

France et Colonies : 4 fr.

N° 209 - Novembre 1934

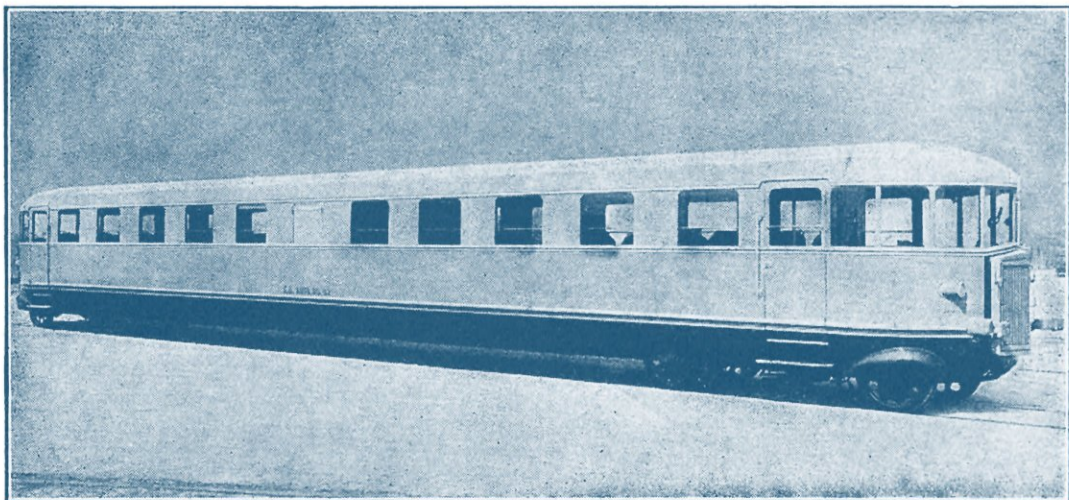
LA SCIENCE ET LA VIE



LES AUTORAILS **FIAT**

(LITTORINA)
A MOTEURS DIESEL ET A ESSENCE

LE MAXIMUM DE STABILITÉ — LES FRAIS
D'EXPLOITATION LES PLUS RÉDUITS



Type en service sur les Chemins de fer de
l'Etat Italien — 22 mètres — 140 km. à l'heure

**LE TYPE D'AUTOMOTRICE DONT IL
Y A LE PLUS GRAND NOMBRE D'UNI-
TÉS EN SERVICE RÉGULIER DANS
LE MONDE ENTIER.**



Sur le réseau des Chemins de fer
italiens les "Littorine" parcourent
actuellement 10.000 kilom. par jour.

Plusieurs nations européennes ont
acquis la licence de construction
des automotrices Fiat.

Pour renseignements et catalogues, prière de s'adresser
à l'organisation Fiat, que l'on trouve dans le monde
entier, ou à la Direction Générale à Turin - Via Nizza, 250.

L'ÉCOLE CHEZ SOI

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

DE L'ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

Directeur-Fondateur : Léon EYROLLES C. *
—○□○—

Créatrice, il y a 43 ans, de l'Enseignement Technique par Correspondance, est la seule Ecole qui :

- 1° Possède 450 volumes imprimés — résultat de plus de 40 ans d'expérience et d'efforts — collection, unique au monde, de cours constamment tenus à jour ;
- 2° S'appuie sur une Ecole de plein exercice, reconnue par l'Etat, dont les diplômés d'Ingénieurs ont une consécration officielle ;
- 3° Dispose, pour l'Enseignement et les examens d'obtention des Diplômes, des importants Laboratoires, Ateliers et Champ d'expériences de son Ecole d'application de Cachan.

PRÉPARATIONS ADMINISTRATIVES

Ponts & Chaussées-Mines
Génie rural.
Service vicinal.
Services municipaux.
Ville de Paris.
P. T. T.
Chemins de fer.
Colonies.
Armée.
Marine.
Aéronautique.
Emplois réservés.
Grandes Administrations publiques et privées.

Quelques CONCOURS annoncés pour 1934 et 1935

Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat. Admissibilité : 12 novembre 1934. Admission : 1^{er} avril 1935.

Ingénieur adjoint des Travaux Publics de la Ville de Paris : Première quinzaine de février 1935.

Ingénieur adjoint du Service vicinal à Alger : 10 décembre 1934.

Ingénieur adjoint du Service vicinal à Lyon. Admissibilité, 17 décembre 1934. Admission, 11 février 1935.

Inspecteur et Inspectrice du Travail : 12 février 1935.

RÉSULTATS OBTENUS

5286 Ingénieurs de l'Etat, des Départements et des Villes.

(Au dernier concours d'admission d'Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat, TOUS les candidats reçus étaient élèves de l'Ecole Spéciale des Travaux Publics.)

207 Ingénieurs et Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées.

5 Ingénieurs des Mines.

808 Ingénieurs adjoints du Service vicinal.

82 Ingénieurs principaux et Ingénieurs en chef du Service vicinal.

303 Ingénieurs adjoints des Travaux Publics de la Ville de Paris.

23 Ingénieurs en chef de la Ville de Paris.

35 Ingénieurs-Géomètres de la Ville de Paris.

31 Ingénieurs adjoints du Génie rural.

61 Ingénieurs des Directions de Travaux maritimes.

4 Ingénieurs des Travaux Publics du Maroc.

9075 autres situations administratives : Conducteurs, Adjointes techniques, Commis, Dessinateurs, etc.

Des milliers de situations industrielles : Directeurs, Chefs de services, Ingénieurs et Techniciens.

PRÉPARATIONS INDUSTRIELLES

Travaux Publics - Mines.
Bâtiment - Architecture.
Béton armé.
Topographie.
Mécanique.
Automobile.
Aéronautique.
Métallurgie.
Electricité - T. S. F.
Chauffage et installations sanitaires.
Froid industriel.
Comptabilité.
Administration industrielle et commerciale.

PRÉPARATION AUX DIVERSES PROFESSIONS ET MÉTIERS

ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL (1^{er} et 2^e degré)

CERTIFICATS DE LICENCE (Mathématiques)

Brochures 34 (Notices sur l'Enseignement -- Catalogues des ouvrages de l'Enseignement -- Liste nominative des résultats obtenus) et tous renseignements envoyés à titre absolument gracieux sur demande adressée à

L'ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS (ÉCOLE CHEZ SOI)
12, Rue Du Sommerard, PARIS-V^e

CHAUD - LÉGER ÉLÉGANT - PRATIQUE

TEL EST LE

MANTEAU BURBERRY



Les productions **BURBERRYS** réunissent les trois éléments indispensables à la réalisation d'un vêtement idéal :

**RICHESSSE DU TISSU
PERFECTION DE LA COUPE
QUALITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE**

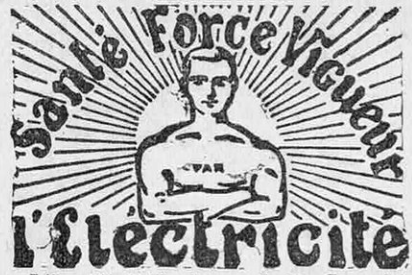
De lignes sobres et nettes qui leur confèrent un cachet particulier et les rendent faciles à porter en toutes circonstances, les manteaux **BURBERRYS** sont réalisés dans des tissus exclusifs, se travaillant facilement et dont l'usage n'altère en rien l'apparence luxueuse et confortable.

Catalogue et Echantillons franco sur mention de cette Revue

BURBERRYS

8 & 10, Bd Malesherbes, PARIS

AGENTS DANS LES PRINCIPALES VILLES DE PROVINCE



L'Institut Moderned du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralysies.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatorrhée, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : MALADIES de la FEMME

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

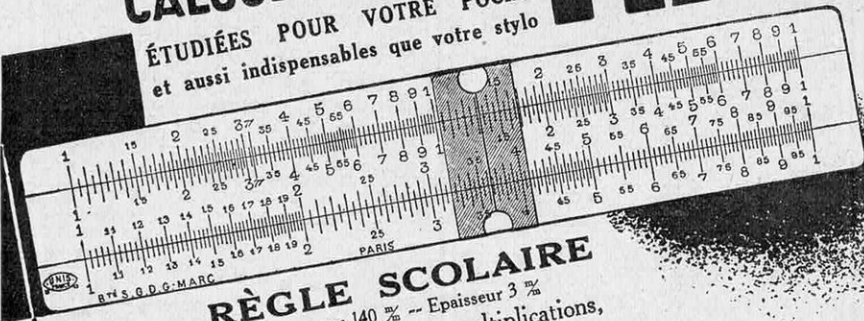
Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

RÈGLES A CALCULS DE POCHE MARC

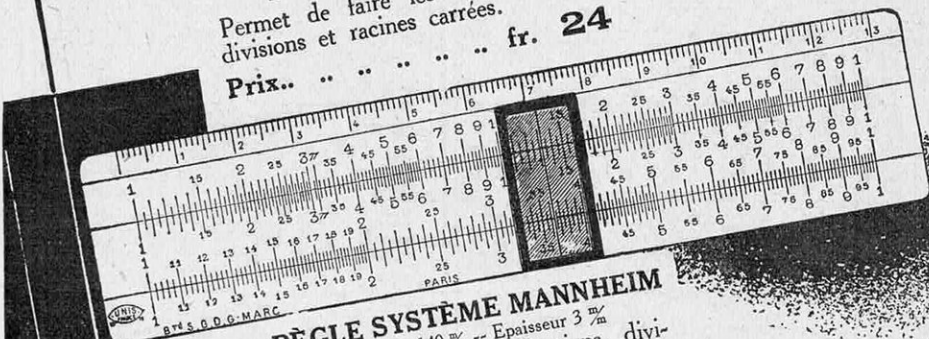
ÉTUDIÉES POUR VOTRE POCHE
et aussi indispensables que votre stylo



RÈGLE SCOLAIRE
Longueur 140 mm -- Epaisseur 3 mm

Permet de faire les multiplications, divisions et racines carrées.

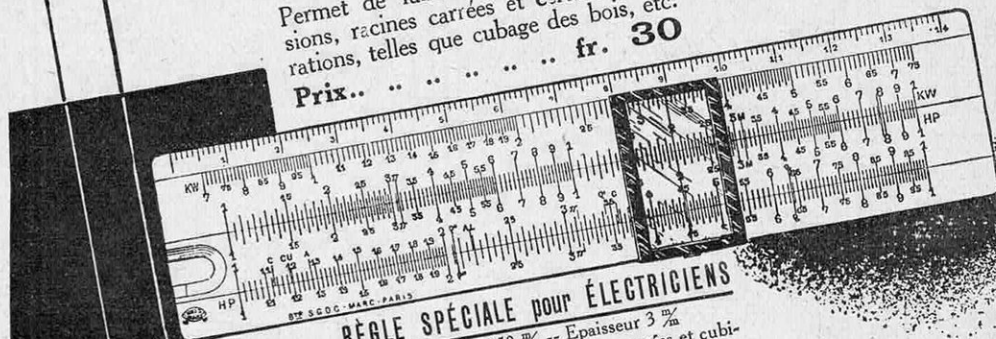
Prix.. . . . fr. 24



RÈGLE SYSTÈME MANNHEIM
Longueur 140 mm -- Epaisseur 3 mm

Permet de faire multiplications, divisions, racines carrées et certaines opérations, telles que cubage des bois, etc.

Prix.. . . . fr. 30



RÈGLE SPÉCIALE pour ÉLECTRICIENS
Longueur 150 mm -- Epaisseur 3 mm

Multiplications, divisions, racines carrées et cubiques, transformation de HP en Kw et inversement. Calculs de rendement de moteurs et dynamos, résistance et chute de tension. Poids d'une barre d'acier, d'un fil de cuivre ou d'aluminium, circonférence et surface latérale d'un cylindre.

Prix.. . . . fr. 36

DÉTAIL : MAISONS D'APPAREILS DE PRÉCISION
PAPETIERS - LIBRAIRES - OPTICIENS

GROS EXCLUSIVEMENT :
CARBONNEL & LEGENDRE
12, rue Condorcet, PARIS (9^e) — Tél. : Trudaine 83-13



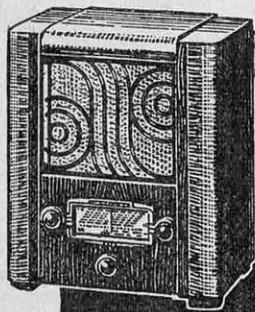
Prenez soin de votre dentition

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.

Le DENTOL se trouve dans toutes les bonnes Maisons vendant de la Parfumerie et dans toutes les Pharmacies

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de DENTOL, il suffit d'envoyer son adresse exacte et bien lisible, à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

Dentol



LE TC 54 ANTIFADING RÉCEPTEUR TOUS COURANTS A HEPTODE

Cet intéressant appareil est un superhétérodyne à 5 lampes, antifading. Il est vendu momentanément au-dessous de sa valeur réelle et met ainsi à la portée de tous, un récepteur d'excellente qualité, possédant les derniers perfectionnements et capable de capter convenablement les émissions européennes. Sensible, sélectif et musical, il fonctionne indifféremment sur tous courants, alternatif et continu.

GARANTIE : Notre garantie d'un an, basée sur **20 ANNÉES D'EXPÉRIENCE** est vraiment effective. **PRIX, complet. Frs. 1.375**
Lampes garanties 3 mois.

NOTICE 50 FRANCO SUR DEMANDE.

Nombreux Agents en FRANCE, CORSE, ALGERIE, TUNISIE. — Demandez-nous l'adresse de l'Agent Régional

LEMOUZY

63, r. de Charenton
PARIS

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

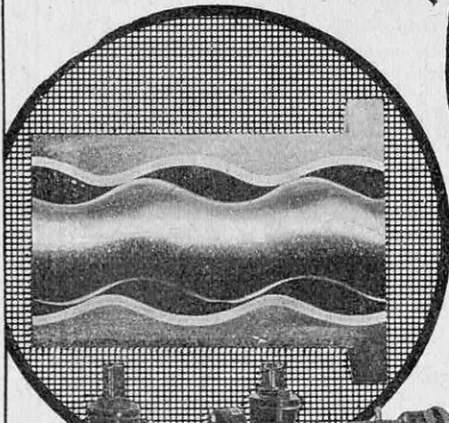
l'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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



Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

- **SILENCIEUSE**
- EAU ▪ MAZOUT ▪ ESSENCE
- LIQUIDES EPAIS ET ABRASIFS
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAINANT L'ÉMULSION
- AUTO-AMORÇAGE
- NE GÈLE PAS

*tous débits
toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine) - Tél.: Michelet 37-18

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 27 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 **vos 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° 81.504, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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° 81.510, 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° 81.513, 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° 81.518, 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° 81.524, 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° 81.532, 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° 81.541, 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° 81.544, 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° 81.550, 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° 81.555, 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, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 81.563, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 81.567, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 81.577, 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'Écriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 81.583, 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° 81.587, 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° 81.593, 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° 81.597, 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

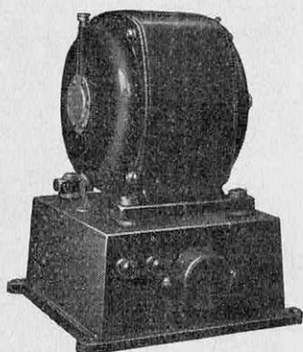
59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS

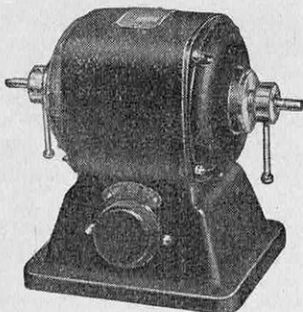
1/200^e à 1/2 CV

POUR TOUTES APPLICATIONS
INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

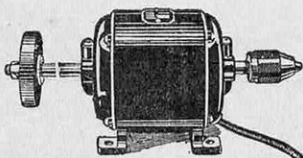
Démarrant en charge — Sans entre-
tien — Silencieux — Vitesse fixe —
Ne troublant pas la T. S. F.



Moteur à trois vitesses
Pour commande d'appareil
de laboratoire et de démonstration
Commande de petites machines-outils



Tour de Laboratoire, à deux vitesses
Pour horloger et mécanicien-dentiste



Petit touret pour affûtage et perçage
Pour horloger et petite mécanique

R. VASSAL

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD
(S.-et-O.)

Tél. : Val d'Or 09-68

MACHINES À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ÉLECTROGRAPHE REX
s'est imposé
dans le Monde entier
par ses qualités exceptionnelles.
Il donne
dans le minimum de temps
et avec le minimum de dépense
des reproductions
d'une netteté incomparable

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12 AV. DU MAINE . PARIS . XV^e T. Littré 90-13

Apprenez les Langues vivantes

*vite, bien,
à peu de frais,
pratiquement,*

à l'Ecole BERLITZ

31, Boul. des Italiens, PARIS

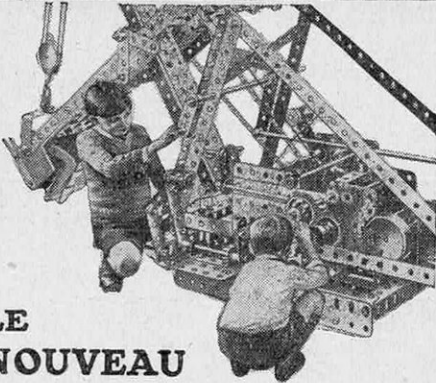
Entrée particulière : 27, rue de la Michodière

LEÇONS SUR PLACE
PAR CORRESPONDANCE
PAR T. S. F.

Demandez la Notice S. V. n° 413 franco
et recommandez-vous de *La Science et la Vie*.

MECCANO

LES PLUS BEAUX JOUETS

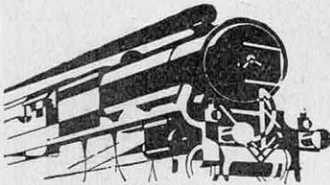


LE NOUVEAU MECCANO

Pour vous cette année ! Une nouvelle Série de Meccano comprenant des pièces d'un magnifique fini or bronzé et brillamment émaillées en splendides couleurs qui donnent aux constructions terminées un attrait et un éclat vraiment incomparables.

Le Meccano "A" 30 Frs fait 101 mod. animés. - "B", 45 Frs 222 - "C", 60 Frs 333.

TRAINS ELECTRIQUES MECANIKES HORNBY



Maintenant l'impossible est fait ! Les Nouvelles Locomotives électriques, 20 volts, absolument sans danger, sont munies de dispositifs de Rensement de marche automatique. Ainsi, avec un simple mouvement de la manette du transformateur, vous commandez le démarrage, la vitesse, l'arrêt et même la marche arrière, sans avoir à toucher à la locomotive. Débutez tout de suite avec un chemin de fer en miniature, mais assurez-vous que c'est un Hornby.

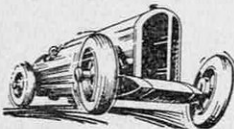
PRIX : Electriques, depuis Frs 150 ; Mécaniques, depuis Frs 25

MECCANO CONSTRUCTEUR D'AVIONS



L'Aviation vous passionne ? Avec Meccano Constructeur d'Avions vous pourrez construire à l'échelle réduite et suivant les règles de l'art, tous les monoplans, biplans, hydravions de types courants, que vous voyez évoluer dans l'air et qui vous font tant envie. Prix : de Frs 30 à Frs 100

MECCANO CONSTRUCTEUR D'AUTOS



Il est intéressant de posséder et de faire rouler à toute allure "son auto" de course. Mais le plaisir est décuplé quand on construit soi-même sa voiture ! Avec Meccano Constructeur d'Autos vous connaîtrez ce jeu captivant, votre voiture fera de longs parcours à des vitesses record. 2 Boîtes, 4 couleurs. Prix : de Frs 85 à Frs 145

CANOTS DE COURSE "HORNBY"



Avez-vous quelquefois admiré en pleine course un brillant "racer" fendant les flots ? Eh bien, c'est comme cela que filent les Canots Hornby qui battent tous les records. Leur coque profilée et leurs ravissantes couleurs leur donnent un "chic" sans concurrence. Prix : de Frs 20 à Frs 105

NOUVEAUTÉS 1934-35

MECCANO VA DE L'AVANT ! Cette année, comme toujours d'ailleurs, Meccano a créé des nouveautés, de si belles nouveautés, que, pour vos cadeaux, vous n'aurez que l'embaras du choix. Pendant un temps illimité les Nouvelles Boîtes Meccano, Meccano Constructeur d'Avions, Meccano Constructeur d'Automobiles, Trains Hornby électriques et mécaniques, Canots de Course, Meccano-Elektron, Meccano Kemex, Meccano "Dinky-Toys" feront votre joie et vous laisseront d'inoubliables souvenirs.



MECCANO "ELEKTRON"

L'Électricité Merveille du Siècle ! Vous devez posséder un Meccano-Elektron contenant tout ce qu'il faut pour entreprendre une série d'expériences d'un rare intérêt, dans les diverses branches de l'électricité. Prix : Frs 45 et Frs 150

MECCANO "KEMEX"

Une série de trois boîtes permettant aux jeunes filles et garçons de s'initier dans la science de la chimie et de faire jusqu'à 400 expériences amusantes, instructives. Prix : Frs 65, 125 et 190

MECCANO "DINKY TOYS"

Ces miniatures d'Autos, Autorails, Animaux, Avions, Trains, Personnages, etc., amusent les petits et grands. Faits à l'échelle exacte, magnifiquement colorés ils sont d'un réalisme surprenant. Demandez à voir les Meccano "Dinky-Toys", dans les bons magasins de jouets.

Sensationnel ! Un superbe Album en couleurs qu'il faut vous procurer.



Il est composé de 36 pages dont 18 en couleurs et donne la description de plus de 700 articles. Demandez-le aujourd'hui même dans tous les bons magasins de jouets contre la somme de Fr. 1.50. Au cas où vous ne pourriez l'obtenir, adressez-nous Frs 2.» et vous le recevrez par retour.

MECCANO (Serv. 44), 78-80, rue Rébeval, Paris

MECCANO (Service 44), 78-80, Rue Rébeval, PARIS

CHRONOGRAPHE DE PRÉCISION FORMEL

8 JOURS à L'ESSAI

10 ANS de GARANTIE

2 ANS de service absolument gratuit pour toutes les réparations. Suites d'accidents, chutes, bris du ressort, etc...

NOTICE À SUR DEMANDE

PRIX FRANCO en écrin

ebromé frs : **270**
 argent frs : **335**
 or frs : **1.400**

Références
 Etat, Chemins de fer de l'Est, Ville de Paris, etc.



VENTE EXCLUSIVE: Horlogerie E. BENOIT - 60, Rue de Flandre, PARIS

BUTAGAZ

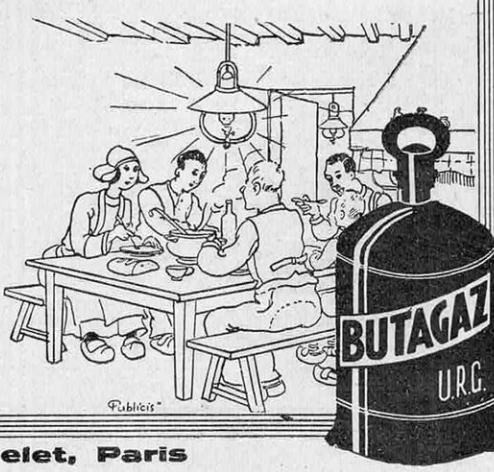
LE GAZ BUTANE

LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS
 gaz en bouteille, liquéfié sous basse pression
 toutes les applications du gaz de ville

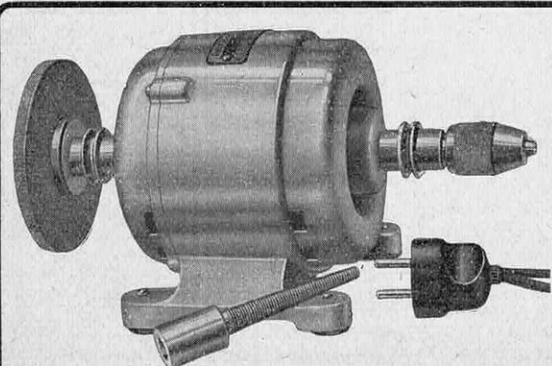
Éclairage par Bec à Incandescence

Deux ans d'expérience

5000 DÉPOTS
 Service à domicile dans toutes les Communes
 FRANCE ALGÉRIE - TUNISIE - MAROC,
Notice explicative gratuite sur demande



BUTAGAZ, 4, rue Michelet, Paris



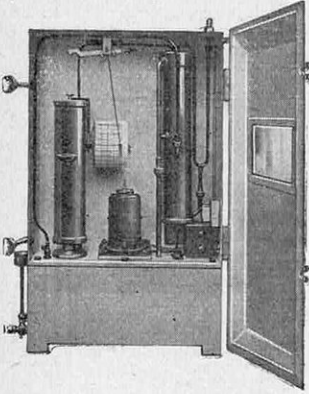
UN COLLABORATEUR MODÈLE...

Toujours prêt à rendre service en silence
 Capable d'effectuer tous petits travaux de perçage, de meulage, de polissage, etc. Fonctionne sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur ; pas de parasites ; aucun entretien. Tension de 100 à 125 volts (220 volts sur demande). Vitesse : 1.400 tours-minute.

Deux puissances différentes :	1/100 cv. et 1/25 cv.
Moteur avec poulie	125 fr. 195 fr.
Le jeu d'accessoires.....	50 fr. 65 fr.
Supplément pour 220 volts...	10 fr. 15 fr.

