diamètre, mais augmente sa température, en sorte que l'éclat global diminue peu. Mais, en *S₂*, la rencontre d'une nébuleuse *N* produit le phénomène formidable de la Nova protosolaire, qui donne naissance au



FIG. 3. — MAGNIFIQUE NÉBULEUSE SPIRALE DANS LA CONSTELLATION DE LA CHEVELURE DE BÉRÉNICE

système planétaire. A ce moment, la condensation, en accélérant la rotation du protosoleil, l'a fortement aplati, et sa force centrifuge à l'équateur a été maximum, car elle était très faible en *S₁* et *S₀*, et elle est, pour le Soleil actuel (*S₄*), seulement 1 : 12 de ce qu'elle était en *S₂*. On comprend bien ainsi comment les anneaux planétaires ont pu facilement échapper à l'attraction à l'équateur du protosoleil.

(1) On appelle *grandeur absolue* d'une étoile son éclat global apparent si elle était placée à la distance de 32,6 années de lumière ou 10 parsecs, c'est-à-dire 10 fois la distance où sa parallaxe serait de 1 seconde d'arc.

Subitement, la température de la surface du protosoleil monte de 6.000° à 24.000° (Nova protosolaire) par choc sur la nébuleuse, mais elle descend rapidement en S'_2 vers 6.000° par le rayonnement vers l'extérieur et vers le centre de l'astre géant. Pour cette raison, le protosoleil ne peut passer par les types A et B , bien qu'il ait atteint temporairement la température de 24.000° .

Mais en S'_2 , le protosoleil va suivre une *ligne de vie* supérieure à celle qu'il a suivie jusque là, parce qu'il a acquis une certaine quantité de chaleur due au choc et un peu de masse (environ 1 : 11 de la masse solaire) en traversant la nébuleuse. Le freinage de la rotation, dû au frottement de la nébuleuse, va progressivement diminuer l'aplatissement du protosoleil. Toutefois ce phénomène n'empêchera pas sa condensation qui devient de plus en plus lente en S_3 , où il a pu, pendant une courte période de sa vie, atteindre la température de 9.000 degrés.

De S_3 jusqu'en S_4 (Soleil actuel), la condensation ne peut plus produire autant de calories que le Soleil en perd par le rayonnement : sa « grandeur absolue » diminue donc beaucoup, mais très très lentement, en sorte que la durée du parcours $S_2 S_3 S_4$ peut être évaluée à 3 milliards d'années, soit 9 fois la durée du protosoleil géant de S_0 à S_2 ; d'ailleurs, de S_3 à S_4 , il est possible, suivant les théories modernes, où l'énergie de radiation correspond à une masse, que le Soleil ait perdu un peu de sa masse par son rayonnement. L'avenir du Soleil est marqué par la ligne

$S_4 S_5$, qui nous fait prévoir une diminution telle de son rayonnement que la vie aura certainement cessé sur la Terre quand le Soleil sera descendu au type M nain à 3.000° . Supposons enfin qu'en S_2 le protosoleil n'ait pas rencontré de nébuleuse dont le choc lui a procuré sa famille planétaire. Il aurait continué sa ligne de vie en $S_2 S'_3$, accroissant sa vitesse de rotation au point que son ellip-

soïde, très aplati, se serait coupé en deux dans une forme en *haltère*, pré-ludant à une division en deux étoiles moitié plus petites qui expliquent, suivant Jeans, la formation des étoiles doubles spectroscopiques, si fréquentes dans le ciel. Ces étoiles doubles, de peu de masse chacune, se refroidiraient vite, descendant rapidement de S'_3 en S'_4 .

Cette évolution, heureusement, n'a pas été celle de notre Soleil : elle fait comprendre cependant qu'il y ait beaucoup de soleils qui restent céliba-

taires et sans famille planétaire. Pour que des enfants planétaires naissent autour d'un soleil, il faut, comme la préhistoire du nôtre l'a montré, et comme nous venons de l'exposer, trois conditions : que le protosoleil atteigne, par sa condensation, un âge adulte où, en S_2 , sa force centrifuge soit maximum à l'équateur ; qu'à cet âge il y ait mariage avec une nébuleuse N et qu'enfin leur rencontre ait lieu avec assez d'énergie pour que la pulsation du protosoleil lui fasse émettre des anneaux planétaires par le renflement périodique de son équateur.

E. BELOT,

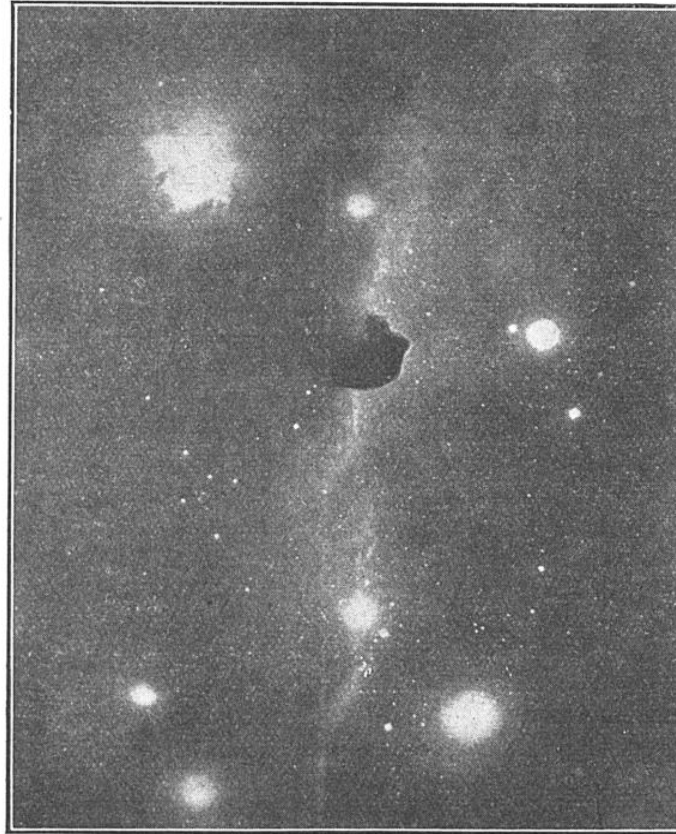


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE MONTRANT L'ASPECT D'UNE NÉBULEUSE OBSCURE DANS LA CONSTELLATION D'ORION

L'INTERCONNEXION DES CENTRALES ÉLECTRIQUES A PERMIS DE METTRE PARIS A L'ABRI DES PANNES D'ÉLECTRICITÉ

Par Jean LABADIÉ

La région parisienne consomme, par an, près de 2 milliards et demi de kilowatts-heure. Cette formidable énergie, indispensable à la vie même de la capitale, peut-elle lui faire défaut ? On se souvient de la récente « panne de courant » qui a affecté dernièrement la capitale de la Belgique, à la suite de l'incendie de la plus importante centrale de Bruxelles qui la priva instantanément de 100.000 kilowatts. Cependant, le soir même — le sinistre ayant eu lieu vers midi — le courant était rétabli, grâce au secours d'autres centrales du pays. Paris est-il à l'abri d'un pareil incident ? Tout d'abord, les usines modernes productrices d'énergie peuvent être établies, aujourd'hui, entièrement en béton armé, grâce à la suppression des fuites de vapeur, qui, jadis, obligeaient les ingénieurs à prévoir des plafonds en bois, pour éviter la véritable pluie résultant de la condensation de la vapeur. De plus, l'interconnexion des centrales, dont la France offre un exemple remarquable, assurerait l'alimentation en énergie de la capitale française, en cas de défaillance de l'une d'entre elles. Les puissantes centrales thermiques de Gennevilliers (1), de Vitry-Sud (2), d'Ivry-Port (3), de Saint-Ouen (4), d'Issy-les-Moulineaux (5) — auxquelles s'ajoutera bientôt celle de Saint-Denis — sont, en effet, reliées avec les usines hydroélectriques d'Eguzon (6), de Coindre (7) qui — avec celles en construction de la Truyère — drainent la houille blanche du Massif Central, toutes reliées entre elles, forment, en effet, un ensemble qui, grâce aux progrès de l'électrotechnique moderne, ne peut être désagrégé par l'arrêt momentané d'une usine.

LE 28 septembre dernier, un incendie d'une très grande violence mettait hors de service, en dix minutes, la plus importante centrale électrique desservant la capitale de la Belgique. Onze turbo-alternateurs furent mis hors de service, qui représentaient ensemble une puissance d'environ 100.000 kilowatts ; 36.000 kilowatts seulement purent être conservés en activité dans une station auxiliaire.

L'incendie ayant éclaté à 11 h 45, il s'ensuivit que la ville de Bruxelles fut privée de courant en plein travail : les journaux du soir, dont les imprimeries étaient mues à l'électricité, durent suspendre leur fabrication et renoncer à paraître. Les cinémas et les théâtres s'apprêtaient à faire relâche, et les épiceries épuisèrent, en quelques heures, leurs stocks de bougies. Mais, le soir, le cou-

rant était rétabli et les spectacles purent avoir lieu.

Voilà un incident d'une portée considérable dans la vie d'une capitale. Il constitue une des épreuves de la vie citadine future, qui sera de plus en plus « suspendue à un fil », au fil conducteur de courant.

Paris peut se demander à bon droit dans quelle mesure il est protégé contre pareille mésaventure. La réponse est nette : si la capitale française venait à être privée instantanément de 100.000 et même de 150.000 kilowatts dans la puissance électrique qui l'alimente, eh bien ! elle ne s'en apercevrait pas.

Rien ne serait troublé dans son service électrique. Tout au plus, les lampes de tel ou tel secteur cligneraient-elles ou tomberaient en veilleuse pendant quelques minutes. C'est ce que nous allons expliquer brièvement.

L'incendie n'est plus à redouter dans une centrale moderne

Et, d'abord, ce n'est plus que dans quelques centrales déjà anciennes qu'on ren-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 3.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 267.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 378.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 102, page 507.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 415.

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 105.

(7) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, page 269.

contre certaines dispositions favorables au développement d'un incendie.

Les relations de la presse, relatives à l'accident de Bruxelles, nous ont appris que le feu y avait éclaté dans le bac contenant l'huile de graissage d'un turboalternateur, et, de là, s'était propagé à la toiture de l'usine, constituée par « une charpente de

tivement chaude, prend, de ce fait, une tension de vapeur considérable. Si le plafond est une « paroi froide », la vapeur vient s'y condenser — et il pleut à jet continu dans la salle. Si le plafond est, au contraire, en matière isolante mauvaise conductrice du froid extérieur, la vapeur diffuse dans l'atmosphère, ne se condense pas et peut

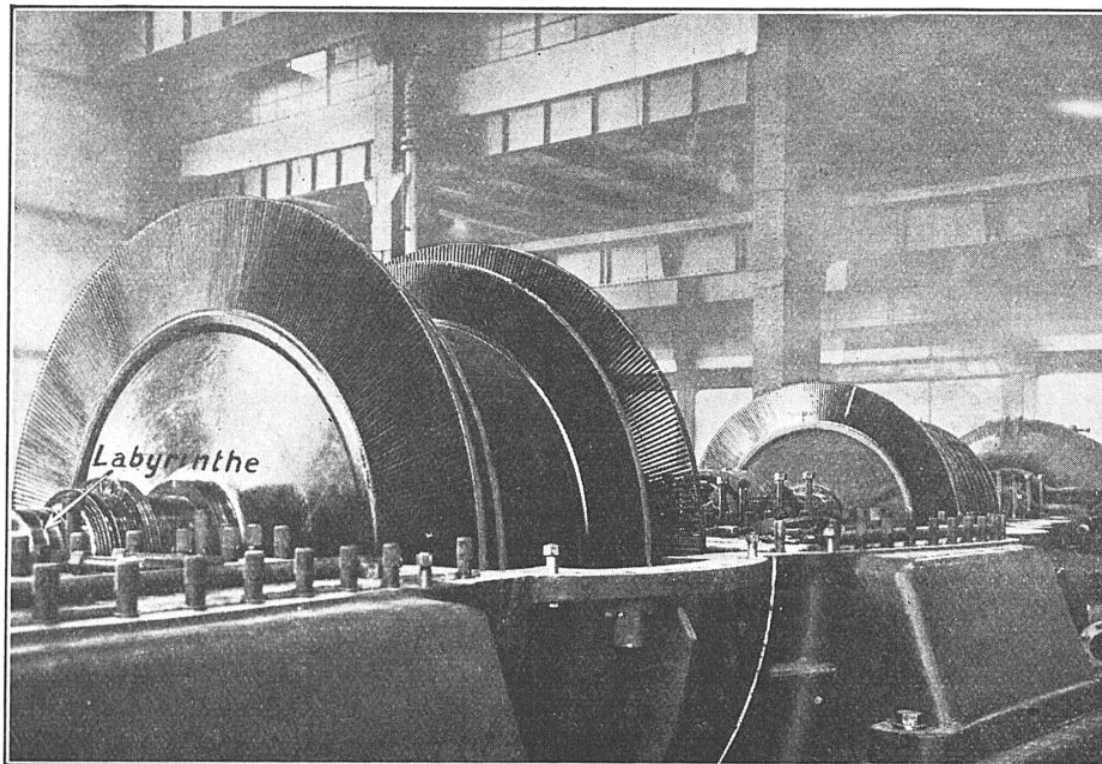


FIG. 1. — UN ORGANE IMPORTANT DES TURBINES A VAPEUR, LE « LABYRINTHE », QUI CONCOURT INDIRECTEMENT, MAIS EFFICACEMENT, A LA LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Grâce à ce labyrinthe, constitué par une suite de chicanes formées par des disques, les uns fixés à l'arbre tournant, les autres immobiles, la vapeur sous pression qui tend à fuir et à se répandre dans l'usine, est complètement condensée. Ainsi, il n'est plus besoin de construire le plafond de l'usine en bois, matériau inflammable — comme c'était le cas de la centrale de Bruxelles, récemment incendiée — pour éviter la pluie résultant de la condensation de la vapeur.

fer recouverte de bois », et qui s'écroula, toute en flammes, dans la salle des machines.

Cette architecture particulière peut, à bon droit, surprendre ; elle se justifiait cependant, dans une certaine mesure, en son temps ; en effet, les passages de l'arbre de transmission, au travers du corps d'une turbine, ne peuvent être assurés d'une étanchéité parfaite. La vapeur, qui se présente parfois (du côté turbine), à une pression assez élevée, s'échappe donc dans la salle des machines. L'atmosphère du hall, rela-

s'échapper par les ouvertures normales de ventilation de la salle. Telle est la raison d'être du funeste plafond en boiserie, dans les centrales aux turbines d'ancien modèle.

Ce problème de détail — il n'est pas de petits détails à cette échelle de la technique — est aujourd'hui résolu de la manière suivante, dans les centrales modernes comme celles qui équipent maintenant la région parisienne.

Prenons comme exemple la salle des machines de la centrale thermique la plus

parfaite de Paris, celle qui vient d'être inaugurée à « Vitry-Sud », sous le vocable de son constructeur aujourd'hui décédé, le remarquable technicien que fut Arrighi de Casanova.

Allons de suite au cœur de la difficulté que nous venons de montrer, aux « sorties » des arbres de turbine, telles qu'elles sont réalisées sur les turbines les plus modernes.

Il ne sort plus de ces joints un seul filet de vapeur. Nous comprendrons facilement

soit par arrosage direct avec de l'eau froide, soit par passage dans un petit condenseur auxiliaire placé à proximité de la turbine. Et, finalement, les sorties d'arbre ne laissent plus passer aucune vapeur, mais seulement de l'eau, qu'il est facile de récupérer.

Ceci acquis, l'architecte reprend toute sa liberté pour établir la toiture et les murs de la salle des machines dans le matériau qui lui convient. C'est ainsi que les salles des machines modernes peuvent être exé-

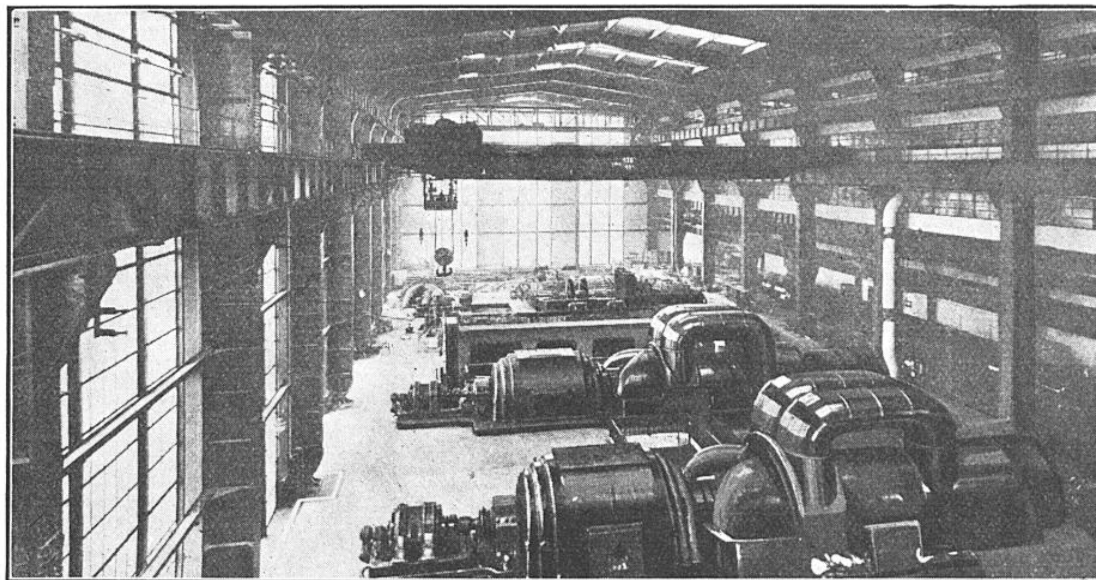


FIG. 2. — LA CENTRALE ÉLECTRIQUE MODERNE (VITRY-SUD, PRÈS PARIS), DÉBARRASSÉE DES FUITES INTÉRIEURES DE VAPEUR, PEUT ÊTRE ÉTABLIE EN BÉTON ARMÉ, C'EST-À-DIRE À L'ABRI DU DANGER D'INCENDIE PROVENANT DE L'UTILISATION DE MATÉRIAUX COMME LE BOIS

La masse d'huile de graissage de ces turboalternateurs de 55.000 kilowatts se chiffre par plusieurs tonnes. Cette huile, constamment en circulation et refroidie, n'a aucun contact avec l'extérieur, ce qui la met à l'abri du feu. Cependant, par précaution supplémentaire, une pompe, installée sous le réservoir d'huile situé dans le sous-sol immédiat du turboalternateur, peut évacuer en dix minutes les 10 tonnes d'huile d'un groupe si un danger quelconque était menaçant.

pourquoi, si nous dépouillons de sa carcasse l'ensemble turbomoteur mobile — ainsi qu'il apparaît sur la photographie, figure 1.

Les passages de l'arbre, qui pourraient laisser échapper des fuites de vapeur, comportent des « labyrinthes », c'est-à-dire une suite de chicanes constituées, du côté de l'axe tournant, par une série de disques fixés sur cet arbre, et, du côté de la carcasse, par une série de couronnes fixes dont les lames s'intercalent entre les disques tournants. La vapeur, s'échappant le long de l'arbre, est ainsi obligée de cheminer à travers ces étages successifs. Au sortir de ces labyrinthes, cette vapeur est condensée,

cutées entièrement en charpente métallique et béton armé.

Et voici, maintenant, comment, dans ces mêmes turbines modernes, l'huile de graissage est soustraite aux dangers d'incendie.

La masse d'huile nécessaire au graissage d'un grand turboalternateur se chiffre toujours par plusieurs tonnes. Elle peut s'élever à 10 tonnes pour des groupes de 55.000 kilowatts de puissance unitaire.

Cette huile est en perpétuelle circulation, au cours de laquelle elle est refroidie et filtrée. Il est donc tout indiqué de placer le réservoir nourricier du circuit de graissage dans le sous-sol immédiat avoisinant

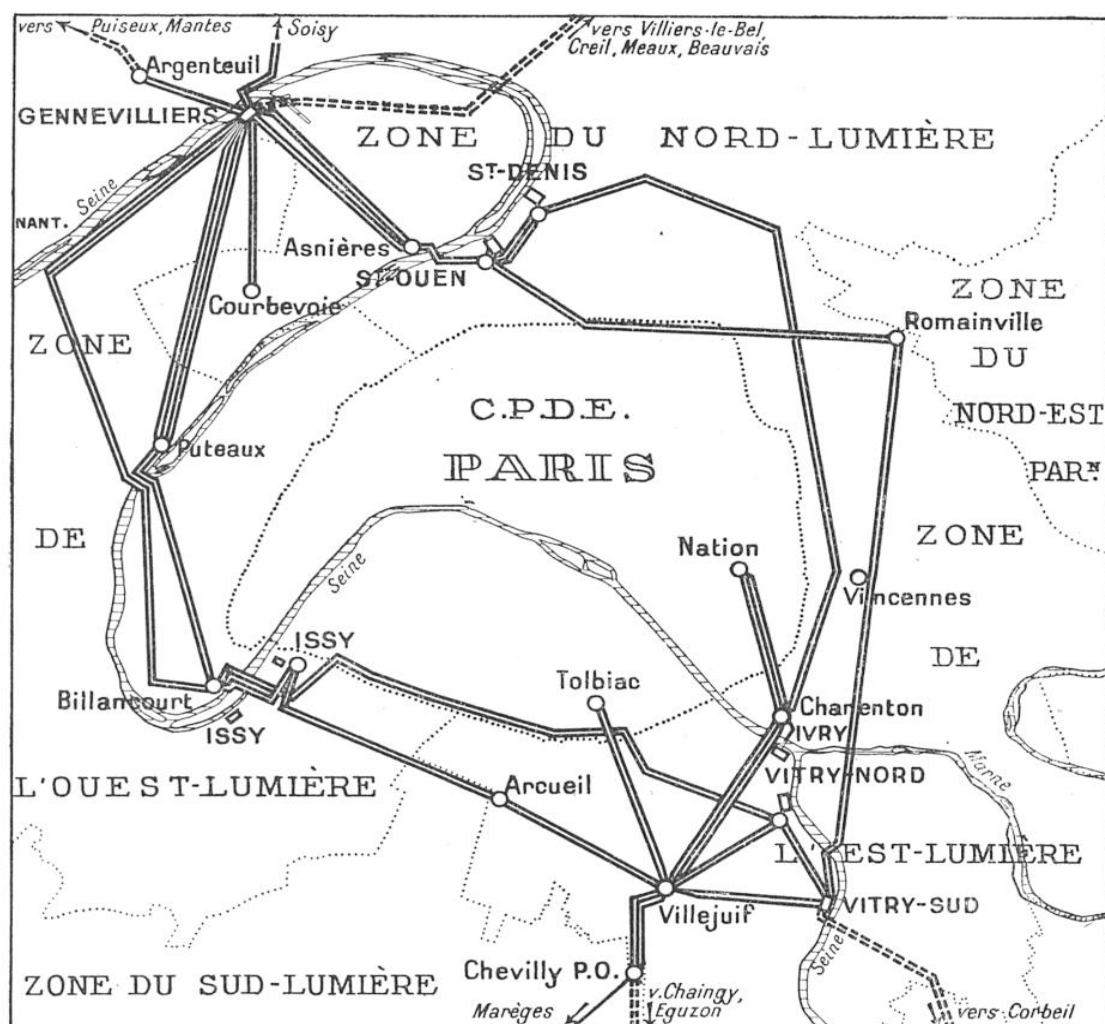


FIG. 3. — CARTE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE PARISIEN, TEL QU'IL FONCTIONNE À L'HEURE PRÉSENTE, MONTRANT L'INTERCONNEXION DES CENTRALES

Les centrales de grande puissance sont indiquées par des rectangles ; les sous-stations par des points blancs.

la machine. Ainsi, l'huile ne circulant plus qu'en vase clos, est à l'abri du feu qui pourrait se déclarer dans l'usine.

Mais, encore, voici une précaution supplémentaire réalisée sur certains groupes récemment mis en service : au-dessous du réservoir en sous-sol, une pompe a été installée, assez puissante pour évacuer, à l'extérieur de l'usine, en dix minutes, les 10 tonnes d'huile d'un groupe, dans le cas d'un danger quelconque.

Une installation de ce genre met l'usine électrique complètement à l'abri de l'accident survenu à Bruxelles. Elle l'empêche même de s'amorcer.

L'énorme puissance électrique mise au service de la région parisienne

Mais si l'incendie est ainsi relégué à l'arrière-plan des catastrophes possibles, celles-ci peuvent, malheureusement, se présenter sous d'autres formes,

De multiples incidents (orage, tornade, etc.) peuvent interrompre momentanément le service des lignes de transport qui amènent au réseau parisien l'énergie hydroélectrique du Plateau Central ou de celles qui, demain, y conduiront l'énergie du Rhin, du Rhône, des Pyrénées et des centrales thermiques du Nord de la France. Un ou plusieurs des

turboalternateurs d'une centrale thermique peuvent être mis totalement hors de service pour différentes causes, bien que les progrès réalisés dans les plus récentes installations rendent cette hypothèse de plus en plus improbable.

A ces éventualités, il convient donc que l'ensemble du réseau puisse parer instantanément. C'est ce que permet l'intercon-

suburbain extrêmement étendu. L'ensemble du système est alimenté par les principales centrales ci-après : celles de l'*Union d'Electricité*, Gennevilliers (350.000 kilowatts), et la Centrale Arrighi (Vitry-Sud), dont la puissance, actuellement de 220.000 kilowatts, sera portée ultérieurement à 500.000 kilowatts ; la centrale de Saint-Denis, de l'*Electricité de Paris*, dont la puissance est

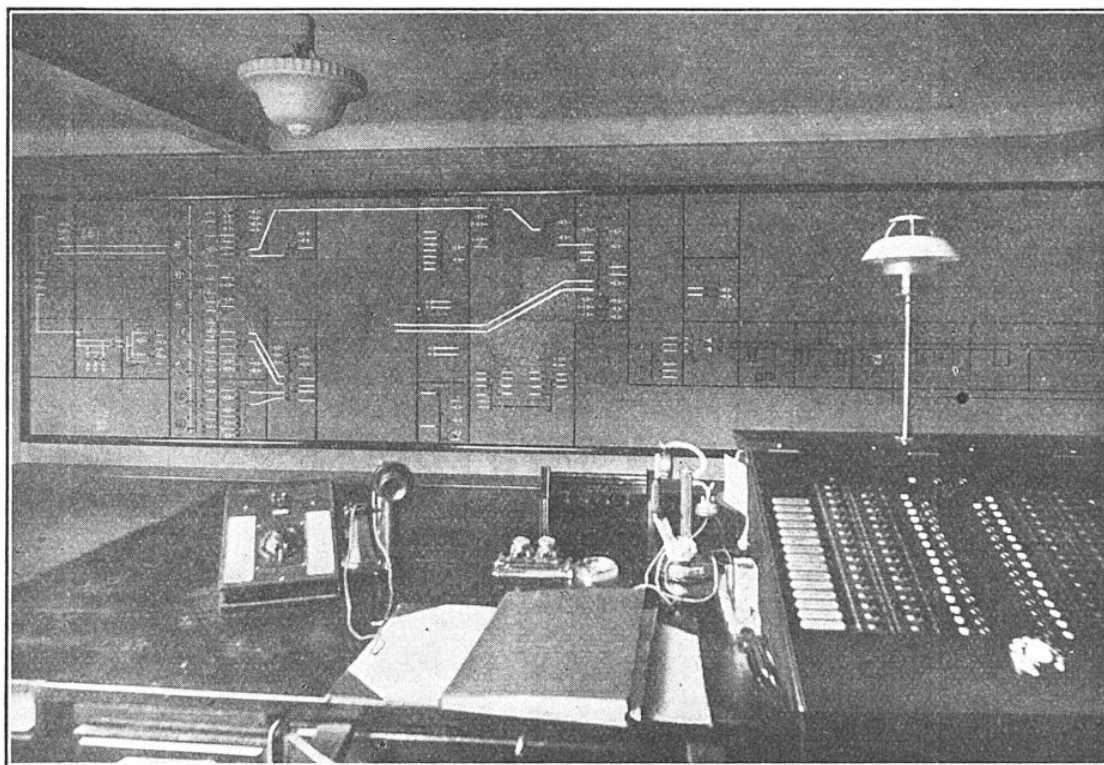


FIG. 4. — LE BUREAU DE « DISPATCHING » AU SIÈGE CENTRAL DE L'« UNION D'ÉLECTRICITÉ »
 Sur le mur du fond, le schéma général du réseau. Au bureau du « dispatcher », le téléphone à quarante lignes, qui permet à l'ingénieur d'intervenir immédiatement en chacun des points où ses ordres sont utiles.

nexion aujourd'hui réalisée entre les diverses usines centrales de la région parisienne.

Dans le cas de l'accident de Bruxelles, et bien que la Belgique soit déjà dotée d'un réseau d'interconnexion important, il semble que, par suite de circonstances que nous n'avons pas à analyser ici, l'efficacité de ce secours n'a pas été immédiate ni totale.

D'un autre côté, la carte, figure 3, limitée à la région parisienne, montre comment, à l'heure présente, la capitale française est « fortifiée », pourrait-on dire, au point de vue électrique.

L'ancien réseau, proprement urbain, se trouve maintenant flanqué d'un réseau

actuellement de 100.000 kilowatts, sera portée, dès le 1^{er} janvier 1933, à 250.000 kilowatts par la mise en service d'une nouvelle usine des plus modernes ; la Centrale d'Ivry (75.000 kilowatts) de l'*Electricité de la Seine* ; les deux centrales de Saint-Ouen (400.000 kilowatts) et d'Issy-les-Moulineaux (100.000 kilowatts) appartenant autrefois à la C. P. D. E.

A ces centrales thermiques, il faut ajouter les usines hydroélectriques du Massif Central, Eguzon (50.000 kilowatts), Coindre (50.000 kilowatts) et la Truyère, dont la première tranche (50.000 kilowatts) a été mise récemment en service, en attendant d'autres

accroissements. L'énergie produite par ces trois dernières usines est transportée à Paris par des lignes de plusieurs centaines de kilomètres, sous 90.000 et 220.000 volts de tension, et un important poste de couplage (photographie, fig. 6), situé à Villejuif, assure leur liaison avec le réseau général d'interconnexion de la région parisienne, lui-même constitué par des lignes souterraines à 60.000 volts et quelques lignes aériennes à la même tension, en grande banlieue.

Le réseau circum parisien distribue finalement plus de 750.000 kilowatts, qui deviendront, d'ici quelques années, 1 million de kilowatts.

Telle est la colossale puissance qui se trouve aujourd'hui fondue en un seul réseau — capable, par conséquent, d'affluer ici ou là, non seulement en raison des fluctuations normales de la consommation, mais encore, s'il le faut, en cas d'accident, vers la région frappée. Ainsi, le sang accourt spontanément cicatriser une blessure.

La réaction éventuelle d'un accident du réseau sur les usines centrales

Comment s'établirait la « réaction » à l'accident ?

Les usines réagiraient exactement comme elles font pour suivre les « pointes » quotidiennes de la consommation normale.

Pour comprendre ce mécanisme, conservons l'exemple de la Centrale Arrighi.

Quand la demande de courant s'intensifie, les chaudières accroissent leur débit de vapeur. Celui-ci, dans les modèles installés à la Centrale Arrighi, peut varier presque instantanément, pour chaque élément, de 75 tonnes à 135 tonnes à l'heure et même davantage. L'énergie fournie par les turbo-

alternateurs, d'une puissance unitaire pe 55.000 kilowatts, peut croître aussi rapidement dans la même proportion.

Cette réaction est automatique.

Une série d'organes, tant mécaniques qu'électriques, réalisent simultanément, en fonction du débit de vapeur demandé à la chaudière, le réglage des différents appareils auxiliaires de la combustion (ventilateurs et distributeurs de charbon pulvérisé). Ces différents appareils de réglage sont rassemblés à l'intérieur d'un pupitre de manœuvre placé en avant de la chaudière. Ce système de

contrôle fonctionne automatiquement.

Quant à l'énergie produite par les groupes turboalternateurs, elle est elle-même contrôlée du « cerveau » de l'usine, c'est-à-dire au « tableau de contrôle », établi dans un bâtiment séparé, à proximité de la salle des machines.

Là, le personnel de quart connaît à chaque instant et règle à distance le régime auquel marchent toutes les machines. Des transmetteurs d'ordres électriques relient, en outre, le pupitre de ce tableau général de

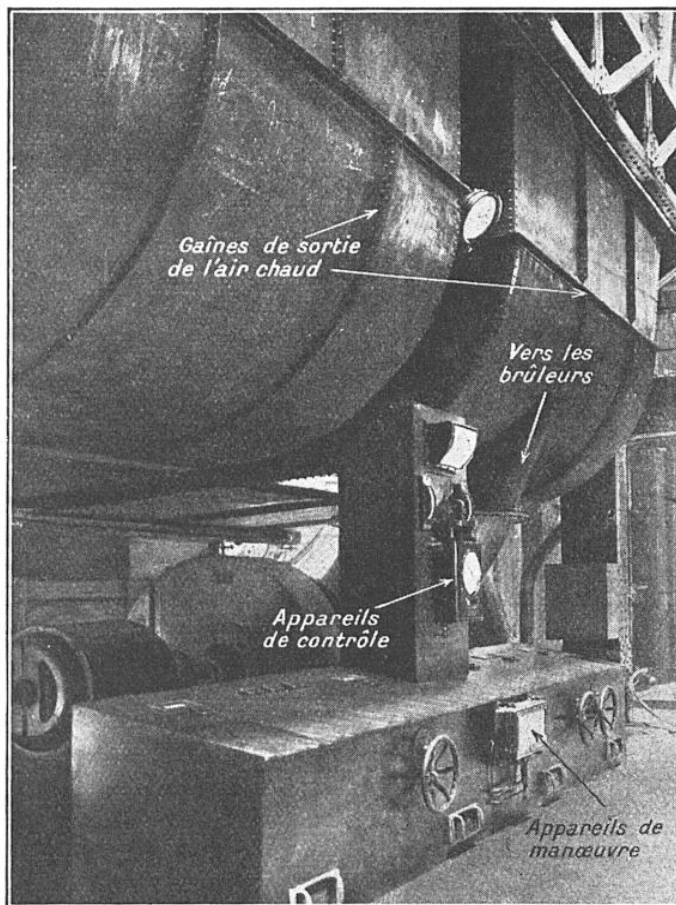


FIG. 5. - LES APPAREILS DE CONTRÔLE DE LA MARCHE DES CHAUDIÈRES (COMBUSTION ET VAPORISATION), AVEC LES APPAREILS DE MANŒUVRE AUTOMATIQUE QUI AGISSENT D'APRÈS LEURS INDICATIONS (CENTRALE DE VITRY-SUD)

contrôle aux tableaux individuels des machines.

Et ce tableau de l'usine reçoit lui-même les ordres du bureau central du *dispatching*, situé en ville, au siège central de l'*Union d'Electricité* (1).

Ce *dispatching* est un organisme que contrôle la *totalité* des usines productrices citées plus haut et du *réseau de distribution*.

Ce réseau est représenté par un vaste schéma lumineux appliqué au mur. L'ingé-

lable du *dispatcher* — de même que tout incident lui est immédiatement signalé.

Il prend en conséquence les mesures nécessaires.

Tel un joueur d'échecs dont une pièce viendrait à être mise hors de combat, le *dispatcher* remplacerait donc l'élément défaillant par un autre élément disponible ou, plus exactement, par un effort supplémentaire exigé de l'ensemble des usines demeurées intactes.

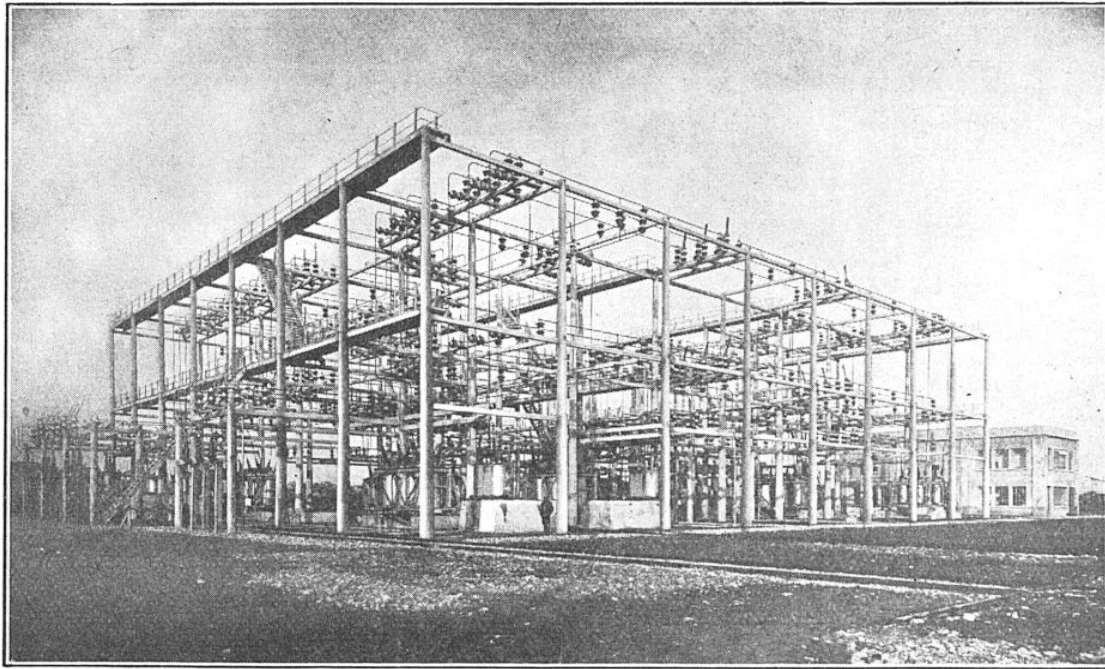


FIG. 6. — LE POSTE DE VILLEJUIF OU S'EFFECTUE LA CONNEXION DU RÉSEAU PARISIEN AVEC LES LIGNES ÉLECTRIQUES DU PLATEAU CENTRAL

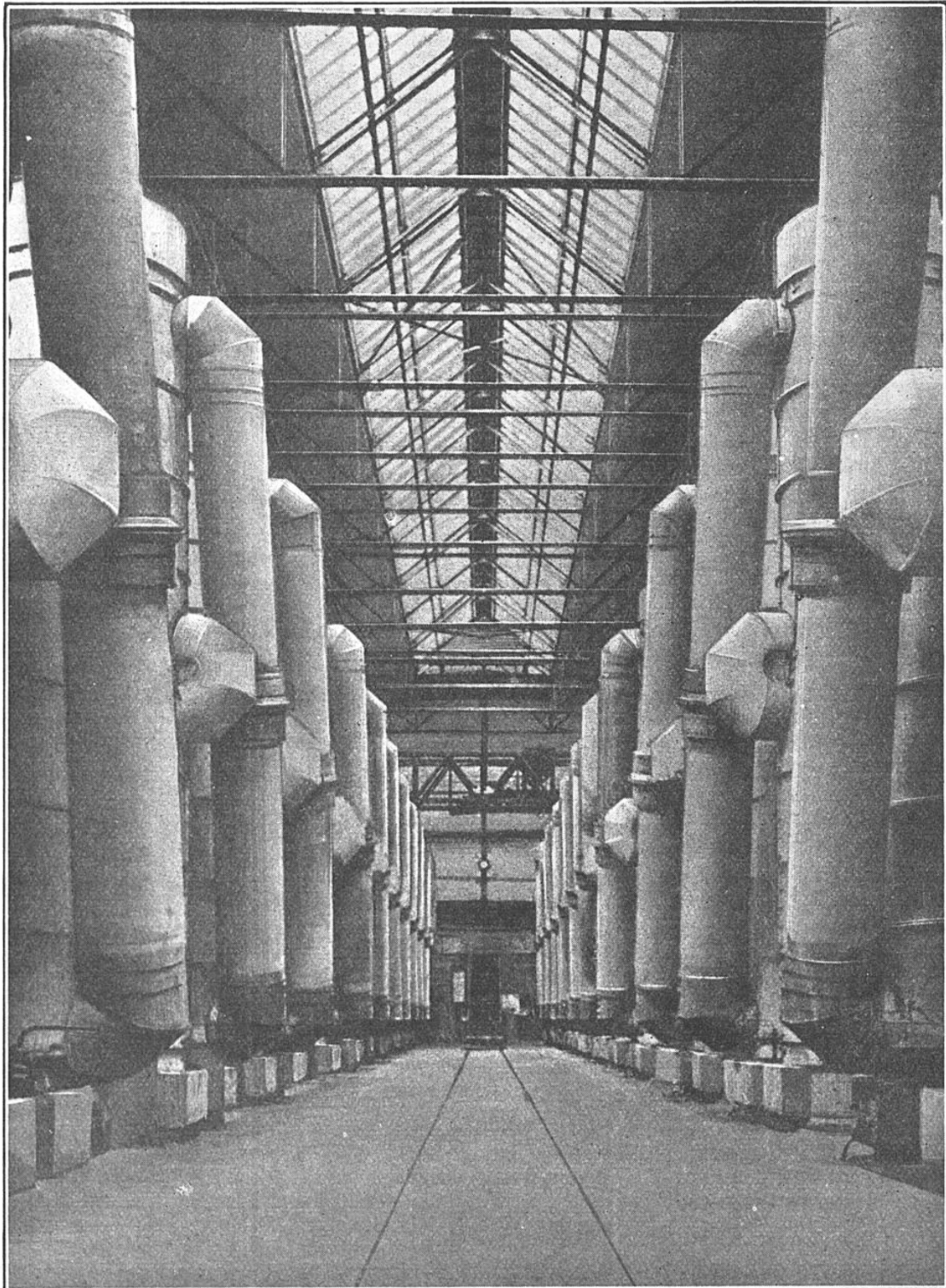
nier de quart dispose, ici, de plus de quarante lignes téléphoniques qui lui permettent de communiquer, sans le moindre retard, avec tous les postes et sous-stations à 90.000 volts situés entre Paris et les centrales hydrauliques du Massif Central, ainsi qu'avec ces dernières et avec toutes les usines et stations à 60.000 volts de la région parisienne. De petites lampes, allumées ou éteintes, et des barettes mobiles rendent ce schéma vivant en indiquant à chaque instant la position des organes de manœuvres (interrupteurs et sectionneurs) de ce réseau. Au fur et à mesure des manœuvres, l'ingénieur de quart, ou *dispatcher*, met à jour ce schéma total du réseau. Aucune manœuvre n'est faite sur le réseau sans un ordre préa-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 281.

Nous comprenons maintenant la raison d'être profonde du groupement, sans cesse plus étendu, des réseaux électriques — lequel tend inévitablement à la fusion, en un super-réseau unique, de toute l'énergie électrique du territoire.

Cette organisation progressive est la condition de « discipline » indispensable à la marche régulière de l'alimentation du pays en électricité. Et nous comprenons maintenant comment Paris, en cas d'accident grave à ses centrales urbaines ou suburbaines, pourrait compter sur les réserves d'eau accumulées dans le Plateau Central pour franchir sans à-coup cette passe difficile. Les techniciens auraient un « coup dur » : la Ville l'apprendrait seulement par les journaux.

JEAN LABADIÉ.



USINE DE FABRICATION DE L'HYDROGÈNE PAR CONTACT DE L'OXYDE DE CARBONE ET DE LA VAPEUR D'EAU SURCHAUFFÉE A 500 DEGRÉS EN PRÉSENCE D'UNE MASSE DE CONTACT

LES INDUSTRIES DE SYNTHÈSE

COMMENT ON TRANSFORME LA HOUILLE EN PÉTROLE

Par C. MATIGNON

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

La consommation mondiale des dérivés du pétrole (essences, huile pour moteurs Diesel, mazout pour le chauffage) s'accroît sans cesse. Aussi cherche-t-on depuis longtemps, tant pour s'affranchir des pays producteurs qu'en prévision d'un épuisement des sources naturelles de pétrole, à fabriquer ces produits par voie de synthèse en partant de la houille, des lignites, ou d'autres corps à base de charbon. Cette synthèse, qui consiste à fixer de l'hydrogène sur du carbone, est maintenant réalisée sur le plan industriel. Les premiers essais ont été faits dans cette voie en Allemagne. Mais c'est en Angleterre que les résultats les plus notables ont été obtenus jusqu'à présent. On arrive, en effet, à fabriquer une tonne d'essence à partir de 3 tonnes 6 de houille. Ce résultat est, comme on le voit, déjà des plus appréciables. Toutefois, l'essence synthétique est encore trop chère pour lutter avec l'essence naturelle dans l'état actuel du marché international des produits pétroliers.

LES combustibles constituent la matière première fondamentale de l'industrie ; les nations qui disposent de combustibles peuvent seules disposer des grandes industries métallurgiques qui alimentent les usines de constructions métalliques, susceptibles de produire économiquement tous les appareils nécessaires à l'application des différents procédés de transformation mécanique ou chimique des matières premières en produits commerciaux.

Les combustibles se divisent en deux groupes importants : les combustibles solides, constitués essentiellement par la houille sous ses différentes formes avec les lignites, et les combustibles liquides, c'est-à-dire le pétrole naturel, auquel s'adjoignent, pour une part insignifiante, les produits liquides obtenus comme goudron dans la préparation du gaz d'éclairage ou du coke métallurgique par décomposition pyrogénée de la houille.

Les combustibles liquides forment la source de l'essence qui alimente les moteurs des automobiles et des avions, ainsi que les moteurs fixes des petites industries ; des produits plus lourds : gas oil, huiles pour Diesel, sont consommés dans les moteurs à combustion interne du type Diesel ou semi-Diesel ; enfin les mazouts, combustibles liquides de densité encore plus élevée, interviennent de plus en plus dans le chauffage des fours ou des générateurs de vapeur. Les

besoins mondiaux en combustibles liquides augmentent rapidement, par suite du développement incessant des appareils consommateurs.

Quelle est la constitution des combustibles ?

Tous les combustibles sont formés essentiellement de carbone et d'hydrogène, auxquels sont adjoints, en proportions variables, trois éléments secondaires : l'oxygène, le soufre et l'azote.

Les combustibles liquides sont plus riches en hydrogène que les combustibles solides. Par exemple, dans une houille bitumineuse, riche en produits volatils, nous trouverons 95 de carbone pour 5 d'hydrogène ; dans une essence, la proportion se modifie en faveur de l'hydrogène : 88 de carbone pour 12 d'hydrogène. Dans les parties lourdes du pétrole naturel, la teneur relative en hydrogène diminue d'autant plus que la densité est plus élevée ; par exemple, les huiles moyennes, qui passent à la distillation du pétrole après l'essence, dosent environ 9 d'hydrogène pour 91 de carbone, et les produits lourds, qui viennent ensuite, ne contiennent plus que 7 d'hydrogène pour 93 de carbone.

Quand on chauffe le charbon dans une cornue close, on obtient à la fois du gaz d'éclairage, un coke résiduaire et une petite quantité d'un combustible liquide sous forme

de goudron. Au cours de cette décomposition pyrogénée, l'hydrogène de la houille évolue en se concentrant dans le gaz et le goudron et en diminuant, au contraire, dans le coke.

La proportion de goudron obtenue est toujours très faible par rapport au poids de houille décomposée. Dans les industries du gaz et du coke métallurgique, on opère cette décomposition à haute température, 1.000° au moins. On peut également chauffer à température plus basse, vers 600° à 700° au maximum ; la proportion du goudron est un peu plus élevée. Ce mode opératoire s'appelle la carbonisation à basse température, par opposition avec l'opération effectuée vers 1.000°, qui est dite carbonisation à haute température.

Dans la carbonisation à basse température, une houille dite bitumineuse fournit environ 9 % de son poids en goudron, alors que la carbonisation à haute température n'en donne que 6 %. Les combustibles liquides lourds peuvent être transformés partiellement en liquides légers (essence) par l'opération du *cracking* pratiquée par les pétroliers.

La division du pétrole naturel en produits de densités différentes s'opère, comme nous l'avons déjà dit, par la distillation, qui fournit d'abord l'huile légère ou essence, puis les huiles moyennes (pétrole lampant) et enfin les huiles lourdes (gas oil, fuel oil, mazout). En chauffant à température convenable, sous pression, les combustibles lourds, ceux-ci éprouvent une décomposition (*cracking*) qui entraîne une nouvelle répartition de l'hydrogène et, comme conséquence, la transformation partielle en essence de ces produits lourds. Les besoins en essence dépassant de beaucoup ceux du gas oil ou du mazout, on comprend l'intérêt que présente le *cracking* pour les pétroliers.

L'importance croissante des combustibles liquides dans la vie moderne, leur rôle capital pour la défense nationale, avec des

armées de plus en plus motorisées, ont appelé l'attention des savants et des inventeurs sur le problème de la transformation de la houille en combustibles liquides. Ce problème, envisagé du point de vue chimique, se ramène à une fixation d'hydrogène sur la houille.

De Berthelot, père de l'hydrogénation, à Bergius, prix Nobel de chimie

C'est Berthelot qui, le premier, a montré, en 1869, la possibilité d'obtenir un mélange de carbures liquides à partir de la houille. En traitant un échantillon de charbon de la

Compagnie Parisienne du Gaz par une solution concentrée d'acide iodhydrique à 280° pendant douze heures, il a transformé les deux tiers de la houille en un produit liquide

formé par un mélange de carbures d'hydrogène dont le poids représentait 60 % de celui de la houille primitive. Dans ces conditions, l'acide iodhydrique se décompose en fournissant de l'hydrogène qui se fixe sur le charbon pour engendrer

un goudron liquide. L'importance de cette réaction ne lui avait pas échappé ; dans le texte de son mémoire, il souligne, par une impression en italique, les conclusions de son travail : *la houille est ainsi changée en huile de pétrole*.

Wladimir Ipatieff, le savant chimiste russe, indiquait, trente-cinq ans plus tard, une nouvelle méthode pour fixer de l'hydrogène sur les composés organiques. Traiter ces matières par le gaz hydrogène, sous une pression élevée de l'ordre de 200 à 300 atmosphères, à une température pouvant atteindre 300°, en présence d'un catalyseur hydrogénant, tel que le nickel.

Bergius a appliqué la méthode générale d'Ipatieff à l'hydrogénation de la houille, en supprimant le catalyseur et en substituant à son action celle d'une température plus élevée. Voici comment procédait Bergius dans son usine de Rheinau, près de Mannheim, en 1920, à l'époque où j'ai visité cette usine.

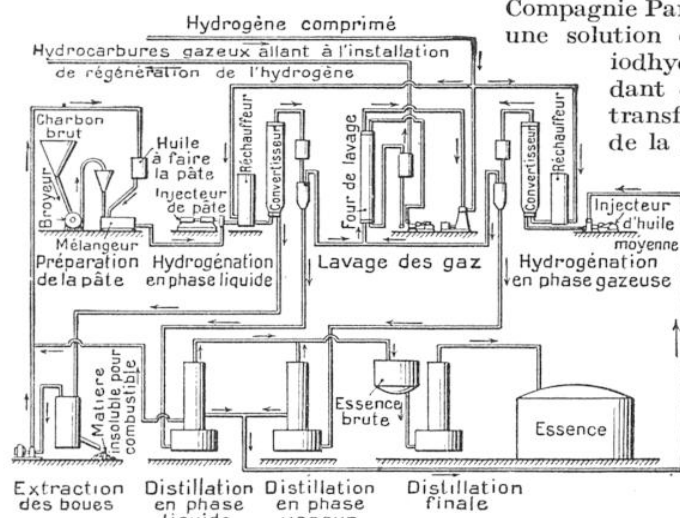


FIG. 1. — DISPOSITIF SCHÉMATIQUE D'UNE INSTALLATION D'HYDROGÉNATION DE LA HOUILLE

La houille pulvérisée est mise en suspension dans un produit liquide provenant d'une opération précédente, puis chauffée, avec de l'hydrogène, à une température de 430° et sous une pression d'environ 230 atmosphères. Avec une opération d'une durée de quelques heures, on obtient une transformation intégrale de la houille en un goudron liquide constitué par un mélange d'hydrocarbures et en carbures gazeux qui se mêlent à l'hydrogène en excès.

Une distillation sépare ce goudron en essence pour automobiles dans la proportion de 30 %, en huiles pour moteurs Diesel dans la même proportion, en huiles lourdes type mazout, pour une fraction égale de 30 %, et les 10 % complémentaires s'éliminent à l'état d'hydrocarbures gazeux.

Tels sont, en gros, les résultats obtenus par Bergius, en opérant, à cette époque, sur une échelle semi-industrielle.

MM. Kling et Florentin ont repris le problème de l'hydrogénation des matières organiques en se préoccupant de trouver des catalyseurs susceptibles d'activer les réactions. Les chlorures métalliques anhydres, tels que le chlorure d'aluminium, le perchlorure de fer, se comportent comme des catalyseurs très actifs pour l'hydrogénation ; ils permettent, par exemple, de transformer facilement les phénols contenus dans les goudrons de pyrogénéation de la houille en carbures cycliques générateurs, qui forment d'excellents carburants antidétonants.

La Société Badoise, actuellement l'« I. G. Farben », a suivi MM. Kling et Florentin dans la voie de l'hydrogénation, en présence de catalyseurs actifs, et elle a étudié son

application au traitement des lignites, dont elle possède de puissants gisements dans le voisinage immédiat de son usine de Leuna, à Merseburg-sur-Salle.

Profitant de l'expérience acquise, aussi bien dans la préparation de l'hydrogène que dans le maniement des gaz sous haute pression, elle a installé, près de son usine d'ammoniaque de Leuna, une immense usine de produits pétrolifères synthétiques fabriqués à partir des lignites (voir figure page 140).

J'ai visité, à Merseburg, cette vaste usine de pétrole synthétique qui occupe une surface voisine de un kilomètre carré. Elle comprend les appareils continus d'hydrogénation et la raffinerie chargée de séparer du produit brut l'essence et les huiles lubrifiantes qui y sont contenues. Sa capacité de production annuelle était alors de 100.000 tonnes d'essence.

L'effort britannique

Mais il appartenait aux techniciens britan-

niques de faire faire un nouveau et très réel progrès au problème de l'hydrogénation.

En effet, en 1922, était installée la « Fuel Research Station », avec mission d'étudier le problème de la transformation des charbons bitumineux anglais en combustibles liquides ; dès 1926, les résultats obtenus étaient si encourageants qu'un syndicat fut fondé pour construire une usine capable de travailler sur une échelle semi-industrielle. Dans ce syndicat intervenaient le gouvernement britannique et l'« Imperial Chemical Industries », qui groupe la grande industrie chimique britannique. Un accord fut passé entre le gouvernement et le docteur Bergius, qui devenait, en quelque sorte, conseil tech-

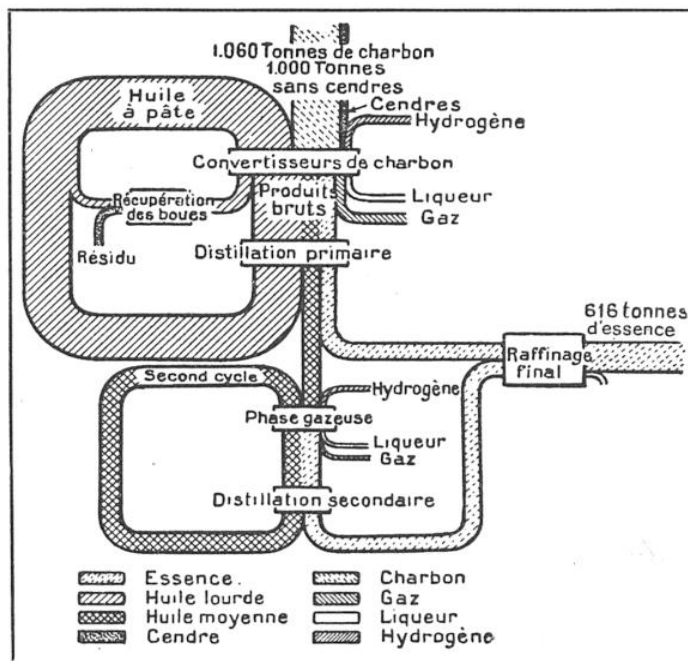


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT LES DIVERSES PHASES DE TRANSFORMATION QUE SUBIT LE CHARBON AU COURS DU PROCÉDÉ D'HYDROGÉNATION

Les quantités figurant sur ce schéma se rapportent à une installation traitant 1.000 tonnes de charbon par jour.

nique du syndicat et devait intervenir dans la discussion des résultats fournis par le laboratoire.

Les appareils de la « Fuel Research Station », fonctionnant d'une façon continue avec une capacité de traitement de une tonne de houille par jour, avaient établi la possibilité d'obtenir un rendement en huile assez intéressant, correspondant à 50 % du poids de la houille, 20 % en produits gazeux et 15 % sous forme d'un résidu constitué par un produit partiellement transformé.

L'« Imperial Chemical Industries » installa alors, à Billingham, près de son usine d'ammoniaque synthétique, un appareillage susceptible d'hydrogéner 15 tonnes de houille par jour ; les progrès réalisés dans ces dernières années conduisent aujourd'hui au résultat suivant, qui, par comparaison aux précédents, permet de mesurer tout le chemin parcouru par les expérimentateurs de Billingham.

Une tonne d'essence est extraite de trois tonnes et demie de houille

A partir du charbon pur, c'est-à-dire supposé sec et débarrassé de ses cendres, on peut préparer, en essence, 63 % du poids de la houille, c'est-à-dire qu'il convient de traiter environ 1 t 6 de charbon pur pour obtenir 1 tonne d'essence. Comme la production de l'hydrogène et les besoins de l'usine en force et vapeur entraînent une consommation complémentaire de 1 t 55, on en conclut qu'il faut utiliser en tout 3 t 15 de charbon pur ou 3 t 6 de houille brute pour fabriquer la tonne d'essence synthétique.