Expéditions franco gare française

PRODUCTION DE LA
 Soc. Anon. de **CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS**
 5, r. de l'Avenir, **GENNEVILLIERS (Seine)**



Analyseur enregistreur de gaz carbonique pour contrôle de chauffe, construit par les E^{ts} J. Mathieu, équipé avec moteur ERA

ce petit moteur

représente une des 4325 applications actuellement mises au point par nous dans les spécialités les plus complexes et les plus diverses. Quel que soit votre problème, nous avons ce qu'il faut pour le résoudre

MOTEURS

ERA

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



Pub. R. L. Dupuy

Recherches Mécaniques et Physiques

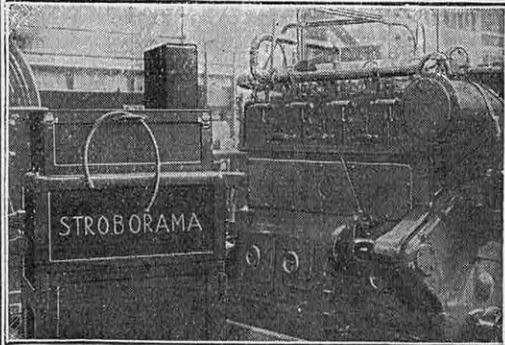
(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Appareils stroboscopiques

STROBORAMA

à grande puissance



STROBORAMA TYPE A

Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue.

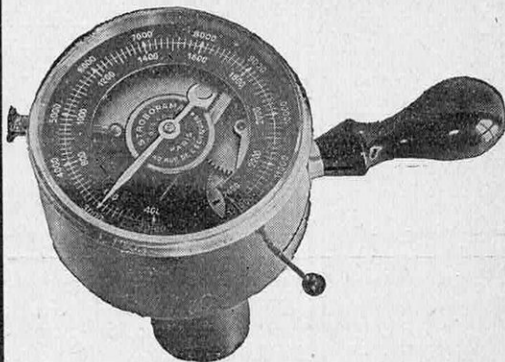
PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE

au millionième de seconde

Téletachymètres Stroborama

POUR MESURE ET CONTROLE

des vitesses à distance et sans contact



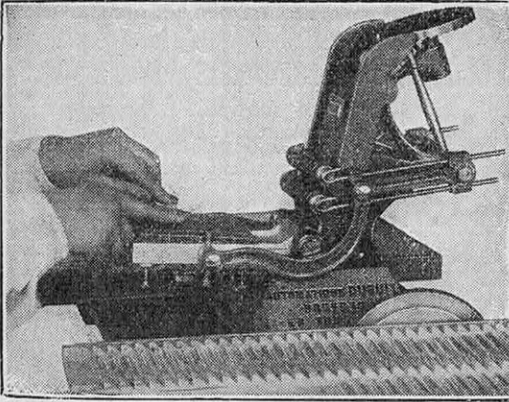
STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS

pour moteurs électriques

RÉGULATEURS SÉPARÉS
et MOTEURS à régulateur



**:- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES :-
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS**

L'AUTOMATIQUE

DUBUIT

imprime sur toute surface 1.800 objets à l'heure :
marques, caractéristiques, références, prix, etc.

**Présentation plus moderne
Quatre fois moins cher que les étiquettes**

Nombreuses références dans toutes les branches de l'industrie

Machines DUBUIT, 62 bis, r. Saint-Blaise, PARIS-20^e

Tél. : Roquette 19-31

LE **303**...

CONTIENT

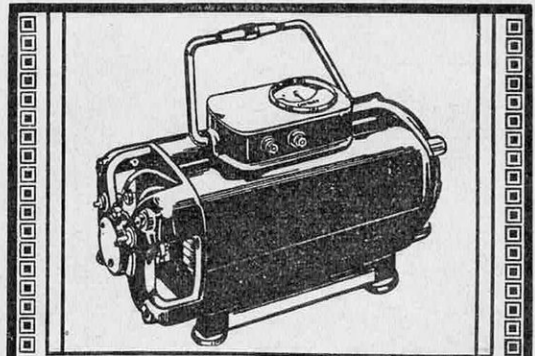
4 FOIS

PLUS d'ENCRE
que votre stylo
de même taille

Breveté et
usiné par

STYLOMINE

2, Rue de Nice - PARIS, XI^e



LES GROUPES GUERNET

à moteur sans collecteur
pour charge d'accus

**Silencieux - Inusables
Le meilleur rendement
DONC, LE MEILLEUR MARCHÉ !**

Pour Automobilistes, Garages,
Laboratoires, Galvano

Demandez la notice en nommant ce journal

245, av. G.-Clemenceau, NANTERRE (Seine)

Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)



PERMET tous travaux et
examens à la loupe par
la vision simultanée des
deux yeux, donne une net-
teté et un relief parfaits
avec plusieurs grossisse-
ments. **Laisse les deux
mains libres.** Supprime
toute fatigue. — Appareil
type laboratoire, complet,
avec 3 grossst, en boîte bois
et mode d'emploi, **65 fr.**
Le même appareil pliant,
type luxe de poche, en
boîte métal et mode d'em-
ploi, **100 fr.** - Suppl^t pour
frais d'envoi, France et
Colon., 1 fr. 50, ou contre
rembours^t. 3 fr.

DRAGOR
Élévateur d'eau à godets
pour puits profonds et très profonds
À la main et au moteur. -
Avec ou sans refoulement. -
L'eau au 1^{er} tour de mani-
velle. Actionné par un enfant
à 100 m. de profondeur. - In-
congelabilité absolue. - Tous
roulements à billes. - Con-
trairement aux autres systè-
mes 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 :
39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.

L'Anglais tel qu'on le parle

TRISTAN BERNARD, en bon psychologue, en observateur plein de bon sens, pose tout le problème de l'enseignement des langues par le simple choix d'un titre. — C'est bien « telle qu'on la parle » qu'une langue doit être apprise.

PARLER l'Anglais est aujourd'hui, plus que jamais, d'une utilité vitale. En effet, le Français qui parle anglais voit s'ouvrir des horizons sans bornes : il peut étendre ses relations dans le monde entier et prétendre aux plus brillantes situations.

D'assez sérieuses difficultés s'opposaient jusqu'à présent à la connaissance parfaite de cette langue, dont la prononciation ne peut être donnée par des manuels.

Aujourd'hui, sans quitter votre résidence, sans rien modifier à vos occupations de chaque jour, vous pouvez apprendre en quelques mois l'anglais le plus pur. Par la Méthode Linguaphone pour l'enseignement des langues, vous aurez toujours auprès de vous plusieurs professeurs, qui non seulement vous inculqueront patiemment des mots, des phrases, des tournures correctes, mais vous apporteront l'atmosphère du pays, l'accent le meilleur. Et cette étude, grâce à sa forme parlée, est un jeu à la fois instructif et amusant.

Vous pourrez d'ailleurs apprendre non seulement l'anglais, mais toute autre langue dont vous avez besoin : allemand, espagnol, italien, russe, hollandais, suédois, polonais, espéranto, chinois, persan, etc.

Toute langue est avant tout un assemblage de sons que l'on n'apprend qu'avec l'oreille, en écoutant, écoutant, écoutant. C'est ce qu'un cours Linguaphone vous permet de faire chez vous, dans votre fauteuil, à toute minute libre.

Lorsque nous disons « apprendre une langue », nous ne parlons pas seulement de connaître quelques phrases permettant de se débrouiller en pays étranger, mais d'acquérir une réelle connaissance de cette langue, d'en posséder l'accent comme si vous aviez séjourné plusieurs années dans le pays même.

Ayant appris avec un Cours Linguaphone, vous êtes certain de comprendre parfaitement ce qu'un étranger vous dit dans sa langue, même s'il parle rapidement, parce que vous apprenez par l'oreille, sans entendre jamais un seul mot mal prononcé.

Incroyable ! diront certains. D'autres l'ont dit à propos de l'aviation, de la T. S. F., du cinéma. Jugez sur preuves. Faites l'essai gratuit de 8 jours que vous trouverez offert dans la brochure Linguaphone mentionnée ci-dessous.

Il est impossible, dans cet espace limité, de vous donner plus de détails sur le principe et le mode d'application de cette méthode, la plus moderne qui soit pour l'enseignement des langues qu'elle a complètement transformé.

Aussi avons-nous fait éditer à votre intention une brochure entièrement illustrée qui vous donnera sur la méthode Linguaphone tous les renseignements nécessaires.

Cette brochure est offerte gratuitement et sans engagement à toute personne qui en fait la demande en nous retournant, après l'avoir complété, le coupon ci-dessous :

ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

**INSTITUT LINGUAPHONE, Annexe B 2
12, rue Lincoln, 12 (Champs-Élysées), Paris (8^e)**

Monsieur le Directeur,

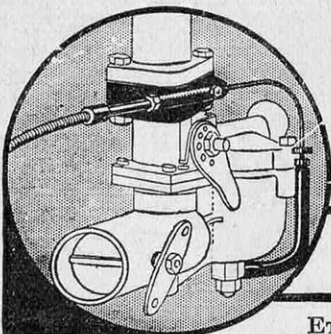
Je vous prie de m'adresser, gratuitement et sans engagement pour moi, une brochure m'apportant tous les renseignements désirables sur la Méthode Linguaphone. Les langues qui m'intéressent sont :

.....

NOM.....

ADRESSE.....

.....



Un carburateur à starter pour 120 frs

La certitude d'un démarrage par tous les temps est offerte par l'IDEAL-STARTER. Votre garagiste la posera en 15 minutes sur votre carburateur, quel qu'en soit le type. NOUVEAUTÉ SENSATIONNELLE

NOTICE ET TOUS RENSEIGNEMENTS FRANCO SUR DEMANDE

Idéal-Starter

ETAB. CHALUMEAU, 13, rue d'Armenonville, NEUILLY (Seine)

ÉLÉMENTS de chauffage électrique BACKER

Rationnellement appliqué

JAMAIS

le BACKER NE CLAQUE



MÉTALLURGIE DU NICKEL

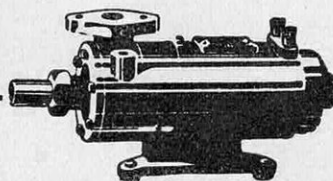
MONTFERMEIL (S.-&-O)

AGENTS GÉNÉRAUX

SOCIÉTÉ FRIC

44, RUE LAFAYETTE, 44

PROVENCE 42-77



NE VOUS FATIGUEZ PAS A TIRER L'EAU DE VOTRE PUIT

Pour quelques centimes à l'heure, la nouvelle pompe électrique "RECORD" la distribuera automatiquement dans votre maison, votre garage, votre jardin. Cette merveilleuse petite pompe fonctionne sans bruit, surveillance ni entretien, sur le plus petit compteur lumière, exactement comme une lampe. La consommation est inférieure à celle d'un fer à repasser. Sa garantie est illimitée. Son prix est sensationnel : 500 francs. — Vous ne perdrez pas votre temps en demandant notre catalogue gratuit n° 4

A. GOBIN, Ing.-Const., 3, Rue Ledru-Rollin
SAINT-MAUR (Seine)



TRESORS CACHÉS

Tous ceux qui désirent connaître le secret du pendule et des corps radiants nous demanderont la notice du "MAGNETIC REVEALATOR" contre 2 francs en timbres. Permet de découvrir sources gisements trésors, minerais etc.....

SWEETS FRÈRES Dep't 52
36^{ter} RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS-9^e



OSGA Jouvence d'oxygène naissant, reconstitue, tonifie, fortifie, par LA VIE AU GRAND AIR AU FOYER pour un sou par semaine. Sur cour. lum. alternatif 110 ou 220 v. Complet, 210 fr. franco France. C. R. S. G. A. S. 44, r. du Louvre, Paris-1^{er}. A rémie, Asthme, Coquel., Nez, etc.

SURDITÉ

vaincue par NOVAPHONE, seul appareil invisible sans pile, vendu avec garantie. SUPPRESSION des BOURDONNEMENTS. Facilités de paiement. — Demandez la brochure illustrée gratuite à NOVAPHONE, 11, rue de Provence, Paris (9^e).

Près de 1 million de mètres cubes chauffés,

50 000 Kilowatts installés...

utilisant les systèmes de chauffage et de réglage les plus divers, dans les locaux les plus variés et répartis dans toute la France, prouvent que :

LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

N'EST PAS TROP COUTEUR
NE NÉCESSITE QU'UN ENTRETIEN RÉDUIT
FONCTIONNE AUTOMATIQUEMENT ET SUREMENT

DONNE SATISFACTION

s'il est bien étudié, son installation parfaitement réalisée, son fonctionnement suivi, et s'il bénéficie d'un prix de courant convenable.

ALS·THOM possède

un **SERVICE SPÉCIALISÉ** QUI ÉTUDIE et propose dans chaque cas la solution la meilleure,
RÉALISE l'installation,
VÉRIFIE son fonctionnement et donne des garanties.

ALS·THOM signifie

GARANTIE D'INSTALLATION parce qu'il construit tout le matériel qu'il vous propose : transformateurs, appareillage électrique et une **gamme complète de radiateurs.**

ALS·THOM donne

une **GARANTIE DE CONSOMMATION.** La valeur de cette garantie est confirmée par plus de cent installations en fonctionnement.

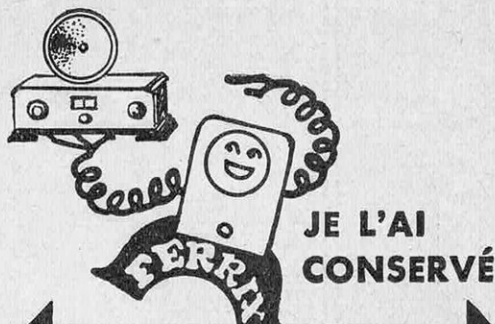
ALS·THOM offre

LA MEILLEURE GARANTIE : celle de l'expérience.

En France ont été réalisées 80 % des installations de **CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE** par

ALS·THOM

38, Avenue Kléber, PARIS (XVI^e)



MON VIEUX POSTE

mais j'ai remplacé les accumulateurs par une alimentation totale FERRIX,

Plus d'ennuis, une régularité parfaite : c'est maintenant le meilleur poste secteur que je connaisse.



DANS MA VOITURE

car, grâce à un radio-alimenteur spécial FERRIX, je puis le brancher sur la batterie de ma voiture.

Demandez à votre électricien les radio-alimenteurs

FERRIX

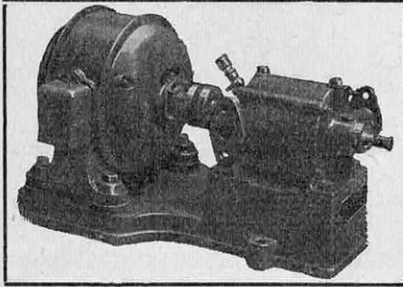
Doc. sur { 98, Avenue Saint-Lambert, Nice
demande { 2, Rue Villaret-de-Joyeuse, Paris

Pub. R.-L. Dupuy



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

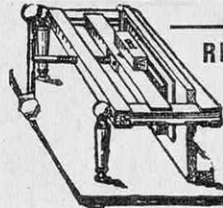


TRÉSORS

perdus dans le sol, *sources* et nappes d'eau souterraines, gisements de *houille, pétrole, minerais* divers, *métaux précieux*, une seule pièce d'or ou d'argent, etc..., sont trouvés par le

Révélateur magnétique SCHUMFELL
 BREVETÉ S. G. D. G. NOTICE GRATUITE
 Le **PROGRÈS**, n° 111, à Pontcharra (Isère)

INVENTEURS
 Pour vos
BREVETS
 Adr. vous à: **WINTHER-HANSEN**, Ingénieur-Conseil
 35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuits!



RELIER tout SOI-MÊME
 avec la *Relieuse-Méredieu*
 est une distraction
 à la portée de tous
 Outillage et Fournitures générales
 Notice illustrée franco: 1 franc
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
 Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND 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	95 fr.
BELGIQUE.	{	Trois mois	32 fr.
		Six mois	60 fr.
		Un an	120 fr.
ÉTRANGER.	{	Trois mois	50 fr.
		Six mois	100 fr.
		Un an	200 fr.

Sensationnel ! LE PHANTOM'6'

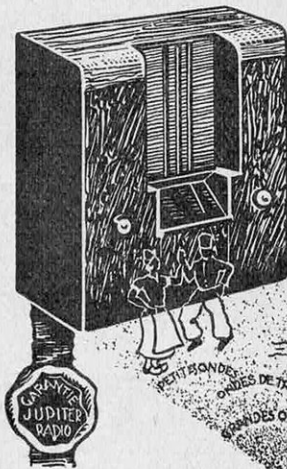
**SUPERHÉTÉRODYNE 6 LAMPES
A UNE SEULE COMMANDE**

Fonctionne sur tous courants.
Sensibilité extrême : plus de 100 stations.
Commodité idéale de réglage.

Antifading efficace.
Sélectivité musicale à 9 KC.
Musicalité splendide
Grand cadran incliné, gradué en stations
degrés, mètres et KC.
Prise de Pick-up et 2^{me} HP.

ÉQUIPÉ AVEC LAMPES TUNGSRAM

**TOUTES LES ONDES
SANS INVERSEUR**



Réparation gratuite et à domicile pendant un an.

995^{Fr}

**VENTE
A CRÉDIT**

150 fr. à la commande et
10 mensualités de 100 fr.

JUPITER RADIO

PARIS (Siège Central) 61, F^o Saint-Martin - X^e - Botz. 32-44
et 43^{bis}, Boulevard Henri IV - IV^e - Arch. 67-50

LYON : 28, Rue de Condé

NANCY : 2, Rue d'Amerval

MARSEILLE : 35, Rue Vacon

ALGER : 52, Rue Michelet

Sans Savoir Vous Pouvez DESSINER

rapidement et exactement, sans études préalables, d'après nature et d'après document, à n'importe quelle grandeur ! grâce au

DESSINEUR... 120 Fr. = Fr. nco de port et emballage France et Etranger.

OU A LA

Chambre Claire Universelle. . . 325 fr.

(L'APPAREIL DE GRANDE PRÉCISION)

Emballage et port : France et Colonies, 8 francs ; Etranger, 25 francs

**Nombreuses références officielles et privées
Envoi gratuit du catalogue n° 12**

Donne dessins agrandis, copiés ou réduits de tous sujets ou documents, portraits, paysages, objets, photos, etc. — Gain de temps et de possibilités pour les amateurs et les professionnels. — Permet aux débutants de dessiner sans délai. — Permet aux graveurs de dessiner directement à l'envers, tout en agrandissant ou réduisant le sujet. — Redresse les photos déformées.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

P. BERVILLE

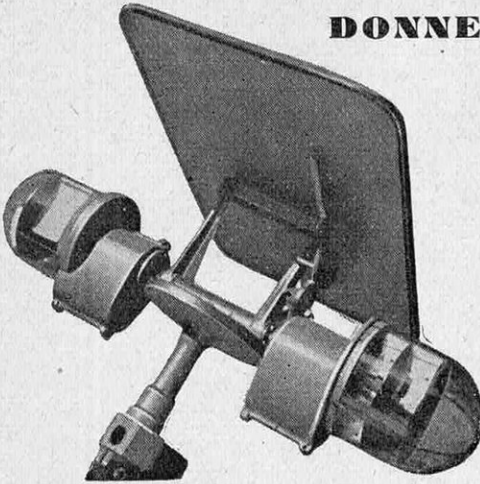
18, rue La Fayette, PARIS (9^e)
Métro : Chaussée-d'Antin — Tél. : Provence 41-74

COMPTE CHEQUE POSTAL : 1271.92



ARTHEL...

DONNE



LE SOLEIL LUI-MÊME CHEZ VOUS

ARTHEL-BABY VOUS DONNERA LES RAYONS SOLAIRES SUR LES PLAFONDS DES PIÈCES, SUR DES LUSTRES, OU DANS DES LAMPES SOLAIRES ET VOUS FERA BÉNÉFICIER, TOUS LES JOURS DE SOLEIL, D'UNE MAGNIFIQUE LUMIÈRE INDIRECTE SANS CHALEUR

● ÉCONOMIE D'ÉLECTRICITÉ :

Dans tous les lieux obscurs : hôtels, cafés, restaurants, magasins, bureaux (30 à 80 % suivant les latitudes).

● HYGIÈNE :

Le soleil, c'est la vie.

● GAÏÉTÉ ET BEAUTÉ :

Le beau temps, la « féerie solaire » dans les maisons, jusque dans les coins les plus obscurs, les plus reculés.

● SANTÉ DES YEUX :

Profitez de la lumière naturelle solaire, douce aux yeux.

ARTHEL-BABY A REMONTAGE A MAIN

2.400 francs

ARTHEL-BABY A REMONTAGE ÉLECTRIQUE

3.000 francs

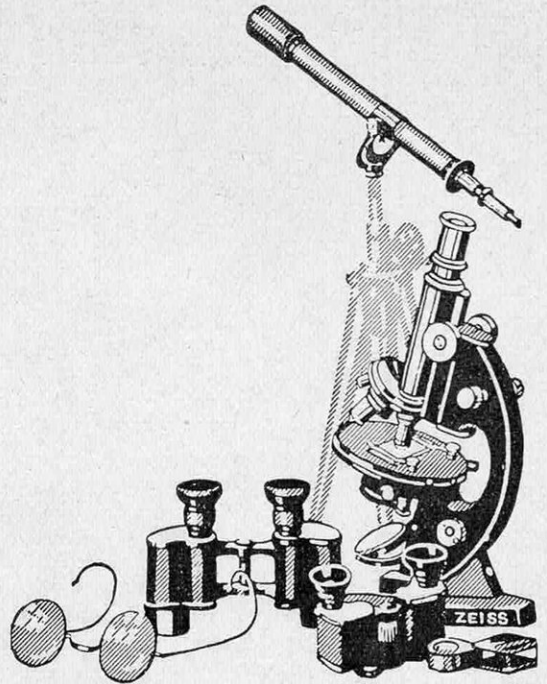
GRANDS APPAREILS, DEVIS SUR DEMANDE

Tous renseignements sur demande à la
Société ARTHÉL, S. A.

(Ensoleillement central des maisons)
CAPITAL 6.000.000 DE FR.

29, Rue d'Artois, PARIS (8^e)

TÉL. : BALZAC 26-68



ZEISS

VERRES PUNKTAL

permettant la vision nette dans toutes les directions

« Rien de mieux pour vos yeux »

Verres protecteurs UMBRAL et URO-PUNKTAL

Verres TANGAL et INFRAL à double foyer

LUNETTES PERIVIST

à vision intégrale

JUMELLES à PRISMES

MICROSCOPES

LOUPES

PHARES D'AUTOMOBILES

LUNETTES ASTRONOMIQUES

INSTRUMENTS DE GÉODÉSIE

APPAREILS DE PROJECTION

OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES

INSTRUMENTS de MESURES OPTIQUES

pour laboratoires scientifiques et industriels

(Spectroscopes - Réfractomètres - Photomètres
Interféromètres - etc.)

Notices Z 77 envoyées, sur indication de l'instrument désiré, par la
Société OPTICA, 18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI^e

Concessionnaire pour la France et ses Colonies de

CARL ZEISS
JENA

— LA PREMIÈRE MACHINE FRANÇAISE —
A RENDRE AUTOMATIQUEMENT LA MONNAIE



s'impose à tous ceux qui manipulent la monnaie

RAPIDITÉ
SÉCURITÉ
HYGIÈNE



○ ○
DEMANDEZ
UNE
DÉMONSTRATION
○ ○

MACHINES AUTOMATIQUES MODERNES, 4, place de Valois, PAR 5-1^{er}

S. A. R. L. — R. C. Seine 255.184 B — Téléphone : CENTRAL 46-87



5 MINUTES de soins..., 1 fois par SEMAINE...
... et c'est tout

Voulez-vous un POÊLE D'APPARTEMENT qui...

- | | |
|---|--|
| Ne présente aucun danger d'incendie ; | Ne dessèche pas l'atmosphère ; |
| Ne comporte ni tuyaux, ni canalisations ; | Ne produit ni poussières, ni cendres ; |
| Ne dégage aucune odeur ; | Fonctionne sans bruit ; |
| Ne produise aucun gaz nocif ; | Soit essentiellement mobile ; |
- Mesure seulement 46 centimètres de diamètre, 31 centimètres de hauteur ;
Ne pèse que 22 kilogrammes, y compris sa charge pour toute une semaine ;
Soit aussi économique qu'un poêle à charbon bien établi ;
N'exige aucune surveillance ; ne demande pour tous soins qu'un seul regarnissage en pleine activité (durée 5 minutes) une seule fois par semaine.

VOUS N'AVEZ
PAS LE CHOIX

SEUL, le Poêle Catalytique THERM'X n° 44

réunit tous ces avantages

EN HIVER Absentez-vous de votre appartement, fermez en toute tranquillité votre bureau pendant les 44 heures consécutives de repos de la semaine anglaise. Au retour, vous y trouverez une température agréable grâce à THERM'X.

Catalogues et notices franco sur demande à la

STÉ LYONNAISE DES RÉCHAUDS CATALYTIQUES

2 bis, route des Soldats, LYON-SAINT-CLAIR (Rhône), France

AGENCE ET DÉPOT POUR PARIS : L. PELLETIER, 44, RUE DE LANCRY, PARIS-X^e

T.S.F.
inimitable!
POSTE
SUPERVOX
SECT. ALTERNATIF

395^{fr}

3 lampes américaines, puissance égalant un appareil à 6 lampes, pureté sans égale, insensibilité aux parasites, P. O. et G. O., haut-parleur électrodynamique. Pièces de grandes marques. Très belle présentation.