L'hydrogène absorbé par le charbon représente 8,8 % du poids de la houille, ce qui conduit, en ajoutant les 5,6 % qui préexistent dans le produit naturel, à une teneur finale de 14,4 % dans l'ensemble des corps de la réaction. L'hydrogénation s'opère en deux stades. Dans le premier, on traite une pâte formée par le charbon finement pulvérisé et une huile lourde, produit résiduaire de l'opération. Cette pâte est assez fluide pour être maniée par des pompes qui l'intro-

duisent d'une façon continue dans le convertisseur vertical, où la pression de l'hydrogène est de 200 à 250 atmosphères ; des catalyseurs appropriés ont été préalablement introduits dans la pâte. L'hydrogénation s'effectue à la température de 450° ; les produits liquides formés s'échappent à l'état de vapeur avec les gaz circulant d'une façon continue ; ils se condensent dans des réfrigérants, tandis que les gaz, débarrassés des dernières traces de vapeur par leur contact avec du charbon absorbant actif, s'en vont ensuite à l'usine d'hydrogène, où ils sont utilisés pour la régénération de cet élément.

Le liquide condensé est soumis à la distillation pour en séparer l'essence ; la partie complémentaire, constituée par une huile moyenne, est de nouveau hydrogénée, cette fois à l'état de vapeur, en présence d'un catalyseur et dans les mêmes conditions de température et de pression que précédemment. L'huile moyenne est alors transformée en essence : c'est le second stade de l'hydrogénation.

Le premier convertisseur laisse un résidu, non volatil dans les conditions de température et de pression auxquelles il est soumis, qui fournit après décantation l'huile

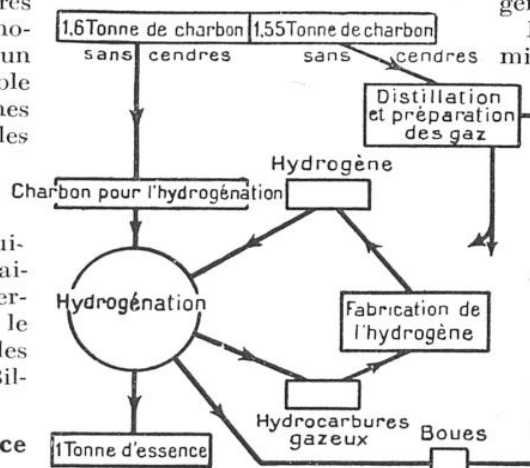


FIG. 3. — BILAN CALORIFIQUE DE L'HYDROGÉNATION DU CHARBON

Sur ce schéma, les surfaces sont proportionnelles aux valeurs calorifiques des matières utilisées pour produire une tonne d'essence.

employée pour la formation de la pâte avec du charbon pulvérisé. La figure 1 donne le plan schématique de l'usine de Billingham, comprenant la pulvérisation du charbon et la fabrication de la pâte, l'hydrogénation de la pâte dans un premier convertisseur, la petite usine de lavage des gaz, la distillation des liquides condensés, puis l'hydrogénation de l'huile moyenne de synthèse dans le deuxième convertisseur, hydrogénation effectuée, cette fois, sur le liquide à l'état de vapeur ; enfin, la séparation de l'huile résiduaire provenant du premier convertisseur en huile pour pâte et une fraction insoluble contenant les cendres. Une deuxième figure (fig. 2) condense dans un schéma le principe des diverses opérations effectuées à partir de 1.000 tonnes de charbon pur ou son équivalent, 1.060 tonnes de charbon brut.

La méthode anglaise est d'une souplesse remarquable. On peut, suivant la durée et

les conditions des opérations, obtenir surtout de l'essence ou bien un mélange à proportions déterminées d'essence et de produits plus lourds. Il est donc facile d'adopter la fabrication d'un pays à ses besoins en essence, gas oils, huiles lubrifiantes et mazout.

L'essence synthétique se comporte bien dans les moteurs ; ses qualités ne sont pas inférieures à celles de l'essence du pétrole naturel. En perfectionnant sa fabrication, on espère même obtenir une essence plus antidétonante.

Le même procédé s'applique à la transformation des produits lourds du goudron de houille en produits légers. Nos voisins annoncent, dans ce dernier cas, un rendement de 80 % en essence.

Les goudrons primaires, c'est-à-dire ceux obtenus dans la distillation à basse température, se comportent également bien dans l'opération de l'hydrogénation.

Les données acquises à la suite d'une marche continue et prolongée de l'usine de Billingham, ont permis d'établir solidement un programme du traitement de 1.000 tonnes de houille pure par jour.

Le procédé anglais sera-t-il généralisé ?

Une semblable usine produirait annuellement 213.000 tonnes d'essence avec une consommation totale de 850.000 tonnes de houille. La marche régulière de cette usine exigerait une main-d'œuvre de 2.000 ouvriers, à laquelle il faut adjoindre les mineurs chargés de l'extraction du charbon, ce qui fait un total d'environ 5.000 ouvriers.

Le coût de l'installation serait de 7 à 8 millions de livres or, ce qui correspond, pour une tonne d'essence, à une immobilisation initiale d'environ 4.400 francs papier.

On a même envisagé l'idée d'ériger une usine capable de libérer complètement la Grande-Bretagne de tous ses besoins en produits dérivés du pétrole : essence, gas oil, mazout. Une telle usine devrait produire un ensemble de 10 millions de tonnes en essence et produits lourds synthétiques, ce qui exigerait une consommation de 30 millions de tonnes de houille et une main-d'œuvre totale de 200.000 hommes, 90.000 à l'usine et 100.000 dans les houillères. On a évalué la dépense d'installation à 33-38 millions de livres or.

Le prix de revient de l'essence est de 0 fr 80 par litre. Avec les prix de vente actuels, un petit bénéfice pourrait être réalisé, mais insuffisant pour assurer une rémunération convenable du capital. Si les prix de l'essence se relevaient suffisamment, ce

qui n'est pas impossible dans l'avenir, alors l'essence synthétique pourrait concurrencer l'essence naturelle.

Les promoteurs du projet reconnaissent, dans l'état actuel des choses, une intervention de l'Etat comme absolument nécessaire pour rendre le procédé sûrement viable. Le subside de l'Etat serait légitimé par les raisons suivantes :

1° Une industrie nouvelle serait créée qui augmenterait la sécurité et les moyens de défense de la Grande-Bretagne ;

2° Les houilles britanniques trouveraient un nouvel emploi ;

3° Le nombre de chômeurs serait diminué.

Si ces raisons militent en faveur du projet, il en est d'autres, au contraire, qui sont manifestement à l'encontre de ce même projet : le prix de revient du pétrole naturel est extrêmement bas. Le litre d'essence, dans un port anglais, à bord du bateau importateur, ne dépasse pas 29 centimes français, alors que les droits de l'Etat atteignent 70 centimes ; l'écart entre la somme de deux et le prix de vente au consommateur représente la somme des bénéfices réalisés par le producteur et tous les intermédiaires.

L'Etat anglais n'a donc aucun intérêt à subventionner un procédé qui lui supprimerait ses droits fiscaux. Les produits pétroliers importés en Grande-Bretagne apportent au Trésor la somme énorme de 7.200.000 livres or. Seules des considérations impérieuses de défense nationale pourraient lui imposer une semblable politique.

On peut donc considérer comme certain que le projet de l'« Imperial Chemical » attendra des jours meilleurs pour être réalisé.

Quoi qu'il en soit, il était important de signaler le grand progrès technique réalisé par nos amis anglais dans la solution de ce vaste problème : le remplacement du pétrole naturel par un produit semblable dérivé du charbon.

Il n'est pas douteux, d'ailleurs, que, dans son état actuel, le mode opératoire anglais présente encore une large marge de perfectionnement. Les études de laboratoire vont continuer à le faire progresser, et, dans un temps qui n'est peut-être pas éloigné, les prix de revient seront suffisamment abaissés pour que l'« Imperial Chemical Industries » établisse elle-même, seule ou avec la collaboration des compagnies houillères, une grande usine de carburant synthétique sans aucun subside de l'Etat. La vitesse du progrès technique, à notre époque, permet tous les espoirs.

C. MATIGNON

QUE PEUT-ON ATTENDRE DE L'AÉRONAUTIQUE EN 1933 ?

Par Edmond BLANC

CAPITAINE AVIATEUR, INGÉNIEUR E. C. P. ET E. S. A.

L'aviation, comme l'automobile, a dépassé le stade des grandes révolutions. Les performances remarquables accomplies par les avions, la régularité et la sécurité de l'exploitation des lignes aériennes prouvent, en effet, que l'avion est aujourd'hui un appareil bien au point, aussi bien en ce qui concerne la construction de la cellule que l'établissement des moteurs. C'est donc à des perfectionnements de détail que nous assistons d'une manière générale, en attendant que les solutions particulières et d'avant-garde, telles que l'autogire et l'avion sans queue, aient fait leurs preuves. Toutefois, une technique définitive ne s'est pas encore imposée aux constructeurs. Ainsi, si le métal semble de plus en plus employé, le bois a encore ses partisans et la conjugaison de ces deux matériaux paraît l'emporter. De même, biplans et monoplans sont toujours à l'honneur, ailes épaisses et ailes minces se partagent les faveurs des techniciens. Nous devons, cependant, enregistrer l'amélioration de la sécurité par l'aile à fente, l'accroissement de la vitesse par l'étude approfondie des formes (meilleure finesse) et du refroidissement. Il faut signaler également les progrès de l'aviation de tourisme, grâce à une commande plus facile des appareils. Dans tous ces domaines, il nous a donc paru opportun de « faire le point » en exposant ici les tendances modernes de l'aéronautique, non seulement d'après la dernière exposition de Paris, mais aussi en faisant état des conceptions des constructeurs, que notre collaborateur a recueillies.

POUR faire « le point » de la construction aéronautique, au seuil de cette année, il ne suffit pas d'analyser le dernier Salon. Il convient de dégager, d'une exposition forcément incomplète, les *tendances véritables*, en scrutant la pensée des constructeurs et en faisant état de *leurs projets*.

Ce Salon, heureux mélange d'avions éprouvés et de *formules nouvelles*, provoquait des critiques en tous sens, les uns n'accordant intérêt qu'aux prototypes en essais, dont les autres mettaient en doute les possibilités. Avant de conclure, dégageons les indications générales qui ressortent de l'examen des divers types d'avions en construction tant en France qu'à l'étranger.

Impression d'ensemble sur l'aviation de demain

On peut, dès l'abord, résumer ainsi les impressions qui dominent les tendances de l'aviation moderne : construction *entièrement métallique* et le règne des *moteurs à compresseur*. Elle marque, pour l'aile basse, une faveur nouvelle.

Comme tendances de second plan, signalons la mode opportune de l'*hypersustentation*, dont nous parlerons plus loin, une recherche de meilleure *visibilité*, une fidélité nécessaire à la *sécurité* et au *confort*

et des conquêtes nouvelles pour la *vitesse* et la *finesse*, cependant que la vieille querelle entre *monoplans* et *biplans* semble s'apaiser, tant il est vrai que la construction aéronautique ne reste pas longtemps dans les *brancards* de règles despotiques, mais oscille autour de *sages compromis*. Elle ne brûle jamais complètement ce qu'elle a adoré, et telle sera l'idée de fond de cette étude. A travers un *choix de doctrines d'égale force*, la technique de l'aviation reste mobile.

Pas de mystères. Ni révolution, ni miracles, mais une évolution déterminée par le prodigieux labeur des chercheurs.

Une vieille querelle : bois ou métal

Le duel des matériaux paraît entrer dans une phase nouvelle : le *duel*, demain, sera *duo*. Certes, la construction métallique domine, mais la construction en bois a ses fidèles, et la *construction mixte* gagnera sans doute du terrain, grâce à diverses opinions qui se font jour à travers une meilleure expérience. Il fallait plusieurs années, en effet, pour établir le bilan des avions « tout-métal » et pour peser le pour et le contre, en nous gardant d'avis trop catégoriques.

Voici, par exemple, le *Blériot 110* de *Bossoutrot* et *Rossi*. Ce monoplane, à aile surélevée, compte parmi les gloires de la

construction en bois, avec son fuselage monocoque en tulipier, cependant que, chez le même avionneur, le *Santos-Dumont*, vaisseau exposé à *Suresnes*, présente une construction métallique fort réussie, revêtement à part.

On sait, par ailleurs, ce qu'une conception judicieuse a pu obtenir dans le genre « tout acier » de Louis Bréguet (comme son cargo-trimoteur) où apparaît une très heureuse simplicité due à la *concentration des structures essentielles* dans la charpente. Nous parlerons par ailleurs du *Saïgon*, beau navire

obtenus avec les alliages légers, nous devons noter la dérogation de *Dewoitine* à cette tendance, en faveur de son avion-école. Les avions *Bernard* montrent, tant dans le domaine militaire que civil, une grande estime pour le bois. Construction moins coûteuse, assure-t-on, et, en cas de difficultés extérieures, plus sûre dans sa production. On doit méditer aussi sur les risques courus par l'appareil dans un service un peu dur. Un mauvais choc, et voilà l'avion métallique atteint d'un *mal surnois* qui se prolonge dans ses vertèbres. Dans un engin en

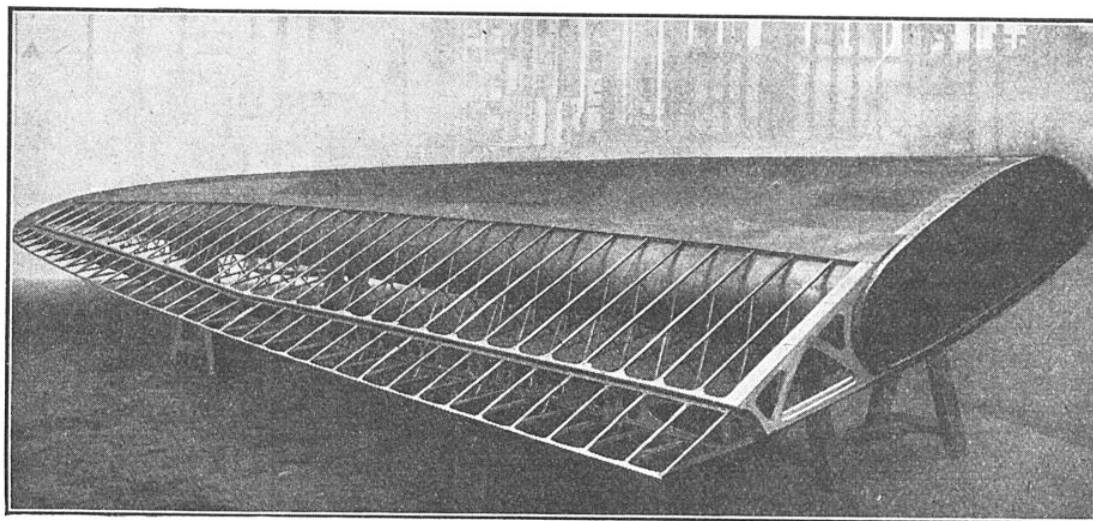


FIG. 1. — STRUCTURE DE L'AILE DU « KELLNER-BECHEREAU », AVEC LE CORPS CREUX, RÉALISÉE JUSQU'À CE JOUR EN BOIS ET, RÉCEMMENT, EN TOLE LÉGÈRE

Grâce aux alliages légers utilisés, l'aile ne pèse que 5 kilogrammes et demi au mètre carré.

tout en métal ; mais, dès maintenant, nous devons répondre au reproche relatif à la complexité et la difficulté de réparation des machines métalliques. L'intérêt d'un matériau dépend de la manière dont on s'en sert. Le métal a, comme le bois, ses servants habiles. Néanmoins, on peut redouter pour lui les inconvénients de la *corrosion*, le souci de poids et de *prix de revient*, les difficultés d'outillage et de main-d'œuvre. En revanche, avantages d'un matériau plus homogène que le bois et moins sensible aux intempéries.

Le bois (qu'on dit plus rebelle aux *vibrations*) exige une série de *contrôles minutieux* et, parfois, une fabrication plus lente. Cela nous indique, en passant, que, dans ce bilan, il faut encore distinguer entre le temps de guerre et le temps de paix, et tenir compte de la rigueur des services imposés.

Si *Wibault* expose les brillants résultats

spruce ou hêtre, le mal, localisé, trouve plus vite son remède. Ainsi, sans prolonger une telle dissertation fertile en controverses, devons-nous conclure (sous réserves de la méthode employée et de l'usage imposé aux machines) que, là plus que partout ailleurs, la sagesse tient dans un *compromis* en faveur de la construction mixte.

Monoplans et biplans

Ce chapitre se trouve lié intimement à celui des *ailes épaisses* et des *ailes minces*. Il y a deux ans, sous l'influence des résultats obtenus par les ingénieurs allemands, le monoplan à aile épaisse apparut comme le dieu du jour. Depuis, à la suite d'avaries aux machines de *Hugo Junkers*, on s'aperçut que leur construction présentait des difficultés, et leur utilisation, des avantages contestables. Les *Italiens* et les *Anglais*, en effet, demeu-

raient fidèles aux profils *minces* et aux cellules *biplanes*, adaptant aux besoins nouveaux ces formules anciennes, mieux connues et longuement éprouvées. On s'apercevait que tous ces mâts et ces haubans, hier réprouvés par les aérodynamiciens, revenaient mieux en cour auprès des ingénieurs réalisant des cellules biplanes plus légères que les monoplans, grâce à ces haubans, hier importuns, aujourd'hui mieux étudiés et conférant la solidité sans affliger l'ap-

de circonspection et des amendements issus de l'expérience. En France, Morane-Saulnier a montré tout le parti qu'on pouvait tirer du monoplan classique, *parasol* à aile semi-épaisse et haubanage rigide, tandis que l'aile en porte-à-faux compte encore beaucoup d'habiles utilisateurs, comme Farman ou Dewoitine, comme Hanriot, grand vainqueur de la Coupe Michelin, ou Wibault-Penhoët, créateur de remarquables aéronefs de transport et qui emploie des ailes d'épais-



FIG. 2. — UN BEL EXEMPLE DE BIPLAN : L'AVION DE SPORT « BREDA 19 »

Cet appareil est autostable dans toutes les positions de vol et à tous les régimes du moteur.

pareil de résistances passives inquiétantes. Là encore revenaient d'anciennes conceptions raffinées par une habileté nouvelle.

Certains prouvèrent qu'ils savaient s'en servir, comme Hawker, en Angleterre, où Bristol battit Fokker en matière de finesse et Caproni en Italie. Notons cependant que, dans ces mêmes pays, Breda, Short et Vickers demeuraient fidèles à l'aile monoplane en porte-à-faux.

En tout cas, l'aile *ultra-épaisse* de Junkers vit décliner sa vogue, qui annonçait l'*aile volante*, et si l'on continua à établir des voilures en porte-à-faux, ce fut avec plus

seur relative décroissante, à profils dits *évolutifs*.

Par ailleurs, Bréguet et Lioré conservent aux sesquiplans et aux biplans leur amitié ancienne, encore que ce dernier change d'avis quand il passe de l'utilisation civile à l'utilisation militaire. Toujours ce retour à la sagesse qui assouplit les doctrines, ainsi que le prouvent Hanriot, qui construit aussi des biplans, et Blériot, dont l'avion de record est monoplan, tandis que son *Spad 91-7*, sur lequel Massotte triompha, nous offre la silhouette biplane d'un *sesquiplan renversé*. Ce Spad semble, d'ailleurs, mêler les sesquiplans habituels de Louis Bréguet à cette

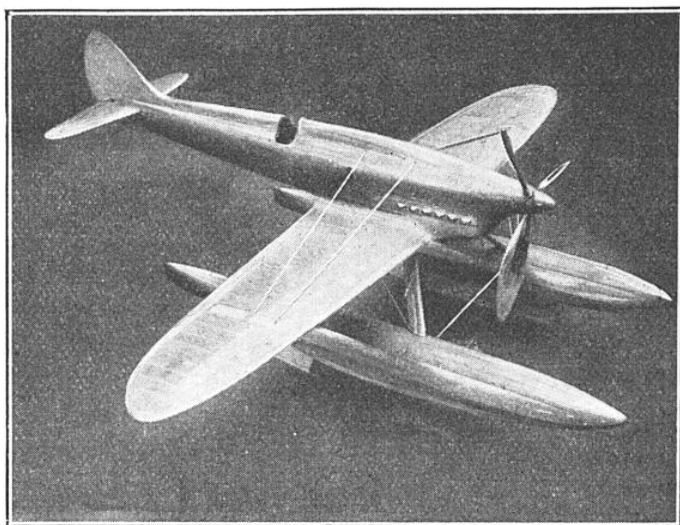


FIG. 3. — UN REMARQUABLE EXEMPLE D'HYDRAVION D'ÉTUDE ET DE VITESSE (« DEWOITINE »)

Remarquer la « casserole » d'hélice, très pointue, et le raccordement des lignes des cylindres aux ailes, donnant à l'appareil une forme très pure et une grande finesse.

autre controverse de l'aile haute et de l'aile basse prolongée hors du domaine des monoplans, où elle se cantonne d'ordinaire et dont nous allons dire deux mots.

Ailes hautes et ailes basses ont leurs partisans

Dans le domaine de la position des ailes, nous devons enregistrer, pour l'aile surbaissée, des adhésions nouvelles.

Voici, tout d'abord, quelques considérations sur les avantages des ailes surbaissées.

La *vitesse maximum* d'un avion est d'autant plus grande qu'il est plus chargé au mètre carré. C'est, notamment, le propre des engins de chasse ou de course. Mais la *vitesse minimum*, celle de l'atterrissage, varie de la même manière. L'aile surbaissée soustrait l'avion à cet antagonisme dans une mesure appréciable, grâce à un phénomène d'*interaction* du sol sur l'aile. Quand celle-ci est très abaissée, elle comprime l'air entre le sol et elle-même, au moment du contact avec le terrain. Ce *matelas d'air* ne se dérobant pour ainsi dire plus, prisonnier qu'il est entre deux surfaces rapprochées, assure une *sustentation* meilleure en même temps qu'un *freinage* plus efficace. Son immobilité relative accroît le *frottement* sur le plan au ras du sol, d'où une augmentation de la *trainée*, c'est-à-dire de la résistance à l'avancement.

De la sorte, l'aile surbaissée permet, à

égalité de vitesse à l'atterrissage, une meilleure charge au mètre carré ou une réduction de surface. En outre, le centre de gravité se trouve abaissé et l'aile, d'un seul tenant, offre, avec la cabane posée sur elle, un ensemble plus rigide qui présente deux vertus capitales : il permet un plus grand allongement et, par suite, une meilleure maniabilité (1) (ce qui infirme le reproche fait à l'aile basse de devenir dangereuse pour certaines évolutions), et, en cas d'atterrissage forcé, c'est cet ensemble, ce plancher rigide, qui encaisse le choc, protégeant de tout mal les passagers, ainsi que l'ont prouvé d'intempestifs atterrissages sur le ventre de Junkers, en terrains défavorables.

Dans la construction Wibault-Penhoët, le profil évolutif (2) précédemment cité accorde, en outre, une certaine constance à la portance maximum. Cela apparaît sur la polaire (fig. 4). Elle s'écrase au sommet, dans la région où, d'ordinaire, elle fait le gros dos, sa valeur maximum persistant entre certaines limites de l'angle d'attaque.

(1) Un plus grand allongement rend l'avion plus sensible aux commandes.

(2) Dont l'épaisseur varie le long de l'aile.

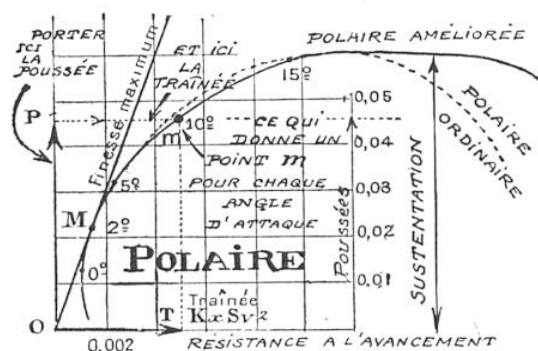


FIG. 4. — LA POLAIRE D'UNE AILE EST OBTENUE EN PORTANT EN ABSCISSES LA RÉSISTANCE A L'AVANCEMENT (TRAINÉE) ET EN ORDONNÉES LA FORCE DE SUSTENTATION (POUSÉE), EN FONCTION DE L'ANGLE D'ATTAQUE. On voit ci-dessus, en pointillé, la polaire d'une aile ordinaire et, en traits pleins, celle d'une aile à profil évolutif ; dans ce dernier cas, la valeur maxima de la sustentation se maintient pour des variations plus grandes de l'angle d'attaque.

Dans un domaine tout différent, celui des *avions sanitaires*, l'aile basse joint aux avantages précités une émouvante qualité, comme en témoigne la petite civière volante créée par Marcel Bloch : pour la mise en place du blessé, des haubans auraient gêné. Au contraire, l'aile basse, pourvue de *glissières*, sert opportunément de point d'appui pour l'installation la plus douce du malade.

Dans l'ensemble, l'aviation française agit avec un prudent discernement. Elle accorde tour à tour à l'aile haute et à l'aile basse sa confiance, et l'on voit ainsi les *Farman 355* et *400* utiliser alternativement l'une et l'autre de ces dispositions. De même, le *Dewoitine 500* et le *Dewoitine 560*, car il faut considérer le souci de *visibilité*, grande gêne pour l'aile basse et qui fait prime dans le domaine militaire ou sportif, comme dans celui du tourisme.

Signalons enfin que l'aviation polonaise partage de même, entre les deux ailes, ses faveurs et que, chez nous, le *Spad 91-7* a l'allure d'un *sesquiplan renversé*, à seule fin de faire jouer à son aile inférieure un rôle favorable en utilisant, comme il vient d'être

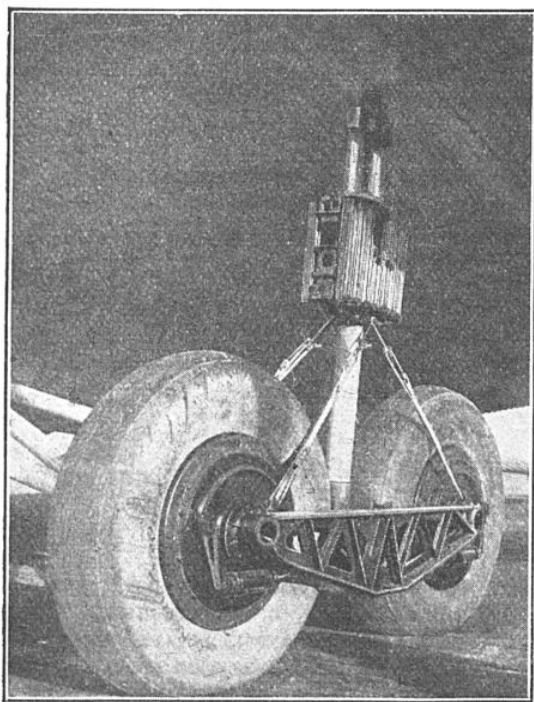


FIG. 5. — TRAIN D'ATERRISSAGE DU « JUNKERS » A ROUES JUMELÉES

On voit, sur la gauche du train, le puissant amortisseur de l'avion géant.



FIG. 6. — LE TRAIN D'ATERRISSAGE ESCAMOTABLE DU « BLÉRIOT »

On remarque le logement ménagé pour la roue qui se relève latéralement dans l'intérieur de l'aile.

dit, le matelas d'air sur lequel se pose, en fin de voyage, l'aile surbaissée.

L'hypersustentation accroît la sécurité ; la finesse améliore la vitesse

Sous ce vocable d'*hypersustentation*, on désigne l'amélioration de la portance aux faibles allures, alors que la vitesse réduite affaiblit les réactions des gouvernes et, par suite, l'autorité du pilote menacé, pour peu que dure cet état de perte de vitesse, d'une *rupture d'équilibre* suivie de glissade ou de vrille.

L'hypersustentation, méthode inaugurée par Handley-Page, avec son aile à fente (1) et appliquée avec succès en France par Henry Potez et Morane-Saulnier, aboutit donc à un véritable *accrochage* de l'avion à l'atmosphère, grâce à l'aile à fente, ou à volets, ou l'aile à bec de sécurité.

Depuis quelque temps, la méthode a gagné en efficacité, grâce à la *fente combinée avec le volet de courbure*. A l'atterrissage ou aux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 376

faibles vitesses, l'aile devient beaucoup plus porteuse, ce qui conduit à de très remarquables *écarts de vitesse*, écarts indispensables aujourd'hui à tout appareil revendiquant à la fois *vitesse et sécurité*. Lors du concours de sécurité, le *Heinkel* réalisa un écart de 1 à 4, c'est-à-dire qu'il pouvait atterrir à 65 kilomètres à l'heure, tout en donnant un maximum de 260 kilomètres en vol horizontal. Citons, au hasard des exemples, en France, le *Couzinet* et le *Caudron*.

Le *Caudron Superphalène*, exposé, ces temps derniers, au Grand Palais, nous

ont fait l'objet de recherches tenaces et ont permis également des gains appréciables.

Vers des vitesses de plus en plus considérables

Un grand pas a été fait vers la vitesse par le double moyen d'un moteur puissant suralimenté ou d'une cellule débarrassée de toute résistance passive évitable, comme le *Blériot 111* en donne un exemple très personnel avec son *train d'atterrissage relevable*. Ce train s'escamote entièrement dans l'épaisseur de l'aile où un logement le reçoit.

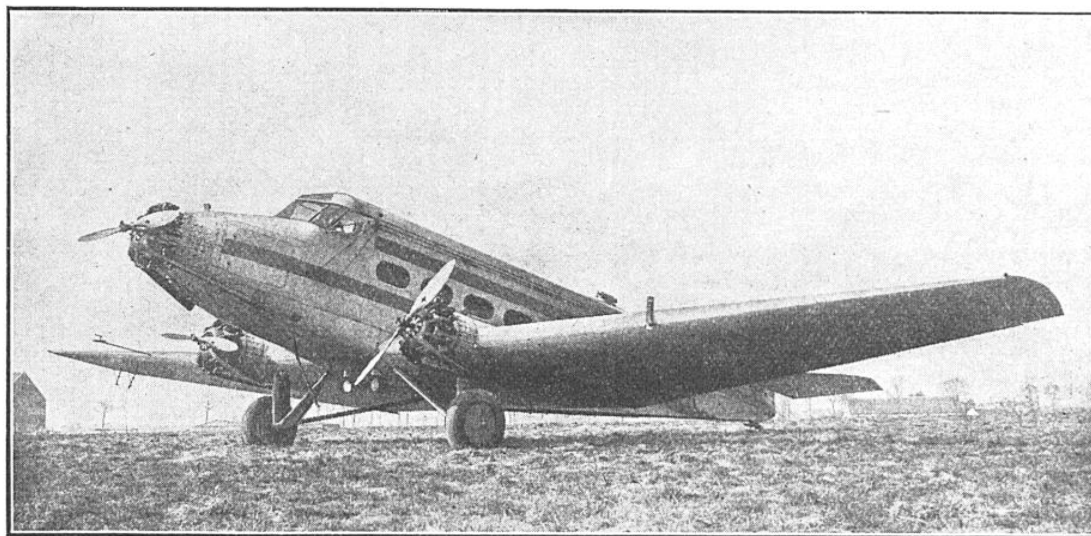


FIG. 7. — TRIMOTEUR DE TRANSPORT « WIBAULT-PENHOET », DE LA « C. I. D. N. A. »

La cabine est construite à la manière d'un véritable wagon de luxe et repose sur l'aile surbaissée, construite d'un seul tenant et entièrement métallique comme le reste de l'appareil.

montra un dispositif autostable fort intéressant, composé de deux *volets de portance* articulés sur le longeron arrière et de deux *volets de gauchissement* articulés sur un faux longeron. Le déplacement de ces quatre volets vers le bas modifie la courbure, alors que leur déplacement vers le haut correspond à un accroissement de vitesse. Cet avion peut atterrir à 60 kilomètres à l'heure, tout en donnant 200 kilomètres à son allure maximum, obtenue avec un simple moteur de 100 ch. Voilà qui apporte au tourisme de nouveaux arguments de sécurité, sans en réduire les agréments attendus de la vitesse. L'amélioration de la vitesse a, d'ailleurs, été poursuivie pour tous les appareils, grâce à la réduction des résistances passives pour un accroissement incessant de la finesse. Le capotage du moteur, l'étude poussée des conduites intérieures, le carénage des roues,

Le relevage du train, commandé de la cabine par dynamo à manivelle, demeure irréversible et robuste au point de permettre un atterrissage, avec train incomplètement baissé, sans autre risque que les avaries infligées ainsi à l'hélice.

Le *Lorraine-Hanriot*, avec lequel Marcel Haegelen réussit, en 1931-1932, un magnifique doublé dans la Coupe Michelin, a donné naissance à un type amélioré, le *L.-H. 130*, dans lequel le capotage annulaire du moteur a fait gagner 22 kilomètres de vitesse horaire, de telle sorte que cet appareil atteint 315 kilomètres en vitesse maximum, ce qui en fait une excellente machine pour un service postal rapide, de sorte que nous n'avions plus rien à envier aux Etats-Unis à ce propos.

La performance de Massotte, recordman de vitesse sur 500 kilomètres, appelle à nouveau notre attention vers le *Spad 91-7*,

bolide trapu capable de 355 kilomètres à l'heure, à 4.000 mètres, et dont on verra, dans le *Spad 510*, un successeur auquel un Hispano de 500 ch permettra de crever aisément le plafond des 10.000 mètres.

Mais, si nous nous reportons au dernier Salon, une mention particulière doit honorer un hydravion d'étude et de course désigné par le matricule *H.-D. 412*.

Avec ses ailes brèves, ses longs flotteurs, cet appareil aux formes très pures semblait

calories? Le bolide a une *double peau* dans laquelle circulent l'huile et l'eau, et il y a, de la sorte, des radiateurs partout.

Mais il y a également dans l'aile une *circulation d'air*. L'air entre en pression à l'aiselle et sort vers le milieu de l'extrados, en succion.

En matière de vitesse, nous regagnons peu à peu le terrain perdu sur l'étranger, puisque le type *500*, de la même firme, atteint le 380 à l'heure. Il grimpe à 6.000

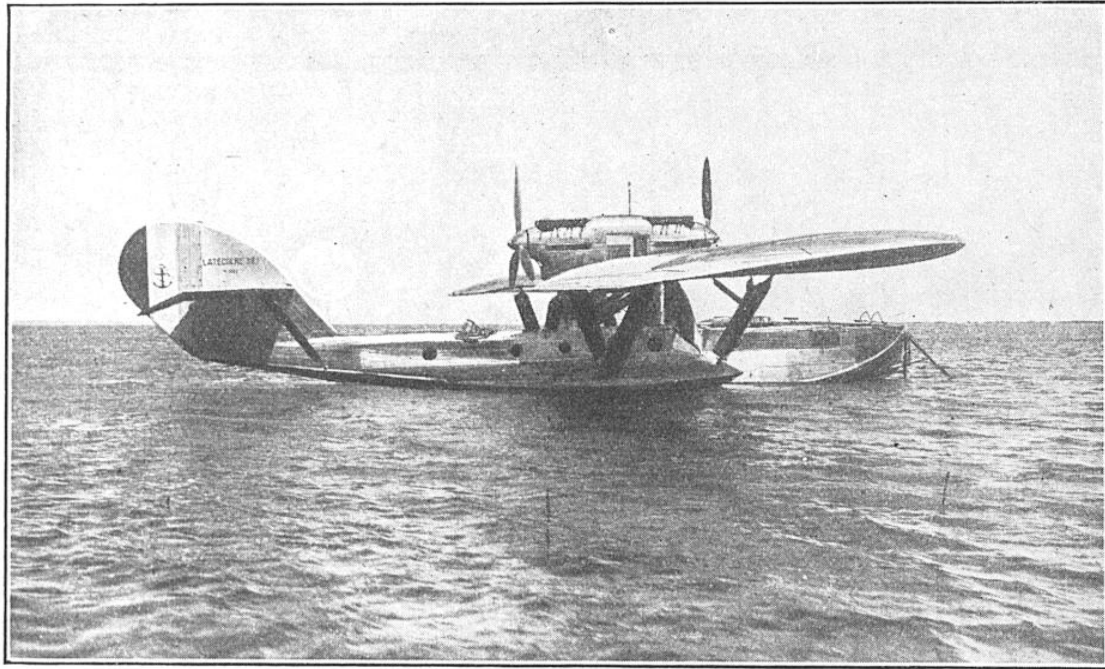


FIG. 8. — L'HYDRAVION «LATÉCOÈRE 381», BIMOTEUR TANDEM, CONSTRUIT POUR ASSURER RÉGULIÈREMENT LE SERVICE DES LIGNES TRANSMÉDITERRANÉENNES

défier l'espace en levant un nez prodigieux porteur d'une hélice tripale. Avant de discerner les richesses de son anatomie, le sentiment artistique devançant la curiosité du technicien, nous vîmes en lui le dieu étrange de la vitesse dans une armure d'aluminium.

L'art, en effet, dans de telles aspirations, se lie à l'aérodynamique. La pureté de formes résultait d'un impeccable raccordement des *lignes de cylindres* au *bord d'attaque* de l'aile et l'ordinaire *casserole* d'hélice prenait là nettement la forme d'un obus. Noblesse oblige.

Le point délicat, pour des bolides de cette nature, prédestinés à dépasser le 600 à l'heure, c'est d'assurer leur « transpiration ». Comment établir les tuyauteries d'eau et d'huile pour une évacuation convenable des

mètres en 6 minutes et demie, et, en une demi-heure, plafonne à 10.400 mètres.

Où en sont les avions de tourisme ?

Le tourisme aérien étend sans cesse ses possibilités. C'est ainsi que certaines machines, comme le *Blériot 111-5*, sont appelées appareils de transport ou de grand tourisme. Le grand tourisme va parfois plus loin que le transport. Le *Biarritz*, du voyage Paris-Nouméa, exposé par Couzinet au Salon, nous l'a rappelé. Ce trimoteur a comme successeur le type *110*, équipé de trois Salmson de 135 ch chacun et pourra emporter six passagers dans de lointaines randonnées. Les ailes en bois, à revêtement travaillant, de cet appareil très étudié pour la finesse, nous montrent, une fois de plus,

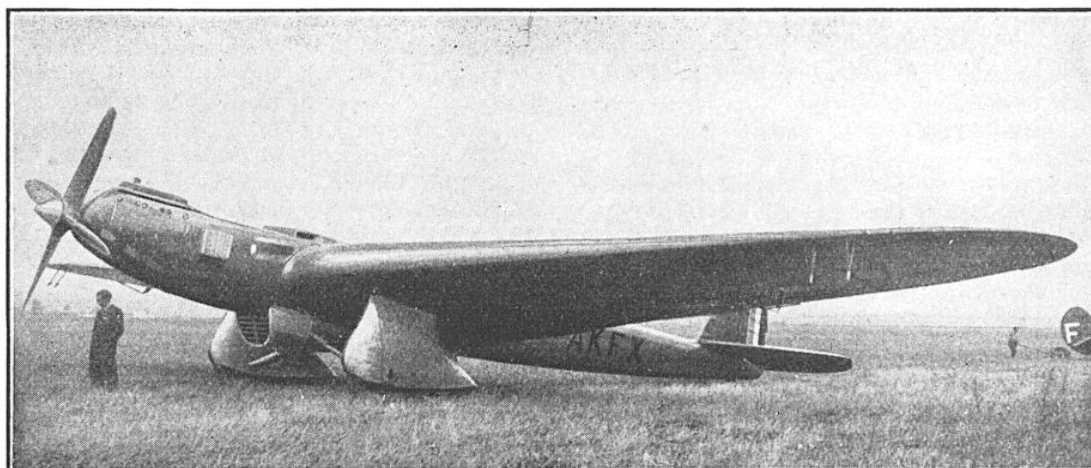


FIG. 9. — LE « BERNARD », DE MERMOZ ET PAILLOUX, AU COURS D'UNE DES TENTATIVES D'ENVOL POUR LE RECORD DE DISTANCE

C'est là un bel exemple d'aile épaisse et de carénage pour diminuer la résistance de l'air.

que l'aviation de tourisme reste fidèle à la construction bois dans une large mesure. Remarques du même ordre chez Farman, qui exposait quatre modèles de 5 m 50 à 10 mètres de longueur, allant du F. 360, appelé la « 5 chevaux de l'air », au F. 390, forté *limousine*, en passant par le F. 355, *cabriolet*, et le F. 400, dit « grand sport ».

Une tendance très nette tend, d'ailleurs, à rapprocher les avions de sport et de tourisme de l'automobile. Si le stand Morane nous a montré des fusées de roues qui y font songer, Farman installe un « accélérateur au pied » et Bernard expose le 200 T, aménagé comme une voiture (avec volant de pilotage basculant vers le passager pour assurer la double commande) et vendu commercialement comme une auto, avec prévision de pièces standard pour la rechange et choix de divers modèles, du « grand tourisme » au « familial ».

N'a-t-on pas remarqué, par ailleurs, que le catalogue Caudron se présentait comme

celui de Citroën? Les prix de revient y sont indiqués. Le *kilomètre passager* revient à 0 fr 35, voire même 0 fr 20. Avec les primes d'entretien, on parle de moins encore, cependant que les primes d'achat permettent d'acquérir pour 36.000 francs, chez Potez ou chez Farman, une auto volante. Ces constructeurs établissent résolument la fabrication en série, pensant que l'aviation privée se développera d'elle-même si l'on rend viables ses moyens. Henry Potez a notamment servi avant tout la sécurité, puis la simplicité et le confort total, aussi bien à l'arrivée, en permettant d'abondants bagages, que pendant le parcours. Le type Potez 43, dérivé du 36, montre un train

d'atterrissage à *traverse avant*, afin de réduire à peu de chose les dommages en mauvais terrains ; il montre un souci heureux du confort par le *silence* et d'une parfaite *visibilité*, et permet, sans rien céder des avantages du type précédent, une vitesse de 140 kilomètres à l'heure.



FIG. 10. — LE NOUVEL AUTOGIRE « C.-L. 10 LEPÈRE-LACIERVA », CONSTRUIT PAR LIORÉ-OLIVIER

On remarquera l'absence de tout plan inférieur.

Quelques appareils curieux ou singuliers

Ce domaine nous offre d'assez vives curiosités. Si l'*Amphibie 290* de Blériot en est une, ce sesquiplan terrestre ou marin, bel exemple de la construction bois avec sa coque à deux redans, le *Kellner-Bechereau*, révèle une originalité de structure qui mérite l'attention. Cet avion de tourisme, établi sans charpente (les ailes étant soutenues par

l'autogire, qui n'a pas d'ailes, et le *Nieuport 941-T*, qui n'a point de queue.

Le sans-queue de tourisme, à aile monoplane cantilever, en forme de trapèze, est poussé par un Lorraine 120 ch. De larges volets, à l'arrière de l'aile, assurent à la fois l'inclinaison dans les virages et la profondeur, cependant qu'en bout d'ailes des plans verticaux fixent la direction. La cabine, à trois passagers, est portée par trois roues d'atterrissage. Des essais en cours établiront la

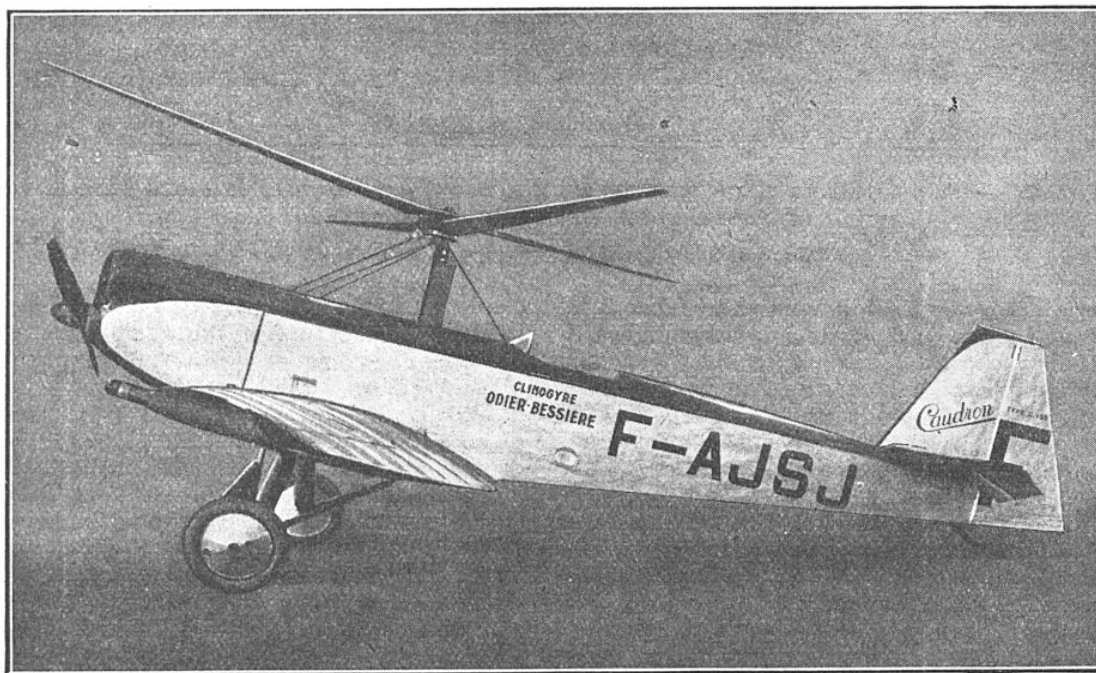


FIG. 11. — UN DES CURIEUX APPAREILS D'AVANT-GARDE : LE CLINOGYRE « ODIER-BESSIERE », DONT LES ESSAIS ONT ÉTÉ FAITS À L'INSTITUT AÉROTECHNIQUE DE SAINT-CYR
Grâce aux pales tournantes substituées au plan supérieur, il peut décoller en 60 mètres et atterrir presque verticalement.

leurs corps creux et le fuselage construit sur forme, comme une coque), rappelle que les innovations de Bechereau (1) datent de 1910 et peuvent aboutir, avec les moyens modernes, à un progrès fort séduisant. Que de place récupérée, en effet, avec ces corps creux ! Les ailes deviennent capables de se transformer en vastes réservoirs de carburant ou d'huile et le fuselage permet de procurer le meilleur confort. On peut voir là un prélude à la création d'avions-coques légers et rigides, économiques et commodes. L'aile ne pèse que 11 livres au mètre carré.

Mais la curiosité publique stationne plus volontiers devant deux engins singuliers,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 8, page 193.

sécurité de cet appareil rebelle à la perte de vitesse et permettant un écart de 70 à 220 kilomètres-heure.

Quant à l'autogire *La Cierva*, dont Lioré et Olivier ont acquis la licence, il apparaît désormais sans le moindre plan, avec sa voilure tournante commandée de l'intérieur par un volant qui agit sur l'incidence et sur l'inclinaison du rotor. Installé lui aussi sur trois roues, il ressemble fort à une automobile volante, et c'est peut-être sa destination de demain, quand, voilure abaissée, il sera doté d'un châssis prévu pour la route.

On verra d'autre part, page 170, les causes du récent accident survenu à un autogire,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 93, page 223.

qui n'infirme pas la technique nouvelle de cet appareil.

Des appareils de transport bien au point

Quatre machines sur cinq ont une voilure monoplane surbaissée. L'accessibilité des moteurs en vol et l'aptitude à voler correctement avec un seul moteur restent au premier plan des exigences de cette catégorie. Le Lioré et Olivier *Leo H 24*, en service sur le dur parcours transméditerranéen de l'*Aéropostale*, a été éprouvé sous ce rapport et donne un exemple intéressant avec ses moteurs en tandem au-dessus de l'aile et reliés à la coque par une sorte de *cheminée* permettant au mécanicien d'accéder jusqu'à eux. Notons que les ailes et la coque sont entièrement en bois, celle-ci, selon une mode opportune, présentant deux redans, l'un pour faciliter le déjaugeage, l'autre pour assurer à l'amérissage la plus grande douceur.

Un transporteur à deux fuselages, qui répond aux mêmes exigences, est le monoplan *Blériot 125*, prévu pour douze passagers, avec sécurité de marche assurée par un seul des deux moteurs Hispano 500 ch placés dans l'axe. Souci de confort : les passagers, à l'avant des fuselages, éloignés des machines, ne subiront ni le bruit ni les vibrations. Sous chaque fuselage, une *paire de roues en tandem*, encastrées et soustraites ainsi au vent, dispensent de béquilles de queue et suppriment le risque de capotage de ce vaisseau de 7 tonnes et quart.

L'Exposition du Grand Palais a établi, d'autre part, l'estime persistante en faveur des trimoteurs, tels le *Wibault-Penhoët 282 T-12*, entièrement métallique, revêtement compris, et tiré par trois moteurs de 350 ch, *suralimentés* à 15.000 mètres, qui lui permettent d'atteindre jusqu'à 260 kilomètres à l'heure. Un monomoteur postal de même génération prétend à 280 kilomètres-heure avec 600 kilogrammes de charge payante. Enfin, à côté du trimoteur *39-T* de 900 ch, qui va remplacer la berline de l'Air-Union, Louis Bréguet construit une trinité imposante d'hydravions : le *Saïgon*, le *Bizerte* et le *Dakar*.

Les transatlantiques de demain

Le *Dakar* est prévu pour les liaisons postales transocéaniques. Le *Saïgon*, de 35 mètres d'envergure et près de 180 mètres carrés de surface portante, pèse au total 12 tonnes et demie. Projets intéressants en cours. Dans son usine de Suresnes, Louis Blériot montre

le quadrimoteur 2.600 ch *5.190*, dont Bossoutrot assumera les essais ce mois-ci et qui pèse 22 tonnes et demie. Prévu pour le service postal Dakar-Natal et l'Atlantique sud, ce vaisseau de grand confort, animé par des Hispano en tandem central et moteurs latéraux, pourra voler avec un ou même deux moteurs stoppés. Les transatlantiques n'existaient guère au Salon qu'en effigie (photos ou maquettes), bien que plusieurs modèles soient achevés ou en cours.

Tel est le cas des types Latécoère. Cette maison, dont l'Atlantique Sud demeure l'objectif depuis longtemps, a conclu à l'*abandon des flotteurs* pour revenir à la *coque*, plus sûre et plus apte à un service régulier. La coque a d'incontestables *vertus marines*, mais encore faut-il lui confier une voilure assez importante. Ainsi voit-on chez Latécoère de véritables *bateaux volants* destinés à la Méditerranée ou à l'Océan, comme le *Laté 300*, qui domine le groupe avec ses 23 tonnes de charge totale enlevées par quatre Hispano de 650 ch en tandem, à une allure de 210 kilomètres à l'heure. Un plafond de 4.600 mètres lui permettra de se libérer du *Pot-au-Noir*, météore redouté, et il pose sa candidature puissante sur la route où Mermoz a laissé d'héroïques souvenirs.

Caractérisés par des coques-réservoirs et un aménagement de postes et de cabines comparables à ceux des paquebots, ces transatlantiques révèlent de réels progrès. Un détail convaincra : alors que le *Dornier-Wal*, seigneur de belle réputation et de haut lignage, dévore 135 kilogrammes de combustible pour 100 kilomètres, les bateaux volants Latécoère de 1932 ne dépensent que 100 kilogrammes. Cette différence est éloquente.

Un coup d'œil sur les constructions étrangères des avions transatlantiques

Dans ce même département, l'Italie montrait au Salon un *Savoia-Marchetti S-66* de 33 mètres d'envergure, *monoplan à deux coques*, dont l'empennage est porté par deux poutres de queue et entièrement construit en bois, ce qui indique combien les Italiens redoutent la corrosion. Il peut transporter quatorze passagers, et ses trois moteurs, placés de front au-dessus des ailes, sont des *Fiat A 24-R* de belle réputation. Citons encore l'avion de sport *Bréda 19* présenté dans les meetings internationaux, autostable dans toutes les conditions de vol et à tous les régimes de moteur.

Les Anglais et les Polonais apportent au

tourisme de précieuses contributions. Le Monos par bimoteur *Pobjoy* de 150 ch revendique une économie de poids de 30 à 40 %, grâce au procédé Stieger de construction à longeron unique et la possibilité de voler avec un seul moteur. Il va de 70 à 212 kilomètres-heure et enlève 300 kilogrammes de charge payante. La Pologne fait honneur à l'aviation privée, à travers l'Ecole Polytechnique de Varsovie. Le monoplan à aile haute

française du Grand Palais restait médiocre. C'est là une erreur véritablement grossière.

Notre aviation manque sans doute d'unité, comme les aviations anglaise et polonaise alors que le stand italien évoquait un effort national soutenu, dirigé par un chef véritable. L'Italie obtient mieux, avec son budget d'un milliard, que nous avec le double. Mais tout y est gouvernemental. L'aviation privée n'y existe pas, car sa nature ne

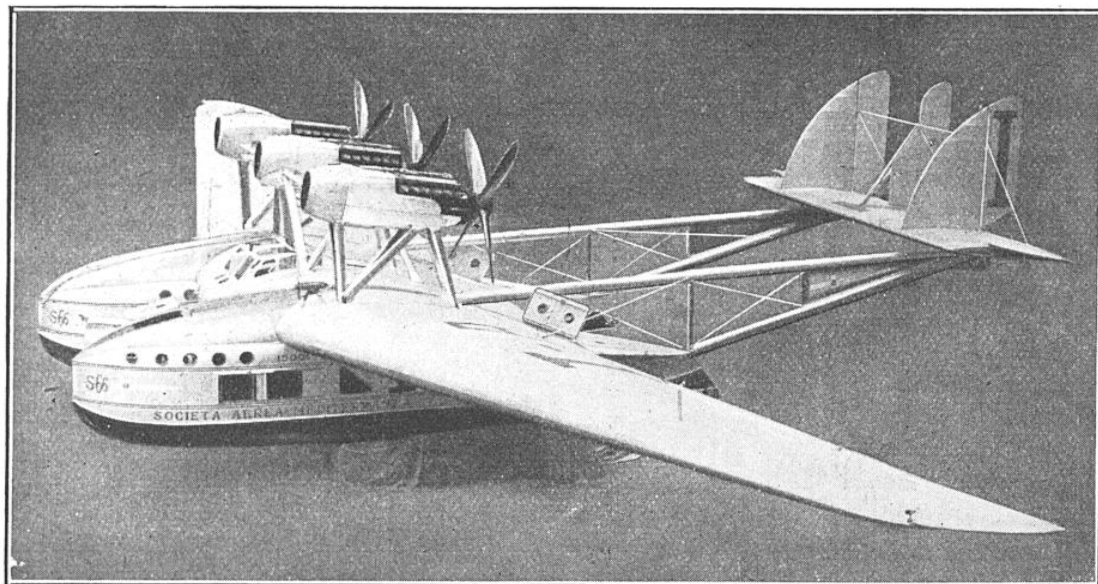


FIG. 12. — L'HYDRAVION ITALIEN A DEUX COQUES « SAVOIA-MARCHETTI »

On remarquera les gouvernes portées par deux poutres-fuselages et les trois moteurs Fiat, dont les quatorze passagers sont confortablement isolés dans les coques. Cet appareil est entièrement construit en bois.

qui fit la gloire de Zwirko, et le *P-2 L* à aile basse, à cabine ventilée et chauffée, méritent nos louanges. Ce dernier évolue entre 67 et 227 kilomètres de vitesse horaire, ce qui confirme l'intérêt des ailes à fente et à volets de courbure.

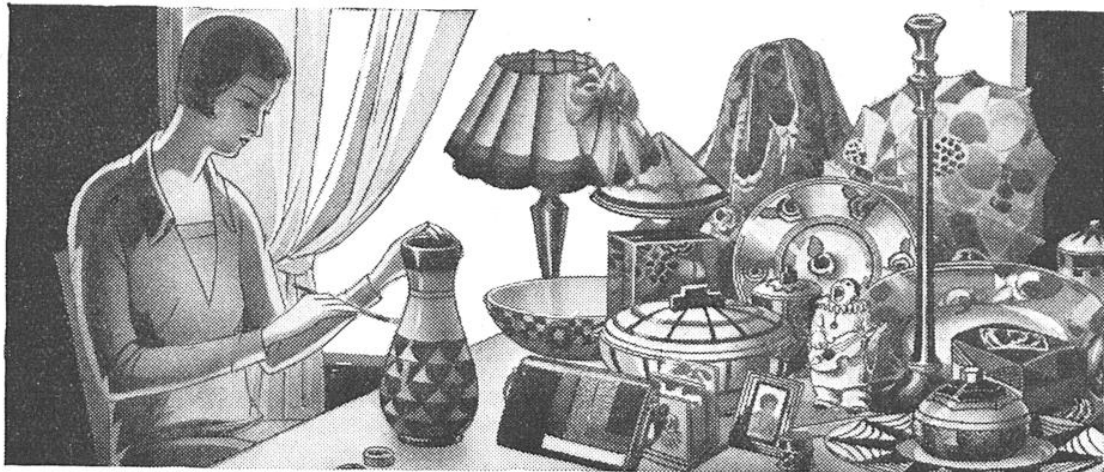
Des considérations précédentes, limitées aux avions civils, on peut déduire les capacités réelles de nos industries. Des chroniqueurs improvisés, venus tard aux choses de l'air, insinuent que la participation

convient pas plus à la dictature italienne qu'à celle des U. R. S. S.

En France, certes, nous manquons de directives, mais le bon sens des industriels devance un programme incertain et supplée à la doctrine officielle qui entrave trop souvent les initiatives privées. Ainsi ont pu naître des machines remarquables, preuves d'une expérience profonde et d'une foi qui doivent nous rassurer.

EDMOND BLANC.

L'Allemagne est le pays du monde où le nombre des illettrés est le plus minime : 2,6 % seulement, alors que la proportion est encore de 6 % en France, par rapport à une population qui atteint à peine les deux tiers de celle du Reich. Par contre, la Russie avec les Indes présentent une proportion d'illettrés qui atteint 70 %.