Complet en ordre de marche :

395 francs

8 j. à l'essai, après remboursé en cas de non satisfaction

DEMANDER LES NOTICES V
**RADIO-PULLMAN, 58, route d'Orléans
MONTROUGE (Seine)**



LE SERVICE TECHNIQUE

DE
LA SCIENCE ET LA VIE

est à votre disposition
ÉCRIVEZ-LUI

Les demandes de renseignements qui ne cessent de nous parvenir, à la suite de l'avis paru dans nos numéros d'août et Septembre derniers, nécessitent souvent des recherches fort longues pour être sérieusement menées à bien.

En effet, ces recherches nous mettent souvent dans l'obligation de faire attendre nos correspondants. Qu'ils veuillent bien nous faire confiance, et ils auront — du moins nous l'espérons — toujours satisfaction.

Nous nous permettons de rappeler que toute demande de renseignements doit obligatoirement être accompagnée d'un timbre de 0 fr. 50, pour notre réponse adressée en France ou dans nos colonies, et d'un coupon-réponse pour l'Étranger.

Nos abonnés et lecteurs ont tout intérêt à ne traiter à la fois qu'une question par lettre.

RADIO-MAGAZINE

Le grand hebdomadaire de **T. S. F.** et de musique enregistrée

CHAQUE SEMAINE 48 A 64 PAGES POUR 1 FR. 50

TOUS LES RADIOPROGRAMMES

Des articles littéraires, artistiques, techniques, des schémas, plans de montage, tableaux de réglages, conseils pratiques, consultations, cartes.

ABONNEMENTS

1 AN : **50 FR.** - 6 MOIS : **30 FR.**

EN PRIME :

Carte radiophonique murale en couleurs des 250 stations européennes.

Tableau d'étalonnage et d'identification.

Un joli portrait d'art.

VOUS LIREZ AVEC PROFIT :

Almanach Radio-Magazine 1934

FRANCO 5 FR. 50

Comment supprimer les parasites

FRANCO 5 FRANCS

Éléments de Radioélectricité

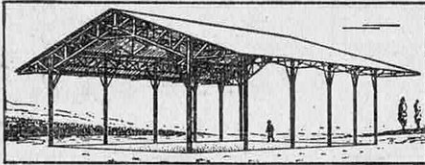
FRANCO 17 FRANCS

Spécimen gratuit franco sur demande à **RADIO-MAGAZINE, 61, rue Beaubourg, Paris-3^e**

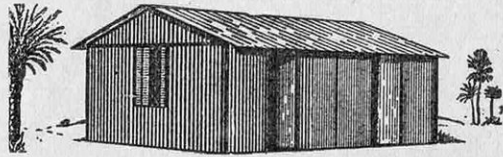
TÉL. : ARCHIVES 66-64 ET 68-02 -- CHÈQUES POSTAUX 623-36

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

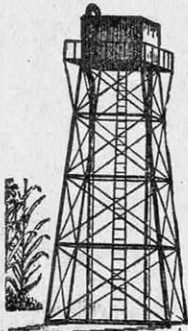
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



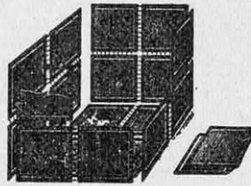
HANGAR AGRICOLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



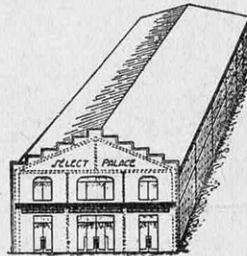
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES ET
GARAGES DÉMONTABLES. — 65 modèles
distincts. — De 1.500 à 4.300 francs. (Notice 192)



PYLONES de Ré-
servoirs, 72 modè-
les, de 500 à 9.000 francs. (Notice 187)



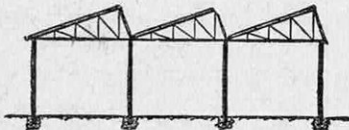
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES
DÉMONTABLES
pour eau et gas-oil.
1.000 à 27.000 litres.
Plus de 460 modèles
différents. (Notice 187)



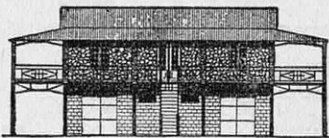
OSSATURES MÉTAL-
LIQUES
POUR CINÉMAS



CHAPELLE
COLONIALE



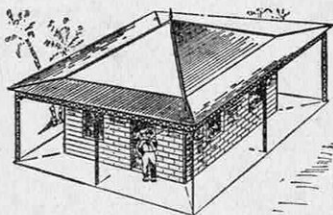
SHEDS INDUSTRIELS
(Notice 134)



PAVILLONS COLONIAUX
A ÉTAGE

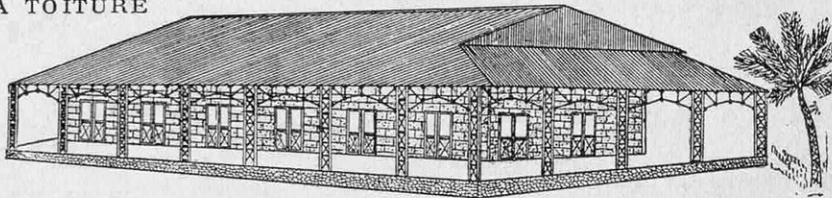


Utilisez vos murs en y
adossant des APPENTIS
EN ACIER



PAVILLONS A TOITURE
à 4 PANS, avec
grandes véran-
das de tous
côtés. — Nous
envoyons, à titre
gracieux, la ma-
chine à faire
soi-même les
agglomérés pour
les murs.

*Nous invitons nos honorés Lecteurs
à nous écrire au sujet de la construc-
tion susceptible de les intéresser.*



PAVILLONS COLONIAUX EN ACIER AVEC VÉRANDAS (Notice 101 bis)

Etablissements **JOHN REID**, Ingénieurs-Constructeurs
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)



Aussi bien qu'un professionnel vous pouvez vous-même relier les livres de votre bibliothèque, grâce à nos cours par correspondance, et à notre matériel spécial.

Un passe-temps pour l'élite

Nous comptons parmi nos adhérents une élite qui aime à relier ses auteurs préférés. Professeurs, avocats, médecins, etc., y trouvent un dérivatif apaisant et plein d'intérêt. Des femmes et jeunes filles du meilleur monde sont heureuses de se constituer ainsi une belle bibliothèque, tout en décorant leur intérieur.

Reliez pour vos amis et relations

Non seulement vous relierez vos propres livres, mais encore vous pourrez gagner de l'argent en reliant pour vos amis et relations. Vous apprendrez petit à petit un métier agréable et rémunérateur. Songez qu'une simple reliure tout à fait classique, qui est couramment vendue 15 à 20 francs, ne vous reviendra qu'à 2 fr. 50.



**INSTITUT ARTISANAL
DE RELIURE**
28, bd Poissonnière
PARIS-IX

*Cette belle
brochure
gratuite
vous dira comment
vous pouvez
apprendre la
reliure chez vous.*

APPRENEZ à relier vos livres chez vous. Quelle agréable occupation pour les soirées monotones et pluvieuses ! Quelle heureuse utilisation de vos loisirs ! Vous représentez-vous la joie et la légitime fierté que vous ressentiriez si vous pouviez montrer les œuvres de vos auteurs favoris reliées et décorées entièrement de vos propres mains.

Il ne tient qu'à vous de créer et d'exécuter des reliures dignes de professionnels, et qui ne vous auront coûté qu'un peu de travail agréable et facile.

Notre cours par correspondance, accompagné de notre relieuse « CREATOR », vous permet d'obtenir en quelques mois des résultats qui vous étonneront vous-même et qui feront l'admiration de votre entourage.

Belle brochure illustrée gratuite

Demandez notre brochure illustrée en couleurs *La Reliure moderne*. Elle vous indiquera comment en peu de temps vous pouvez devenir relieur expérimenté. (Joindre 1 fr. 50 pour les frais d'envoi.)

Découpez le bon ci-contre, et mettez-le à la poste, aujourd'hui.

BON GRATUIT (à découper ou à recopier)

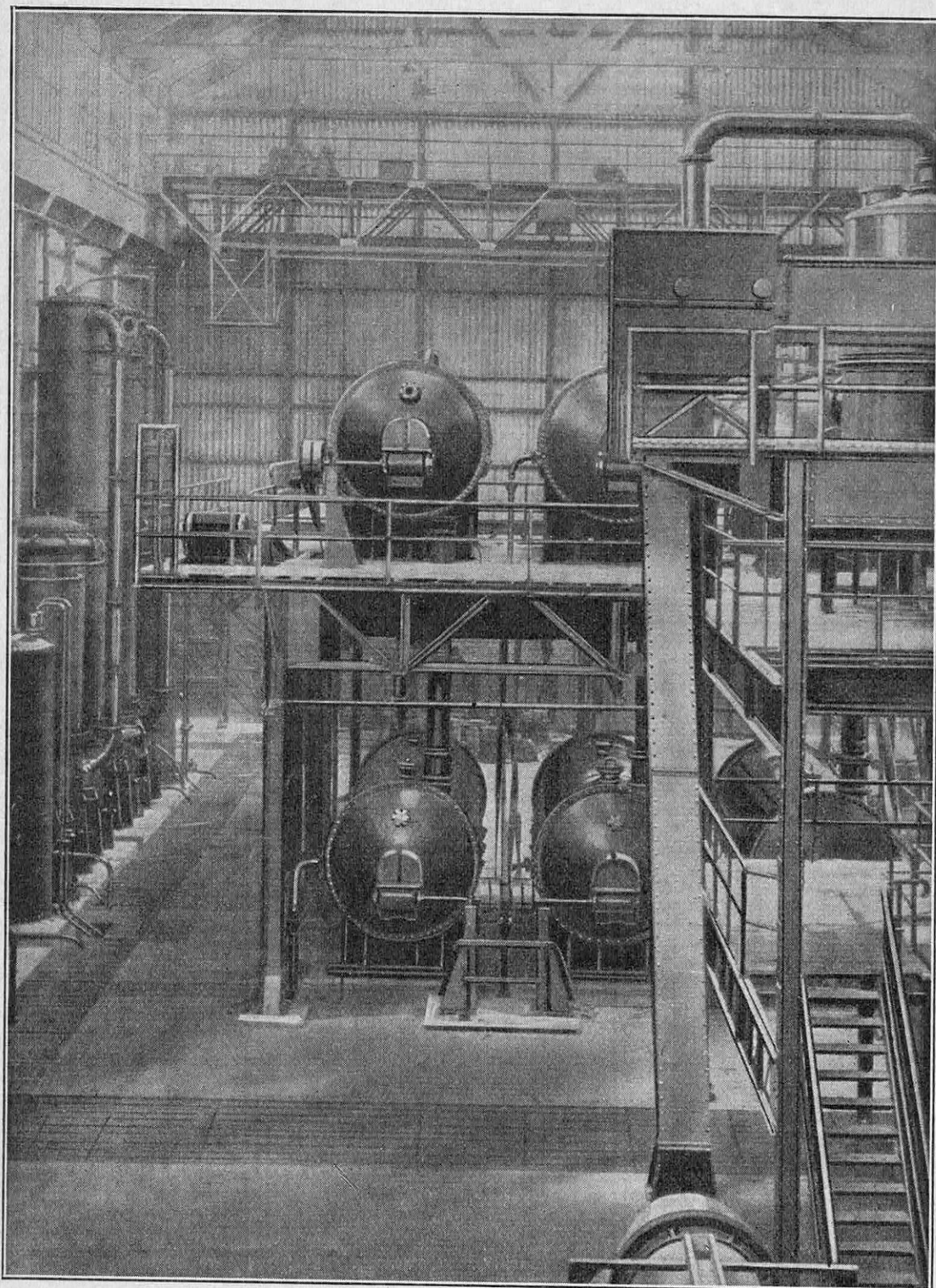
Veuillez m'adresser notre brochure *La Reliure moderne*, gratuitement et sans engagement. (Ci-joint 1 fr. 50 p. frais d'envoi.)

Nom et prénom

Adresse

Les houillères françaises, sources d'engrais synthétiques et de carburants de remplacement	Jean Bodet	359
<i>Les perfectionnements successifs apportés aux grandes techniques de transformation du charbon ont complètement transformé, dans cette dernière décade, les modes d'exploitation des grandes houillères françaises. Nos charbonnages sont, désormais, d'importantes sources d'engrais synthétiques et de produits chimiques variés. Elles doivent, en outre, pouvoir fournir à l'économie française des carburants de synthèse que notre pays doit actuellement importer de l'étranger.</i>		
Comment, au cinéma, on réalise les dessins animés	Charles Brachet	371
<i>La technique des dessins animés (qui viennent d'être pour la première fois réalisés en France) offre un exemple curieux de l'ingéniosité et de l'habileté des cinéastes spécialisés dans cette production.</i>		
Grâce aux volets d'intrados et aux ailerons « Zap », voici, pour les avions, plus de vitesse et plus de sécurité	Edmond Blanc	377
<i>Les différents systèmes d'hypersustentation, récemment appliqués sur les avions à grande vitesse, constituent l'une des conquêtes les plus intéressantes de la technique aéronautique, dans le double domaine de la rapidité et de la sécurité.</i>		
Contre les attaques aériennes, comment organiser la protection des populations civiles ?	Lieut.-colonel Reboul	385
<i>Le problème de la protection des populations civiles contre les risques effroyables des attaques aériennes massives est l'un des plus angoissants de l'heure. Au nombre des suggestions qui ont vu le jour pour assurer la sûreté des citoyens, voici les projets qui tendent à construire de profonds tunnels d'évacuation, étanches aux gaz toxiques.</i>		
Comment la science permet de lutter contre le bruit, dans la construction moderne	L. Houlléviq.	392
<i>Grâce aux observations scientifiques qui permettent de mesurer avec précision l'intensité des bruits et de sélectionner les matériaux insonores, on peut aujourd'hui aménager les immeubles modernes de façon à protéger les habitants contre le bruit intense des grandes agglomérations urbaines.</i>		
L'avion-torpilleur bouleversera-t-il les conditions du combat naval ? ..	H. Pelle des Forges	397
<i>Les progrès réalisés tant dans la construction des avions que dans l'augmentation de leurs vitesses ont fait apparaître un nouvel engin offensif : l'« avion-torpilleur », qui constitue une grave menace pour les bâtiments de ligne dans les futurs combats navals. Contre ce nouvel et puissant adversaire, dont on met au point l'utilisation et la tactique, on se préoccupe déjà d'organiser la protection et la riposte.</i>		
Voici des « machines à écrire » pour télégraphier soi-même de son domicile	Paul Lucas	406
<i>De nouveaux appareils automatiques permettent désormais, par le simple dispositif du clavier d'une machine à écrire, d'acheminer depuis son domicile des télégrammes ou des radiotélégrammes.</i>		
Du nouveau en télévision : l'icône de Zvorykine	C. Vinogradov	411
<i>La télévision, dont la réalisation pratique se heurte encore à un certain nombre de difficultés, paraît avoir fait un pas décisif, grâce au dispositif de l'ingénieur russe Zvorykine.</i>		
Construira-t-on le canal maritime du Saint-Laurent, la plus longue voie d'eau du monde ?	R. Lagorce	418
Comment le chauffage électrique du « home » a été sans cesse perfectionné	Jean Labadié	421
<i>Grâce aux progrès aujourd'hui acquis dans la technique du chauffage électrique, — notamment par l'emploi des thermostats, — les usages domestiques de l'électricité vont pouvoir être élargis et mis à la portée de tous, du moins si la politique d'abaissement du prix du courant est poursuivie en France avec vigueur, comme l'intérêt général l'exige.</i>		
Les appareils « Arthel » permettent d'ensoleiller les locaux obscurs ..	Charles Leblanc	431
Le changeur-payeur « Polypiece »	436
La nouvelle voiture « 401 » Peugeot	438
Les « A côté » de la science	V. Rubor	439

En raison des progrès réalisés dans la technique aéronautique, on vient d'être amené, dans les grandes flottes de combat, à étudier l'emploi de la torpille lancée par les avions, et à déterminer l'utilisation de la tactique de ces « avions-torpilleurs », qui constituent une arme nouvelle aux effets redoutables. Notre couverture représente l'attaque simulée d'un bâtiment de ligne par un avion-torpilleur du dernier modèle, tel que cet exercice a été réalisé aux dernières manœuvres navales britanniques, dans la mer du Nord.



VUE D'UNE PARTIE DE L'APPAREILLAGE DE FABRICATION SYNTHÉTIQUE DE L'AMMONIAQUE ET DES ENGRAIS A PARTIR DU GAZ DES COKERIES (PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE)

L'hydrogène est retiré des gaz de cokeries par liquéfaction fractionnée à basses températures : il est ensuite purifié et débarrassé de toute trace d'acétylène ou d'hydrogène sulfuré, puis combiné à l'azote par catalyse (sous des pressions différentes, suivant les procédés employés) pour former l'ammoniaque synthétique.

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Novembre 1934, R. C. Seine 116.544

Tome XLVI

Novembre 1934

Numéro 209

LES HOUILLÈRES FRANÇAISES, SOURCES D'ENGRAIS SYNTHÉTIQUES ET DE CARBURANTS DE REMPLACEMENT

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Nous avons eu l'occasion de signaler ici (1) les profondes modifications survenues dans l'exploitation des houillères françaises, par suite des perfectionnements successifs apportés aux grandes techniques de transformation du charbon. La mise en œuvre de ces différents procédés de distillation et de carbonisation a permis aux charbonnages de notre pays d'obvier fort heureusement aux difficultés sérieuses auxquelles ils se heurtaient, par suite, tant de la nature de leurs gisements que des conditions nouvelles de la concurrence internationale. Grâce aux procédés modernes de traitement de la houille, une importante partie du charbon extrait — notamment celle qui comporte des produits difficilement utilisables pour les foyers domestiques ou industriels — est désormais transformée sur place. Le cycle de cette transformation permet, tout d'abord, d'obtenir de l'énergie électrique d'un prix de revient quasi nul : il offre également la possibilité de fournir aux grandes cités, en abondance et à bas prix, du gaz d'éclairage. Mais ce ne sont là, en quelque sorte, que des sous-produits du traitement de la houille. Ce traitement fournit en très importantes quantités, d'une part des engrais ammoniacaux précieux pour l'agriculture, d'autre part des carburants de synthèse dont la production massive offrirait, en France, un intérêt tout particulier en raison de la situation importatrice de notre pays en matière de combustibles liquides. Ceci sans préjudice de toute une gamme de produits chimiques qui trouvent leur emploi aussi bien dans l'industrie des colorants que dans un grand nombre d'autres fabrications, dont certaines intéressent au premier chef la défense nationale. D'ores et déjà, on peut affirmer que dans les grandes houillères modernes, la vente du charbon, tel qu'il est extrait de la mine, tend à devenir l'accessoire, alors que les produits de transformation de la houille apparaissent de plus en plus l'essentiel de leur activité. Il y a là une transformation — on pourrait dire une révolution industrielle — qui répond à une conception économique plus évoluée et plus rationnelle, puisqu'elle tend à tirer de la matière le rendement le plus élevé dans les conditions les moins onéreuses. Nul doute que nos charbonnages, grâce à de nouveaux perfectionnements de ces techniques, ne développent encore, dans des directions nouvelles, ces productions dérivées de la houille, de telle sorte que dans un avenir prochain l'utilisation de la houille crue puisse être considérée presque comme un anachronisme.

L'INDUSTRIE charbonnière s'est bornée pendant longtemps à tirer de la mine le charbon, qui était brûlé tel quel, à l'état brut, dans des foyers domestiques et industriels sommaires, non sans dégager une

fumée abondante. Le premier terme de son évolution — qui est loin d'être terminée aujourd'hui — fut la création de fours à coke. Dès ce moment, la mine est sortie de son domaine traditionnel, dans lequel il semblait qu'elle dût toujours rester canton-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 17.

née, pour aborder la valorisation des produits livrés, valorisation que les techniciens s'efforcent aujourd'hui de pousser à l'extrême dans les directions les plus variées. On peut dire que le charbon n'est plus pour l'industrie minière qu'une matière première comme une autre ; une partie, toujours plus réduite, de la quantité extraite parvient au consommateur sous sa forme originale, tandis que tout le reste subit les traitements divers qui l'adaptent d'une manière rationnelle et aussi précise que possible aux besoins qu'il sera appelé à satisfaire.

L'effort d'adaptation des houillères françaises

Cet effort d'adaptation et de rationalisation, dans le cas particulier de la France, était

une nécessité inéluctable, étant donné la nature et la distribution géographique peu favorables des gisements. Outre les difficultés d'exploitation que ne rencontrent pas les pays voisins, l'industrie houillère française se trouve encore handicapée par le fait que la produc-

tion nationale est constituée, pour 40 %, par des charbons flambants à plus de 32 % de matières volatiles, lesquels ne conviennent qu'à l'industrie gazière et aux fours de verrerie ou de cimenterie, par exemple. Par contre, les charbons maigres à moins de 10 % de matières volatiles, ceux que l'on préfère pour les foyers domestiques, parce qu'ils brûlent lentement et sans fumée, ne représentent que 7 à 8 % du total. De même, les charbons à coke sont produits en quantité insuffisante pour les besoins nationaux normaux.

Ce déséquilibre entre la production et la consommation ne peut être corrigé — importations mises à part — que grâce aux progrès de la science et de la technique qui permettent aux houillères, d'une part, de tirer un parti aussi avantageux que possible des qualités de charbons médiocres dont elles disposent en excès, d'autre part, de fabriquer, dans des installations annexes, les produits de haute valeur que réclame la clientèle, ou des produits analogues. Aussi, en France, peut-être plus qu'ailleurs, le puits de mine, qui constituait autrefois à lui tout seul toute la houillère, n'en reste-t-il plus qu'un des éléments, puisque l'extraction du charbon n'est plus, pour une grande

partie de la production, que le prélude à la série des transformations très diverses qu'il subit avant de parvenir « valorisé » au consommateur. Et encore, même les catégories de charbon vendues directement par la mine subissent de plus en plus un traitement préalable de purification par lavage, opération onéreuse, mais qui améliore sensiblement la qualité des charbons cendrés de nos gisements. Dans le seul bassin du Pas-de-Calais, beaucoup plus de la moitié de la production passe maintenant dans les lavoirs. Les résidus de l'opération, stériles mis à part, ont une teneur en cendre si élevée que ni leur transport ni leur vente ne sont plus possibles ; aussi, les houillères ont-elles été conduites à les utiliser sur place en les brûlant dans des foyers spéciaux pour

alimenter des centrales électriques parfois très puissantes, lesquelles desservent non seulement les importantes installations électriques de la mine, mais encore des réseaux de distribution régionaux assez étendus. Certaines mines, disposant encore d'un important

excédent d'énergie électrique, ont même entrepris des fabrications électrométallurgiques : celles, par exemple, de cuivre électrolytique, de carbure de calcium et de cyanamide.

Les deux grandes techniques de transformation du charbon

Les grandes techniques de transformation du charbon mises en œuvre par les charbonnages sont : la distillation à haute température et la carbonisation à basse température. La première est la technique des fours à coke, qui fournissent à la métallurgie, hauts fourneaux et fonderies, le coke nécessaire à la fabrication de la fonte et de l'acier. La deuxième, d'introduction récente, a fourni ces dernières années des résultats remarquables : elle permet d'obtenir des combustibles calibrés, de qualités comparables à celles des meilleurs anthracites, à partir de produits de faible valeur marchande. L'un et l'autre laissent d'abondants sous-produits, qui, par leur importance et le rôle qu'ils jouent ou pourront jouer dans l'économie nationale, mériteraient mieux que ce nom. C'est pour leur traitement et celui de leurs multiples dérivés que les mines ont été amenées à se transformer en de

ANNÉES	HOUILLE	LIGNITE
1928.....	1.251,6	213,8
1929.....	1.333,1	227
1930.....	1.223,2	192
1931.....	1.077	176,1
1932.....	955	163,2
1933.....	995	165

PRODUCTION DE CHARBON DANS LE MONDE
(EN MILLIONS DE TONNES MÉTRIQUES)

vastes usines de produits chimiques.

On peut juger de l'importance prise par ces fabrications de récupération ou de synthèse par les chiffres fournis par M. Champy, directeur des mines d'Anzin, concernant la production des mines de houille du Nord de la France pendant l'année 1932, année peu brillante cependant, puisque la production du coke ne s'est élevée qu'à 2.731.000 tonnes pour une capacité de production totale de 5.200.000 tonnes. La distillation à haute température a laissé, cette année-là, 103.110 tonnes de goudron, 36.063 tonnes de sulfate

lique, dont une partie a donné, par un traitement ultérieur, 600 tonnes de formol et d'importantes quantités d'alcool éthylique. D'un autre côté, la carbonisation à basse température a donné 200.000 tonnes de semi-coke, 17.000 tonnes de goudron, 18.000 hectolitres d'essence et 20 millions de mètres cubes de gaz de 6.000 calories par mètre cube. Même en ajoutant 15.393 tonnes de carbure de calcium, 9.481 tonnes de cyanamide et 771 tonnes de cuivre électrolytique, notre énumération des produits livrés par les mines est loin d'être complète.