GAGNEZ DE L'ARGENT pendant vos loisirs en exécutant vous-même ces jolis objets

VOULEZ-VOUS gagner de l'argent pendant vos heures de loisir en restant chez vous ? Rien ne vous sera plus facile si vous adhérez à la **SOCIÉTÉ DES ATELIERS D'ART CHEZ SOI**, qui vous aidera à réaliser chez vous, facilement, de jolis objets d'arts appliqués. Nous offrons gratuitement les outils et les fournitures nécessaires pour exécuter de nombreux travaux d'Arts Appliqués. Cette offre est valable tant que nous n'aurons pas réuni un nombre d'adhérents suffisant.

Les travaux d'Arts Appliqués laissent une large marge de bénéfice à toutes les personnes qui veulent se livrer à cette lucrative occupation. D'ailleurs, cette intéressante occupation est si agréable qu'il n'est pas possible de la considérer comme un vrai travail. Imaginez un instant le plaisir que vous aurez à décorer harmonieusement de jolis plateaux, la joie de porter ou d'offrir un sac ravissant en cuir repoussé orné par vos soins. Remarquez que ce sac ne vous demandera que quelques heures de travail et peut vous rapporter, si vous le vendez, de 50 à 150 francs.

La **Société des Ateliers d'Art chez Soi** a des adhérents dans toutes les parties du monde. Ils ont appris à faire eux-mêmes des objets en cuir, en étain repoussé, à monter et à décorer des abat-jour en parchemin, à laquer et à peindre le bois. Ils sont devenus d'habiles artistes, et ont organisé de ravissants petits ateliers, où ils exécutent des travaux agréables et rémunérateurs. La **Société des Ateliers d'Art chez Soi** aide ses adhérents de toutes manières, et leur apprend à vendre les travaux faits par eux-mêmes à la clientèle particulière, aux commerçants spécialisés, et à gagner ainsi beaucoup d'argent.

Nous recherchons de nouveaux adhérents

La Société recherche, sur tous les marchés du monde, le matériel et les fournitures indispensables à tous. Nous désirons augmenter le nombre de nos adhérents pour augmenter l'importance de nos achats et réduire ainsi le prix déjà très bas des matières premières que nous fournissons à nos adhérents.

A titre tout à fait exceptionnel, nous offrons un outillage et les fournitures nécessaires à toutes les personnes qui adhéreront dès maintenant à notre Société.

Vous n'avez pas besoin de talent spécial

Ne croyez pas qu'un talent spécial soit indispensable pour exécuter des travaux artistiques. Vous n'aurez qu'à suivre les instructions fournies par la Société. Nous nous sommes assuré le concours d'artistes expérimentés, de techniciens éprouvés qui cherchent pour nos adhérents le dessin original, les couleurs harmonieuses qui donneront aux objets d'art sortant de votre atelier un cachet artistique inégalable.

Chaque dessin est étudié pour un travail particulier et il vous suffira de suivre les instructions données avec chaque dessin pour obtenir de ravissants objets d'art moderne.

Pourquoi ne réussiriez-vous pas, vous aussi, puisque d'autres personnes y arrivent tous les jours ?

Vous apprendrez chez vous

La **Société des Ateliers d'Art chez Soi** éduque ses nouveaux adhérents au moyen de cours par correspondance fort bien faits, très documentés, détaillés et précis. Vous n'avez qu'à calquer les dessins fournis sur l'objet à décorer, à appliquer les couleurs indiquées pour réaliser aussitôt un superbe objet d'art.

Dès la première leçon, vous pourrez exécuter un travail que vous pourrez vendre immédiatement. Vous prendrez vite beau-

coup de plaisir aux travaux d'Arts Appliqués et chaque jour vous ferez des progrès.

Trop de commandes !

Chaque jour nous recevons des lettres de nos adhérents nous faisant part de leur succès. Beaucoup d'entre eux n'ont pas le temps matériel d'exécuter les nombreuses commandes qui leur sont confiées.

Gratuit : une plaquette illustrée

Nous avons édité une plaquette illustrée : **Les Travaux d'Art chez Soi**. Cette jolie brochure vous apportera une documentation complète sur la **Société des Ateliers d'Art chez Soi**, et vous indiquera en détail comment gagner de l'argent pendant vos heures de loisirs. Elle vous sera envoyée gratuitement sans engagement de votre part ; elle vous précisera en outre comment vous pouvez bénéficier de notre offre d'outillage et de fournitures gratuites. Ecrivez-nous immédiatement en remplissant le bon ci-dessous :

BON A DÉCOUPER

Société des Ateliers d'Art chez Soi (Service V. 8)
14, rue La Condamine — PARIS (17^e)

Veuillez m'envoyer gratuitement, sans engagement de ma part votre plaquette illustrée : **Les Travaux d'Art chez Soi**, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites.

Inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'affranchissement. (Ecrivez votre nom très lisiblement, s. v. p.).

M
à

tous les modèles

Toutes les formes du métal perforé, découpé, estampé, embouti, se trouvent seulement dans le catalogue d'une maison assez puissante pour disposer des moyens que ces multiples fabrications imposent et assez ancienne pour bénéficier de l'expérience que prouve l'étude de multiples utilisations industrielles.

C'est parce que GANTOIS possède seul ces moyens et cette expérience que, depuis 1894, la renommée de sa production n'a pas cessé de s'étendre en France et à l'Etranger.



ÉTS

DEMANDEZ CATALOGUES ET TARIFS
AUX

GANTOIS
S^T DIÉ (VOSGES)

VOICI LA PLUS PUISSANTE CENTRALE THERMIQUE DE FRANCE

La nouvelle installation de 400.000 kilowatts de Saint-Denis, près Paris

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

La région parisienne consomme annuellement 2 milliards et demi de kilowatts-heure, et ses besoins en énergie électrique tendent à s'accroître. Ce sont les centrales thermiques de la Seine et les centrales hydrauliques du Massif Central qui concourent, grâce à l'interconnexion (1), à produire cette quantité d'énergie. Parallèlement à l'aménagement de nos chutes d'eau, de nouvelles centrales thermiques s'édifient. Une nouvelle usine, située à Saint-Denis, commence à apporter à l'ensemble du réseau électrique français un appoint de 150.000 kilowatts. Cette puissance sera bientôt portée à 400.000 kilowatts ; c'est la plus élevée sur notre territoire, et elle représente la moitié de celle du Dnieprostroi (hydroélectrique) (2), la plus considérable du monde.

Les besoins en énergie électrique de la région parisienne

GROSSE consommatrice d'énergie électrique, la région parisienne exige, pour son alimentation, un ensemble de centrales électriques, les unes érigées à proximité de la capitale (centrales thermiques), les autres à plusieurs centaines de kilomètres (usines hydrauliques du Massif

Central). Lorsque, avant la guerre, furent construites les premières usines de production d'énergie, on ne pouvait prévoir le formidable développement que l'industrie devait connaître plus tard, et, d'ailleurs, l'eût-on connu que la technique d'alors n'aurait pas autorisé l'établissement de puissances suffisantes. Puis les groupes de 5.000 kilowatts qui furent installés, vers 1904, à la centrale de Saint-Denis, constituaient déjà une innovation hardie (les groupes les plus puissants ne dépassaient

(1) Voir l'article, page 133 de ce numéro.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 91.

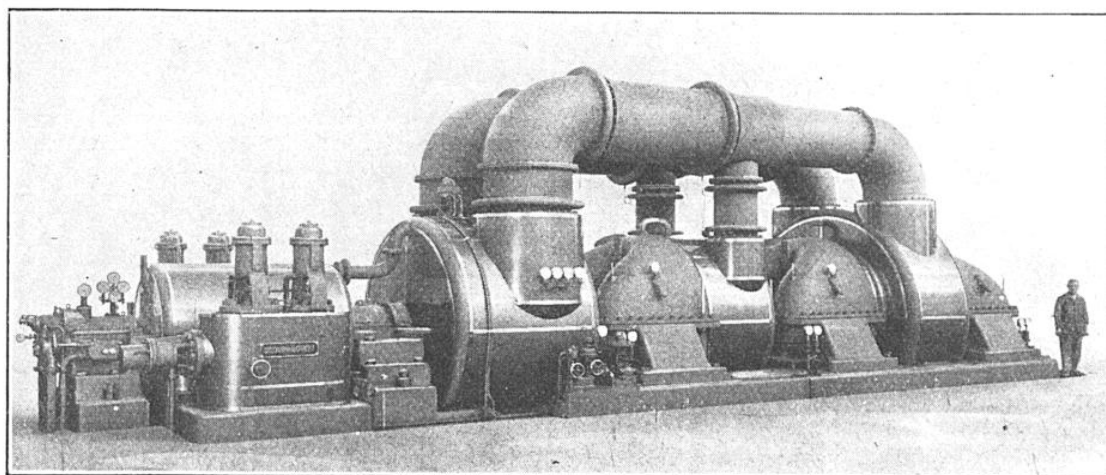


FIG. 1. — UNE DES TURBINES DE 50.000 KILOWATTS, TOURNANT A 3.000 TOURS PAR MINUTE, ET INSTALLÉE A LA NOUVELLE CENTRALE DE SAINT-DENIS

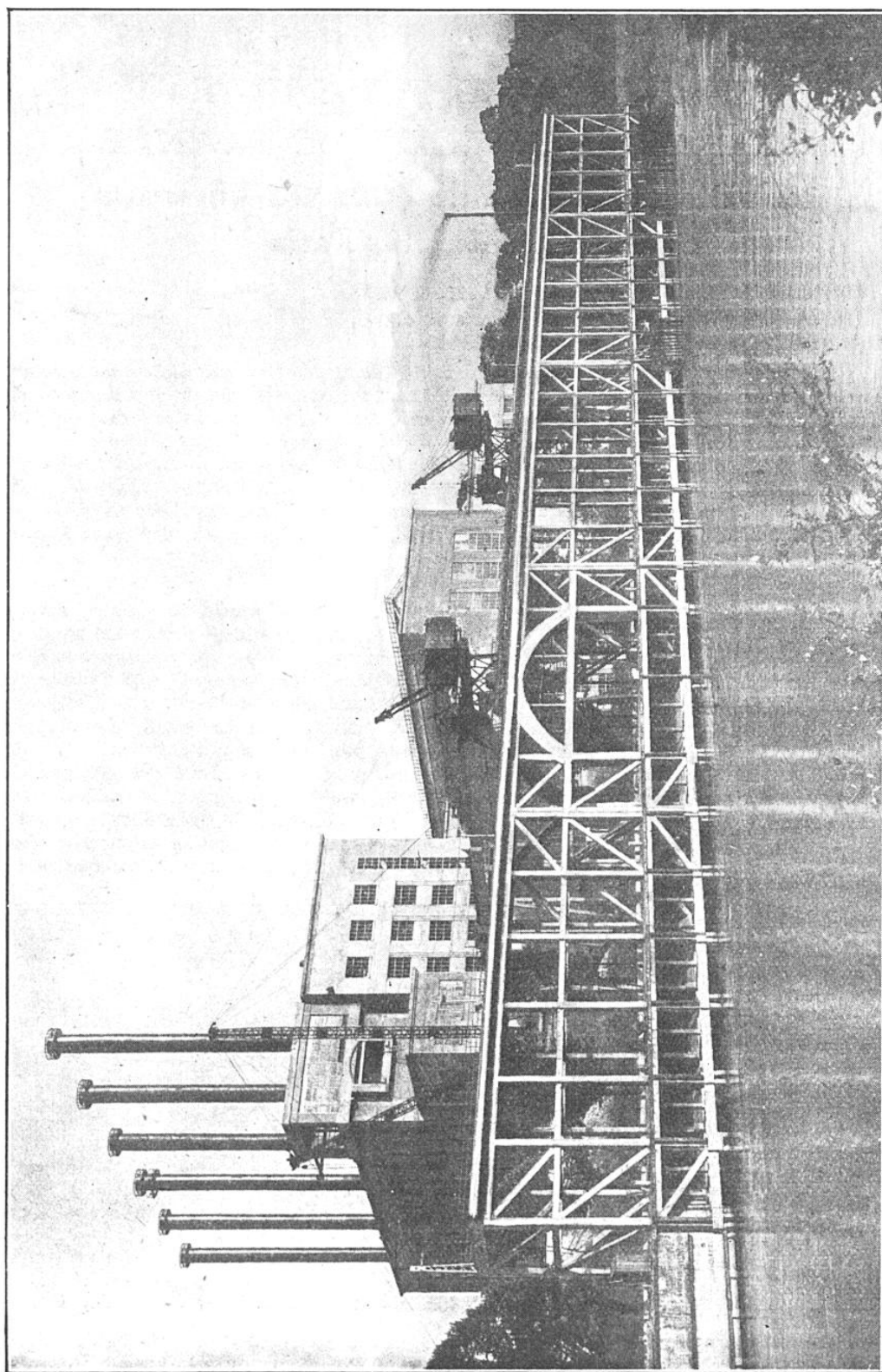


FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE CENTRALE DE SAINT-DENIS, PRÈS PARIS (DONT LA PUISSANCE ATTEINDRA 400.000 KILOWATTS), PRISE DE LA RIVE GAUCHE DE LA SEINE ET MONTRANT LES INSTALLATIONS EXÉCUTÉES POUR LE DÉCHARGEMENT DU CHARBON DES PÉNICHES

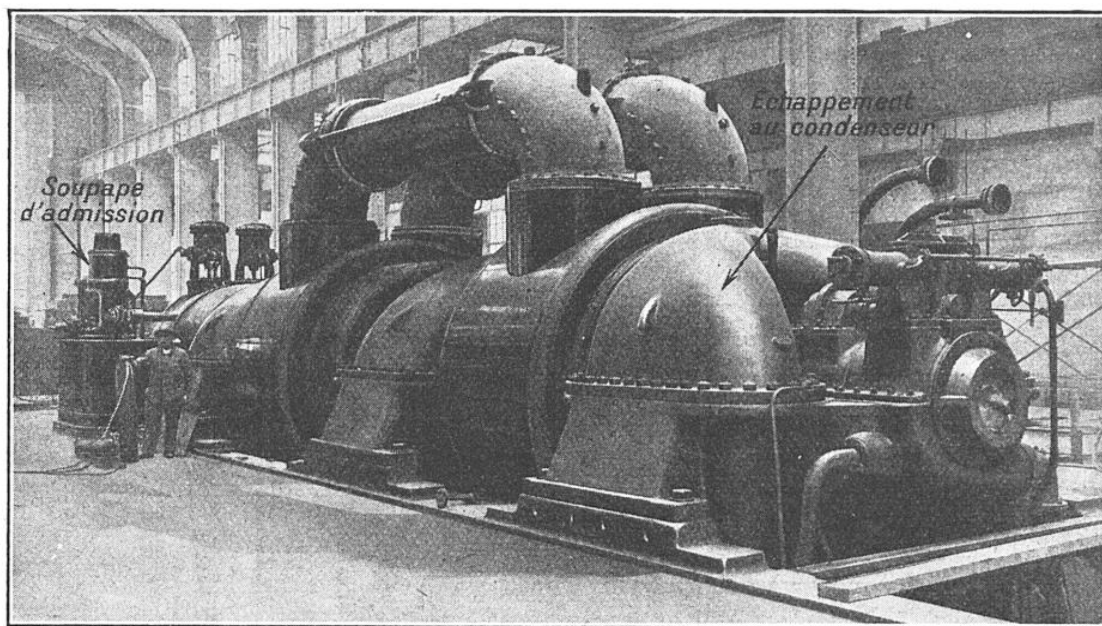
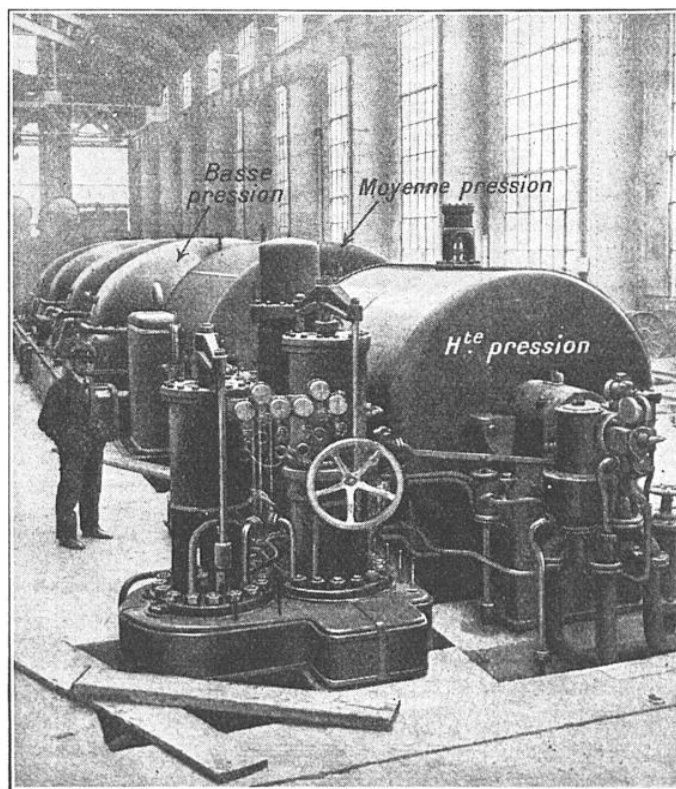


FIG. 3. — DEUXIÈME GROUPE DE 50.000 KILOWATTS DE LA CENTRALE DE SAINT-DENIS

pas alors 1.000 kilowatts). Aujourd'hui, nous sourions, et pourtant il n'y a que vingt-huit ans de cela: Mais la technique a bien progressé depuis.

Nous avons signalé déjà la construction de plusieurs supercentrales autour de Paris: Gennevilliers, Ivry, Vitry. Bientôt, une nouvelle usine, prévue pour une puissance totale de 400.000 kilowatts, sera inaugurée à Saint-Denis, aux portes de la capitale. Venue la dernière en date, cette centrale, dont l'édification ne

FIG. 4. — TROISIÈME GROUPE DE 50.000 KILOWATTS DE LA CENTRALE DE SAINT-DENIS. LES TROIS GROUPE FONCTIONNENT A LA PRESSION DE 55 KILOGRAMMES PAR CM²

fut décidée que fin 1928 par la Société d'Electricité de Paris, sera aussi la plus moderne. A cette époque, l'usine de Saint-Denis comportait trois anciens groupes de chaufferies installés en trois fois (1904, 1906, 1911), et un nouveau de 85.000 kilowatts, seul fondé sur la technique moderne. Ses chaudières sont, en effet, timbrées à 22 kilogrammes par centimètre carré, et la vapeur produite est surchauffée à 375° centigrades.

Les anciennes chaufferies

ayant dû assurer, notamment pendant la guerre, un dur service devaient être progressivement désaffectées. De plus, la centrale avait dû se plier aux nécessités d'une distribution sous trois fréquences et sous deux tensions différentes. Une partie du matériel tournait à 1.500 tours-minute ; l'autre, à 3.000 tours-minute. Certains groupes étaient alimentés par de la vapeur à 17 kilogrammes-centimètre carré ; d'autres à 22 kilogrammes-centimètre carré. Accroître la puissance sur place eût donc nécessité des complications

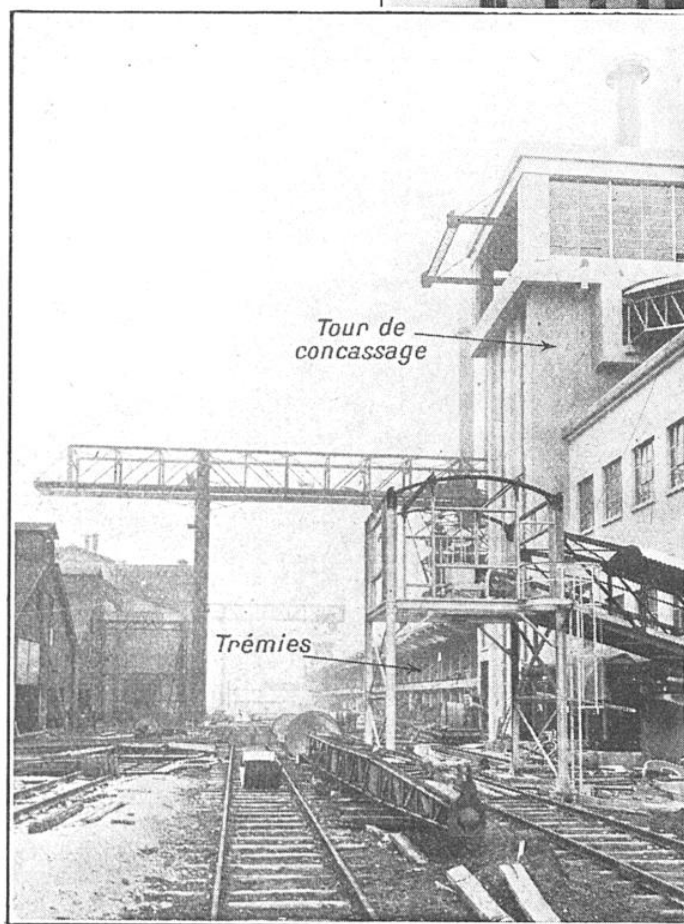


FIG. 5. — LE CHARBON EST ENVOYÉ A LA TOUR DE CONCASSAGE, PUIS AUX PULVÉRISATEURS ET, DE LA, AUX FOYERS DES CHAUDIÈRES

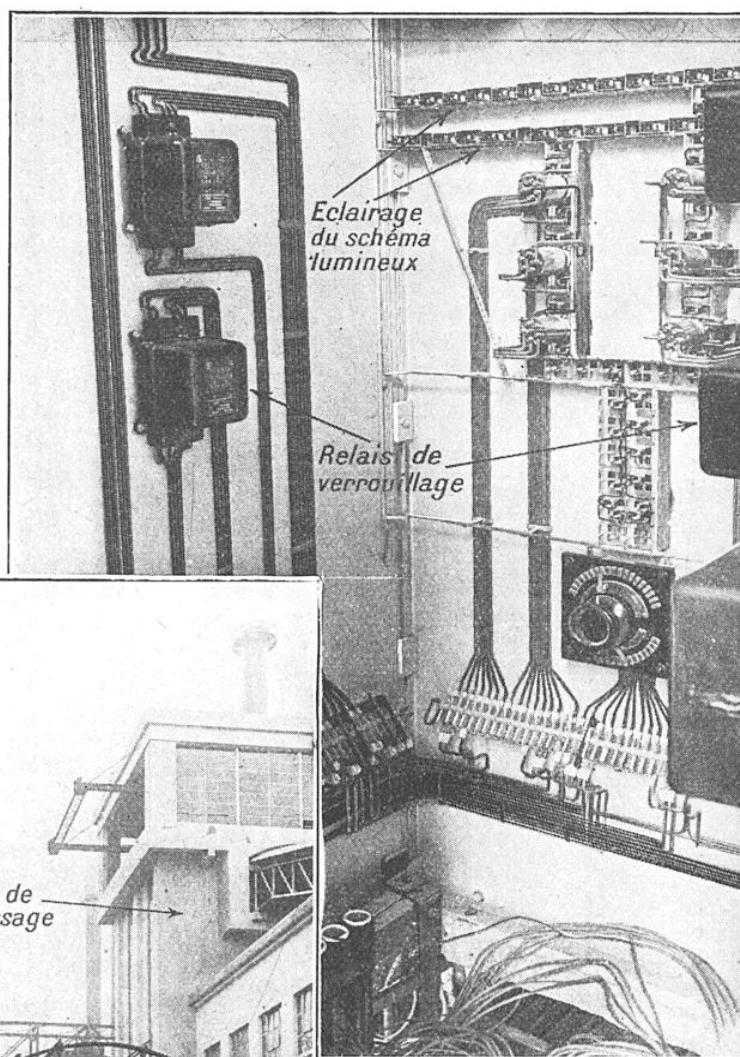
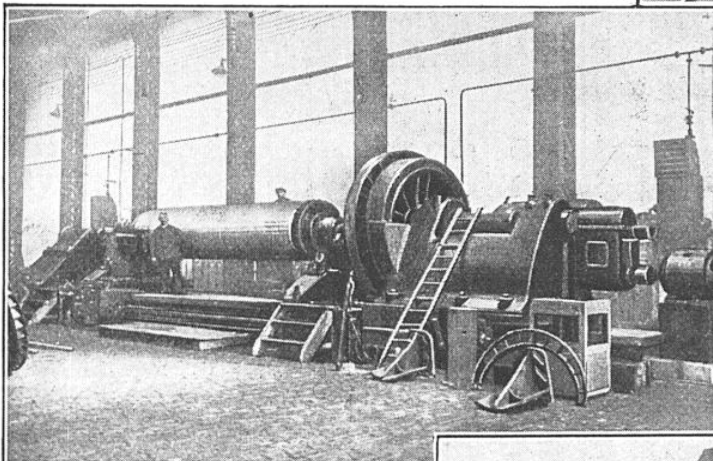
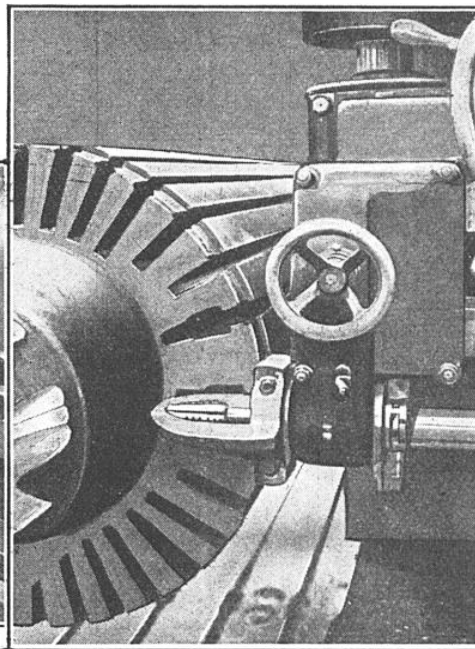
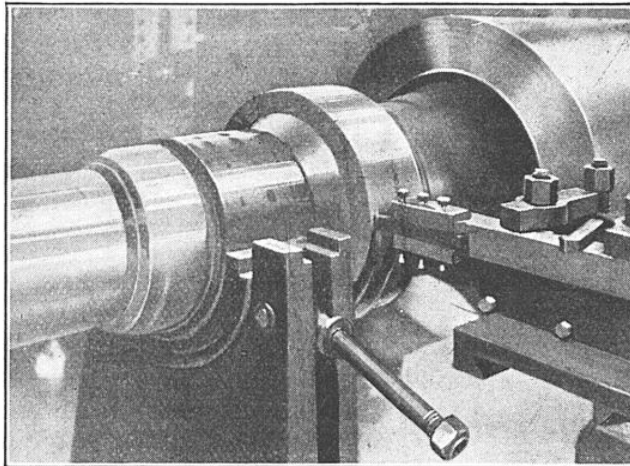


FIG. 6. — VUE ARRIÈRE D'UN PANNEAU D'ALTERNATEUR DE 50.000 KILOWATTS

On voit, en haut, le dispositif d'éclairage qui, sur la face avant du tableau, rend les schémas lumineux.

considérables. Aussi décida-t-on de faire *neuf*, pour répondre aux besoins croissants de la clientèle, qui, à cette époque, augmentaient de 5 à 10 % par an. Rappelons que la région parisienne ne consomme pas moins de 2 milliards 300 millions de kilowatts-heure par an, sous une puissance maximum de 750.000 kilowatts. Une nouvelle centrale devrait donc être

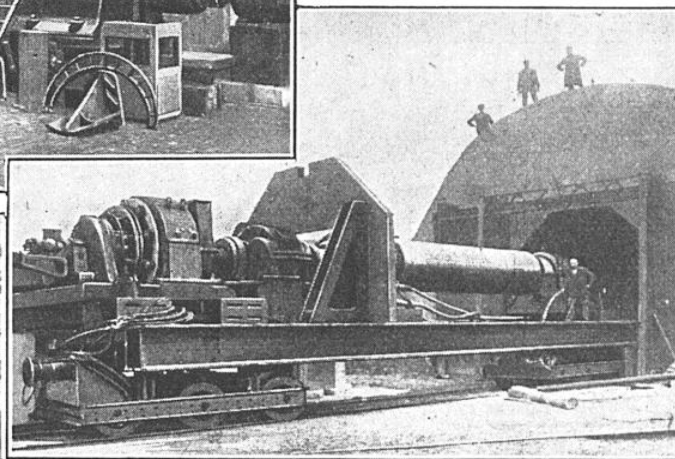
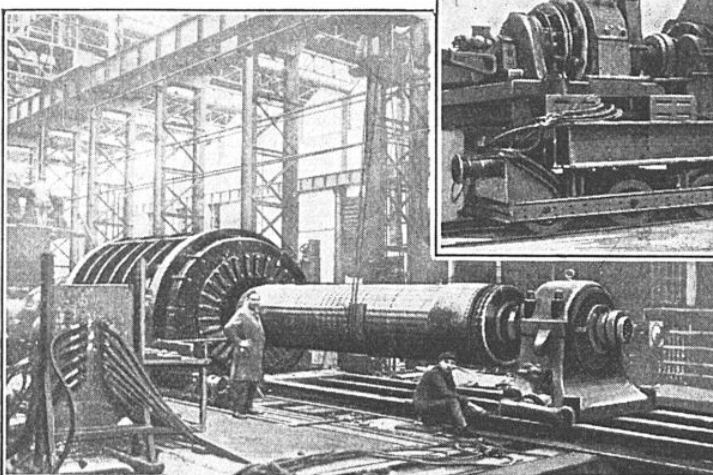
USINAGE D'UN ROTOR POUR ALTERNATEUR DE 50.000 K W / 71.000 K V A, CONSTRUIT EN TRIPLE EXEMPLAIRE POUR LA NOUVELLE CENTRALE DE SAINT-DENIS PAR LES « FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT »



Au-dessus, à gauche : tournage de la masse du rotor.

Ci-dessus : fraisage des encoches en pointe.

Ci-contre : sur le tour, le rotor prend son aspect définitif.



Ci-dessus : le rotor vient d'être essayé en survitesse dans un abri bétonné spécial.

Ci-contre : après essais satisfaisants, le rotor est introduit dans la carcasse.

construite ; mais, afin d'éviter des frais inutiles, on l'établirait à proximité de l'ancienne. Ainsi, les services de manutention du charbon seraient communs aux deux usines, et les mêmes bâtiments abriteraient le personnel, le magasin, les ateliers, etc.

En 1904, la caractéristique de la centrale de Saint-Denis I (la nouvelle étant appelée Saint-Denis II) fut, nous l'avons dit, la

mise en service de groupes beaucoup plus puissants que ceux qui étaient normalement envisagés à cette époque. De même, à Saint-Denis II, il fut décidé, en 1929, d'innover et d'adopter, pour les chaufferies et les machines, des caractéristiques dépassant nettement celles adoptées jusqu'alors, comme pression et, surtout, comme surchauffe, en vue d'améliorer le rendement thermique.

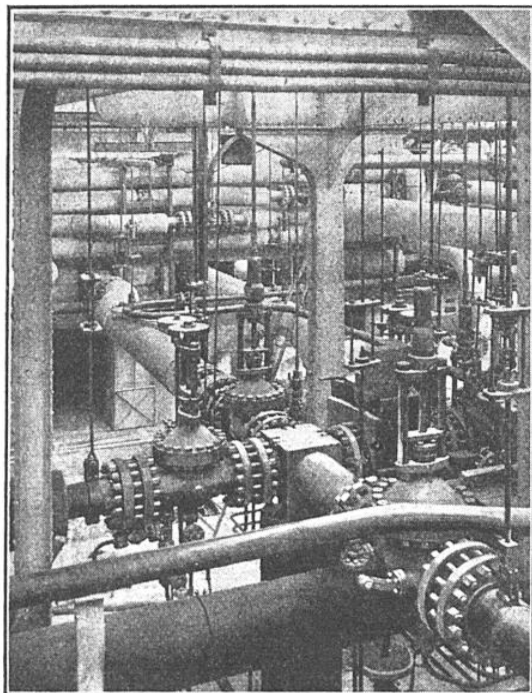


FIG. 7. — NŒUD DE VANNES DE 275 ET 225 MILLIMÈTRES ALIMENTANT UNE DES TURBINES A VAPEUR DE LA NOUVELLE CENTRALE DE SAINT-DENIS

Une centrale de l'importance de celle de Saint-Denis II comporte, on s'en doute, un nombre respectable de vannes, aussi bien pour la commande des arrivées de vapeur que de l'eau. L'ensemble ci-dessus, qui assure l'alimentation d'une turbine, est constitué par des vannes Seguin à sièges parallèles et à libre dilatation. La haute pression de 70 HPZ (hectopièze : un hectopièze vaut 1 kg 033 par centimètre carré) exigeait, en effet, un appareillage de précision pour éviter toute fuite (voir fig. 8). Aussi le matériel très divers utilisé à Saint-Denis (robinetterie de tuyauterie de vapeur à 70 HPZ et 500°, à 95 HPZ et 200°, pour l'alimentation des chaudières, robinetterie des groupes de pompage et de circulation de l'eau des condenseurs, etc.) a-t-il fait l'objet d'études spécialisées et très poussées. Ajoutons que toutes les vannes importantes pour la vapeur et l'eau ont été prévues avec commandes électriques automatiques comportant une commande de secours à main.

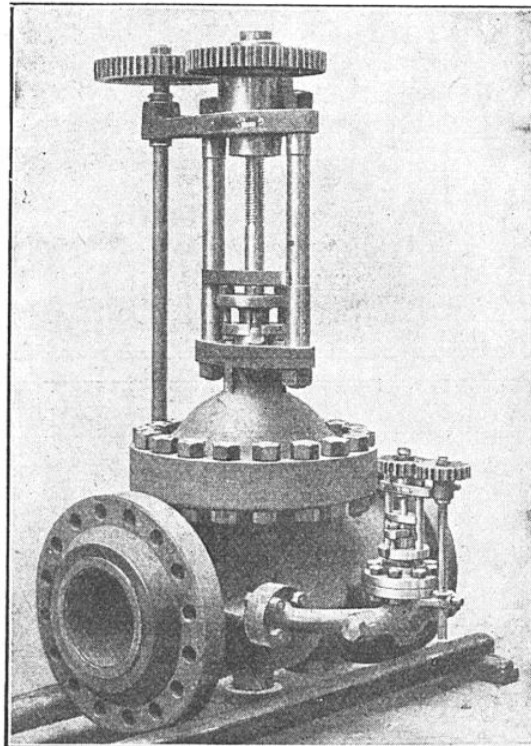


FIG. 8. — VANNE SEGUIN DE 275 MILLIMÈTRES POUR LA VAPEUR A HAUTE PRESSION

Cette vanne est du type dit à sièges parallèles et à libre dilatation. Dans ce système, l'obturateur qui ferme ou ouvre le passage de la vapeur comporte deux opercules cylindriques opposés s'appuyant élastiquement sur deux portées du corps de la vanne, par l'intermédiaire d'un ressort en acier spécial. Aussi, les variations de température de la vapeur n'ont aucune influence, puisque ces opercules peuvent librement se dilater. Quant à l'étanchéité, elle est réalisée parfaitement par un rodage minutieux des portées en contact et par la pression même de la vapeur qui appuie fortement un des opercules sur sa portée. En effet, si, par exemple, la vapeur arrive par la droite, elle repousse légèrement l'opercule de droite et vient plaquer énergiquement l'opercule de gauche sur sa portée. L'ensemble est actionné par le volant supérieur qui soulève ou abaisse l'obturateur pour ouvrir ou fermer la vanne. Les diverses pièces de contact sont en acier spécial d'une très grande dureté.

Comment améliorer le « cycle thermique » d'une centrale électrique

En effet, en dehors de certaines améliorations, d'ailleurs assez peu importantes, qui avaient pu être apportées, au cours des années précédentes, dans la technique des centrales — par exemple, l'adoption d'appareils évaporatoires de plus en plus grands et à rendement plus élevé — la seule voie réellement intéressante restant à explorer résidait dans l'amélioration du cycle thermique par l'élévation de la pression et de la température de la vapeur vive — c'est-à-dire de son potentiel calorifique — puisqu'on ne peut pas agir sensiblement sur la perte très importante de chaleur forcément dissipée au condenseur, quels que soient les perfectionnements apportés, par ailleurs, à l'utilisation des calories cédées pendant la détente.

Mais l'accroissement du potentiel calorifique de la vapeur posait des problèmes délicats, quant à la résistance des métaux aux hautes températures.

Après une enquête approfondie en France et à l'étranger, il fut décidé que la vapeur serait produite dans des chaudières timbrées à 70 kilogrammes-centimètre carré, où la pression normale de marche serait d'environ 65 kilogrammes-centimètre carré. L'admission aux turbines fut fixée à 55 kilogrammes-centimètre carré absolus, 450-475° C. Un choix de telles constantes put paraître alors osé ; mais les résultats obtenus depuis en métallurgie sont venus les confirmer pleinement. N'oublions pas que toutes ces décisions durent être prises au

moment de l'établissement du projet définitif, en 1929. Depuis trois ans, on a pu encore augmenter la pression de la vapeur. Le temps nécessaire à l'édification d'une centrale de cette puissance s'oppose évidemment à la mise en pratique des derniers progrès que la technique effectue constamment.

Dans ces conditions, voici quelles sont les idées générales qui ont présidé à l'installation de la nouvelle centrale : considérer l'usine comme une série de tranches distinctes de 50.000 kilowatts, au point de vue chaufferies, salles de machines, pompes, tableaux à haute et moyenne tension, etc., tout en prévoyant, bien entendu, les liaisons nécessaires entre les éléments correspondants de ces tranches ; installer les divers éléments de manière à limiter au strict minimum les longueurs de tuyauteries ; assurer, grâce à cette disposition en longueur, une bonne aération et le maximum de clarté ; n'utiliser que la manutention mécanique ; réaliser la meilleure sécurité de marche en multipliant les facilités de conduite et de surveillance des installations, depuis les foyers jusqu'au départ de l'énergie.

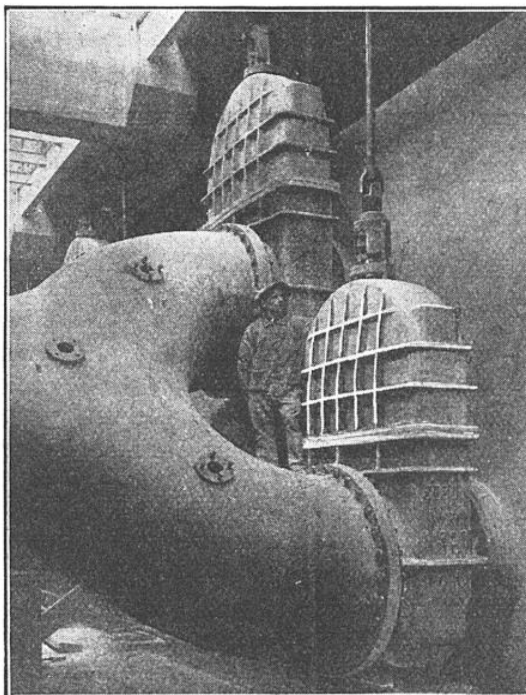


FIG. 9. — DEUX DES DOUZE VANNES DE 1 M 30 COMMANDANT LA CIRCULATION DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT DES CONDENSEURS

Les vannes, en acier ou en fonte avec portées en bronze, utilisent le système de serrage par coins. Dans ce dispositif, deux disques inclinés sont appuyés sur leurs portées au moyen d'une rotule commandée par le volant de manœuvre. On voit que ce système s'oppose au précédent, car les disques ne peuvent se dilater librement. C'est pourquoi il n'a pas été utilisé pour la vapeur. Au contraire, l'eau de refroidissement des condenseurs étant à une température sensiblement constante, la question ne se posait plus pour les vannes ci-dessus.

Comment est constituée la nouvelle centrale de Saint-Denis

Suivons rapidement le charbon depuis son arrivée jusqu'aux foyers des chaudières. Amené par trains ou par bateaux, le charbon est soit stocké dans un parc de 30.000 tonnes, soit envoyé dans une série de trémies qui alimentent les pulvérisateurs. Toutes ces manutentions sont effectuées mécaniquement au moyen de convoyeurs à tapis roulants. Après

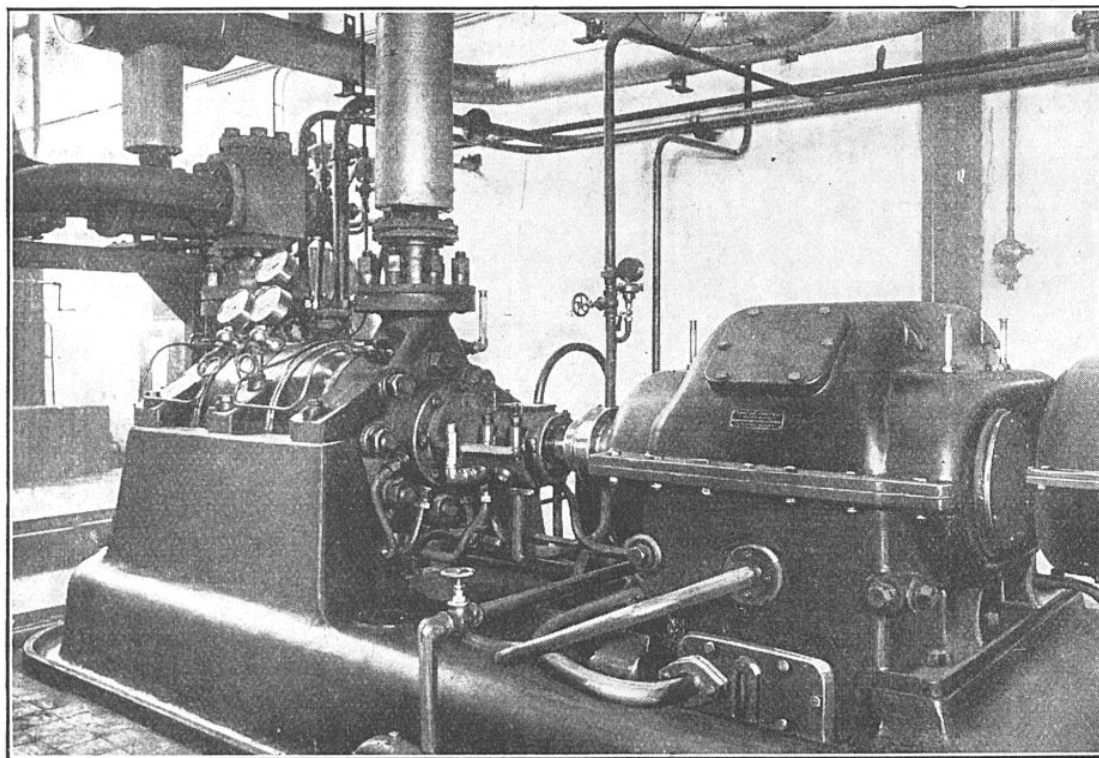
passage à la tour de concassage, le charbon est, en effet, pulvérisé dans vingt-quatre appareils d'un débit de 5 t 5 à l'heure chacun. Chaque pulvérisateur alimente un brûleur.

Quant au bâtiment de la chaufferie, séparé de celui des pulvérisateurs par une rue de 5 mètres, pour favoriser l'éclairage et l'aération, il comporte une première tranche de six chaudières, capables de débiter chacune 120 tonnes de vapeur à l'heure. Elles sont

Chacun des trois alternateurs est relié à un groupe de trois transformateurs monophasés de 24.000 kilovolts-ampères et élevant la tension de 10.500 à 60.000 volts.

Lorsque l'usine sera terminée, elle comportera huit groupes, au lieu des trois actuels, ce qui correspond à une puissance de 400.000 kilowatts.

La centrale Saint-Denis II fonctionnera en parallèle avec Saint-Denis I, par l'inter-



(Société Sarroise de Construction de pompes S. A.)

FIG. 10. — GROUPE MOTOPOMPE POUR L'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES

Débit : 154 mètres cubes à l'heure d'eau à 160°, refoulée à la pression de 78 kilogrammes.

timbrées à 70 kilogrammes-centimètre carré et la pression de marche normale est de 65 kilogrammes-centimètre carré. A la sortie du surchauffeur, la température de la vapeur est de 465° C.

Signalons enfin les dépoussiéreurs qui purifient 300.000 mètres cubes de gaz à l'heure.

Les turboalternateurs de 50.000 kw tournent à 3.000 tours par minute

Trois groupes de turbo-alternateurs sont installés à la centrale de Saint-Denis. La puissance de chacun d'eux est de 50.000 kilowatts, et leur vitesse de rotation atteint 3.000 tours par minute.

médiaire d'un poste d'interconnexion, l'ancienne centrale ne devant assurer que le passage des pointes. Elle sera reliée au réseau général à 60.000 volts de la région parisienne par les postes de Charenton et de Saint-Ouen ; par le poste de Villejuif, elle sera connectée au réseau à 220.000 volts, qui apporte l'énergie électrique du Massif Central.

Ainsi se poursuit l'équipement électrique de la région parisienne, dont les besoins exigent, pour être satisfaits, le concours d'une grande partie du pays. L'interconnexion des usines est, depuis longtemps déjà, la base du développement industriel d'une nation.

JEAN MARCHAND.

LES GRANDS VIDES INDUSTRIELS ET LEUR APPLICATION A L'USINE THERMIQUE DES OCÉANS

Par Victor JOUGLA

Les grands inventeurs du temps présent sont probablement en train de préparer à nos petits-neveux des merveilles équivalentes à celles que nous préparèrent à nous-mêmes les James Watt et les Ampère d'il y a cent ans. C'est ainsi que les usines thermiques à vapeur d'océan, conçues et mises au point par MM. Claude et Boucherot, prendront un essor insoupçonné dès qu'on saura emmagasiner l'énergie électrique en accumulateurs suffisamment légers pour la transporter utilement des mers tropicales jusqu'aux régions tempérées, de civilisation intensive. De ce que cet avenir est encore indéterminé, il n'en faut admirer que davantage le savant effort par lequel un autre technicien de grande race, feu Auguste Rateau, a consacré, avec succès, les derniers mois de sa vie à perfectionner les machines Claude-Boucherot.

Le « dégazage » des eaux, problème capital de la future usine à vapeur marine

Nous ne reviendrons pas sur la description théorique (1), ni sur les expériences à échelle industrielle déjà réalisées par les deux savants français Claude et Boucherot, tant en Belgique qu'à Cuba.

En Belgique, à Ougrée-Marihaye (2), la turbine Claude-Boucherot utilisait l'eau tiède issue des refroidisseurs des hauts fourneaux. A Cuba, le « bouilleur » de la même turbine était alimenté avec l'eau superficielle de la mer tropicale (à 28°) et le « condenseur » avec l'eau profonde (à 8°), puisée à 1.800 mètres de fond par l'énorme tuyau dont la mise en place ne fut pas sans causer d'énormes difficultés (3). Ainsi, la turbine interposée entre le bouilleur à 28° et le condenseur à 8° fonctionnait sous une pression de vapeur ne dépassant pas un dixième d'atmosphère.

L'eau du bouilleur comme celle du condenseur provient de la mer libre. Elle contient donc en dissolution des gaz naturels, principalement de l'oxygène, de l'azote et de l'anhydride carbonique. En se dégazant sous l'immense « cloche à vide » que constitue finalement le corps du bouilleur, de la turbine et du condenseur réunis, ces gaz diminuent sensiblement la différence de pression utile au travail de la turbine. Dès l'origine

de leurs études, MM. Claude et Boucherot avaient prévu la nécessité d'extraire ces gaz par pompage à mesure qu'ils se dégageraient. C'est alors que les pessimistes intervinrent pour calculer que le travail nécessaire pour cette extraction des gaz, ou opération de « dégazage », absorberait plus d'énergie que n'en fournirait l'installation.

Un premier démenti fut infligé à ces objections décourageantes lors des expériences d'Ougrée-Marihaye, effectuées sur une turbine Claude-Boucherot, d'une puissance de 50 ch, alimentée, tant du côté bouilleur que du côté condenseur, par les eaux polluées de la Meuse, *donc riches à souhait de gaz dissous*.

Mais, dès cette époque, ainsi, d'ailleurs, qu'au moment des expériences très réussies de Matanzas, à Cuba, M. Georges Claude faisait observer que ce premier dégazage sommaire n'existait pour ainsi dire pas devant le procédé que M. Rateau, son collègue à l'Académie des Sciences, était en train d'étudier spécialement à son intention.

C'est ce procédé, dont Auguste Rateau, mort depuis, avait laissé tous les plans, tous les calculs, qui donna lieu récemment à des essais à échelle industrielle (à l'usine de la Courneuve), en confirmant toutes les prévisions.

Le plus grand vide industriel obtenu jusqu'à ce jour par les « turbomachines » Rateau

On sait avec quel soin les grandes installations modernes à vapeur veillent à ce que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 134, page 414.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 68.

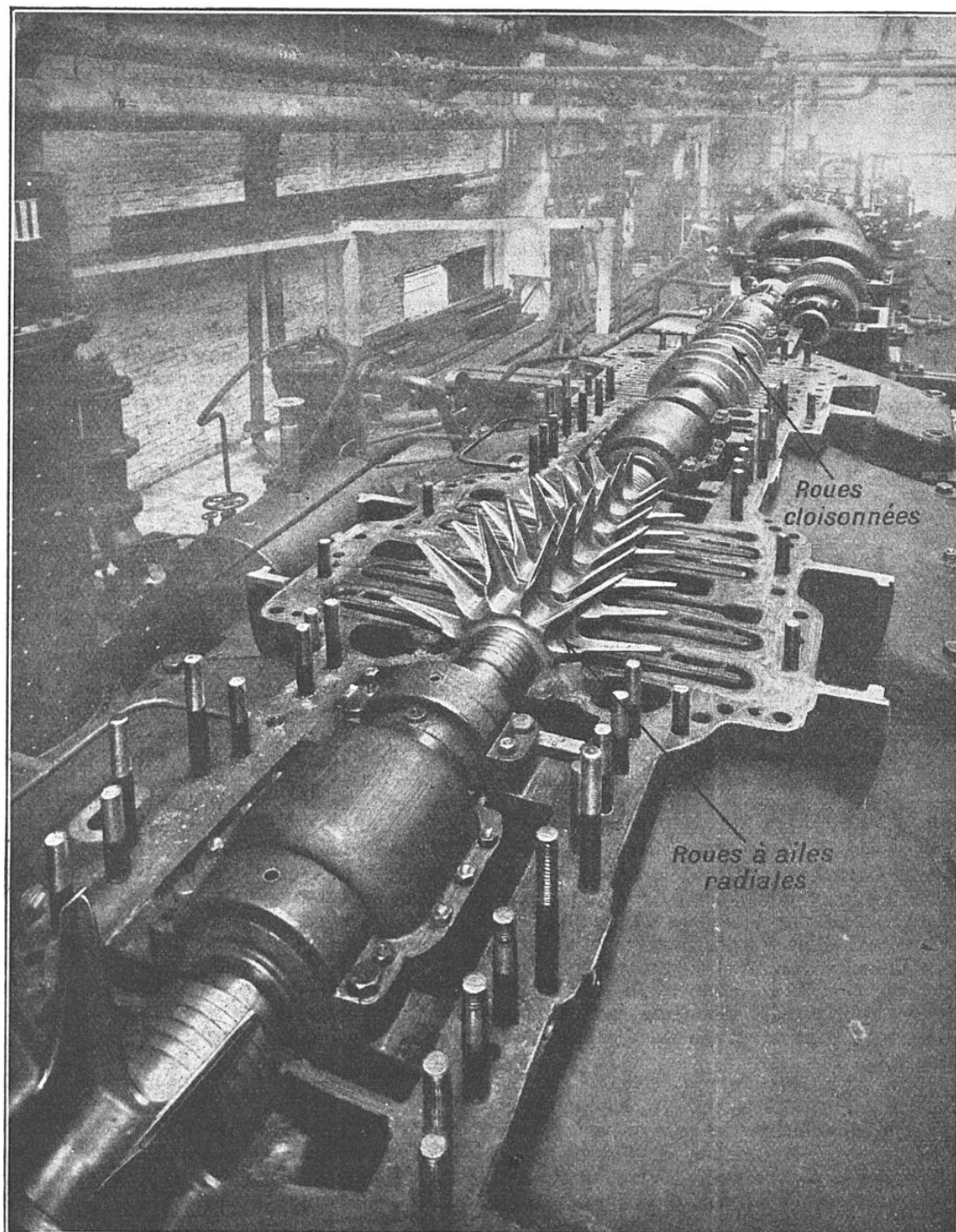


FIG. 1. — ENSEMBLE DE L'EXTRACTEUR MULTICELLULAIRE RATEAU, DESTINÉ AU DÉGAZAGE DE L'EAU DE LA MER ET À ASSURER LE VIDE AU CONDENSEUR DE L'USINE THERMIQUE DES OCÉANS. Le corps supérieur étant enlevé, on distingue les dix-sept cellules de la longue turbomachine (7 mètres). Les roues de cette turbine sont de deux sortes : au premier plan, on voit les roues à ailes radiales, et, dans le fond, les roues cloisonnées. La machine Rateau permet de réaliser un vide de 99,5 %.

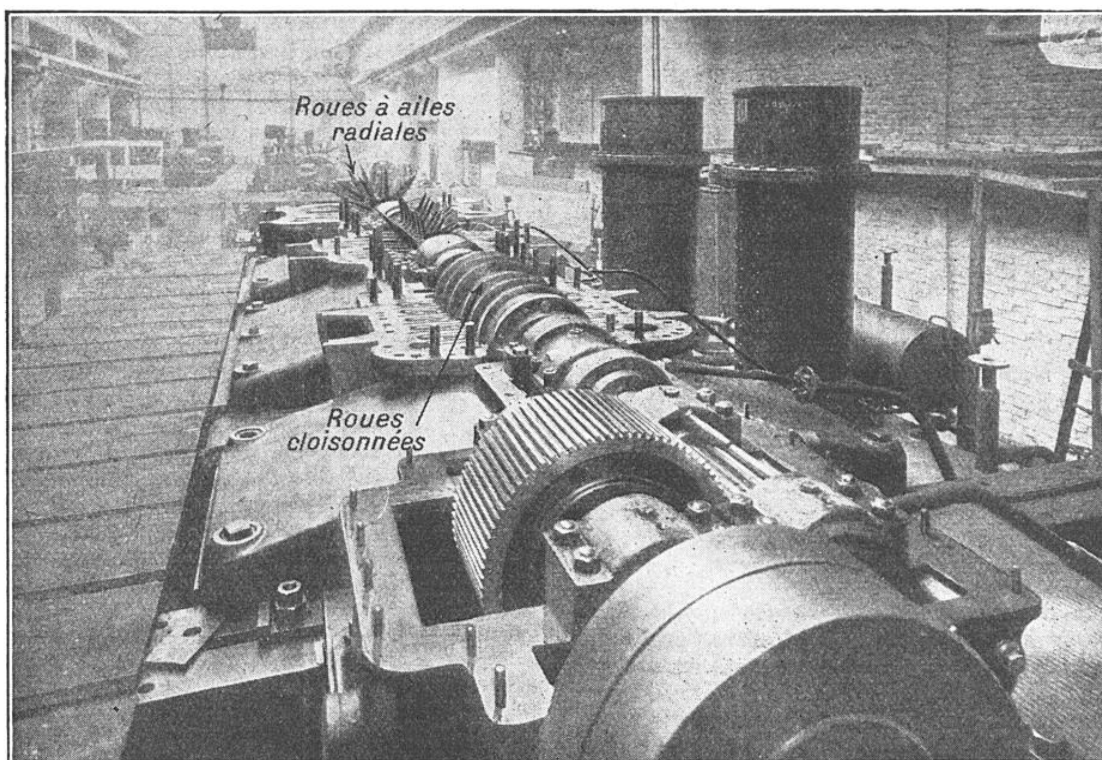


FIG. 2. — VUE, PRISE DU COTÉ DES ROUES CLOISONNÉES, DE LA MACHINE RATEAU.

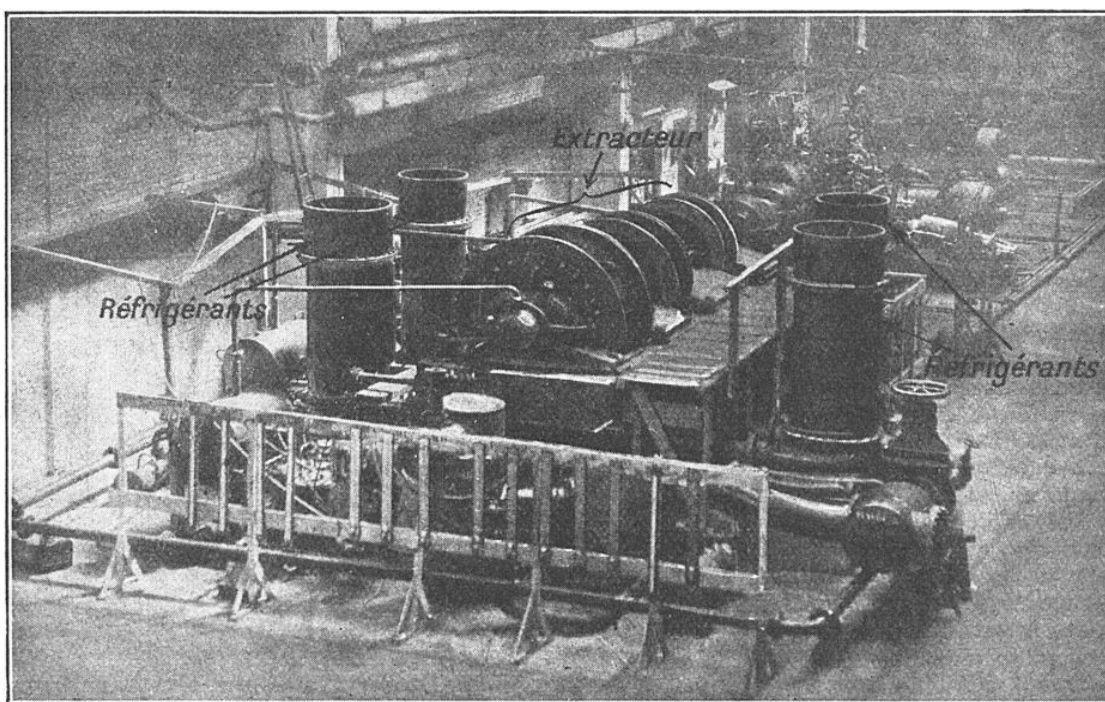


FIG. 3. — L'EXTRACTEUR DE GAZ QUI A SERVI AUX PREMIERS ESSAIS

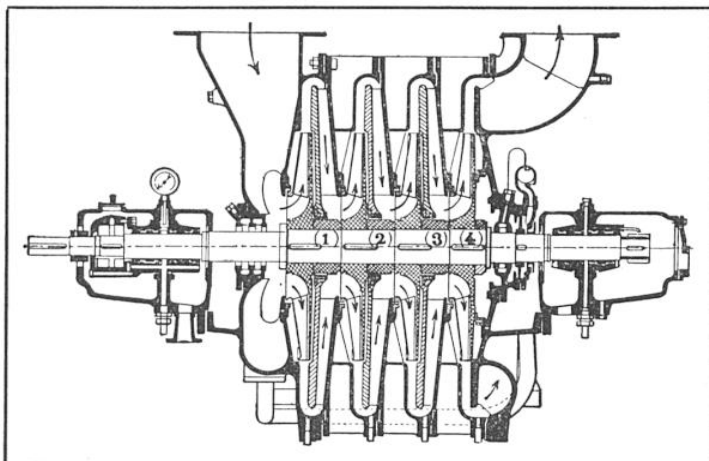


FIG. 4. — VUE EN COUPE DU DÉGAZEUR RATEAU, MONTRANT LE TRAJET DES GAZ ASPIRÉS, PUIS REFOULÉS, PAR LES ROUES SUCCESSIVES DE LA « TURBOMACHINE »

soit maintenu le « vide » du condenseur. Dans l'installation Claude-Boucherot, le condenseur doit présenter constamment un vide à 96 %. L'appareillage établi par Auguste Rateau, calculé pour réaliser un vide de 98,2 %, a fourni, aux essais, un vide de 99,5 % — soit une pression de 4 millimètres de mercure. Jamais un pareil résultat n'avait été atteint sur d'aussi gros volumes, ni avec des appareils aussi peu spécialisés que les « surpresseurs » Rateau.