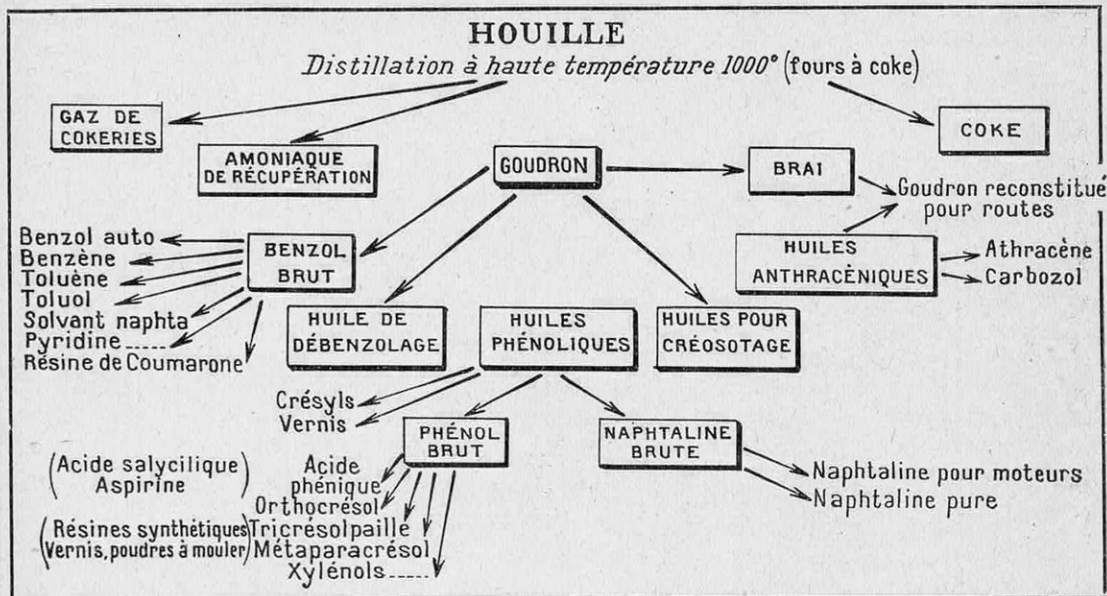


FIG. 1. — TABLEAU DES DIFFÉRENTS PRODUITS OBTENUS AU COURS DES OPÉRATIONS DE DISTILLATION DE LA HOUILLE A HAUTE TEMPÉRATURE (1.000°)

d'ammoniaque de récupération, 22.900 tonnes de benzol brut et 540 millions de mètres cubes de gaz combustible de 4.200 calories par mètre cube. De ce goudron, 92.000 tonnes, centralisées par la Société Huiles, Goudrons et Dérivés, ont fourni 36.500 tonnes de brai, 32.000 tonnes de goudron pour routes, 18.000 tonnes de goudron pour routes, 18.000 tonnes de goudron pour routes, 2.100 tonnes de naphthaline pure, 1.000 tonnes de phénols et crésols, 250 tonnes de résine synthétique, 175 tonnes de résine de coumarone, 560 tonnes de vernis divers. L'hydrogène contenu dans les gaz de fours à coke sert à la fabrication synthétique de l'ammoniaque, dont il a été produit 61.937 tonnes, et des engrais azotés, principalement du sulfate d'ammoniaque, ce qui a exigé d'importantes installations pour la fabrication d'acide sulfurique. Il faut encore ajouter près de 20.000 hectolitres d'alcool méthy-

La chimie du charbon et celle de ses sous-produits absorbent donc une part de plus en plus importante de l'activité des houillères. Nous allons maintenant en préciser les grandes lignes et passer en revue les plus récentes techniques pour le traitement du charbon et de ses dérivés, que la recherche scientifique, aiguillonnée par les nécessités économiques, a pu mettre au point ces dernières années.

La fabrication du coke métallurgique laisse d'abondants et précieux sous-produits

La fabrication du coke métallurgique (pour hauts fourneaux, fonderies, etc.) était, avant la guerre, le seul exemple d'une transformation de la houille exécutée par les houillères. Le coke est le résidu solide de la distillation de la houille à haute tempéra-

ture, environ 1.000 degrés. Bien que le principe de leur fabrication soit le même, le coke de gaz diffère du coke métallurgique, parce qu'il n'est pas préparé à partir de la même variété de houille. Les usines à gaz recherchent un rendement élevé au gaz combustible et choisissent des houilles riches en gaz ; pour les fours à coke, au contraire, on préfère les houilles pauvres en gaz, mais donnant un coke compact plus difficile à allumer que le précédent. Pour parer à la pénurie de charbons à coke en France, dont

Le benzol, carburant antidétonant

Dès avant la guerre, on recueillait avec soin, comme sous-produits de la distillation, des benzols, des eaux ammoniacales de récupération et des goudrons (1).

On obtient aujourd'hui, par tonne de houille, de 8 à 10 litres de benzol brut que l'on rectifie et que l'on lave ; le fractionnement de ce produit donne le benzène pur, le toluène pur, le solvant naphtha, le benzol 90, utilisés dans l'industrie chimique, l'in-

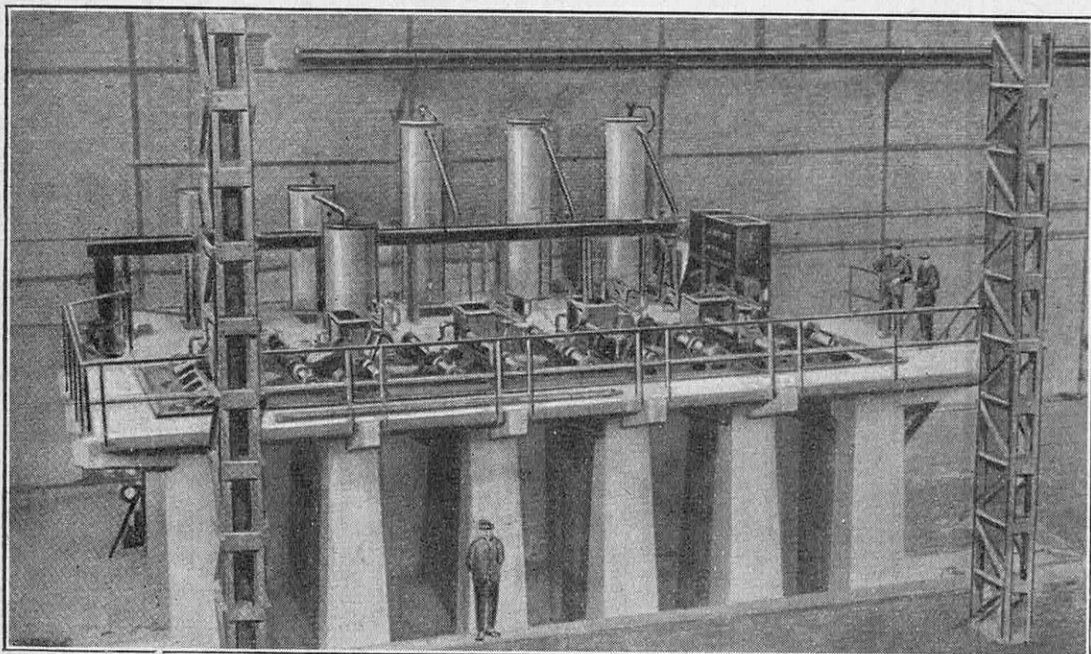


FIG. 2. — VUE D'UN MASSIF DE CATALYSE DANS UNE GRANDE USINE BELGE DE FABRICATION D'AMMONIAQUE ET D'ENGRAIS SYNTHÉTIQUES A PARTIR DU GAZ DES COKERIES

nous parlions tout à l'heure, on est parvenu à traiter des mélanges de charbons, individuellement non cokéfiables et même, pour certains, à demi distillés au préalable, et qui, réunis, donnent un coke répondant aux exigences de la métallurgie. Les batteries de fours à coke d'avant-guerre produisaient 5 à 6 tonnes de coke par vingt-quatre heures, avec une durée de carbonisation comprise entre vingt-six et trente-six heures. Elles produisent maintenant, à allure vive, entre 15 et 18 tonnes par vingt-quatre heures. La hauteur des chambres de carbonisation est passée de 2 m 30 à 6 mètres et leur longueur peut atteindre 12 m 50. Elles sont chauffées généralement avec du gaz de fours à coke ou bien, pour économiser ce gaz précieux, avec du gaz pauvre de haut-fourneau ou de gazogène.

industrie du caoutchouc et la teinturerie, et le benzol moteur qui est un carburant de choix. Cette dernière application est de beaucoup la plus importante ; le benzol, autrefois considéré comme carburant de mauvaise qualité, car il était mal préparé, améliore au contraire la qualité des essences auxquelles il est mélangé en augmentant leur résistance à la détonation. On sait que cette résistance, caractérisée par l'indice d'octane, est au premier rang des préoccupations de tous les fabricants d'essences (2). Le benzol confère également aux mélanges essence-alcool une certaine stabilité ; grâce à lui, sous la forme de carburant ternaire, l'alcool produit en excédent pourra peut-être trouver un débouché.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 140, page 97.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 190.

Le sulfate d'ammoniaque de récupération des eaux de lavage des gaz

L'ammoniaque de récupération se retrouve dans les eaux de lavage des gaz, qui le dissolvent et où on le libère par distillation. Il ne faut pas confondre cette production par récupération avec la fabrication d'ammoniaque par synthèse, dont nous parlerons plus loin. L'ammoniaque synthétique des cokeries est obtenu en combinant l'azote de l'air à l'hydrogène contenu dans les gaz des fours à coke, tandis que le premier existe tout formé dans ces gaz d'où il est seulement récupéré. Il sert à la fabrication du sulfate

Le sulfate d'ammoniaque de récupération est produit dans les mêmes conditions par les usines à gaz. Mais les seules qui aient quelque importance sont celles de Paris, de la banlieue parisienne, de Lyon, Marseille et Bordeaux. Pour les autres, la récupération de l'ammoniaque et sa transformation en sulfate constituent une lourde charge, car cette opération n'est économique que lorsqu'on traite de grandes quantités de gaz. C'est pourtant la seule méthode possible pour se débarrasser sans danger des eaux ammoniacales. Aussi la récupération passe-t-elle par nécessité avant la synthèse, et le contingentement des fabrications, rendu né-

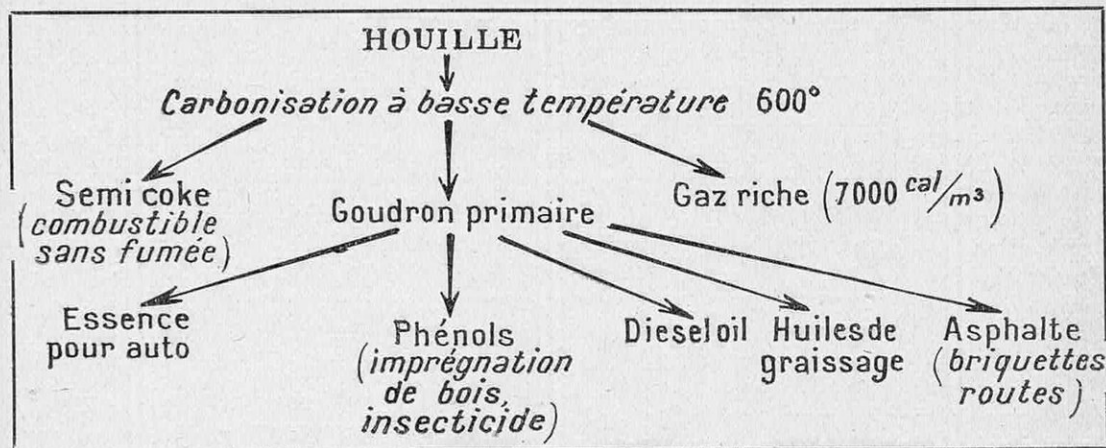


FIG. 3. — TABLEAU DES DIFFÉRENTS PRODUITS OBTENUS AU COURS DES OPÉRATIONS DE CARBONISATION DE LA HOUILLE A BASSE TEMPÉRATURE ET DES EMPLOIS DE CES PRODUITS

d'ammoniaque, l'engrais classique dont la valeur fertilisante a été reconnue depuis longtemps, depuis les célèbres travaux de Frédéric Kuhlmann au milieu du siècle dernier.

Il existe deux procédés de sulfatation de l'ammoniaque : l'un direct, par barbotage du gaz dans l'acide sulfurique, procédé onéreux, qui exige des appareils coûteux et entraîne une grosse consommation d'acide (98 kilogrammes pour 100 kilogrammes d'engrais) ; l'autre indirect, plus économique et qui, comme tel, se répand rapidement. Il fait appel au gypse ou pierre à plâtre qui, en suspension dans une solution ammoniacale et traité par le gaz carbonique, donne du sulfate d'ammoniaque. Une tonne de charbon donne 2 kg 4 d'ammoniaque en moyenne, soit en gros 10 kilogrammes de sulfate.

Les usines de récupération de quelque importance peuvent être réparties, en France, en quatre groupes régionaux : le Nord, d'une capacité de production de 90.000 tonnes environ ; l'Est, 33.000 tonnes ; le Centre, 10.000 tonnes, et la Sarre, 33.000 tonnes.

cessaire par la surproduction générale des engrais, ne peut-il porter que sur cette dernière. L'ammoniaque de récupération des usines à gaz, des cokeries et aussi des vidanges (cette dernière fabrication tend à disparaître) représente au total 26.000 tonnes d'azote, soit 130.000 tonnes de sulfate sur une production nationale de 340.000 tonnes.

Le goudron de houille est devenu une matière d'importance capitale pour l'industrie chimique

Le goudron provenant de la distillation de la houille à haute température est une matière première dont on a, depuis la guerre, reconnu l'importance considérable pour l'industrie chimique. On se bornait autrefois à en retirer les huiles les plus légères et le reste servait au revêtement des routes. On sait aujourd'hui en extraire des produits nombreux, ayant de multiples applications et qui peuvent eux-mêmes servir de matières premières pour la fabrication d'autres dérivés. Pour le revêtement des routes, on

préfère au goudron brut, mal adapté à cet emploi, des goudrons reconstitués, mélanges d'huiles anthracéniques et de brai de houille, auxquels on ajoute ou non, suivant les besoins, des matières inertes telles que le charbon pulvérisé ou le sable.

Suivant la qualité de la houille, on récupère entre 25 et 80 kilogrammes de goudron par tonne de houille. On en a ainsi produit, en France, jusqu'à 550.000 tonnes en 1929. Nous avons dit plus haut qu'une grande partie de la production de la région du Nord était centralisée dans une seule usine, capable de traiter par an 150.000 tonnes de goudron. Certaines mines, grosses consommatrices de brai, qu'elles utilisent pour la fabrication d'agglomérés, préfèrent, pour économiser les frais de transport, traiter le goudron dans leurs propres usines, quitte à envoyer à l'usine centrale les produits de la distillation autres que le brai dont elles ne poursuivent pas l'élaboration.

La distillation du goudron donne d'abord, comme résidu, du *brai*, corps doué d'un grand pouvoir agglutinant et que l'on utilise pour la fabrication des agglomérés, boulets et briquettes, ainsi que celle d'émulsions pour les routes ; puis des *huiles anthracéniques* utilisées avec succès pour le traitement d'hiver des arbres fruitiers ; des *huiles de créosote*, pour l'imprégnation des poteaux télégraphiques et des traverses de chemins de fer ; des *huiles de débenzolage*, que l'on utilise pour extraire le benzol des gaz des fours à coke ; de la *naphthaline brute*, qui sert à la fabrication du noir de fumée (encres d'imprimerie, charbons de lampes à incandescence) ; des *huiles phénoliques* diverses et, enfin, des *huiles légères*. Les procédés de purification par voie physique et chimique permettent d'isoler de chacune de ces fractions des gammes de corps purs, susceptibles eux-mêmes d'un traitement chimique ultérieur. Ainsi, des huiles légères, on retire du benzol pour autos, du benzène, toluène, xylène purs, livrés à l'industrie pharmaceutique, à celle des colorants et à celle des explosifs.

Les huiles anthracéniques donnent : l'anthracène pur dont dérivent l'antraquinone et toute une famille de colorants, entre autres l'alizarine ou garance artificielle, et le carbozol, qui constitue, de son côté, le pre-

mier terme d'une autre série de colorants.

La naphthaline pure est un désinfectant et donne de nombreux colorants et explosifs ; la naphthaline mi-raffinée peut être brûlée dans certains moteurs.

Des huiles phénoliques, on extrait : l'acide phénique, qui entre dans la fabrication de la mélinite, des colorants, des matières plastiques ; le tricrésol paille, qui est, comme le précédent, un désinfectant ; le métaporacrésol, qui, en condensation avec le formol, donne des résines synthétiques ; les xylénols, employés comme désinfectants ; la pyridine, pour la dénaturation des alcools et l'industrie des matières colorantes ; la résine de commarone, capable, pour la préparation des vernis, de remplacer la résine naturelle des pins, etc.

On voit l'infinie variété des dérivés du goudron et de leurs applications, qui fait que l'on peut dire que tout le monde aujourd'hui, à un titre quelconque, est consommateur indirect de goudron de houille.

	1913	1926	1930	1931-32
Usines à gaz.....	22.500	26.500	30.000	24.250
Fours à coke.....	40.000	88.000	104.000	86.800

PRODUCTION DE SULFATE D'AMMONIAQUE DE RÉCUPÉRATION (EN TONNES) DE 1913 A 1932

Le gaz de fours à coke peut être, désormais, distribué dans les grandes villes

Le gaz de fours à coke est une matière non moins précieuse. Il est le point de départ de nombreuses fabrications synthétiques, en particulier de celles des engrais azotés de synthèse (la distillation d'une tonne de houille laisse assez de gaz pour produire 100 kilogrammes d'ammoniaque et pour chauffer des fours, par-dessus le marché). En tant que gaz combustible, il a, d'autre part, des applications analogues à celles du gaz d'éclairage.

Les perfectionnements apportés aux fours à coke, surtout en matière de récupération de chaleur, ont rendu disponibles de grandes quantités de ce gaz, qui peuvent être encore accrues si, au lieu d'en utiliser une partie pour le chauffage des fours, on prend pour cela du gaz pauvre de gazogène.

Le gaz de fours à coke est un gaz de pouvoir calorifique assez élevé, environ 4.500 calories par mètre cube, inférieur cependant à celui du gaz d'éclairage. Il peut être employé comme ce dernier pour l'éclairage et le chauffage domestiques, ainsi que le chauffage de certains fours industriels, fours métallurgiques et fours de verreries, par

exemple. Pour cela, on le distribue de la manière devenue classique pour le gaz d'éclairage dans les localités voisines des mines et même, dans certains cas, dans de grandes villes plus ou moins éloignées. Ce transport du gaz à distance, qui s'effectue à haute pression, a lieu sur une très grande échelle en Allemagne à partir des mines de la Ruhr. Le centre du réseau allemand de distribution de gaz à distance serait transféré prochainement à Magdebourg, à la jonction du Mittelland Kanal et de l'Elbe, où l'on édifie une vaste usine de carbonisation capa-

l'hydrogène, peuvent néanmoins servir de point de départ pour de nouvelles fabrications synthétiques. L'oxyde de carbone, impureté nuisible à la fabrication catalytique de l'ammoniaque, est combiné à l'hydrogène par catalyse pour produire de l'alcool méthylique, dont les débouchés sont malheureusement limités. Il peut servir, en particulier, comme carburant. On l'obtient également à partir du méthane qui, par combustion ménagée, donne de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Le méthane peut aussi être employé pour la soudure

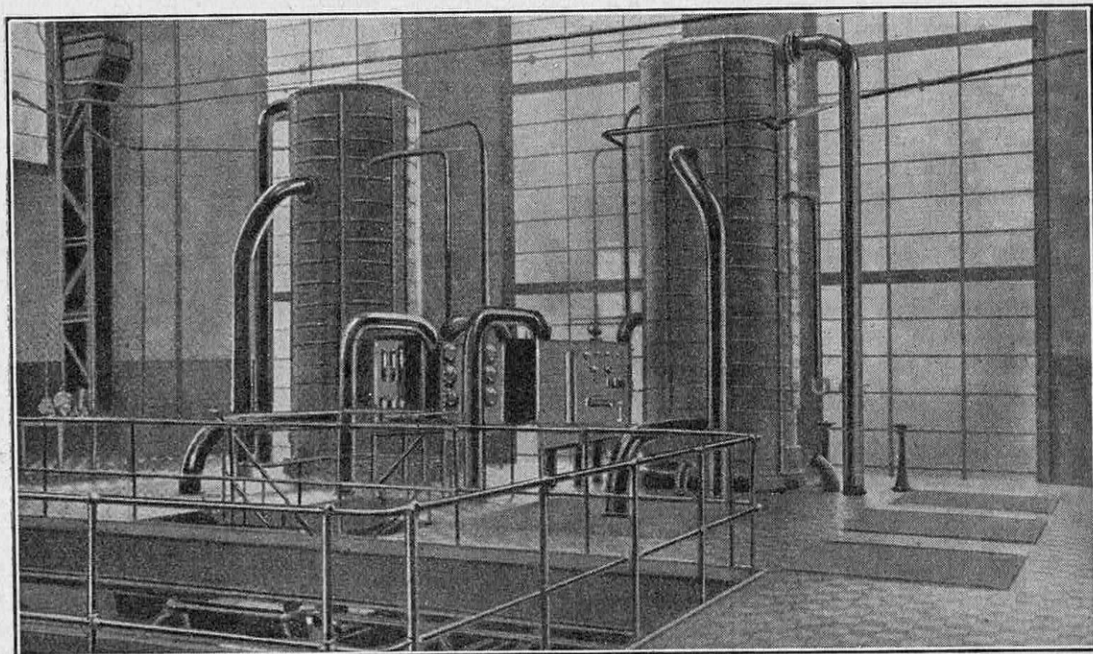


FIG. 4. — UNE INSTALLATION DE RÉGÉNÉRATION DES LIQUEURS AMMONIACALES

ble de traiter 1.200 à 1.300 tonnes de charbon par jour. De même, en Belgique, Bruxelles et Mons reçoivent le gaz fabriqué par la Carbonisation Centrale, à Tertre, dans le Borinage.

La fabrication synthétique de l'ammoniaque et des engrais à partir du gaz de cokeries

Le gaz de cokeries a une composition variable suivant la qualité de houille distillée. Il contient en moyenne entre 50 et 60 % d'hydrogène, 25 % de méthane et, pour le reste, de l'azote, de l'oxyde de carbone, du gaz carbonique et quelques carbures de composition plus ou moins complexe. De tous ces gaz, c'est l'hydrogène, le plus abondant, qui est aussi le plus important. Les autres, que l'on récupère à peu de frais lorsque l'on traite le gaz pour en isoler

autogène. Les mines de Béthune produisent pour 1 tonne d'ammoniaque, de 100 à 180 kilogrammes d'alcool méthylique pur qui est transformé, en partie, en formol. Par ailleurs, l'éthylène extrait des gaz de cokeries peut donner de l'alcool éthylique ; la région du Nord en a ainsi produit, en 1932, 14.024 hectolitres, dont une partie a permis de fabriquer 54 tonnes d'éther. D'autres carbures complexes existent dans les gaz, en proportions souvent très faibles ; les grands volumes de gaz traités permettent cependant d'en obtenir des quantités appréciables. Citons, à titre d'exemple, le cyclopentadiène, qui trouve des applications en pharmacie pour l'élaboration des hypnotiques genre malonylurée et la fabrication des parfums à note fruitée et liqueuse : pour en obtenir 20 kilogrammes, il faut traiter plus de

300.000 mètres cubes de gaz, quantité correspondante à 1.000 tonnes de charbon cokéfié.

L'hydrogène est retiré des gaz de cokeries par liquéfaction fractionnée. Voici les températures auxquelles les différents constituants du mélange se liquéfient : méthane, — 164°; oxygène, — 182°; oxyde de carbone, — 190°; azote, — 196°, et hydrogène, — 252°. En soumettant les gaz, dans des séries d'échangeurs et de liquéficateurs, à des températures de plus en plus basses, jusqu'à — 200°, il ne reste plus qu'à recueillir l'hydrogène à l'état gazeux, tandis que tous les autres constituants se sont liquéfiés. Ce procédé de préparation fut appliqué industriellement pour la première fois, suivant les indications de Georges Claude, par la Compagnie de Béthune, en 1923. La production du froid s'effectue soit par le procédé Claude (effet Joule), soit par le procédé Linde (détente avec travail extérieur). Le premier est utilisé dans le Nord (à Béthune, Douvrin, Waziers), ainsi qu'à Saint-Étienne et Decazeville; le deuxième est surtout mis en œuvre en Belgique, ainsi qu'aux mines de Lens.

Avant de pouvoir l'unir, par catalyse, à l'azote, il est indispensable de purifier soigneusement l'hydrogène et de le débarrasser de toute trace d'acétylène, qui pourrait provoquer des explosions, ou d'hydrogène sulfuré, qui empoisonnerait le catalyseur. Ce dernier se compose généralement d'une masse granuleuse de fer activé par la présence de métalloïdes, tels que le nickel, le cobalt ou l'aluminium, et d'oxydes rares; sa composition exacte, qui varie suivant les usines, est tenue soigneusement secrète par les producteurs. C'est de cette composition particulière que dépend essentiellement le rendement de l'opération de synthèse.