Ces « turbomachines » sont des merveilles de simplicité, en ce sens qu'elles sont constituées uniquement par des roues tournant à grande vitesse et entraînant l'air, du centre à la périphérie, par la seule force centrifuge. En sorte que si l'on branche une « aspiration » sur l'axe de telles machines rotatives et un « refoulement » sur leur périphérie, elles agissent en machines à vide du côté aspiration et en compresseurs, ou « surpresseurs », du côté refoulement. Les turbomachines Rateau remplissent indifféremment l'une et l'autre fonctions.

Elles servent comme extracteurs de gaz sur les fours à coke et les fours à chaux, et comme surpresseurs dans les usines à gaz, dans les brasseries, pour aérer les levures. Tournant à 30.000 tours par minute, un turbocompresseur Rateau de petit diamètre con-

vient à la suralimentation des moteurs d'avion en altitude. Pour le service d'exhaustion du condenseur et des dégazeurs des futures usines Claude-Boucherot, il convenait d'établir ces machines à un diamètre assez grand, de les faire tourner à une vitesse qui, pour n'être pas de l'ordre de rotation du turbocompresseur d'avion, n'en atteigne pas moins 9.000 tours par minute, et, enfin, de multiplier le nombre des roues.

Il n'a pas fallu moins de dix-sept roues Rateau, rassemblées en trois groupes sur le même axe tournant, pour assurer l'extraction des gaz jusqu'au vide calculé de 98,5 % et réalisé, en fait, de 99,5 %, au cours des essais effectués.

Un extracteur d'air centrifuge Rateau, à dix-sept roues

Il faut d'abord savoir que les roues inventées par Auguste Rateau, pour « pomper » et « refouler » les gaz par effet centrifuge, sont de deux sortes. Les unes comportent, serrées entre deux flasques (voir photographies p. 169), des aubes qui canalisent le courant gazeux du centre jusqu'à la périphérie. Les autres sont uniquement composées d'ailes radiales, dont le profil est calculé pour obtenir le même effet centrifuge (voir photographie p. 169).

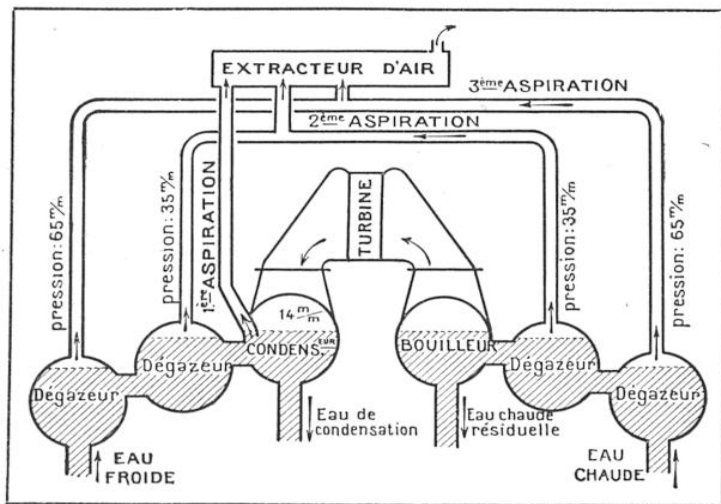


FIG. 5. — ENSEMBLE SCHÉMATIQUE DE L'INSTALLATION POUR LE DÉGAZAGE DE L'EAU ET LA RÉALISATION DU VIDE AU CONDENSEUR, A L'USINE CLAUDE-BOUCHEROT

Dans l'un et l'autre cas, le gaz parvient à la périphérie animée d'une vitesse de même ordre que la vitesse tangentielle de la roue (408 mètres par seconde),

C'est alors qu'intervient, à l'étage suivant de la machine, qui est fixe, un compartiment spécialement profilé, où le gaz transforme à nouveau sa vitesse périphérique en pression, tandis qu'il se dirige vers l'axe central, où il est happé par la roue suivante. Ainsi de suite.

Sa pression accrue à chaque étage (à chaque « cellule » de la turbomachine), le gaz parvient finalement à l'orifice de refoulement par où il échappe.

Voyons maintenant comment un tel système (aux éléments pratiquement aussi nombreux qu'on le désire) pouvait être appliqué à la turbine Claude-Boucherot.

Il s'agit de maintenir le condenseur à la pression infime de 14 millimètres de mercure par centimètre carré. C'est donc sur cet organe que doit être d'abord branchée l'aspiration de la machine.

Mais, nous le savons, celle-ci doit encore extraire les gaz dissous dans l'eau et qui se dégagent dans les « dégazeurs » ; et voilà une nouvelle aspiration assignée à la turbomachine. Le vide qu'il est nécessaire de réaliser aux dégazeurs ne saurait atteindre le même taux que dans le condenseur : il suffit d'abaisser la pression à 35 millimètres de mercure. On peut même (et c'est tout indiqué) opérer le dégazage en deux étages, en commençant d'extraire le gaz à partir d'un premier récipient déprimé à 65 millimètres de mercure. Dans ces conditions, l'aspiration de la turbomachine sera tenue de fonctionner simultanément à trois étages

de pression différents. C'est le dispositif adopté, tel que l'indique notre schéma. On voit que les divers étages d'aspiration sont connectés aux étages qui dans la turbomachine, correspondent eux-mêmes à des pressions croissantes.

Dans les usines thermiques marines

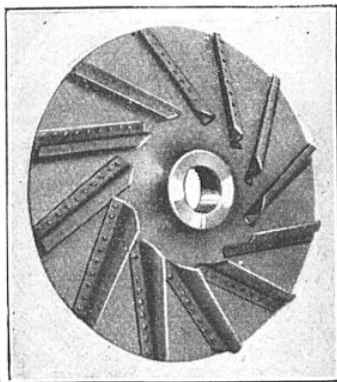


FIG. 6. — DÉTAIL D'UNE ROUE CLOISONNÉE, LE FLASQUE SITUÉ DU CÔTÉ DE L'ASPIRATION ENLEVÉ

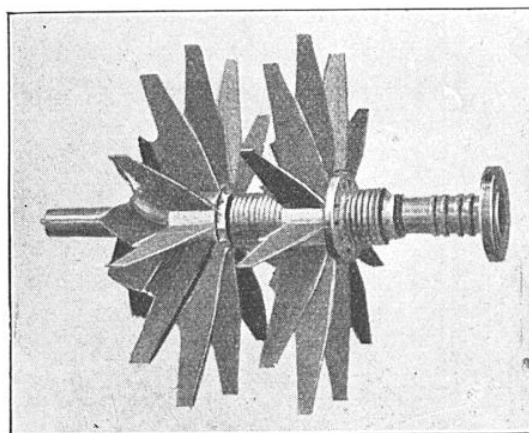


FIG. 7. — UNE DOUBLE ROUE A AUBES RADIALES DE LA MACHINE RATEAU

Claude-Boucherot, les gaz véhiculés par les extracteurs seront nécessairement très chargés en vapeur d'eau. Cette vapeur est condensée par l'interposition de réfrigérants sur le parcours des gaz, à mesure qu'ils avancent dans la turbomachine, longue de 7 mètres et qui comporte dix-sept cellules.

Les gaz qui sortent à l'orifice de refoulement sont à la pression atmosphérique (760 millimètres). D'autre part, l'expérience a montré que le vide réalisé par la machine pouvait atteindre 4 millimètres de mercure — ce qui accuse un rapport de compression de 190, pour le système Rateau.

Celui-ci constitue l'appareil le plus économique comme dépense d'énergie mécanique, mais certains techniciens niaient qu'un tel appareil centrifuge pût être utilisé, en l'espèce, à d'aussi basses pressions. La réponse est désormais péremptoire. Les turbomachines Rateau assureront le fonctionnement des usines Claude-Boucherot, moyennant une consommation inférieure à 10 % de la puissance utile totale de l'installation.

Ce sacrifice nécessaire est loin d'être rédhibitoire — d'autant plus qu'il sera diminué à mesure que s'accroîtront les dimensions des usines. Ceci, d'après la loi qui veut que le rendement d'une installation croît toujours avec la puissance.

Il ne nous reste plus qu'à attendre les résultats pratiques qui seront obtenus lors de l'application de la turbomachine à l'usine thermique des océans. Il n'y a aucune raison technique pour ne pas espérer qu'ils seront en tous points conformes à ceux déjà réalisés au cours des essais remarquablement concluants déjà effectués.

VICTOR JOUGLA.

A PROPOS D'UN RÉCENT ACCIDENT

L'AUTOGIRE ET LA SÉCURITÉ EN VOL

par E. B.

LA récente chute déconcertante du pilote Martin, à bord du nouvel autogire, nous force à nous demander comment pouvait tomber un engin dont la *sustentation indépendante du moteur* est l'essentielle vertu, alors qu'après d'excellents essais préliminaires, Martin, titulaire de quatre cents heures de vol sur les divers autogires, venait de prendre les commandes.

L'autogire « Lepère-La Cierva »

Le modèle utilisé diffère essentiellement des précédents autogires. M. Lepère, un de nos plus brillants techniciens, — qui vient, à cet effet, de passer trois mois en Angleterre avec M. de la Cierva — supprima la petite aile inférieure et ses défecteurs, et ne conserva comme gouvernail que celui de la direction, lequel entraînait dans ses mouvements l'empennage horizontal fixe. La profondeur se trouvait alors commandée par l'inclinaison de l'axe du rotor au moyen du volant. Un *blocage* de cette commande, associé au *serrage des freins*, immobilisait l'appareil avant le départ, permettant de lancer, au moyen du moteur, la voilure tournante inclinée vers l'avant, sans faire décoller l'autogire. Ces dispositions examinées, voici

comment se produisit très vraisemblablement l'accident, selon les témoignages recueillis auprès des techniciens qui y ont assisté.

En raison même des modifications importantes ainsi réalisées, et de la vitesse de ce nouveau modèle, capable, assure-t-on, de 180 kilomètres à l'heure, M. de la Cierva procéda méthodiquement aux premiers essais. Sur le terrain de Villacoublay, le 21 décembre, en compagnie de M. Lepère, il exécuta plusieurs vols et, vers midi, estima l'appareil parfaitement au point, à part quelques modifications de détail n'infirant en rien la sécurité du vol lui-même. Néanmoins, en priant le pilote Martin de prendre possession des commandes d'un appareil très différent des précédents, il l'invita à procéder par étapes et à commencer par une ligne droite, très bas, au ras du sol. Martin ne devait pas suivre ce conseil. Reste à discerner s'il estima que son expérience l'en dispensait ou s'il agit malgré lui de la sorte. On serra les freins de roues. On bloqua le rotor comme il vient d'être dit, pour lancer la voilure tournante embrayée avec le moteur, et, quand cette voilure eut acquis le régime nécessaire de 180, le pilote desserra les freins.

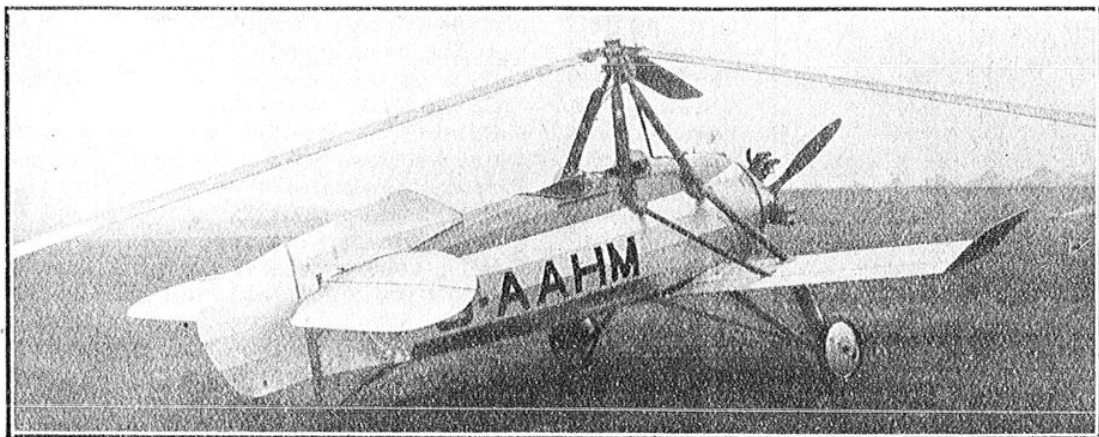


FIG. 1. — MODÈLE D'AUTOGIRE AVEC PLANS INFÉRIEURS ET DÉFLECTEURS

L'accident

Martin oublia-t-il de débloquent la commande de profondeur? Hypothèse vraisemblable car M. Lepère le vit rouler quelques mètres plein gaz et s'élever comme une flèche, à plus de 50 mètres... Au lieu d'un vol prudent en rase-mottes, c'était la plus violente chandelle. De la sorte (jusqu'à nouvel argument), on imagine que Martin, tirant sur le volant resté bloqué, l'arracha par un rude effort

et se retrouva sur le dos, descendant rapidement vers le sol.

Dans cette position, la voilure, déjà durement éprouvée, dut subir un effort qui la mit en *parapluie* et les pales, dépassant la *garde* prévue pour leur *battement* dans le sens vertical, rencontrèrent l'hélice qui les trancha au tiers de leur longueur. A 6 ou 8 mètres du sol, Martin sortit (ou fut vidé) de la cabine et se brisa le crâne sur le ciment.

L'autogire, avec lequel les pilotes Martin



FIG. 2. — LE NOUVEAU TYPE D'AUTOGIRE, AVEC LEQUEL S'EST PRODUIT L'ACCIDENT, NE COMPORTE PLUS DE PLAN FIXE

à sa position et que le système d'arrêt ayant cédé brusquement, le volant, violemment rejeté en arrière, détermina la chandelle. Puis on vit l'autogire faire une abattée et une nouvelle chandelle plus surprenante encore que la première, ce qui invitait à croire que la commande de profondeur était faussée ou coincée, et n'obéissait que par saccades.

M. Lepère vit soudain l'appareil virer à la verticale et se retourner complètement en arrivant près des hangars de la Société Nieuport. On pensa que, pour éviter ces hangars, Martin avait voulu, d'un coup de pied désespéré au gouvernail de direction (qui, dans cette position, agissait comme plan de profondeur), éloigner l'autogire des bâtiments.

L'autogire fit alors un *tonneau* complet

et Poirier firent des démonstrations de maniaibilité applaudies dans quarante meetings et avec lequel le looping fut maintes fois réussi, ne semble pas fait pour le vol sur le dos ou une station prolongée dans cette position.

L'examen du C.-L. 10, dont le pylone de rotor s'était fiché dans le sol, ne révéla aucune trace de rupture dans la voilure, ni aucun défaut dans les transmissions. Le matin même, les ingénieurs avaient constaté l'absence de vibrations. Si l'on se rappelle enfin l'accident de Massot, qui atterrit sain et sauf malgré la rupture d'une pale, et bien d'autres incidents qui confirmaient la sécurité des autogires, on ne peut attribuer le *seul* accident grave, celui de Martin, qu'à des circonstances anormales.

R. B.

L'ANALYSE PAR LES RAYONS ULTRAVIOLETS A LA PORTÉE DE TOUS

Au delà du spectre visible de la lumière s'étendent, comme on sait, deux plages de radiations : les infrarouges, d'une part, les ultraviolets, d'autre part. On n'ignore pas non plus l'importance prise par ces derniers, au point de vue de l'analyse des matières soumises à leurs actions. Toutefois, parmi la gamme de l'ultraviolet, c'est la lumière de Wood — dont les radiations sont voisines du violet — qui est la plus utilisée. Cette lumière est obtenue en filtrant l'ultraviolet à travers un écran spécial dû précisément au physicien Wood. Sous l'influence de ce rayonnement, les corps émettent à leur tour des radiations, dont la longueur d'onde est supérieure à celle qui a provoqué cette émission et qui, par conséquent, tombent dans le spectre visible. C'est le phénomène de la fluorescence. Ainsi, l'ultraviolet constitue un précieux agent d'analyse, puisque la fluorescence est fonction de la nature du corps examiné.

Malheureusement, les appareils producteurs d'ultraviolet sont d'un prix trop élevé pour pouvoir entrer dans la pratique courante. Cependant, nous en avons signalé un, le *Callophane*, qui utilise les radiations de la lumière du jour en les filtrant convenablement et dont, par conséquent, la simplicité est extrême (1). Mais, faudra-t-il donc attendre le jour pour effectuer les analyses, souvent urgentes, qui se présentent? Non, car un nouvel appareil, l'*Uviolux*, fonctionnant simplement sur la lumière électrique au moyen d'une simple prise de courant, permet de travailler en lumière artificielle. On le voit, représenté (fig. 2), avec sa forme



FIG. 1. — COMMENT ON UTILISE LE « CALLOPHANE »

de projecteur, muni d'un dispositif spécial pour l'utilisation des écrans convenables. Suivant que l'on interpose devant l'appareil projecteur l'écran ou qu'on ne l'utilise pas, on peut obtenir, soit la lumière de Wood, soit

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 343.

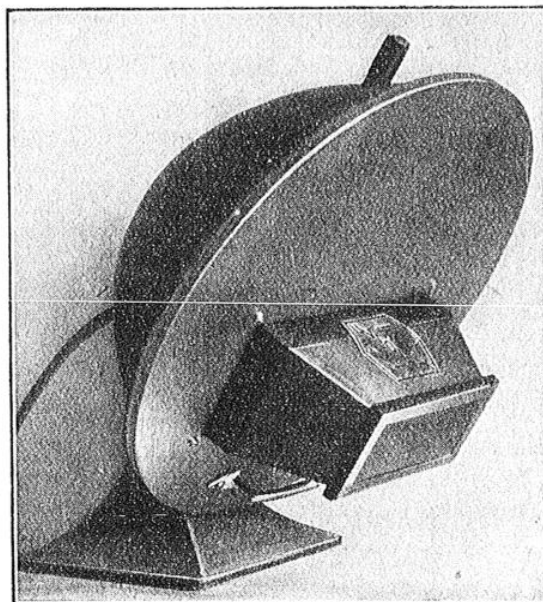


FIG. 2. — ENSEMBLE DE LA LAMPE « UVIOLOUX »

des radiations ultraviolettes non filtrées, soit, au contraire, des rayons infrarouges. En dehors des applications industrielles, on conçoit donc les applications médicales qui dérivent de cette possibilité.

Ainsi, peintures, vernis, résines, pigments, textiles, colorants, sucres, chaux, ciments, verres, céramiques, caoutchoucs combustibles, parfums, produits pharmaceutiques et alimentaires peuvent être rapidement analysés. De même, l'expertise des tableaux, des timbres, documents, objets d'art, chèques, etc., se fait instantanément. Toute trace d'impureté ou de fraude est rapidement décelée. D'ailleurs, ce nouveau projecteur, mobile comme une lampe baladeuse, n'exige pas une prise d'échantillon, puisqu'il suffit de projeter son faisceau sur le corps à soumettre à son examen sévère. L'industriel, le commerçant, l'expert, le réceptionnaire n'ont donc besoin d'aucunes connaissances spéciales. Quant aux chimistes, ils peuvent ainsi, à peu de frais, utiliser des méthodes d'analyse jusqu'ici trop onéreuses.

Au même titre que la balance, qui contrôle les quantités, l'*Uviolux* a sa place partout pour contrôler la qualité.

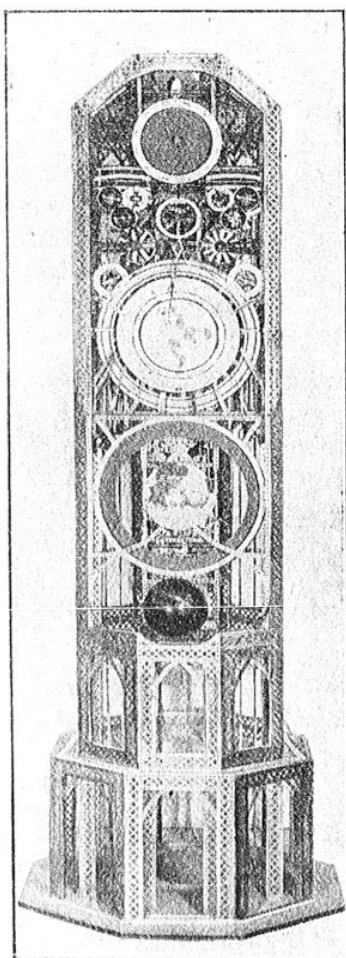
J. M.

LA CÉLÈBRE HORLOGE DE STRASBOURG REPRODUITE AVEC UN JOUET

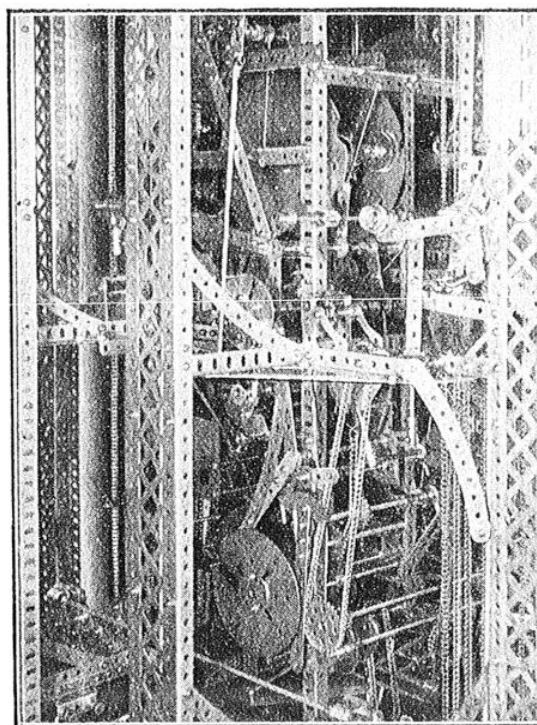
LORSQUE l'ouvrier strasbourgeois Jean-Baptiste Schwilgué construisit — du 24 juin 1838 au 2 octobre 1842 — l'horloge, célèbre dans le monde entier, de la cathédrale de Strasbourg (1), pouvait-il se douter que, près d'un siècle après lui, une réplique en serait faite avec précision au moyen des simples pièces d'un jouet dont tous les enfants connaissent le nom, le *Meccano*? Cependant, cela est rigoureusement exact et M. Alexandre Rahm a pu réaliser, en six ans d'études et de labeur, une

belle pièce de mécanique dont nous reproduisons deux photographies.

Avec des dimensions réduites, l'horloge mesurant 2 m 75 de haut sur 62 centimètres de base, cette merveille de mécanique comporte, en effet, de multiples cadrans donnant les indications les plus variées. Citons : l'heure légale, le calendrier perpétuel, le comput ecclésiastique, des mouvements astronomiques (phases lunaires, repro-



LA RÉPLIQUE DE L'HORLOGE
DE STRASBOURG



DÉTAIL DE L'HORLOGE MONTRANT L'EMPLOI
DES DIVERSES PIÈCES « MECCANO »

duction des éclipses, du mouvement des étoiles, des mouvements des planètes, etc...).

Tout est prévu dans cette horloge ; les années bissextiles, les années séculaires non bissextiles, les changements de jours, de mois, d'années, etc. Il nous est impossible de pénétrer dans le détail cependant passionnant du calcul de tous ces mécanismes (certaine roue effectue un tour en 2.500 ans).

Signalons cependant que l'horloge astronomique de M. Alexandre Rahm est mue par des poids, dont le remontage est automatiquement effectué par deux moteurs *Meccano* branchés sur le courant du secteur, et qui se mettent en marche toutes les soixante heures.

Ainsi, avec un tournevis, une clef et une scie à métaux, a été réalisée cette pièce magnifique, qui ne manquera pas de faire rêver les nombreux adeptes du *Meccano*.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 45, page 177.

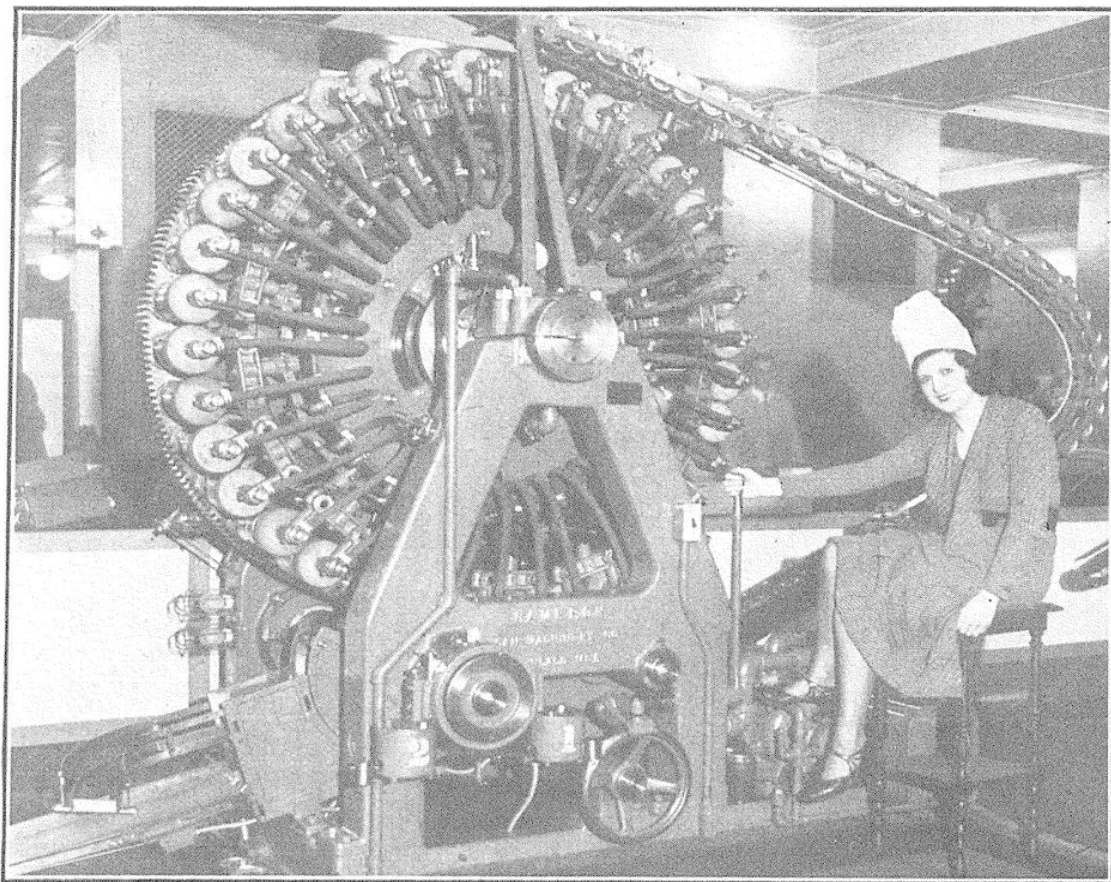
UNE MACHINE QUI PERMET DE VÉRIFIER 18.000 BOITES DE CONSERVE A L'HEURE

On connaît le développement pris par l'industrie des boîtes de conserve dans le monde entier et plus particulièrement en Amérique. Grâce aux perfectionnements de la technique, toutes les opérations de cette fabrication sont aujourd'hui rendues automatiques, et, en particulier, celle qui consiste à vérifier l'étanchéité des boîtes avant remplissage et à éliminer celles qui sont défectueuses. Autrefois, cette opération se faisait en plongeant la boîte dans l'eau et en observant la formation éventuelle de bulles. Aujourd'hui, elle est réalisée couramment au moyen d'une machine à vide (voir figure ci-dessous), qui est capable de vérifier 18.000 boîtes à l'heure et qui rejette automatiquement celles qui se sont révélées défectueuses. Les boîtes, non munies de leur

couvercle, sont amenées par une bande sans fin à la machine proprement dite, où elles sont placées à l'intérieur de cloches aménagées de telle sorte que l'intérieur de la boîte est sous vide alors que l'extérieur est à une pression d'environ 5 kilogrammes. S'il y a une fuite dans la boîte que l'on vérifie, l'air qui s'écoule agit sur un diaphragme qui, à son tour, actionne un interrupteur électrique. Celui-ci ferme un circuit qui agit sur un dispositif éjecteur qui élimine automatiquement la boîte défectueuse, tandis que celles qui ne présentent pas de fuite poursuivent leur chemin normalement.