Les différents procédés de synthèse de l'ammoniaque

La synthèse de l'ammoniaque, qui consiste à combiner une partie d'azote à trois parties d'hydrogène, peut s'effectuer par différents procédés. Le plus ancien est le procédé imaginé par Fritz Haber, en 1906, et mis au point industriellement par l'ingénieur Carl Bosch, pour la *Badische Anilin und Soda Fabrick*, en 1912. Le procédé Georges Claude, appliqué pour la première fois, en 1920, à l'usine d'essais de Montereau, a reçu, en 1923, sa première application industrielle à l'usine de Bully-les-Mines. Il existe encore d'autres procédés avec des variantes, introduits successivement : en Italie, ceux de Casale, de Fauser; en Allemagne, celui du

Mont-Cenis; aux Etats-Unis, celui de la *Nitrogen Engineering Corporation (N.E.C.)*. Il existe, entre ces divers procédés, des différences parfois considérables dans le mode de préparation des gaz, leur purification, le mode de séparation de l'ammoniaque, etc.; mais, on peut, en gros, les distinguer par la pression à laquelle s'effectue la combinaison : le procédé Mont-Cenis se contente de 100 atmosphères et Haber de 200; Fauser et N. E. C. opèrent à 300 atmosphères; Casale aux environs de 800, et Claude à 1.000 atmosphères. Les usines françaises utilisent, suivant les conditions particulières où elles se trouvent, l'un ou l'autre de ces procédés.

L'ammoniaque de synthèse, comme l'ammoniaque de récupération, peut servir à la fabrication du sulfate d'ammoniaque par sulfatation. Il permet aussi la fabrication catalytique de l'acide nitrique. Pour cela, on le brûle mélangé à de l'air à la surface d'un catalyseur en platine. A l'usine de Grand-Couronne, près de Rouen, qui a entrepris cette fabrication, ce catalyseur est constitué par une toile de platine de 2 mètres de diamètre. Les convertisseurs ainsi équipés peuvent, à Grand-Couronne, brûler chacun 5 tonnes d'ammoniaque par jour et donner 30 tonnes d'acide nitrique.

L'acide nitrique, à son tour, fournit soit des engrais (nitrate de chaux ou nitrate d'ammoniaque), soit des explosifs. C'est donc un corps de première importance, tant pour l'agriculture que pour la défense nationale.

L'industrie française des engrais azotés de synthèse, fabrication de cyanamide mise à part, n'existait pratiquement pas avant 1924, année où l'usine de Béthune, installée par Georges Claude, a commencé de produire. Actuellement, la capacité de production a dépassé, et de beaucoup, les possibilités de consommation, au point que les usines, mises en veilleuse, n'utilisent plus, la crise aidant, que 40 % environ de leur capacité nominale. En face de ces restrictions, la position des houillères, en tant que productrices d'engrais de synthèse, apparaît cependant plus saine que celle de l'industrie d'Etat, par exemple. L'usine de synthèse, grosse productrice de force motrice, constitue pour la mine un client fidèle et très accommodant pour le gaz et le courant électrique qu'elle produit en excès.

Une technique de grand avenir : la carbonisation à basse température

Si, au lieu de distiller la houille à haute température, 1.000°, comme dans les fours

à coke, on la laisse carboniser aux environs de 500 à 600°, on recueille des produits sensiblement différents de ceux que nous venons de passer en revue. Le résidu solide appelé semi-coke est plus poreux que le coke métallurgique et a une teneur plus élevée en matières volatiles. Le gaz dégagé a un pouvoir calorifique plus élevé que le gaz de cokeries, de 6.000 à 7.000 calories par mètre cube, ce qui permet de l'utiliser pour carburer le gaz plus pauvre que l'on veut distribuer à distance. Enfin, on recueille, en quantité double du goudron de four à coke,

un goudron appelé « primaire », de composition tout à fait différente. C'est sur ce goudron que l'attention des techniciens s'était tout d'abord portée, car il est possible d'en retirer des quantités appréciables d'hydrocarbures liquides susceptibles de se substituer aux huiles de pétroles : essences, huiles lourdes combustibles pour moteurs Diesel et même

huiles de graissage. Nombre de pays qui disposaient d'importantes ressources en charbon ont cru voir dans ce procédé le moyen d'alléger le lourd tribut payé aux producteurs de pétrole. Si l'on réfléchit que le goudron ne représente que 8 % environ des résidus de la carbonisation à basse température, on voit que cette opération, si on l'effectue uniquement en vue de recueillir le goudron, peut difficilement être rentable. On est revenu aujourd'hui à des idées plus saines et à la carbonisation des combustibles inférieurs : lignite, charbon bitumeux, fines, etc. En France et en Belgique, on a été ainsi conduit à soumettre à ce traitement les charbons à forte teneur en matières volatiles (plus de 30 %), ou des fines de charbons bitumeux, préalablement agglomérées pour obtenir des combustibles calibrés contenant de 5 à 8 % de matières volatiles et convenant parfaite-

ment aux foyers domestiques et aux chauffages centraux. Ce combustible sans fumée, de haute qualité, est vendu par les producteurs sous différents noms : coalite, anthracine, trenthra, carbolux, anthralux, etc. La capacité de production des usines françaises est d'environ 1.000 tonnes par jour.

Le goudron primaire, sous-produit de la carbonisation à basse température, est une source de combustibles liquides

Si la carbonisation à basse température nous intéresse surtout pour la fabrication

du semi-coke, le goudron primaire n'en reste pas moins un sous-produit de très grande valeur. Plus que le goudron de fours à coke, que nous pouvons appeler de haute température, sa composition dépend de la qualité des charbons traités. Il a, d'une manière générale, une teneur élevée en composés non saturés et en corps oxygénés complexes, qui en rendent le raf-

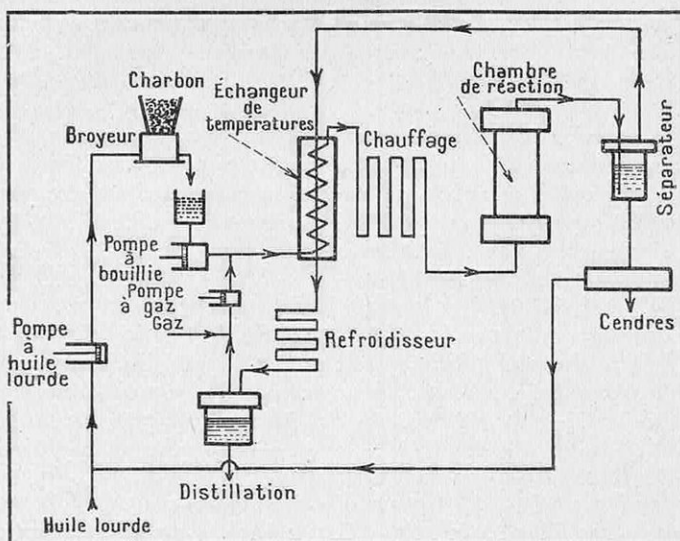


FIG. 5. — SCHEMA DES OPERATIONS SUCCESSIVES D'HYDROGENATION DU CHARBON

Le charbon, finement broyé, est mélangé à de l'huile lourde ou du goudron. Cette bouillie est soumise à l'action de l'hydrogène, sous une pression de 200 atmosphères et à une température de 450°.

finage difficile et ne permettent pas de trouver, pour la plupart des produits isolés, un marché régulier.

L'essence du goudron primaire est cependant d'excellente qualité et convient parfaitement au tourisme. Elle a une grande résistance à la détonation et, étant très volatile, permet les démarrages faciles par temps froid. Les mines de Bruyay en ont mis sur le marché sous le nom de « carboline ». A part les huiles légères et lourdes combustibles, on retire encore du goudron primaire : des huiles phénolées servant à l'imprégnation des bois et comme insecticides et désinfectants ; quelques solvants incolores pour les vernis gras, crèmes, cirages ou pour le caoutchouc ; des huiles de graissage d'assez mauvaise qualité, et, enfin, un produit lourd pouvant servir à la fabrication d'asphalte ou de liant pour les briquettes.

En résumé, le goudron primaire contient des corps complexes que nous utilisons plutôt mal, parce que nous les connaissons encore peu. Il nous intéresse cependant à un autre titre ; comme matière première pour la fabrication des carburants, en particulier de l'essence, et des huiles de graissage par hydrogénation. On arrive à le transformer en carburants avec un rendement en poids qui peut être supérieur à 85 %.

La fabrication des combustibles liquides par une technique nouvelle

La technique toute récente de l'hydrogénation est née des recherches poursuivies dans le but de fabriquer synthétiquement de l'essence à partir du charbon. Cette fabrication semble maintenant au point, techniquement parlant, si l'on en croit les déclarations de sources allemande et anglaise, et nous reviendrons sur cette question plus loin ; mais l'hydrogénation est surtout appliquée aujourd'hui, d'une part, aux goudrons et, d'autre part, aux pétroles. La *Standard Oil* de New-Jersey, aux Etats-Unis, par exemple, l'emploie dans ses usines de Bayway et de Baton-Rouge pour traiter les fractions moyennes et lourdes provenant de la distillation du pétrole.

En Allemagne, les usines de Leuna hydrogènent, pour un quart de leur production d'essence synthétique, du lignite, et, pour les trois quarts, des huiles de pétrole provenant du gisement de Volkenroda et du goudron de houille ou de lignite.

Les corps qui entrent dans la composition des goudrons, et aussi des pétroles, sont des composés de carbone et d'hydrogène, et l'on peut dire, en gros, que le composé est d'autant plus léger que la proportion d'hydrogène combiné est plus grande. Pour obtenir un produit léger, tel que l'essence, à partir d'un produit lourd, — d'après notre manière de voir, le composé le plus « lourd » serait le charbon, dans lequel la proportion d'hydrogène est nulle, — il faut donc augmenter la proportion de l'hydrogène qui y est combiné, c'est-à-dire l'hydrogéner. On connaissait déjà un procédé pour obtenir un produit léger à partir d'un produit lourd : c'est le « cracking » par la chaleur. Dans cette technique, les molécules complexes sont brisées par l'action de la chaleur libérant les molécules plus légères, tandis que les tronçons qui demeurent entrent en combinaison pour donner des molécules encore plus lourdes. On obtient ainsi des composés plus légers, mais aussi des composés de plus en plus lourds, qui finissent par être inutilisables.

Au contraire, en présence d'hydrogène concentré et de catalyseurs, on n'observe plus que des allègements et des simplifications dans la structure des molécules. L'hydrogène, en effet, va se fixer sur les débris des molécules « craquées » et empêche leur recombinaison. De plus, il joue un rôle de raffinage important : dans les composés oxygénés, l'oxygène est transformé en eau ; de même, l'azote donne de l'ammoniaque et le soufre de l'hydrogène sulfuré, tous corps dont on se débarrasse facilement ; les hydrocarbures non saturés et instables, qui donnent à la longue, par polymérisation — comme les débris de molécules de tout à l'heure — des composés lourds, sont saturés d'hydrogène et stabilisés. Ajoutons enfin que, par un choix judicieux des catalyseurs et des conditions où s'opère l'hydrogénation, on peut obtenir des réactions plus complexes, telles que le passage des fonctions phénoliques aux hydrocarbures ou l'ouverture de noyaux aromatiques.

L'hydrogénation du goudron

L'hydrogénation du goudron de cokerie permet de transformer les fractions lourdes, même de brai, en hydrocarbures légers. Toutefois, cette opération ne présente pas le même intérêt que pour le goudron primaire, car les produits extraits du goudron de haute température ont un marché bien établi, sauf peut-être la naphthaline et l'anthracène. L'hydrogénation de la naphthaline en présence du nickel métallique donne, par exemple, des solvants du caoutchouc, des résines et des graisses. Celle du phénol et des crésols donne des solvants très stables à l'air et à la lumière, très précieux, car ils peuvent être distillés plusieurs fois sans décomposition. Ils servent, dans l'industrie des vernis et des laques, à la préparation de solutions mixtes de cellulose et de caoutchouc, ainsi qu'à la fabrication du linoléum et du vernis artificiel.

Le traitement du goudron primaire par hydrogénation est très avantageux, car, comme nous l'avons dit, ce goudron contient une forte proportion de composés non saturés, surtout dans les fractions lourdes, qui rendent son raffinage difficile. Les composés phénolés, d'autre part, sont réduits avec passage aux hydrocarbures aromatiques. Dans l'ensemble, les essences obtenues présentent des propriétés qui les rapprochent du benzol. D'après MM. Kling et Florentin, le traitement rationnel du goudron primaire consisterait d'abord à en séparer les huiles légères (essence), puis les huiles phénoliques et à employer le résidu lourd comme gou-

dron pour le revêtement des routes, ou un usage analogue. Les huiles phénoliques soumises à l'hydrogénation fourniraient des succédanés du benzol et du toluène pour l'industrie chimique et la fabrication des explosifs.

Où en est l'hydrogénation du charbon ?

L'hydrogénation directe du charbon est aujourd'hui à l'ordre du jour. En France, l'étude de cette technique nouvelle est entreprise depuis quelques années, et des résultats encourageants ont déjà été obtenus à l'échelle semi-industrielle. En Allemagne et en Angleterre, des sommes énormes ont été consacrées à ces recherches par les deux grands trusts *I. G. (Interests Gemeinshaft)* et *I. C. I. (Imperial Chemical Industries)*. En Allemagne, il existe à Leuna, depuis plusieurs années, une petite usine, semi-industrielle, d'hydrogénation du charbon, appliquant les procédés Bergius perfectionnés.

Mais, jusqu'à présent, on y a traité plus de goudron et d'huiles lourdes de pétrole que de charbon directement. D'importants agrandissements sont cependant prévus.

En Angleterre, l'*I. C. I.*, qui a déjà dépensé plus d'un million de livres dans ses recherches sur l'hydrogénation, a entrepris la construction, à Billingham, d'une usine capable de produire 100.000 tonnes d'essence par an. Cette usine, qui doit coûter 2,5 millions de

livres, sera mise en service au printemps de 1935. Il existe, d'autre part, un vaste plan élaboré par les docteurs Knox, Merrer et Illingworth, pour la production d'essence synthétique à partir de la houille du Pays de Galles, en ayant recours, d'une part, à l'hydrogénation directe du charbon, d'autre part, à la carbonisation à basse température

suivie de l'hydrogénation du goudron primaire. Les capitaux immobilisés dépasseraient à 7 millions de livres.

Dans ces deux pays, l'essence synthétique bénéficie de protections douanières ou d'exonérations qui permettent de faire passer la question du prix de revient. Malgré les progrès réalisés dans l'appareillage et dans le choix des catalyseurs, il ne semble pas que l'hydrogénation directe du charbon soit une opération très avantageuse du point de vue économique.

Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans les détails techniques de l'opération.

Disons seulement que l'hydrogénation s'effectue à une température voisine de 450° et sous une pression de 200 atmosphères, ce qui exige un appareillage compliqué. D'après le docteur Sinnat, directeur du *Fuel Research Board* (Office britannique de recherches pour les combustibles), on aurait pu obtenir, au laboratoire, jusqu'à 743 litres d'essence pour auto par tonne de charbon traité. Si l'on tient compte des besoins de

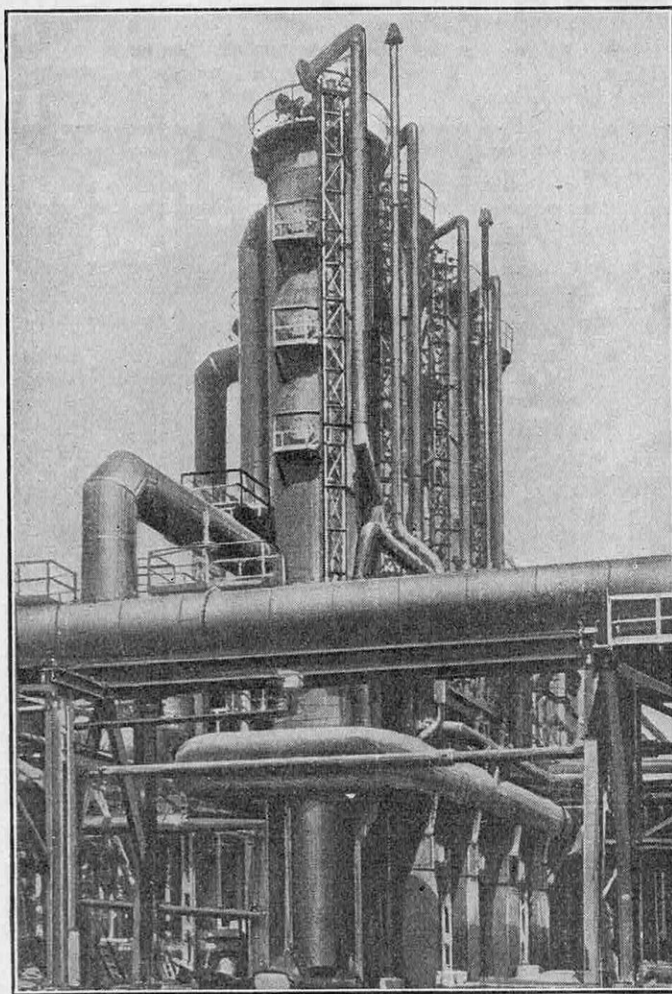


FIG. 6. — VOICI LES TOURS DE RUISSELLEMENT POUR LE LAVAGE DU GAZ A L'EAU UTILISÉ POUR LA PRÉPARATION DE L'AMMONIAQUE SYNTHÉTIQUE

l'usine en force motrice et pour les opérations accessoires, il faut toujours compter entre 3 et 4 tonnes de charbon consommées par tonne d'hydrocarbures produite.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler que la fabrication de l'ammoniaque synthétique est aussi une opération d'hydrogénation, non plus du carbone, mais de l'azote. Fabrication d'essence synthétique et fabrication d'ammoniaque synthétique comportent donc une opération commune : la préparation de l'hydrogène. Aussi a-t-on pensé, en cette

Etats-Unis, et surtout pétrole, qui se sont substitués à lui dans nombre d'applications. Les consommateurs de charbon, par ailleurs, poussés par un légitime souci d'économies, ont perfectionné leurs installations pour réduire au minimum leurs dépenses de combustible : les chiffres fournis récemment par l'inspecteur en chef des mines de Grande-Bretagne, bien que se rapportant à ce seul pays, montrent quels progrès ont été accomplis dans cette voie.

Si l'industrie charbonnière a pu maintenir

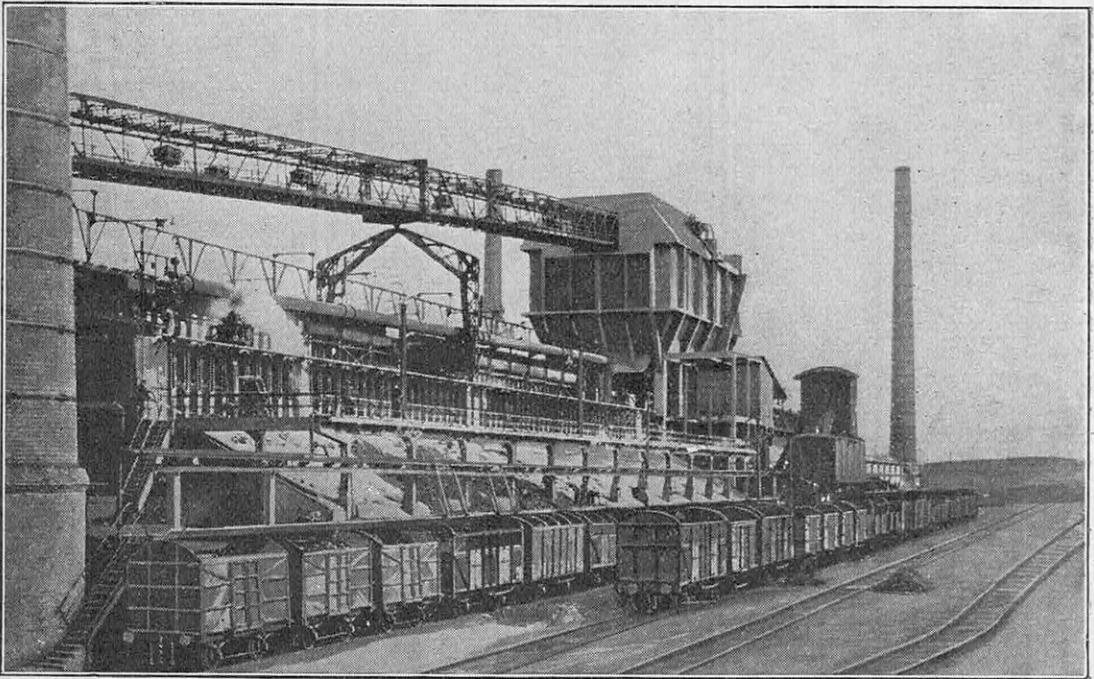


FIG. 7. — UNE BATTERIE DE FOURS A COKE DANS UNE USINE DE FABRICATION DU SULFATE D'AMMONIAQUE DE RÉCUPÉRATION

période de dépression où les usines d'engrais de synthèse n'occupent qu'une faible partie de leur équipement, à utiliser leurs installations de fabrication d'hydrogène pour hydrogéner le charbon. On réaliserait ainsi d'importantes économies sur les dépenses de premier établissement.

Le rôle du charbon et du pétrole dans le monde

Cette revue, nécessairement très rapide, des traitements modernes de la houille nous permet d'apprécier les efforts accomplis par les houillères dans ces dernières années pour rationaliser leur industrie. Le charbon, autrefois seule source d'énergie, trouve aujourd'hui, sur le marché mondial, de redoutables rivaux : houille blanche, gaz naturel, aux

sa position, c'est qu'elle a aussi évolué et dans le sens que nous avons indiqué. C'est un souci d'économie bien comprise, c'est-à-dire de rationalisation, qui a conduit les houillères à étendre leur champ d'action et à entreprendre des fabrications dérivées de leur premier objet, telles que celles des engrais et des carburants de synthèse.

Elles procurent ainsi au pays, à la fois, les combustibles spéciaux qui lui faisaient défaut il y a seulement quelques années ; elles l'affranchissent en grande partie des importations onéreuses d'engrais ou de carburants, en même temps qu'elles contribuent à sa sécurité par l'édification d'usines susceptibles d'intervenir en temps de guerre pour les approvisionnements de défense nationale.

JEAN BODET.

COMMENT, AU CINÉMA, ON RÉALISE LES DESSINS ANIMÉS

Par Charles BRACHET

Pour la première fois on va réaliser, en France, ces dessins animés et sonorisés qui connaissent aujourd'hui une très grande vogue, sans doute parce que leur humour sans prétention apporte à nos contemporains le moment de détente intellectuelle totale si rarement rencontré dans la vie moderne. Il paraît donc opportun d'examiner, à cette occasion, les procédés employés pour « tourner » ces films réalisés aujourd'hui de façon si parfaite d'ailleurs, qu'ils donnent une impression de continuité d'images tout à fait comparable aux autres projections cinématographiques. La technique des dessins animés relève entièrement du truquage photographique et des procédés classiques de synchronisation, mais leur fabrication exige une minutie particulière et une grande ingéniosité. Les Américains sont passés maîtres en ces curieuses réalisations, mais leur monopole en cette branche importante de l'industrie cinématographique va désormais subir — là comme ailleurs — l'assaut de la concurrence étrangère.

LE cinéma, dont les origines furent tant analysées et... disputées, a commencé par des dessins animés. Le jouet qu'on appelait autrefois « bioscope » consistait en un cylindre tournant derrière une fente devant laquelle on plaçait l'œil. Sur le tambour étaient inscrits des dessins schématiques représentant chacun une « phase » du mouvement d'un personnage. Le mouvement se fermant sur lui-même — autrement dit étant périodique — et sa période étant en synchronisme exact avec la rotation du tambour, cet appareil simplifié offrait l'illusion, par exemple, du Juif errant en marche perpétuelle.

Il est admissible que les premiers balbutiements d'une technique dont l'essor devait, par la suite, atteindre l'envolée que l'on sait aient pu être repris, raffinés, par des artistes dessinateurs et portés au niveau du film cinématographique proprement dit, — à tel point que, sans « dessins animés », aucun programme désormais ne serait complet.

Le lecteur sera peut-être curieux de connaître les différentes phases par lesquelles doit passer la fabrication de l'un de ces

films, créés de toutes pièces et qu'on pourrait dire, à juste titre, « artificiels ».

La « préparation » d'un dessin animé

Si l'on excepte les dessins animés d'un motif très simple, qui sont destinés à une publicité rapide, à la présentation d'un produit sous une forme humoristique, les premiers films de ce genre racontant « une histoire » sont dus à l'Américain Walt Disney, le créateur de *Mickey* et des *Silly symphonies*. Ces films durent environ dix minutes, à vingt-quatre images par seconde; ils doivent comporter, par conséquent, 15.000 dessins différents. Un seul artiste devrait consacrer deux

ans de travail à leur confection. Cependant les studios Disney produisent deux films de dessins animés tous les mois. C'est que cinquante dessinateurs y travaillent en permanence, sous la direction de l'artiste.