Une seule employée suffit là où il en fallait autrefois un grand nombre ; encore n'a-t-elle à effectuer qu'un travail de surveillance.

A. C.



LA MACHINE QUI PERMET DE VÉRIFIER L'ÉTANCHÉITÉ DES BOITES DE CONSERVE

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

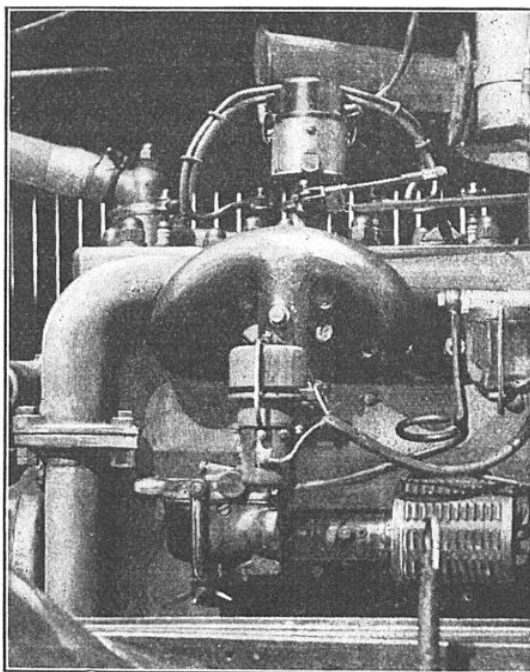
Par V. RUBOR

On peut économiser l'essence consommée par le moteur d'automobile

LES moteurs d'automobiles ont atteint aujourd'hui une telle perfection, le réglage des carburateurs est exécuté par les constructeurs avec une telle précision, qu'il paraît vain de chercher à diminuer encore la consommation par cheval pendant que le moteur fonctionne en régime normal. Mais il est un autre point sur lequel la sagacité des techniciens émérites, comme M. Fuscaldo, bien connu par ses réalisations dans le champ des moteurs d'automobiles et par ses remarquables études sur les moteurs à deux temps, devait s'exercer pour le plus grand bien de l'usager. Il s'agit, en effet, de la suppression du gaspillage, c'est-à-dire de la consommation d'essence au moment où le besoin ne s'en fait pas sentir. Or, ce moment se reproduit chaque fois qu'on lâche la pédale de l'accélérateur pour diminuer la vitesse. Tant que celle-ci n'a pas atteint le régime du ralenti, l'essence est consommée en pure perte.

Voici comment cette consommation inutile peut être supprimée au moyen d'un appareil simple, facile à monter sur la tuyauterie d'aspiration, entre la bride du carburateur et celle du moteur. Cet appareil renferme, en effet, une soupape qui s'ouvre dès que l'accélérateur est lâché, et qui reste ouverte jusqu'à ce que le moteur revienne à son régime de ralenti, à moins que l'on accélère à nouveau, auquel cas elle se ferme.

Or, en s'ouvrant, cette soupape met directement le moteur en communication avec l'atmosphère. Ainsi la dépression dans les cylindres tombe à zéro. Par conséquent, le gicleur de ralenti du carburateur cesse de débiter, la consommation est nulle et les remontées d'huile sont supprimées. Dès que le ralenti est atteint, ou si l'on accélère, la soupape se ferme et tout se passe exactement comme si l'appareil n'existait pas.



L'APPAREIL « ECONOM » SUR UN MOTEUR

Cette soupape, dont le fonctionnement est absolument automatique, est commandée simplement par un électroaimant dont le circuit est branché sur le circuit d'allumage. Sur le fil aboutissant à l'électroaimant se trouvent deux interrupteurs en parallèle, de sorte qu'il suffit que l'un d'eux soit fermé pour que le courant y circule et ferme la soupape. Or, l'un des interrupteurs est commandé par l'accélérateur, et l'autre s'ouvre automatiquement quand la vitesse du moteur devient légèrement supérieure à celle du ralenti. La combinaison des ouvertures et fermetures de ces interrupteurs permet d'obtenir le résultat que nous avons énoncé plus haut.

Ainsi, tout en conservant le moteur en marche, l'appareil agit, au point de vue consommation d'essence et d'huile, comme une roue libre, et l'on sait que l'économie d'essence ainsi réalisée varie de 15 à 20 %. De plus, dans une longue descente, comme la dépression dans les cylindres est nulle, il n'y a pas de remontée d'huile et les bougies ne tendent pas à s'encrasser. Enfin, l'air frais qui pénètre dans le moteur refroidit les cylindres et les pointes de bougies, en même temps qu'il assure un balayage énergétique.

Ce nouvel appareil, baptisé l'*Econom*, rationnellement étudié, répond bien au but visé : économiser l'essence et l'huile en évitant le gaspillage.

Les essais ont été exécutés par la station nationale de Recherches et d'Expériences techniques de Bellevue ; ils ont donné les résultats officiels suivants : consommation d'essence aux 100 kilomètres, avec l'appareil *Econom* : 10,900 litres, à 15° centigrades ; sans l'appareil *Econom* : 12,600 litres, à 15° centigrades. Les reprises sont plus franches et meilleures avec l'*Econom*. (*Procès-verbal de l'essai n° 86 du 30 août 1932.*)

Un appareil efficace pour la protection contre le vol et l'incendie

La photographie ci-dessous représente un nouvel appareil dont l'aspect ne semble pas dénoter les fonctions auxquelles il est destiné, pas plus que les services qu'il est susceptible de rendre. L'intérieur de ce boîtier en bakélite contient, en effet, un ingénieux dispositif électrique, dérivé de relais magnétiques, capable de déceler instantanément toute tentative de vol. Or, il ne fait aucun doute que, plus que jamais, nous devons nous mettre à l'abri des cambrioleurs, dont le matériel moderne vient à bout de la plupart des résistances qu'on leur oppose.

En cas d'effraction, cet appareil, appelé *Electro-Gard*, et complété par son « électro-contact » *Vade*, met en action des signaux sonores (sonnerie, pétards, sirènes) ou lumineux par l'éclairage des lampes de l'installation de lumière existant dans les locaux à protéger. Fait remarquable : les fils de contacts reliés à l'*Electro-Gard* peuvent être coupés ou arrachés sans que celui-ci cesse de fonctionner parfaitement.

Signalons également qu'à l'état de veille,



VUE EXTÉRIEURE DE L'« ÉLECTRO-GARD »

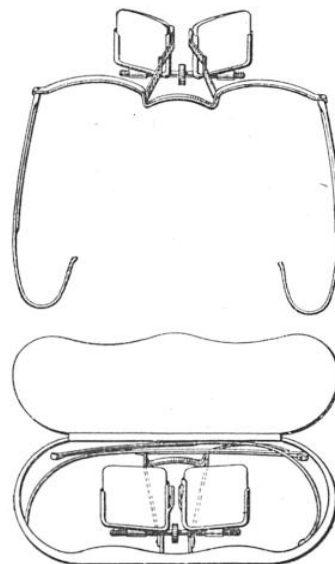
l'*Electro-Gard* ne consomme absolument aucun courant. De plus, il fonctionne même si l'interrupteur du compteur est ouvert. On comprendra que l'on ne puisse ici décrire en détail ce dispositif de sécurité pour des raisons de sécurité même. Mentionnons encore l'*Electro-Gard Incendie*, qui annonce immédiatement tout commencement d'incendie, même par court-circuit. Dans ce cas, l'installation se trouve mise hors circuit instantanément, ce qui évite sa destruction totale. L'appareil contre l'incendie s'adapte d'ailleurs au dispositif antivol et le complète heureusement.

La loupe binoculaire réglable permet d'effectuer sans fatigue les plus délicats travaux

La silhouette de l'horloger, sa loupe monoculaire fixée à l'œil, est trop familière à tous pour qu'il soit utile d'insister sur les services que l'on est en droit d'attendre de cet appareil d'optique, fort simple, que constitue une lentille de verre. Ainsi, l'horloger a résolu depuis longtemps le problème de la vision agrandie des objets, tout en conservant les deux mains libres pour effectuer son travail délicat. Bien d'autres occupations nécessitent, d'ailleurs, l'emploi de la loupe. Citons, par exemple, les retoucheurs de photographie, les dessinateurs, les botanistes, les naturalistes, les géologues, les experts, les graveurs, etc. Pour tous, la loupe est d'un usage courant. Il n'est pas jusqu'aux médecins, dentistes, qui ne soient appelés à l'utiliser assez souvent.

Mais, si la loupe monoculaire libère les deux mains, elle ne résout pas le problème du rendement du relief, dont la solution, on le conçoit, doit apporter un perfectionnement considérable à la loupe. C'est cette solution qu'a imaginée M. Berland en construisant la loupe binoculaire représentée ci-contre.

Elle se compose simplement d'une monture de lunette prolongée en avant par un support, sur lequel on peut



LA LOUPE BINOCULAIRE OUVERTE ET DANS SON ÉTUI

insérer deux lentilles planconvexes. Du choix des lentilles dépend le grossissement obtenu. On peut réaliser ainsi trois grossissements : 1, 2,2 et 3.

La position des loupes, qui font avec le plan médian du visage un angle de 70°, leur éloignement des yeux (7 centimètres), sont tels que les axes optiques des yeux de l'observateur passent sensiblement par les centres optiques des loupes. Une molette permet, d'ailleurs, de régler leur écartement, et la fusion des images peut être ainsi rigoureusement obtenue. Enfin, la faible partie du champ visuel occupé par les verres permet, sans quitter les lunettes, de passer instantanément de l'observation à la loupe à la vision directe.

Ainsi, tout en conservant les mains libres, on peut effectuer les travaux les plus délicats.

Pour affûter les outils ou percer de petits trous, voici un moteur scientifiquement étudié

PARMI les outils les plus utiles à l'amateur comme au mécanicien, la meule tient une des premières places. Elle est, en effet, d'un emploi courant pour affûter les outils, burins, tournevis, etc., que la trempe rend trop durs pour être attaqués à la lime.

Nous devons donc posséder une petite meule. La vogue de ce genre d'appareils, commandés à la main, suffit d'ailleurs à prouver le bien-fondé de cette affirmation. Mais, avez-vous essayé de les utiliser? Vous avez alors certainement constaté deux difficultés. Tout d'abord, l'impossibilité presque absolue de maintenir une vitesse suffisante, lorsque vous appuyez un peu fortement sur l'outil; ensuite, une seule main est libre pour exécuter le travail.

Devant l'extension considérable des applications de l'électricité, il était tout naturel que fussent mis au point des « tourets » mûs par des moteurs électriques. Ici encore ont apparu des difficultés, dès que l'on a voulu mettre en œuvre des moteurs de faible puissances. Certes, les moteurs universels fonctionnent aussi bien sur le continu que sur l'alternatif, mais leur vitesse est loin d'être

constante. A vide, ils s'emballent et le nombre de tours par minute peut devenir dangereux, car les meules risquent d'éclater.

Il existe cependant un type de moteur qui ne peut s'emballer. Ce sont les moteurs dits en « cage d'écureuil ». Ils ne fonctionnent que sur l'alternatif, mais la grande extension de ce genre de courant leur assure une large diffusion. Le problème consistait à les faire démarrer sur deux fils. En effet,

alors qu'avec le triphasé le champ tournant créé par le stator entraîne le rotor, en monophasé, au contraire, ce champ tournant n'existe plus. Toutefois, M. Vassala surmonté la difficulté en décalant le courant par rapport à la tension, au moyen d'un condensateur. Dans ces conditions, il est

parvenu à maintenir fixe la vitesse du moteur (3.000 tours minute) et à lui conserver un couple normal au démarrage. Enfin, le rotor ne comportant ni balais, ni collecteurs, ni bagues, l'entretien est réduit à sa plus simple expression.

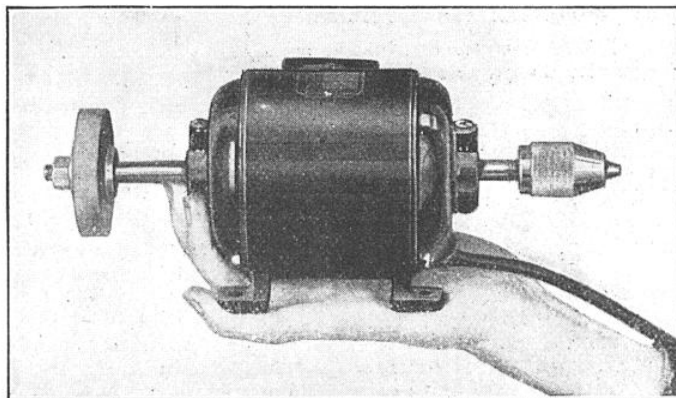
Le modèle représenté ci-dessus comporte, outre la meule à affûter, un petit mandrin qui permet d'utiliser le moteur pour percer des trous de faible diamètre.

Enfin, ce qui ne gêne rien, la consommation de cet appareil, vraiment scientifiquement établi, n'est que de 0,5 ampère.

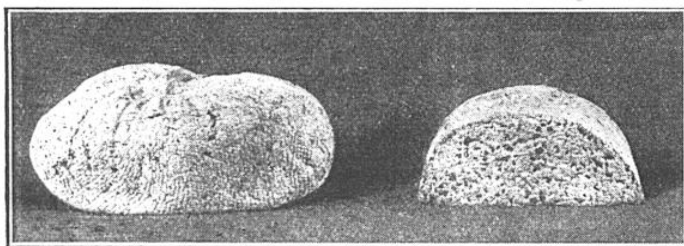
Les éponges artificielles présentent de remarquables qualités

CONSIDÉREZ la photographie page 178. La figure de droite ne ressemble-t-elle pas, à s'y méprendre, à celle d'une « miche » de pain coupée par le travers? Celle de gauche, au contraire, a l'aspect d'une belle éponge naturelle. Cependant, ce sont là deux modèles des éponges artificielles dont nous annonçons l'apparition dans le n° 186 de *La Science et la Vie*. Nous ne pouvons donner encore de renseignements précis sur leur fabrication, celle-ci étant tenue jalousement secrète. Nous dirons simplement que ces éponges sont à base de cellulose pure, dans laquelle un traitement approprié a permis de ménager de multiples porosités.

Mais, ce que nous pouvons faire connaître, ce sont les principales qualités de ces produits. Signalons tout d'abord que le modèle



LE TOURET ÉLECTRIQUE DE M. VASSAL



DEUX MODÈLES D'ÉPONGES ARTIFICIELLES

*A gauche, pour les soins d'hygiène et les besoins du ménage ;
à droite, pour les usages industriels.*

de droite est destiné aux usages industriels, et que celui de gauche est réservé aux travaux de ménage et aux soins d'hygiène. L'extrême division de la cellulose a permis d'obtenir le maximum de rendement. En effet, ces éponges sont capables d'absorber en eau vingt-quatre fois leur poids sec. De plus, leur homogénéité régularise parfaitement leur action, soit pour le lavage, soit pour l'essuyage. Leur résistance au frottement est au moins égale à celle des meilleures éponges naturelles. En outre, leur densité est faible, de sorte qu'elles surnagent toujours, ce qui évite l'obstruction des canalisations d'eau. Leur fabrication même rend impossible

la présence d'impuretés susceptibles de rayer les surfaces peintes ou vernies. Enfin, elles résistent à l'action de nombreux agents chimiques, particulièrement aux lessives alcalines (de soude, de potasse ou d'ammoniaque). Il est donc très aisé de les nettoyer complètement en les faisant bouillir, tout comme le linge. Quant à leur forme, elle a été étudiée pour rendre leur emploi le plus commode possible.

Elles ont, en outre, une qualité primordiale : celle de pouvoir être complètement aseptisées, soit par ébullition, soit par étuvage. V. RUBOR.

Adresses utiles

pour les « à côté » de la science

Economiseur d'essence : ECONOM, 34, rue Thiers, Boulogne-sur-Seine (Seine).

Contre le vol : SOCIÉTÉ ELECTRO-GARD, 7, rue Sébastien-Gryphe, Lyon-7^e (Rhône).

Loupe binoculaire : M. BERLAND, opticien, Etréchy (Seine-et-Oise).

Touret électrique : M. VASSAL, 13, rue Henri-Regnault, Saint-Cloud (S.-et-O.).

Éponges artificielles : M. DE SENTIS, 26, rue de la Pépinière, Paris (8^e).

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtage nécessaire à la reliure des nos 181 à 186, parus de juillet à décembre 1932, qui constituent le tome XLII de La Science et la Vie, est en vente à nos bureaux, au prix de 5 francs, et de 6 francs avec la table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 5 fr. 50 et de 6 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter à ces derniers prix 1 franc pour supplément de port ; tous les emboîtages parus antérieurement peuvent être fournis au même prix. Toutefois, les tables des matières des tomes II, III, IV, V, XXV, XXVI manquent.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 23 —		{ 6 mois ... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Îles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 41 —		{ 6 mois ... 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois ... 36 —		{ 6 mois ... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

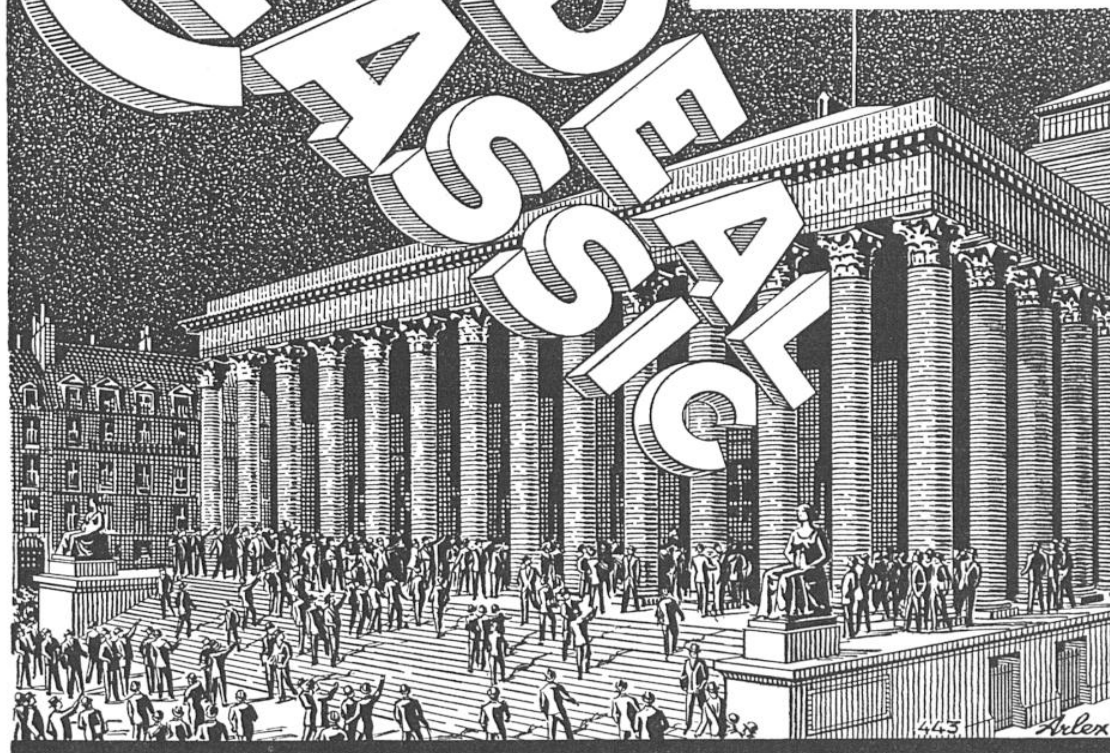
« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

Une valeur qui
ne se dépréciera
jamais !

IDEAL
CLASSIC



PEUT-ON imaginer un meilleur placement qu'une installation de CHAUFFAGE CENTRAL « IDEAL CLASSIC » ?

Non, car ce mode de chauffage, qui apporte un confort incomparable à toute la maison, vous fera épargner 50 % du combustible que vous brûlez actuellement.

Cette grosse économie vous fera récupérer en quelques hivers, le prix initial de son installation.

Peut-on imaginer meilleur placement ?

Demandez la Brochure illustrée N° 68 envoyée gratuitement contre ce coupon

Veillez m'adresser votre brochure N° 68

NOM

RUE

N°

VILLE

DÉP.



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

CRÉATRICE DU CHAUFFAGE CENTRAL "IDÉAL CLASSIC"

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE
141, Rue du Molinel

LYON
4 bis Place Gensoul

MARSEILLE
158, Cours Lieutaud

BORDEAUX
128, Cours d'Alsace-Lorraine



LE STÉRILISATEUR SIRÈNE



CATALOGUE FRANCO

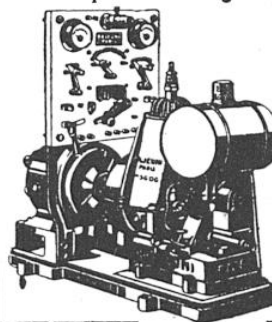
stérilise votre lait

Il suffit de le mettre sur le feu
et il vous prévient
dès que l'opération est terminée.
(Voir description, p. 83. n° 187.)

APPAREILS MÉNAGERS
STRIDA

3, rue Crillon, PARIS (4^e)

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI



Bien que minuscule, ce
Groupe est de la même
excellente qualité que les
autres appareils cons-
truits par les Établis-
sements RAJEUNI.

Il comporte la perfection
résultant d'essais et d'ex-
périences continus.

La longue pratique de
ses créateurs se révèle
dans sa construction
simple et indéfectible.

Catalogue n° 182 et rensei-
gnements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél. : Oberkampf 52-46

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	93 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES fort intéressantes

vous réussirez

SI VOUS LISEZ le "Guide des Carrières Techniques"
qui vous renseignera exactement sur les situations indus-
trielles, commerciales, militaires, maritimes et vous
indiquera le moyen de vous y préparer, rapidement, chez
vous, et à peu de frais (Tomes N° 1 : T.S.F. — N° 2 :
Automobile — N° 3 : Electricité — N° 4 : Aviation).
Demandez, aujourd'hui même, gratuitement, le tome qui
vous intéresse au Service N° 9

UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE PARIS
28, RUE SERPENTE, VI^e

ASSURO

EXTINCTEUR AUTOMATIQUE

garanti 10 ans sur facture non seule-
ment contre tous vices de fabrication, mais
aussi au point de vue étanchéité et bon
fonctionnement.

ÉTEINT TOUT EN UNE SECONDE

ASSURO

42, rue de Paradis, PARIS-X^e



- Faut pas demander si en v'la une qui se rase les dents au Dentol.

Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.



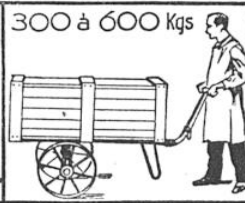
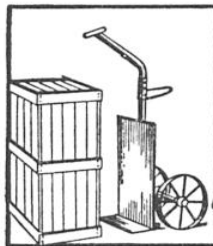
Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

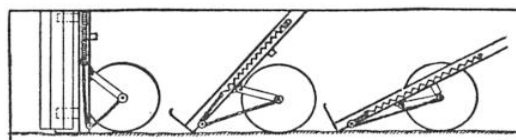
CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL** il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

LE DIABLE-CAR

DIABLE ÉQUILIBRÉ. AUTO-CHARGEUR A GRANDES ROUES ■ PERMET A UN SEUL HOMME LE TRANSPORT DE CHARGES JUSQU'A 600 KILOGRAMMES, POUR :



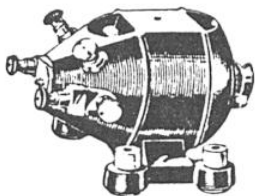
300 à 600 Kgs



TUBES A GAZ, CAISSES DE VERRE, PIANOS, PIERRES TOMBALES, ROULEAUX DE LINO, DE PAPIER, FUTS, OBUS, RÉSERVOIRS, ETC. DEMANDER RENSEIGNEMENTS A : **DIABLE-CAR S. A.** 25, BOUL. DE LORRAINE — CLICHY (SEINE) —

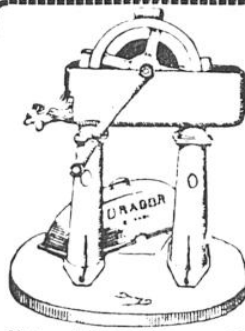
LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, 11d Jean-Jaures
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. - Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :

Voir article, n° 83, page 446.

39, allée Verte - Bruxelles

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAIL'MEL



POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE en 1901 à TOURY (EURE & LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41



TRÉSORS CACHÉS

Sources et nappes d'eau souterraines, Puits de pétrole, Mines de houille, Filons d'or, etc., sont trouvés par le Révélateur magnétique SCHUMFELL.

BREVETÉ S. G. D. G.

Méfiez-vous des réclames similaires

Notice gratuite :

LE PROGRES SCIENTIFIQUE

n° 111, PONTCHARRA (Isère)



CAFETIERE A INFUSEUR

..... " RÊVE "

ÉCONOMIQUE — PRATIQUE — ÉLÉGANTE

Notice franco sur demande à

CAFETIERE " RÊVE "

22, rue des Prairies, Paris-20^e

L'ANTICONGELANT A. M.

formule nouvelle ne contenant ni alcool, ni glycérine, produits dont le procès n'est plus à faire.

L'ANTICONGELANT A. M. ne s'évapore pas, il conserve indéfiniment son pouvoir, ne freine pas la circulation d'eau, garanti sans action corrosive sur les métaux, le caoutchouc et les joints. Ce produit est également détartrant.

S'emploie dans la proportion de UN litre pour 10 litres d'eau jusqu'à moins 10 degrés.

Dose pour 10 litres d'eau... .. Fr. 42. »

Cette dépense n'est à faire qu'une fois.

MÉTALLER & C^{ie}, 54, rue Louis-Blanc

COURBEVOIE (Seine)

La seule crème qui vous permettra de vous raser vite et agréablement, sans blaireau, savon ni eau, est le « FLUIDEX », produit français. Exigez le « FLUIDEX » et, si vous ne pouvez l'obtenir chez votre fournisseur habituel, demandez un tube au Laboratoire ANEX, 63, Grande-Rue, Montrouge (Seine), qui vous l'enverra franco contre 9 francs. C.C.P. Paris 1173-35.

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

LES VOSGES A SKI

En vue de développer la pratique des sports d'hiver dans les Vosges, les Chemins de fer de l'Est et d'Alsace et de Lorraine mettent en vigueur, jusqu'au 31 mars 1933, un tarif de billets d'aller et retour individuels de fin de semaine de toutes classes, avec réduction de 40 % sur les prix doublés des billets simples.

Ces billets, délivrés au départ de Paris et des principales gares des réseaux de l'Est et d'Alsace et de Lorraine, sont à destination fixe ou facultative. Ils permettent d'atteindre les principaux centres de sports d'hiver des Vosges, notamment le *Hohwald* (600 mètres), le *Champ du Feu* (1.099 mètres), le *Struthof* (710 mètres), le *Lac Blanc* (1.054 mètres), *Gérardmer* (675 mètres), la *Schlucht* (1.139 mètres), le *Hohneck* (1.361 mètres), le *Markstein* (1.240 mètres), le *Grand Ballon* (1.424 mètres), le *Ballon d'Alsace* (1.242 mètres).

Grâce aux billets à destination facultative, les voyageurs peuvent parcourir à ski une partie de la montagne et prendre le train du retour à une gare autre que la gare d'arrivée du voyage d'aller.

La validité des billets délivrés au départ de Paris va du vendredi (ou avant-veille de fêtes légales) à midi, au mardi (ou surlendemain de fêtes légales) à midi. Des validités spéciales sont prévues au départ des autres gares.

Les articles de sports, skis, luges, etc., à l'exception des bicyclettes, peuvent être acceptés comme bagages enregistrés avec franchise de 20 kilogrammes par voyageur.

Pour renseignements complémentaires et délivrance des billets au départ de Paris, s'adresser : Bureau de renseignements de la gare de Paris-Est, Bureau de Tourisme de la gare de Paris-Est et Agence des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, place Saint-Augustin, Paris (8^e).