Celui-ci ne dessine qu'une image sur quinze. Les dessinateurs praticiens sont chargés de l'exécution des quatorze images intermédiaires qui, sur le film réalisé, doivent assurer la transition entre ces deux images-jalons. Cette géométrie mouvante ne va pas

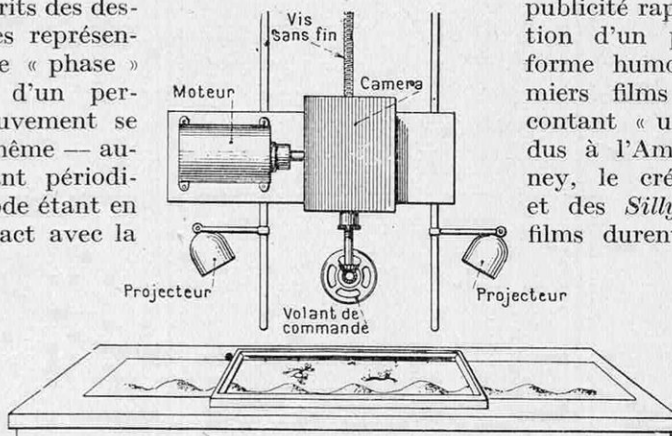


FIG. 1. — L'APPAREILLAGE SPÉCIAL POUR LA PHOTOGRAPHIE ET LA MISE EN FILM DES DESSINS ANIMÉS

sans une méthode rigoureuse et d'autant plus qu'en l'espèce il est impossible de « répéter les scènes » en vue de sélectionner les meilleures, comme font les cinéastes utilisant la camera, le studio et des acteurs en chair et en os.

Le créateur d'un dessin animé doit composer l'action en même temps que le scénario, dans une suite continue de croquis, sans possibilité de truquer, après coup, le « montage ».

Il est donc entendu que « l'action » à représenter est soigneusement préparée, scène par scène. A chaque scène est attribué un nombre d'images strictement déterminé.

Et le dessin doit suivre le rythme de la musique...

Nous allons voir, d'après le travail exécuté par les créateurs du premier dessin animé français, sous la direction du dessinateur humoriste bien connu Saint-Ogan, comment s'opère la mise en place sur le film des milliers de dessins qu'il exige. Toutefois, nous devons avoir constamment présente à l'esprit l'existence d'une condition supplémentaire, mais capitale : un dessin animé, s'il n'est pas « parlé », ce qui serait choquant pour un cinéma de fantômes, doit être « sonorisé ». Une musique adéquate à l'action doit être spécialement composée pour l'accompagner. Nous voici donc en présence d'une difficulté supplémentaire, inexistante pour le film à camera : organiser un bal perpétuel de marionnettes dont les mouve-

ments devront être rigoureusement synchrones de la musique d'accompagnement.

Pour la camera doublée de l'enregistrement photo-électrique, le synchronisme en question s'établit automatiquement : il suffit que les acteurs marchent ou dansent en mesure, ce qui constitue l'un des éléments de leur métier. Dans le dessin animé, si le « pas » d'un personnage comporte, par exemple, 36 images entre l'instant où le

pied quitte le sol et celui où il le retrouve, il couvre 1 seconde et demie de temps (à raison de 24 images par seconde). La « mesure » de la musique d'accompagnement devra couvrir, par conséquent, le même laps de temps. Et le « temps fort », la note initiale accentuée de ladite mesure, devra « tomber » en simultanéité rigoureuse avec le pied du personnage touchant le sol. Il s'ensuit que le dessinateur doit travailler sur la musique écrite d'avance, mesure par mesure.

Comment résout-il cette difficulté supplémentaire ?

En schématisant d'abord ses images. Une fois que la suite des schémas est disposée de manière à satisfaire à la cadence de la musique et à ses rythmes, alors seulement il commence le dessin réel. Celui-ci comporte dès cet instant une suite d'images numérotées

dont le nombre ne peut plus être changé. L'artiste créateur du film décide seulement de la « période » qu'il juge bon d'assigner aux images originales, dessinées de sa main, entre lesquelles les praticiens intercaleront

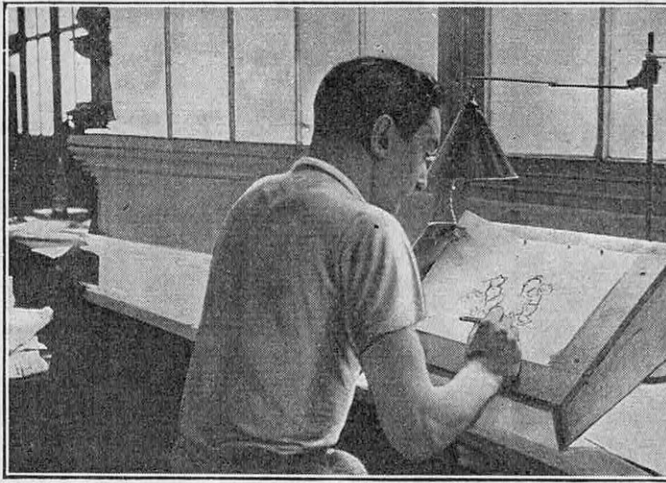


FIG. 2. — LE PUPITRE, ÉCLAIRÉ PAR TRANSPARENCE, POUR LA CONFECTION DES DESSINS « INTERMÉDIAIRES »

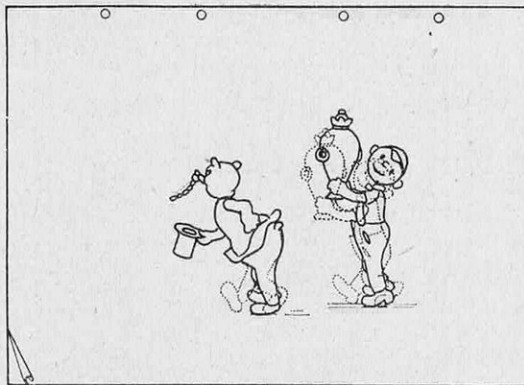


FIG. 3. — UN DESSIN PRINCIPAL (EN TRAIT PLEIN) ET, EN SUPERPOSITION, L'« INTERMÉDIAIRE » QUI LE SUIT (EN POINTILLÉ)

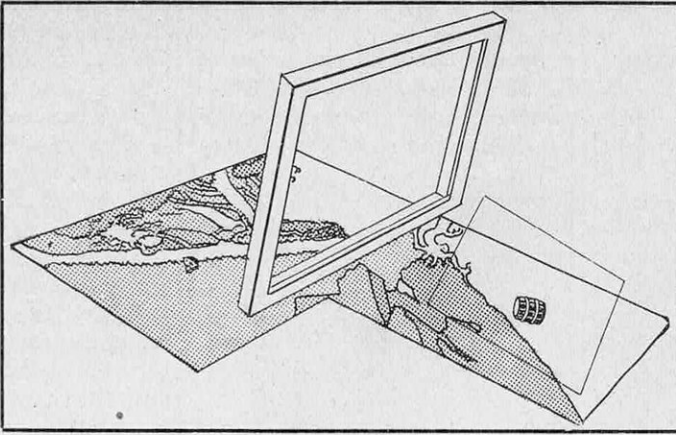


FIG. 4. — COMMENT ON FAIT, DEVANT LA CAMERA, MOUVOIR UN OBJET SUR UN FOND DE DÉCOR FIXE

Le tonneau, dessiné sur un celluloid, est déplacé à la main sur le fond de décor représentant la colline sur laquelle il dévale. On aperçoit le cadre vitré relevé qui délimitera, après abaissement, devant l'objectif, le « champ » de la camera.

en nombre suffisant, les images de transition.

Si le producteur américain Walt Disney peut se contenter de dessiner une image sur vingt-quatre, étant donné le grand entraînement de ses aides, nous ne commettrons aucune indiscretion en signalant que M. Saint-Ogan, en France, a dû pourvoir au dessin d'une image sur six, ce qui a exigé trois mille dessins originaux pour son dernier film.

La préparation du film

Les schémas étant mis en place relativement à la musique, l'artiste doit les « habiller », et aussi les animer.

Supposons que l'animateur n'ait à dessiner de la sorte qu'une image sur dix. Celui des praticiens à qui revient le soin d'effectuer les dessins intermédiaires prend possession de ces figures extrêmes et les superpose sur un pupitre spécial en verre dépoli fortement éclairé, de manière à assurer la transparence. L'auxiliaire aperçoit ainsi avec netteté la grandeur du *vide* qu'il lui reste à combler au moyen des neuf images bouche-trou dont on lui confie le dessin. C'est pour lui l'enfance de l'art que d'esquisser ces neuf images par des contours pointillés dont les « points homologues », comme

disent les géomètres, seront équidistants. Si l'on tenait à une solution rigoureusement géométrique, remarquons, en passant, que le problème ne serait pas insoluble, quoique très complexe. Mais l'intuition du dessinateur suffit largement à éviter ce travail mathématique ; l'œil du spectateur et son incroyable puissance de synthèse suppléeront aux légères imperfections, inévitables. D'autre part, l'animateur ne perd pas de vue le travail qu'auront à faire ses auxiliaires et veille à ne jamais leur livrer des « situations » impossibles.

La tâche des auxiliaires est particulièrement aisée lorsqu'il s'agit seulement de réaliser un « geste » du personnage ne mettant en action qu'une partie du

corps, l'ensemble demeurant fixe. Inutile d'ajouter qu'il n'est pas bon d'abuser de ces facilités qui accentuent l'allure d'automates dont les personnages de dessins animés ne seront jamais totalement dépourvus.

Voici donc, de proche en proche, une scène entièrement dessinée. Chaque image, traitée sur papier grand format, porte son numéro d'ordre. Nous sommes loin de la mise en film. Pour y atteindre, on procède de la manière suivante :

La suite des dessins est transmise au service de peinture et d'encrage. Là, des « traçeurs » — praticiens dépourvus, cette fois, de

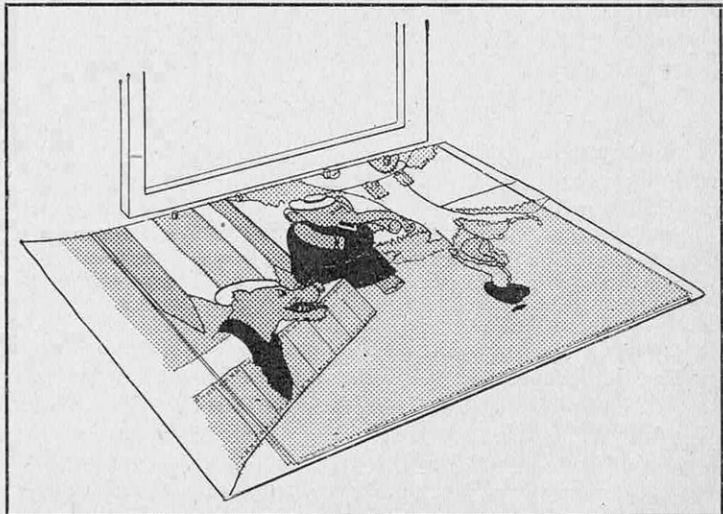


FIG. 5. — TROIS CELLULOÏDS SUPERPOSÉS PORTANT CHACUN UN PERSONNAGE QUI POURRA SE MOUVOIR SÉPARÉMENT

toute initiative — reportent chaque dessin sur une *feuille transparente*, en celluloïd, de même dimension que les feuilles de papier. Les unes et les autres portent naturellement des repères qui permettent de retrouver exactement la superposition de laquelle sont nées les images intermédiaires. Comme cette superposition devra se traduire finalement en *juxtaposition*, sur le film, ces repères sont essentiels, sous peine de voir les personnages « sauter » en désordre sur l'écran de projection. Ils sont formés par une série de perforations dont les trous s'ajustent à des onglets fixés une fois pour toutes aux pupitres de travail.

Le décalque sur celluloïd étant exécuté à l'encre de Chine, on rend *opaque* toute l'aire occupée par la figure en recouvrant cette aire (au verso du celluloïd) d'une peinture spéciale qui empêche la lumière

de passer, tout en conservant la netteté du dessin au recto. On a ainsi individualisé, en quelque sorte, donné « un corps » au personnage. *Celui-ci pourra donc évoluer dans un décor de fond qui, lui, sera établi une fois pour toutes*, puisque, immobile par définition, le décor ne participe pas à l'action.

Ce décor pourra d'ailleurs être lui-même fixe ou mouvant. Le cadre d'une scène est

fixe si les personnages ne s'éloignent pas d'un certain *point moyen*. Mais, dans les courses échevelées qui sont de mise quand le protagoniste est *Mickey mouse* ou le *Prosper* de Saint-Ogan, c'est le décor qui doit se mouvoir pendant que le héros court

« sur place ». Cet effet de mouvement relatif sera assuré par un appareillage photographique adéquat dont nous allons parler.

La prise de vue cinématographique

Jusqu'ici, la « préparation » a consisté à établir tout un jeu de marionnettes plates à deux dimensions et groupées en plusieurs milliers d'images. Il s'agit maintenant de leur assigner un théâtre.

Naturellement, ce théâtre sera, lui aussi, « plat ». Il consiste en un cadre fixé sur une longue table. La caméra, qui le surplombe, est mise au point, une fois pour toutes, de façon à le couvrir de son

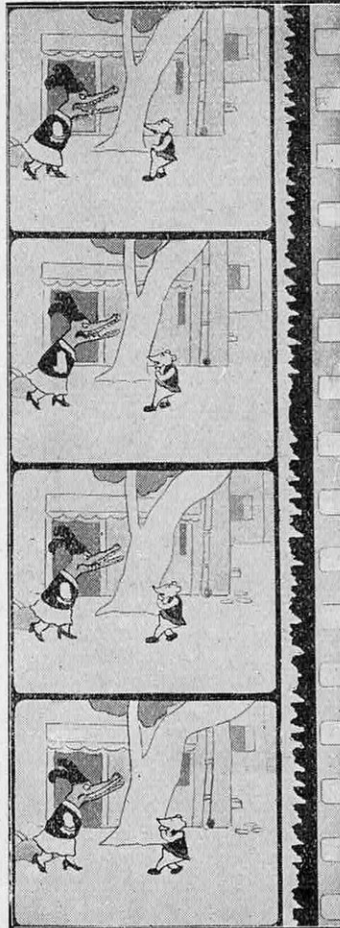


FIG. 6. — LE PREMIER FILM SCHEMATIQUE (A GAUCHE) DESTINÉ A DÉTERMINER LE RYTHME DES DESSINS ANIMÉS A droite, le film définitif : les personnages ont été « habillés », enfin, on a ajouté la bande sonore, après avoir réalisé la synchronisation des images et du son.

champ photographique très exactement.

Sous ce cadre, glissons le décor. Sur le décor, posons les celluloïds qui portent les personnages opaques sur leur verso. Ceux-ci masquent le décor sur toute l'aire qu'ils couvrent eux-mêmes. Ils peuvent donc se mouvoir impunément sur le décor ou, encore, le décor peut glisser sous eux sans que les clichés enregistrent la moindre

confusion entre les deux plans. Et c'est là tout le secret de la prise de vue.

Voici, par exemple, la « fête foraine » donnée par les animaux à propos d'un concours de beauté, dans le film de Saint-Ogan. « Prosper » doit parcourir une montagne russe, dans un wagonnet sujet à mille accidents. La première image étant disposée dans le cadre, un dé clic actionne la camera et voilà enregistré le premier cliché du film. La seconde image est ensuite disposée en faisant avancer d'un cran le décor des montagnes russes, lequel décor est gradué comme une règle, chaque graduation correspondant à une image. Le wagonnet et son passager sont avancés sur le rail imaginaire, dans la forme nouvelle que leur ont donnée les dessinateurs. Nouveau dé clic, nouveau cliché. Ainsi de suite. Dans un studio bien organisé, ces passages d'une image à

l'autre s'effectuent dans un parfait automatisme, la camera étant actionnée par un moteur électrique et le dé clic étant provoqué automatiquement en synchronisme avec le mouvement de translation du décor.

Les réalisateurs du dessin animé emploient d'ailleurs, comme leurs confrères du cinéma « vivant », un certain nombre de « trucs » destinés à simplifier leur tâche sans nuire à la qualité de la projection. C'est ainsi que, lorsqu'il s'agit de mettre en scène plusieurs

personnages, — et c'est là le cas le plus fréquent, — tous les sujets ne sont pas dessinés sur la mince feuille : leurs mouvements propres seraient, en effet, trop difficiles à synchroniser et à repérer avec précision. Chacun des personnages est dessiné à part

sur une feuille de celluloid : il comporte, comme il a été dit ci-dessus, des dessins principaux entre lesquels viennent se placer tous les intermédiaires qui décomposent le mouvement à exécuter par le personnage considéré. Pour assembler dans le même cadre plusieurs personnages, on se borne à superposer autant de celluloids qu'il y a de personnages à mettre en scène et on photographie cette superposition de dessins pour chacune des attitudes de l'ensemble. Le repérage exact de ces dessins s'effectue au moyen des trous percés à la partie supérieure de chacune des

feuilles de celluloid qu'il suffit de superposer.

Lorsqu'il s'agit de faire mouvoir un objet, on renonce généralement, par souci de simplification, à dessiner cet objet sur une feuille et à le faire mouvoir par une succession de dessins intermédiaires entre deux positions principales successives : c'est ainsi que, dans l'exemple dont nous avons parlé plus haut, le wagonnet des montagnes russes est simplement découpé dans un morceau de carton et il est déplacé à la main sur le fond de décor

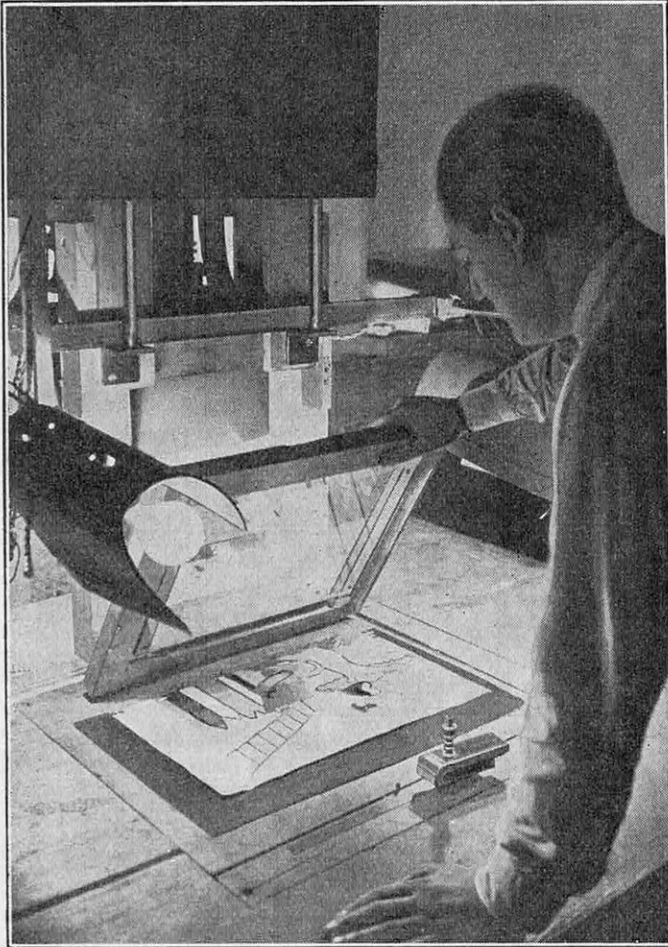


FIG. 7. — LA PHOTOGRAPHIE DE L'UN DES MULTIPLES DESSINS CONSTITUANT LE FILM DES DESSINS ANIMÉS
Les cellophanes superposées sont bien en place, grâce aux repères pratiqués. L'opérateur va baisser la glace sur le champ à photographier par la camera placée au-dessus. Le dessin est vivement éclairé par le projecteur situé sur le côté.

représentant les montagnes russes pour une succession de photographies qui, à la projection, restitueront le mouvement continu. Une variante de ce procédé consiste à dessiner l'objet à faire mouvoir sur une feuille de celluloid qu'on déplace à la main sur le décor de fond : voici, par exemple, dans le film d'Alain Saint-Ogan, une scène représentant un tonneau qui dévale la pente d'une colline en exécutant des bonds désordonnés suivant les obstacles qu'il rencontre sur sa route ; pour réaliser la série de photographies de cette scène, le tonneau de celluloid est dessiné sur une feuille transparente, et l'opérateur déplace cette feuille sur le fond représentant la colline en une série de positions qui restitueront à la projection la course cahotique et désordonnée du tonneau.

Ces différentes positions font l'objet d'un nombre déterminé de photographies.

La « sonorisation »

La vitesse de passage des images filmées (24 par seconde) doit être accordée, avonous dit, avec le rythme de la musique. Celle-ci, toutefois, a dû être enregistrée à part, sur bande phosonore. Le métronome assure la régularité de l'exécution et l'uniformité des « mesures » dans le temps. Encore faut-il reporter la bande sonore ainsi établie sur le film des images et s'assurer que, dans ce report, le synchronisme est maintenu,

que les gestes « tombent » en mesure.

D'autre part, les dessins animés ne comportent pas seulement un accompagnement musical : ils exigent, en outre, certains bruits (applaudissements, bruit de chute d'objets, bruits de pas, détonations et, exceptionnellement, quelques paroles prononcées par l'une des marionnettes). Ces

bruits divers donnent lieu à l'établissement d'une deuxième bande sonore qui doit être « mélangée » et synchronisée avec la bande d'enregistrement musical.

Le report de la ou des bandes sonores sur la bande visuelle s'effectue dans un appareil spécial qui fait défiler le film des images devant l'œil de l'opérateur (dans une lentille simulant un écran en miniature), tandis que la bande sonore se déroule, de son côté, devant un détecteur pho-

tosonore branché sur un casque d'écoute. L'opérateur ainsi armé ajuste les deux bandes en les amenant à la hauteur exactement convenable pour que le synchronisme du son et de la vue soit réalisé. Des repères, frappés simultanément sur les deux bandes, permettent leur montage correct ultérieur.

Ainsi se trouve parachevé le film artificiel entièrement créé par l'imagination de l'artiste et qui, de plus en plus, remplacera le guignol pour les enfants et même pour les grandes personnes.

CHARLES BRACHET.

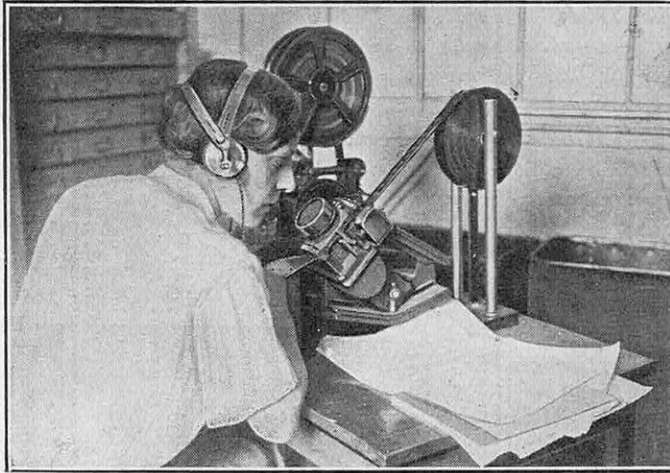


FIG. 8. — L'OPÉRATION FINALE DU MONTAGE DU FILM : LA SYNCHRONISATION DES IMAGES ET DES SONS

L'écouteur à l'oreille, l'opératrice chargée de la parfaite synchronisation des images et des sons voit se dérouler la bande d'images dans l'oculaire qu'on aperçoit en face de son visage : elle entend les deux bandes sonores mélangées (musique et bruits) qui se déroulent (à gauche) en même temps que le film visuel (à droite). Si la synchronisation n'est pas parfaite, l'opératrice y remédie en enroulant ou en déroulant légèrement le film visuel, de façon à l'ajuster minutieusement au film sonore. Après cette opération, les deux bandes sont conjuguées en une seule pour donner le film complet, tel qu'il apparaît à la figure 6 (à droite).

GRACE AUX VOLETS D'INTRADOS ET AUX AILERONS « ZAP », VOICI, POUR LES AVIONS, PLUS DE VITESSE, PLUS DE SÉCURITÉ

Par Edmond BLANC

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

Nous avons eu l'occasion de souligner ici (1), en étudiant les enseignements techniques que l'on pouvait dégager des magnifiques résultats enregistrés dans la dernière coupe de vitesse Deutsch de la Meurthe, l'évolution capitale de la construction aéronautique française vers des solutions nouvelles propres à assurer à la fois, aux avions légers, des vitesses plus élevées et une plus grande sécurité d'évolution et d'atterrissage. Au nombre de ces nouveaux dispositifs figure en première ligne l'adoption des « volets d'intrados » et des ailerons Zap, ainsi dénommés du nom de leur inventeur, l'ingénieur polono-américain Zaparka. Ces inventions permettent de réaliser l'hyper-sustentation des avions rapides, tout en autorisant l'atterrissage avec aisance dans une aire de faible étendue, par suite de la réduction considérable de leur vitesse lors de la prise de contact avec le sol. Il importe d'ailleurs de souligner que la priorité de telles solutions — qui nous reviennent des Etats-Unis, où elles sont aujourd'hui couramment appliquées — appartient incontestablement à un ingénieur français, M. Le Boloch, qui imagina le principe de l'hyper-sustentation, sans réussir d'ailleurs à intéresser nos constructeurs à l'application de son brevet. Les remarquables performances réalisées, dans la Coupe Deutsch de la Meurthe, par les avions Caudron, munis d'appareils hypersustentateurs, se sont trouvées confirmées et même améliorées dans les différentes épreuves où ces appareils ont été engagés depuis, et notamment aux « Douze Heures » d'Angers, à la Coupe « Esders » et, plus récemment encore, à Istres, où l'aviatrice Hélène Boucher a brillamment enlevé plusieurs records de vitesse. Les volets d'intrados, qui ont ainsi reçu une éclatante consécration, s'imposent désormais sur les nouveaux modèles d'avions actuellement à l'étude. Il importe donc de connaître le principe et les détails d'application de cet ingénieux dispositif, dont l'usage généralisé doit avoir les plus heureuses conséquences sur le développement de l'aviation, tant au point de vue de la rapidité que de la sécurité.

UNE série d'événements retentissants, allant de la Coupe de vitesse Deutsch de la Meurthe aux records établis par Hélène Boucher pendant l'été de 1934, ont mis au premier plan de l'actualité aéronautique la question des volets de courbure et en particulier des volets d'intrados.

Aux Etats-Unis, des dispositifs de ce genre sont en honneur depuis quelque temps sous une forme particulière due à l'ingénieur Zaparka, le fondateur de la *Zap Development Co.*

Les volets *Zap* ont, en outre, entraîné la création d'ailerons spéciaux situés hors l'aile et, au dire de leurs usagers, plus efficaces que les ailerons ordinaires. Ailerons et volets *Zap* équipent les avions dessinés par *John Northrop*, ingénieur américain spécialisé, non

sans succès d'ailleurs, dans l'établissement d'avions rapides, et dont certains types, comme le *Northrop Gamma* dit *Super-courrier express*, ont beaucoup fait parler d'eux.

Ainsi, en Californie, puis en France, à Etampes, à Angers, à Deauville et à Cannes, lors du grand prix de l'Aéro-Club de France, et enfin à Istres où la vitesse des Caudron atteignit 468 km-heure, la question se révéla comme une des plus caractéristiques de l'année. Il importait donc de l'analyser en rappelant ses origines et en imaginant, autant qu'il est possible, ses lendemains.

Freinage aérodynamique et sustentation

Le souci initial fut le *freinage aérodynamique*, condition essentielle du grand écart de vitesse, d'autant plus nécessaire que les appareils devenaient plus rapides, les aéro-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 91.

dromes gardant pour la plupart leurs modestes dimensions. On avait, certes, depuis longtemps réalisé le *freinage mécanique*, freinage sur roues comparable à celui qu'on obtient pour les automobiles, mais applicable surtout aux gros avions de transport. Les avions de course s'en accommodaient mal et risqueraient le capotage. Le centre de gravité d'un avion est beaucoup plus élevé que celui d'une automobile qui, par surcroît, repose sur quatre roues. Au lieu de retenir l'oiseau mécanique « par les pattes », mieux valait donc le freiner par les ailes, en incurvant, par exemple, celles-ci vers l'avant afin d'augmenter la *traînée* ou résistance à l'avancement. Ainsi naquit l'idée du dispositif initial, le *volet de courbure*.

En vérité, dans une telle conception, le désir de freiner aérodynamiquement l'avion demeurait lié à celui de lui assurer une sustentation meilleure à certains moments critiques, ou, comme il est d'usage, de dire désormais, une *hypersustentation*. En un mot, au désir de faire croître brusquement la *traînée*, se liait celui de faire croître également la *poussée*, car, pour une bonne tenue de l'appareil, l'un ne va guère sans l'autre, ainsi que nous l'allons voir. Considérons pour cela l'instant de l'atterrissage.

Atterrissage des avions rapides

Pour atterrir de façon idéale, un avion doit se mettre en *perte de vitesse* au moment

où il atteint le sol, soit sur un plan situé à quelques centimètres au moins, à 30 ou 40 centimètres au plus. L'atterrissage sera d'autant plus lent que l'avion perdra plus

tôt sa vitesse et cela présente un intérêt plus accusé pour les avions rapides. Or, chacun sait que pour un appareil ordinaire, doté purement et simplement de ses gouvernes classiques (gouvernails et ailerons), la *perte de vitesse* qui place l'avion en état de sustentation décroissante aboutit, au bout d'un instant plus ou moins long, à la *rupture d'équilibre*. L'avion glisse alors sur l'aile, sur la queue ou fait une

abatée sur le nez. Si la perte de vitesse est favorable à l'atterrissage, la rupture d'équilibre lui est fatale et aboutit au moins à des dégâts matériels.

Cette glissade ou cette chute de l'avion s'explique aisément. L'avion très ralenti, de moins en moins soutenu, ne peut s'*enfoncer à plat*, car une des forces qui concourent à l'équilibre dynamique, la *poussée*, varie en direction et en grandeur, alors qu'une autre, le *poids*, demeure constante. Par ailleurs, la seule dissymétrie aérodynamique due au vent de l'hélice, ou au moindre coup de vent sur le terrain, suffit à incliner l'avion. Un freinage à ce moment ne

peut qu'aggraver la situation et le pilote ne peut corriger ces mouvements, puisque les gouvernes ont perdu leur efficacité. De la sorte, étant donné que pour un avion rapide la perte de vitesse doit être déterminée plus

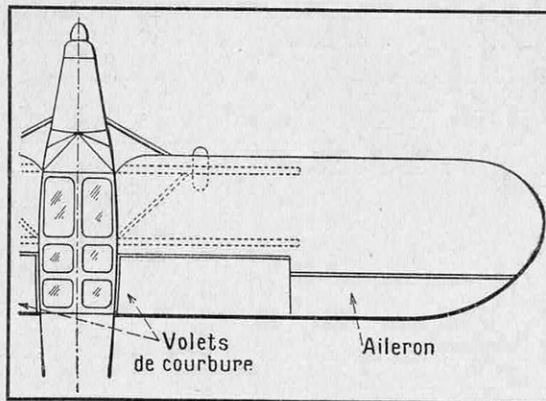


FIG. 1. — LES VOILETS DE COURBURE DU CAUDRON « SUPERPHALÈNE » (1933)
Ce dispositif comportait une liaison irréversible des volets de courbure au plan de queue, pour éviter le déséquilibre et le « piquage » de l'appareil.

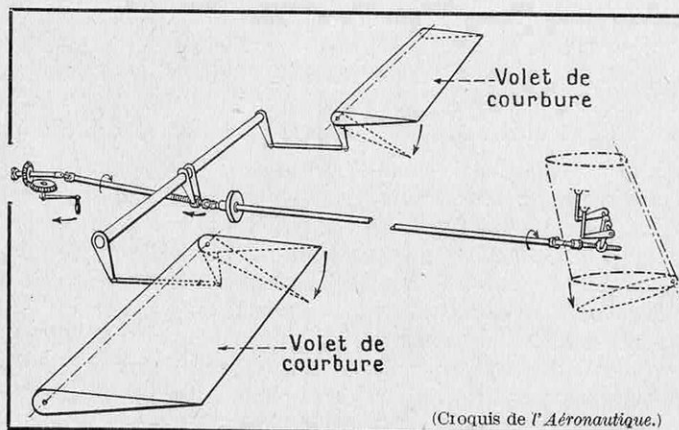


FIG. 2. — MÉCANISME DE FONCTIONNEMENT DU VOILET DE COURBURE DU CAUDRON « SUPERPHALÈNE »
Les parties pointillées indiquent les mouvements synchrones des volets de courbure et du plan de queue assurant la stabilité de l'avion.

peut qu'aggraver la situation et le pilote ne peut corriger ces mouvements, puisque les gouvernes ont perdu leur efficacité. De la sorte, étant donné que pour un avion rapide la perte de vitesse doit être déterminée plus

tôt encore que pour un avion ordinaire, et qu'un freinage s'impose, on voit l'impérieuse nécessité d'une hypersustentation à ce moment, hypersustentation qui laissera jusqu'au dernier moment une excellente efficacité aux gouvernes et prolongera la situation en perte de vitesse, l'accusera même, tout en rendant impossible ou en retardant suffisamment la rupture d'équilibre.

Le volet de courbure et ses inconvénients

Le volet de courbure réalisait les deux conditions : freinage et surcroît de sustentation et permettait le lent enfoncement à plat de l'appareil. Et, cependant, conçu

comme une fraction de l'aile arrière, s'abaissant, pour en augmenter la courbure, il ne donnait pas entière satisfaction : il offrait l'inconvénient de « casser » en quelque sorte le profil et de le dénaturer, ce qui privait inévitablement l'aile de certaines de ses qualités. L'ingénieur Marcel Riffard cherchait déjà, il y a dix ans, à y remédier en constituant un volet en deux parties articulées, *double volet de courbure* en quelque sorte, afin

de creuser l'aile sans briser aussi brutalement le profil. Mais cela ne supprimait pas un deuxième inconvénient, à savoir que l'abaissement des volets de courbure, s'il assure l'avantage d'un accroissement de poussée, fait reculer la résultante des actions de l'air, ce qui est assez gênant, car l'appareil tend alors à piquer.

Pour éviter ce couple piqueur, un système irréversible fut imaginé, que l'on vit au Salon de 1933, sur les Caudron *Superphalène*.

Le couple piqueur exigeait qu'on le compensât par un couple cabreur antagoniste. Il suffisait, pour cela, de conjuguer l'abaissement du volet avec le relèvement du gouvernail de profondeur.

Mais ce procédé, très simple, pouvait présenter quelque danger en limitant la défense du pilote par la profondeur. Mieux valait agir sur le plan horizontal fixe. C'est ce plan de queue qui était aménagé dans le *Superphalène*, lié par un système irréversible aux volets de courbure.

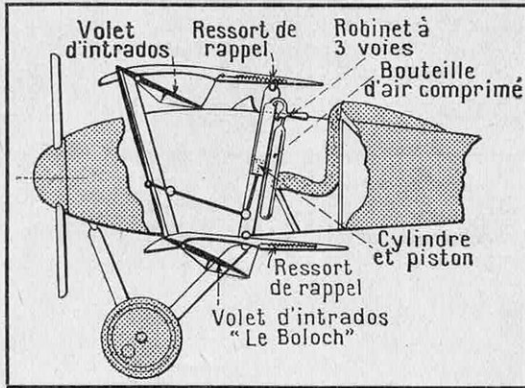


FIG. 3. — LE VOLET D'INTRADOS « LE BOLOCH », PREMIER DISPOSITIF DONT DÉRIVENT LES SYSTÈMES ACTUELS D'HYPERSUSTENTATION

Ce système empruntait l'énergie nécessaire à la manœuvre des ailerons à une bouteille d'air comprimé ; le volet Le Boloch était disposé près du bord d'attaque, à la moitié avant de l'aile.

L'avènement du volet d'intrados

Malgré ces améliorations, l'idée dominante qu'il demeurait fâcheux d'utiliser un volet modifiant l'ex-

trados de l'aile, siège des dépressions qui comptent plus que les pressions sur l'intrados, dans la sustentation. Ainsi se précisa l'usage d'un volet appliqué sous l'aile et affectant seulement la courbure inférieure du profil, volet qu'on appelle, logiquement, *volet d'intrados*. De cette manière, le volet d'intrados abaissé, l'aile s'ouvre dans la région du bord de fuite comme s'ouvre la gueule d'un crocodile, d'où le nom d'*aile-crocodile* donné

souvent à cette disposition, dont les ailes Zap ne sont qu'une variante.

Il semble bien, d'ailleurs, qu'en ce domaine la technique française puisse revendiquer d'intéressantes priorités. On a trop aisément ou-

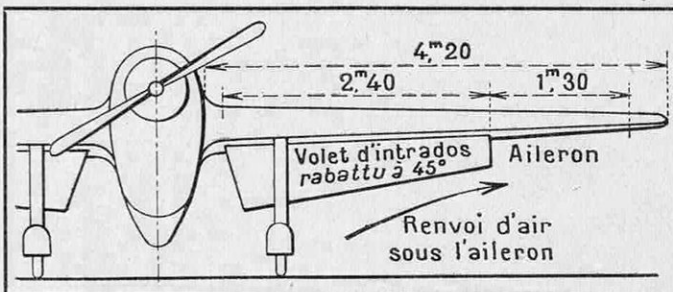


FIG. 4. — LE VOLET D'INTRADOS DU CAUDRON « RAFALE »

Ce volet est appliqué sous l'aile, qui s'ouvre comme une gueule de crocodile dans la région du bord de fuite ; il affecte seulement la courbure inférieure du profil de l'aile.

blié, en effet, que, sous le n° 526.166, fut enregistré, à l'Office National de la Propriété industrielle, un brevet au nom d'Henri Le Boloch. L'objet en était ainsi précisé : *Procédé et dispositifs de ralentissement et de*

sustentation pour avions, et le texte commençait par l'exposé suivant :

« Cette invention est relative à un procédé et à des dispositifs destinés à produire le ralentissement des avions, plus particulièrement en vue de l'atterrissage. Elle permet de réduire considérablement la vitesse minima d'un avion actuel, tout en conservant son équilibre. Le procédé consiste :

1° à braquer un aileron sous une incidence telle que (pour une incidence quelconque de l'appareil) son lieu de poussée soit commun au lieu de poussée de l'aile, quand l'aileron est fermé ; 2° à faire agir pour la sustentation la force vive ainsi absorbée.

« L'aileron est disposé dans la partie ventrale de l'aile et, en vol normal, logé dans la structure même de l'aile afin de ne pas modifier le profil de celle-ci. »

Du brevet Le Boloch aux dispositifs Riffard

Le mécanisme imaginé par Henri Le Boloch empruntait l'énergie nécessaire à la manœuvre à une bouteille d'air comprimé. Sans insister autrement, nous remarquerons surtout que le volet Le Boloch se trouvait

près du bord d'attaque, dans la moitié avant de l'aile, et nous noterons que l'inventeur avait déjà étroitement associé les principes du freinage et de l'hypersustentation, témoin cette phrase du brevet :

« Il résulte de ce braquage une résistance à l'avancement et un effort de sustentation au détriment de la vitesse même de l'appareil. Tout en continuant à se soutenir, l'appareil diminue donc sa vitesse et peut atterrir sans danger. »

L'inventeur ajoutait que le procédé s'appliquait au ralentissement à tout moment pendant le vol.

Il présenta ses conceptions à l'Office National des Inventions qui ne jugea pas opportun de l'adopter, considérant que le principe heurtait les lois admises jusque là en aérodynamique et que sa mise en service risquait d'entraîner des complications de poids et de construction. En vérité, l'hypersustentation obtenue par des volets d'intrados résultait de considérations aérodynamiques relatives à la

couche d'air limite dont nous parlerons un peu plus loin, considérations récentes, qui n'ont pris corps qu'au cours de ces dernières années. Henri Le Boloch confia ses espoirs à M. de Pischoff, créateur en France de l'avionnette, et que le brevet n° 526.166 intéressa vivement.

M. de Pischoff trouva la mort le 12 août 1922, dans un accident d'aviation, et ce nouveau coup du sort accabla l'inventeur. Il cessa de payer les annuités du brevet qui tomba donc, en 1923, dans le domaine public. En février 1924, M. Louis Bréguet prit à son tour un brevet pour un volet d'intrados (n° 577.093) et, dix ans après, l'idée nous revint d'Amérique, systématiquement mise au point, consacrant

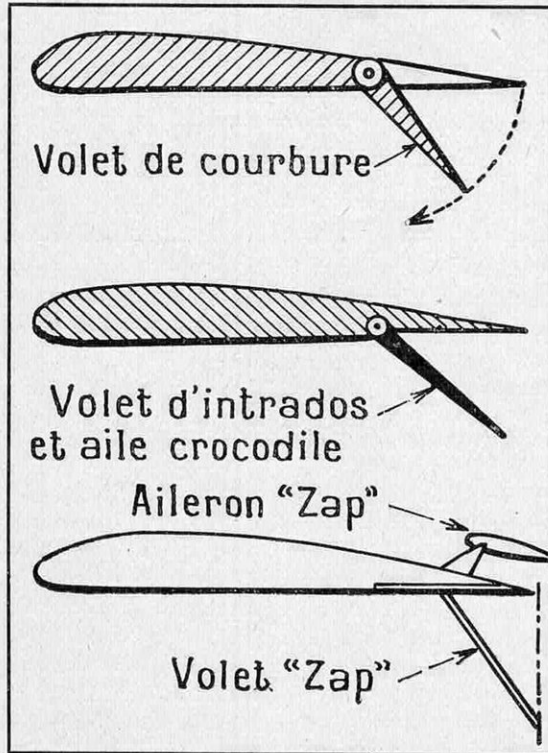


FIG. 5. — LES TROIS SYSTÈMES DIFFÉRENTS DE VOIETS HYPERSUSTENTATEURS

Dans le volet de courbure, une fraction de l'aile s'abaisse (position hachurée) ; dans le volet d'intrados, dit aussi « aile-crocodile », l'aile s'ouvre ; enfin, dans le volet Zap, l'aile s'ouvre, mais la charnière recule vers l'arrière lorsque le volet s'abaisse.

ainsi la valeur des conceptions de M. Le Boloch. Celui-ci était arrivé trop tôt. Il eut le sort des précurseurs.

Au cours de l'année écoulée, l'ingénieur en chef de la maison Caudron, M. Marcel Riffard, cherchant par tous les moyens à accroître la vitesse des appareils en vue de la Coupe Deutsch, tout en conservant une vitesse d'atterrissage acceptable, mit en œuvre le principe des volets d'intrados, non sans rendre à M. Le Boloch l'hommage public de la priorité en la matière. L'enquête faite en 1920, auprès du Bureau des Inventions de Berlin, confirme d'ailleurs

cette priorité de manière catégorique.

M. Riffard réalisa dans la Coupe Deutsch un écart de vitesse de 4 à 1, ce qui n'avait encore jamais été obtenu avec les autres systèmes hypersustentateurs, comme l'aile à fente.

Il appliqua ensuite les mêmes conceptions aux « Rafale » des « Douze Heures » d'Angers et de la Coupe Esders. Dans ces appareils légers et rapides, l'aile trapézoïdale a environ 4 m 20 de longueur. Près du fuselage, on trouve un volet d'intrados de 2 m 40 et, à la suite, vers l'extrémité, un aileron normal de 1 m 30. Il reste à peu près 50 centimètres pour le bout arrondi de l'aile. La profondeur des surfaces mobiles, volet et aileron, articulés en prolongement l'un de l'autre, varie de 54 centimètres à 26 centimètres et correspond sensiblement au tiers de la profondeur d'aile. On voit que le volet d'intrados constitue une surface mobile importante.

Le décollement des filets d'air

Le volet Zap est une surface du même ordre, placée également vers le bord de fuite, mais dont la charnière recule vers l'arrière lorsque le volet s'abaisse. Pour apprécier les raisons qui ont conduit l'ingénieur Zaparka à cette disposition de recul, il convient de considérer le phénomène

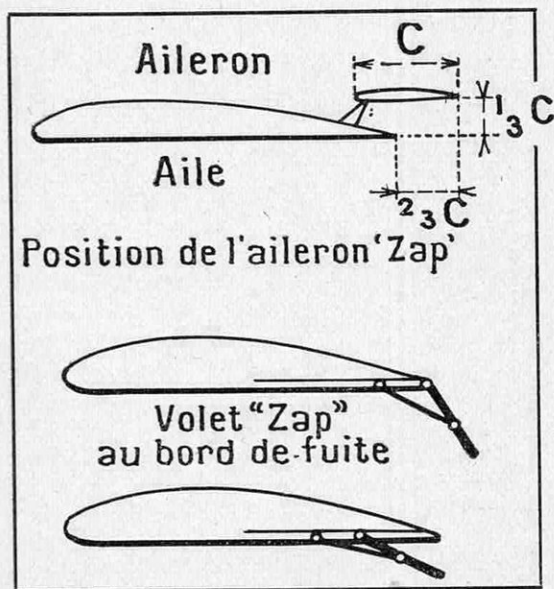


FIG. 6. — SCHÉMA MONTRANT LA POSITION ET LES PROPORTIONS EXACTES DU VOLET « ZAP » PAR RAPPORT A L'AILE DE L'AVION
Le croquis de dessous montre une variante du volet Zap : le volet Zap « à bord de fuite » articulé au bord de fuite de l'aile; cette solution s'apparente à celle du volet de courbure (voir fig. 5).

aérodynamique qui domine aujourd'hui, dans l'esprit des savants, toute la question de l'hypersustentation, à savoir le décollement des filets d'air autour du profil d'aile.

La théorie actuelle de la sustentation repose, en effet, sur l'hypothèse d'une circulation d'air autour du profil de l'aile.

La portance de l'aile résulte ainsi d'un courant qui va d'avant en arrière sur l'extrados (en créant une dépression au-dessus) et d'arrière en avant sous l'intrados, région des pressions. Or la portance, qui augmente avec l'angle d'attaque, jusqu'à des angles de l'ordre de 15 degrés, cesse ensuite de croître, cependant que la traînée, elle, continue à augmenter.

La vitesse de l'avion diminue ainsi très vite (perte de vitesse) et l'énergie cinétique des filets d'air également. Il arrive un moment où cette énergie est absorbée avant que les molécules aient achevé leur course vers le bord de fuite.

Les filets d'air décollent alors du dos de l'aile et dissipent leur énergie en tourbillons alternés, cependant que le centre de poussée recule vers l'arrière. Le rendement de la voilure diminue brusquement et l'équilibre est rompu. De telles considérations ont ouvert à l'aérodynamique un domaine révolutionnaire. On se trouve désormais fondé à considérer que, pour obtenir les hautes sustentations désirées, il faut éviter ou retarder ces décollements des filets hors de leur voie normale, en fournissant à leur couche limite (celle qui forme comme une voûte au-dessus de l'extrados) une énergie cinétique de secours. Cette énergie peut être empruntée à la région antérieure (comme c'est le cas de l'aile à fente), ou fournie par un ventilateur (créant une éjection dorsale).

La solution radicale espérée résultera sans doute de l'aspiration de cette couche à l'endroit où se produit le décollement. D'où la conception d'une aile à suction, qui s'inscrit au fronton des recherches de demain.

Une telle solution présenterait l'avantage évident d'offrir un centre de poussée parfaitement stable, dont le siège serait situé aux environs immédiats du tiers avant de l'aile.

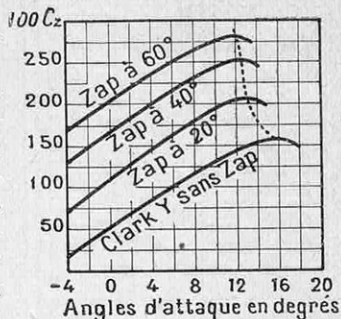


FIG. 7. — SCHÉMA MONTRANT LA PORTANCE DU VOLET « ZAP » AUX DIFFÉRENTES INCLINAISONS

Volets d'intrados « Zap »

Ceci posé, examinons les photographies de l'écoulement de l'air autour d'un volet d'intrados. Elles révèlent dans la « gueule de crocodile » ouverte vers l'arrière par le volet abaissé, une zone de forte dépression, de telle sorte que, de proche en proche, la dépression se trouve augmentée sur toute la longueur de l'extrados. L'air est plus vigoureusement aspiré vers l'arrière et son écoulement sous l'aile en est ralenti pour un bénéfice de

supression. La zone de turbulence habituelle du bord de fuite est reculée et, si l'on compare les filets d'air à une chevelure et la zone de remous à un chignon, on voit que ce chignon est abaissé sous le bord de fuite, ce qui a pour effet de mieux appliquer la chevelure sur le « crâne » du spectre aérodynamique. Le décollement de la couche limite est donc moins aisé et c'est là le point essentiel.

Désireux d'accroître encore ce phénomène, et considérant que dans la rotation du volet d'intrados, le bord de fuite de ce volet se trouvait ramené avec l'avant, M. Zaparka eut souci d'accroître la surface de l'aile en augmentant celle de l'intrados par un mouvement de glissement du volet vers l'arrière, de telle manière que le bord de fuite dudit volet se trouve à l'aplomb de celui de l'aile.

En reculant donc le volet Zap en même temps qu'on l'ouvre, on rejette plus loin en arrière la zone de turbulence dont nous parlions, ce qui accroît la surface portante. D'autre part, la résistance de l'air qui tend à repousser les élé-

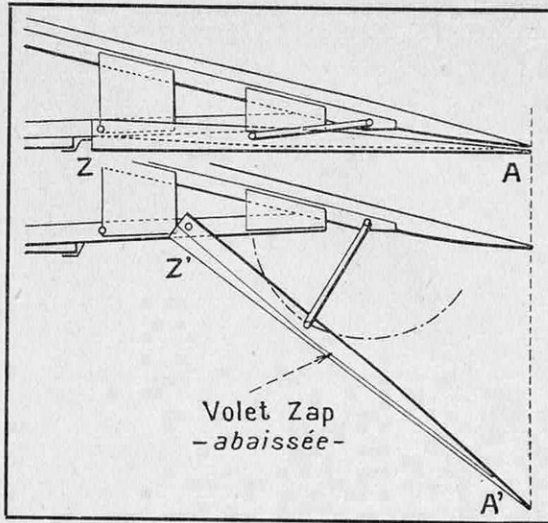


FIG. 8. — SCHÉMA MONTRANT LE DÉTAIL DU FONCTIONNEMENT DE L'AILERON « ZAP »

Comme on le voit dans le croquis du dessous, lorsque le volet s'ouvre, le bord de fuite recule de A en A', afin de rester sur la verticale de A.

maximum avec le plus grand, dont la profondeur était des $4/10^e$ de celle de l'aile, et qui se trouvait articulé aux $7/10^e$, donnant ainsi un bénéfice géométrique de 10 % en surface. L'accroissement de sustentation obtenu fut de 100 %. La sustentation de l'aile normale se trouvait ainsi doublée.

Apparition du « banc de jardin »

Reste à considérer l'envers de la médaille, mais auparavant indiquons comment le volet Zap a engendré l'aileron Zap.

Le système Zap, déplaçant en quelque sorte le bord de fuite, rendait impossible la constitution de l'aileron avec ce bord de fuite. Cet aileron s'est trouvé en quelque sorte expulsé de son domaine habituel et installé au-dessus de l'aile, ce qui, par ailleurs, a permis au volet de s'étendre sur toute

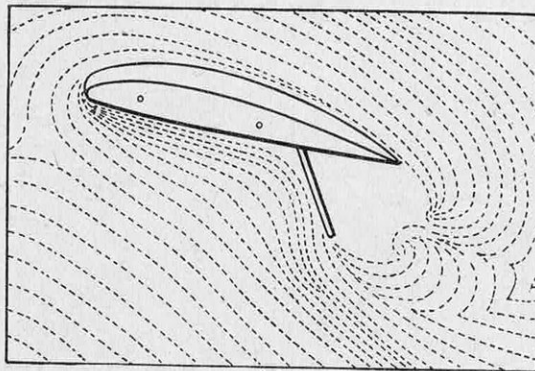


FIG. 9. — SCHÉMA MONTRANT L'ÉCOULEMENT DES FILETS D'AIR AUTOUR D'UN PROFIL D'AILE MUNI D'UN VOLET D'INTRADOS

la longueur de l'aile : le Zap-flap étendit donc son domaine sur presque toute l'envergure, obligeant à installer l'aileron Zap sur l'extrados, à la manière d'un banc de jardin. Ce sobriquet technique fait assez bien

ments mobiles favorise tout mouvement de recul de ce volet, ce qui invite à penser que l'effort de braquage du volet Zap sera moindre que celui du volet d'intrados ordinaire. Il en est effectivement ainsi, et il en résulte un bénéfice de 18 % de surface portante en faveur du système Zap.

Telles sont les raisons qui militent en faveur de ce dispositif. Des essais effectués, au tunnel du N. A. C. A. sur une grande maquette de monoplane, avec trois volets de forme différente, donnèrent le

image. De la sorte, au volet d'intrados Zap se trouve accouplé un aileron d'extrados de surface égale à 7 % de la surface totale environ, au lieu de 11 %, valeur moyenne des ailerons ordinaires. Les « bancs de jardin » sont, proportionnellement, plus efficaces, mais ils n'ont pas toutes les vertus. Ainsi, aux braquages faibles ou moyens, les moments de roulis sont inférieurs à ceux des ailerons ordinaires, tandis que les moments de charnière sont irréguliers et excessifs aux grands braquages. De cette manière, le « banc de jardin » serait parfaitement capable, sous certains angles, de provoquer ce décollage de la couche d'air limite que nous avons tant souci d'éviter. Le « banc de jardin » trahirait la mission du volet Zap ! Enfin, aux fortes incidences, les moments de lacets sont défavorables et l'action de la commande souffre d'un retard d'une seconde environ. Or, pour un appareil rapide, une seconde traduite en chemin parcouru représente une distance d'une centaine de mètres, grandeur qui n'est pas négligeable.

Quelques défauts du système Zap

Lorsqu'on recherche par l'abaissement du volet le maximum de portance, on constate qu'il est obtenu avec une incidence inférieure à celle de l'aile sans volet. Il en résulte une limitation fâcheuse de la gamme des incidences utilisables et un risque plus grand d'atteindre l'angle de perte de vitesse. En revanche, pendant le vol en plané, aussi bien que pendant l'atterrissage, l'avion sera en position presque normale.

Mais voici d'autres inconvénients sérieux. Le recul du centre de pression, déterminé par le braquage du volet Zap, est supérieur à celui qu'entraîne l'abaissement du volet d'intrados ordinaire ou du volet de courbure, auquel nous en faisons précédemment le reproche. Ce recul atteint 17 %, ce qui compromet fortement la stabilité et rend le cabrage très difficile.

Il semble donc que, dans son état actuel, le système Zap ne puisse convenir ni pour certains avions commerciaux ni pour les avions de chasse exigeant parfaite maniabilité et rapidité de commande. La manœuvre du volet Zap par manivelle et engrenages est, en effet, longue et peu commode à exécuter, donc assez peu pratique.

N'oublions pas enfin que ce système, quoique favorisé dans son déplacement par la résistance même de l'air, n'en reste pas moins un mécanisme plus lourd et plus compliqué que celui du simple volet d'intrados.

Néanmoins, le système aileron-volet Zap, qui convient au monoplan à aile haute de préférence, assure, pour un appareil rapide, une réduction de vitesse de 15 kilomètres au moins au moment de l'atterrissage et une réduction d'un cinquième de la distance de roulement.

Tout compte fait, il semble meilleur de combiner le volet Zap à l'aileron de gauchissement normal, et plusieurs appareils américains permettent déjà de le constater. L'association de ces deux différents organes semble d'autant meilleure que l'aileron habituel est alors rejeté en bout d'aile.

Emplacement du volet et de l'aileron Zap

Les volets d'intrados conçus par Zaparka commencent, en France, à pénétrer dans les projets d'avions nouveaux actuellement à l'étude. Aussi nous paraît-il opportun d'achever cette étude par la recherche de la *position optimum* de ces volets.

On imagina récemment de modifier le volet Zap en l'articulant sur le bord de fuite même de l'aile. L'idée surprend, car c'est revenir purement et simplement au volet de courbure auquel nous reprochions de *casser* le profil. Par ailleurs, la consultation de la Société Zap et de la N. A. C. A. condamne nettement cette variante. L'expérience prouve que la portance de l'aile ne croît pas constamment au fur et à mesure

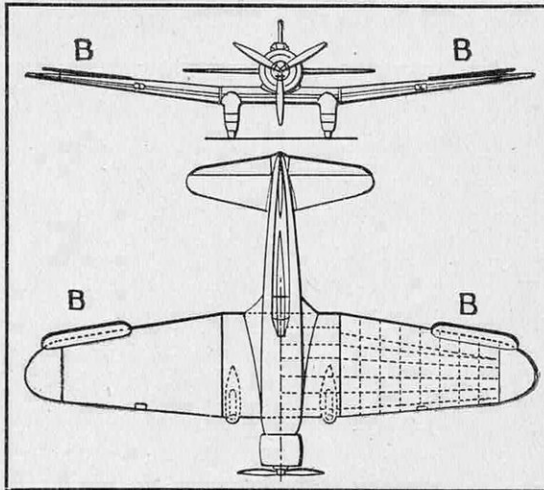


FIG. 10. — CROQUIS EN COUPE ET EN PLAN DE L'AVION AMÉRICAIN « NORTHROP GAMMA », DIT « SUPER-COURRIER EXPRESS »

Cet appareil, de construction toute récente, est muni de volets et d'ailerons Zap. En B, on remarquera les ailerons Zap « à bancs de jardin ».

qu'on recule le volet ; elle est maximum pour une *position déterminée* de l'articulation *sur la corde* de l'aile. D'autre part, le centre de poussée recule constamment avec le volet, ce qui apparaît *à priori* par le simple jeu du bon sens.

En ce qui concerne l'aileron Zap, M. Zaparka préconise de l'installer assez près du bord de fuite, mais des essais en soufflerie invitent à le placer près du bord d'attaque où le moment de lacet devient plus favorable. Sur ce chapitre, persistent quelques divergences d'opinion et des anomalies. Il résulte de cet ensemble de faits et de re-

Ces volets, de fonctionnement simple et immédiat, ont permis, en France, des progrès considérables en quelques mois. Les constructeurs, libérés d'une tutelle officielle restée jusque là stérile, sinon néfaste, en ont tiré le maximum, et les magnifiques performances de la Coupe Deutsch, ainsi que les records d'Hélène Boucher, en sont la preuve. A cet égard, la création des ailerons d'intrados constitue un des progrès les plus considérables réalisés, au cours de ces dernières années, dans le domaine de la sécurité.

On cite à ce sujet le cas de Delmotté en atterrissage forcé dans un terrain exigu qu'on

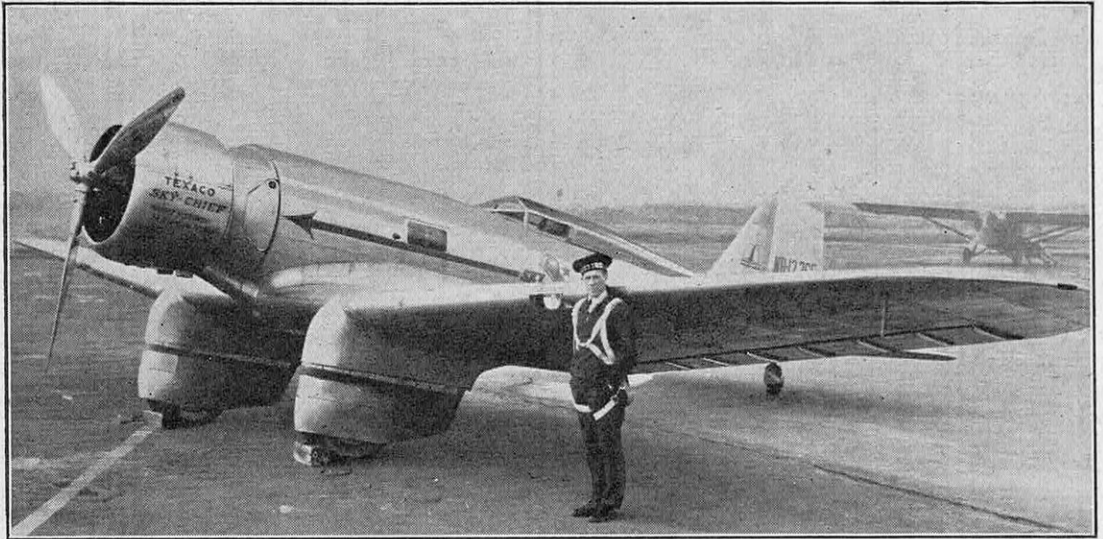


FIG. 11. — UN AVION AMÉRICAIN DU TYPE « NORTHROP GAMMA » MUNI D'AILERONS « ZAP » On aperçoit à la partie inférieure de l'aile gauche, et près du bord de fuite, l'aileron fermé.

marques que le volet Zap ne doit pas de sitôt l'emporter de façon décisive sur le volet d'intrados. Celui-ci, tel que l'a utilisé M. Marcel Riffard, peut s'abaisser de 45 degrés. Il détermine alors un « bourrage d'air » qui, près du sol, se révèle précieux pour la sustentation. De plus, en raison de l'obliquité de sa charnière, le volet chasse latéralement l'air sous les ailerons qui conservent ainsi une excellente efficacité aux faibles vitesses. Non seulement, dans un régime très lent, l'avion est bien soutenu, mais le pilote en conserve, dans des limites très étendues, le contrôle.

eût hésité à franchir à pied. Son avion, capable de 450 kilomètres à l'heure, s'y posa sans dommage, alors que l'automobile accourue pour l'assister y brisait ses ressorts et son radiateur.

Cette faculté d'atterrissage dans un champ réduit laisse, par ailleurs, entrevoir la possibilité de créer pour l'avenir des aéroports beaucoup moins étendus qu'aujourd'hui. Ceux-ci pourront, par suite, être placés à proximité plus immédiate des villes. Cela peut entraîner une véritable révolution dans l'organisation des liaisons aéronautiques.

EDMOND BLANC.

Malgré l'aggravation de la situation économique générale, le trafic aérien continue à se développer en Allemagne. C'est ainsi qu'en 1933 le nombre de kilomètres parcourus a augmenté de 15 % par rapport à 1932, le nombre de passagers de 25 %, et le tonnage transporté de plus de 20 %.

CONTRE LES ATTAQUES AÉRIENNES, COMMENT ORGANISER LA PROTECTION DES POPULATIONS CIVILES ?

Par le lieutenant-colonel REBOUL

Le problème de la défense passive de la population civile contre les bombardements aériens est à l'ordre du jour dans tous les pays. Comment les pouvoirs publics ne se préoccuperaient-ils pas de protéger les habitants des grandes cités — qui seraient particulièrement visées par l'aviation ennemie — contre les effroyables conséquences d'une attaque massive par bombes explosives, incendiaires et toxiques, voire même par cultures bacillaires? Il est, en effet, à peu près chimérique — les dernières manœuvres aériennes françaises et anglaises l'ont clairement montré — d'espérer interdire l'accès des grandes villes à une aviation de bombardement compacte opérant par surprise. D'aucuns vont même jusqu'à prétendre — n'est-ce pas notamment l'avis du professeur Langevin? — que, seule, l'évacuation précipitée des grandes cités pourrait soustraire leurs habitants à la véritable catastrophe que constituerait une attaque réussie par de nombreuses escadres d'avions. Quoi qu'il en soit, l'Union Nationale pour la Défense Aérienne, qui a déjà pris, en France, de nombreuses et fructueuses initiatives pour l'organisation de la défense passive contre les attaques d'avions, a suscité un certain nombre de projets tendant à créer, notamment à Paris, des voies d'évacuation protégées qui pourraient servir de refuges en cas d'alerte. L'écueil de ces projets — qui comportent des solutions ingénieuses et efficaces — réside dans la grande densité de la population parisienne. Pour organiser sa protection totale (sans parler de celle d'autres grandes villes évidemment aussi exposées que la capitale aux attaques aériennes), il faudrait envisager l'engagement de dépenses considérables, se chiffrant par plusieurs milliards, précisément à une époque où le resserrement des crédits budgétaires est impérieusement exigé par la situation des finances publiques.

LA dernière guerre nous a révélé les bombardements aériens. Tous ceux qui ont séjourné à Paris de 1916 à 1918 se souviennent encore du hurlement lugubre des sirènes, qui, trop de nuits, leur annonçaient l'approche des « gothas ». La D. C. A. tentait de leur interdire l'approche de la capitale, en tendant sur leurs routes de marche des barrages aériens. Ses projectiles pointillaient le ciel de lueurs fugitives. Les projecteurs balayaient l'espace dans l'espoir de découvrir et d'aveugler les avions ennemis. Pendant ce temps, dans chaque maison, c'était la fuite des habitants vers les caves plus ou moins aménagées, où chacun attendait le signal de la fin de l'alerte pour regagner son lit et reprendre son sommeil.

De pareils faits se renouvelleraient, hélas, si un conflit nouveau venait à se produire. Les moyens mis en œuvre par l'adversaire seraient, encore, certainement plus puissants, quoique on ne doive pas exagérer leur efficacité, car les moyens de défense, eux aussi, se perfectionnent, et l'action des engins destructeurs ne serait pas aussi ter-

rible que certains le prétendent. Ainsi, nous n'aurions pas cru avant-guerre qu'on pourrait, sur le champ de bataille, franchir, sans trop de pertes, plusieurs barrages d'artillerie successifs, à condition qu'ils fussent bien ajustés et d'une grande densité, et, cependant, combien de fois nos troupes, sans être décimées, ont-elles pu se porter à l'attaque de l'ennemi malgré ses tirs précis? L'écart est grand entre la réalité des faits et les résultats annoncés par certains techniciens, qui ne tiennent aucun compte des contingences de la mise en œuvre des procédés qu'ils analysent, et se bornent à effectuer des calculs qui ne s'appliquent pas au cas qu'ils examinent. Ceci dit, cela ne doit pas nous empêcher de prévoir et de réaliser des moyens de protection nombreux et efficaces pour l'organisation de la défense passive des grands centres urbains.

Effets possibles du bombardement aérien

Une aviation, en attaquant un centre urbain, poursuivra un double but. Elle

s'efforcera de détruire certains points sensibles de la défense active de l'ennemi, qui sont contenus dans son enceinte, tels qu'entrepôts de guerre, usines, centrales électriques, ponts, gares, et de démoraliser en même temps sa population civile. Contre les premiers objectifs, elle emploiera, de préférence, la bombe explosive ou la bombe incendiaire ; contre les seconds, elle aura recours à cette dernière ainsi qu'aux gaz asphyxiants et aux cultures bacillaires. Une défense passive doit protéger efficacement les populations contre ces moyens d'attaque sans nécessiter pour cela des dépenses exagérées. Est-ce possible, dans le cas même où l'attaque ennemie, favorisée par un ensemble de circonstances heureuses pour elle, réussirait au maximum ?

La bombe explosive peut atteindre une maison, une chaussée ou des terrains non bâtis. Dans ce dernier cas, ses effets sont nuls ; seuls sont à craindre ses éclats, mais encore ne sont-ils dangereux que dans un faible rayon et, la plupart du temps, un mur ordinaire constitue-t-il une protection suffisante contre eux. Dans les deux autres hypothèses, au contraire, elle produit des dégâts considérables et, de plus, entrave la circulation. Si elle tombe sur une maison, elle la démolit partiellement et en projette les débris sur la voie publique ; si elle frappe le sol d'une rue, elle y creuse un entonnoir plus ou moins profond, fonction de sa charge, crible les maisons voisines de ses éclats, les ébranle de son souffle. Dans les deux cas, elle interrompt partiellement les communications, au moment précis où les organes motorisés de la D. C. A. ont besoin de se déplacer rapidement, où les ambulances doivent aller en hâte quérir les blessés pour les transporter aux hôpitaux, où les sapeurs-pompiers doivent se rendre de toute urgence d'un point à l'autre de la cité pour combattre les incendies que provoque l'explosion du projectile. La population, pour se mettre à l'abri de ces engins, n'a qu'une ressource : s'entasser dans les caves, à condition que celles-ci puissent résister aux bombes de plus gros calibre que peut lancer l'ennemi — ce qui conduit à prévoir, au-dessus du sous-sol enterré, une plaque de béton armé d'au moins 2 mètres d'épaisseur — et aussi à l'effondrement de l'immeuble entier.

Les attaques par les bombes toxiques

Les bombes incendiaires seront répandues par paquets de manière à créer des brasiers multiples dans un ou plusieurs quartiers de la ville attaquée. Cette tactique rendra

impossible la lutte des pompiers contre le feu ; ils devront se borner à le localiser pour l'empêcher d'atteindre les régions épargnées. La population civile n'aura qu'une ressource : évacuer au plus vite les quartiers ainsi voués à la destruction.

Contre les gaz et contre le déversement en grosses quantités de cultures bacillaires, la lutte sera au moins aussi difficile. Les gaz peuvent s'infiltrer à travers les interstices les plus imperceptibles ; ils pénétreront dans les caves les plus profondes, les mieux protégées pour résister aux obus explosifs, si elles n'ont pas été organisées pour assurer à ceux qui les occuperont un air pur. Cela exige des sas fonctionnant parfaitement, pour isoler les abris de l'extérieur, pour empêcher que les habitants qui s'y réfugieront n'introduisent avec eux des gaz ou des bacilles nocifs ; cela nécessite aussi un renouvellement constant de l'air vicié, soit qu'on le remplace par de l'air pur qu'on cherchera haut dans l'atmosphère, à une altitude de 30 à 40 mètres, là où les gaz toxiques ne pourront pas s'accumuler, soit qu'on le régénère par des procédés chimiques. Depuis des années, des expériences ont été poursuivies systématiquement, notamment dans la région de Nancy, sous la direction du professeur Parisot, pour mettre au point cette question. Des solutions ont été proposées, d'autres réalisées ; mais il faut prévoir le cas extrême, celui où le bombardement aérien par obus toxiques se prolongerait plusieurs jours. Certes, l'hypothèse est peu vraisemblable, mais elle n'est pas à écarter.

Abris efficaces et moyens d'évacuation rapide

Dans ce cas, on peut se demander si la population civile réfugiée dans ces abris pourrait résister longtemps ? En admettant même que la lutte chimique contre les gaz ennemis se poursuive heureusement, et qu'on lui procure un air non vicié, il faut tenir compte de ce que les malheureux entassés dans ces caves devront consommer des denrées alimentaires fatalement souillées, et que, ainsi, ils seront exposés à un grave danger.

Que conclure de ceci, sinon que toutes les précautions doivent être prises pour que, dès la déclaration de guerre ou dès le signal d'alerte annonçant une attaque aérienne ennemie (si celle-ci se produit par surprise), toute la population civile qui n'est pas indispensable dans les grands centres urbains soit immédiatement dispersée dans les campagnes voisines, ou mieux évacuée vers les

régions que l'ennemi ne pourra point menacer. Des abris efficaces devront être mis, en même temps, dans les villes, à la disposition des personnes; des services et des troupes qui auront mission de les occuper et de les défendre. Dans tous les cas, quelle que soit la violence des bombardements ennemis, il faudra que la circulation à l'intérieur des grands centres urbains soit assurée tant pour permettre l'exode de la population évacuée que pour faciliter les mouvements des défenseurs des villes attaquées.

Des solutions d'ensemble possibles du problème

Une exposition récente (1), organisée, sous les auspices de l'Union Nationale pour la Défense Aérienne, par l'Association des Architectes anciens combattants, a apporté plusieurs solutions d'ensemble envisagées en ce qui concerne plus particulièrement Paris. L'une d'elle, qui a obtenu le premier prix, — elle a été présentée par le groupe

Georges Hennequin-Martineau, — est extrêmement curieuse; elle peut, modifiée et simplifiée, être d'une réalisation assez proche.

De grands tunnels de circulation rapide

Ses auteurs partent des deux idées suivantes, qui sont justes :

1° Il est impossible de dépenser, en pure perte, par le temps de paix, plusieurs dizaines de milliards de francs pour construire 1.500 abris de 3.000 places indispensables pour recevoir la population parisienne en cas de guerre;

2° La construction des abris ne permet pas

(1) Elle a eu lieu du 8 au 21 juin, 65, avenue des Champs-Élysées, à Paris.

d'assurer l'évacuation de la population civile dans le calme, vers la campagne, dès le signal de l'alerte, tout en n'assurant point à ceux qui doivent demeurer sur place une sécurité absolue et des possibilités de déplacement rapide.

Les auteurs de ce projet, pour arriver à leurs fins, voudraient une réorganisation complète des moyens de communication de la région parisienne. Ceux-ci, déclarent-ils, sont insuffisants; chaque jour, on demande la création d'artères à circulation rapide;

elles ne peuvent point être établies en surface; cela entraînerait des dépenses trop considérables, sans apporter une amélioration suffisante au problème des transports; il faut donc recourir aux communications souterraines.

« Lorsqu'en 1898, disent-ils, la ville de Paris, préoccupée des problèmes de la circulation et des transports, voulut leur donner une solution, M. Bienvenue, alors ingénieur à la

ville, consulté, n'hésita pas à indiquer le sous-sol de Paris pour établir le nouveau réseau des transports.

« En 1934, les mêmes difficultés se présentent, doublées de celles relatives à la protection passive contre les attaques aérochimiques de ses 5 millions d'habitants.

« L'immense trafic automobile ne pouvant plus se faire totalement en surface, il y a lieu d'envisager, comme on le fit en 1898, des artères de circulation en sous-sol.

« Paris peut construire un réseau de tunnels spécialement aménagés pour répondre aux buts cherchés : *Circulation, Protection et Evacuation.*

« Ces grands tunnels grouperaient simultanément :

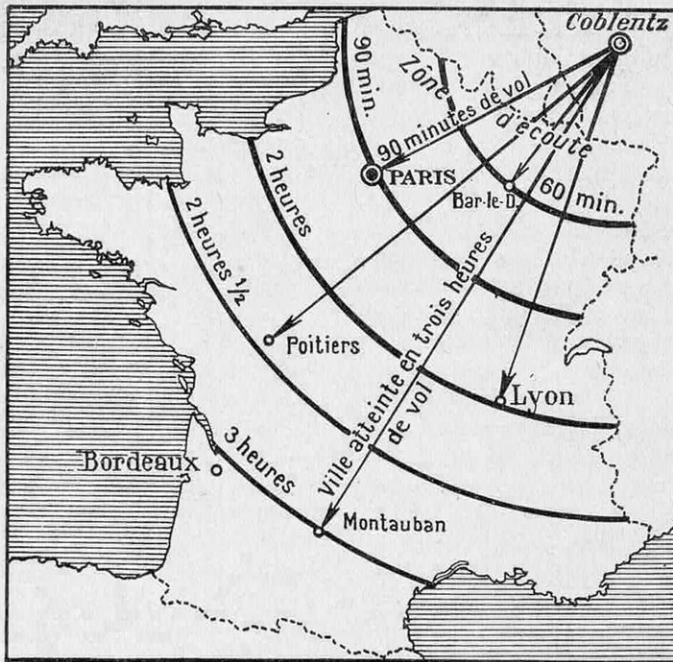


FIG. 1. — CARTE MONTRANT LES TEMPS DE VOL NÉCESSAIRES, AUX VITESSES AUJOURD'HUI ATTEINTES PAR L'AVIATION DE BOMBARDERMENT, POUR ATTEINDRE LES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE LA FRANCE, A PARTIR DES FRONTIÈRES DE L'EST

« 1^o Les grandes artères à circulation rapide ou autostrades ;

« 2^o Les lignes de métros régionaux express (qu'on doit créer) ;

« 3^o Les galeries-abris, invulnérables et étanches aux gaz, nécessaires à la protection de la population active et à l'évacuation de la population passive. »

Le groupe d'architectes qui a présenté ce projet fait remarquer que la construction de voies souterraines pour le temps de paix permettrait de créer simultanément, presque sans crédits supplémentaires, les galeries étanches aux gaz qui serviraient d'abord à l'évacuation de la population civile, et qui pourraient être transformées ultérieurement en abris à toute épreuve pour les éléments qu'elle laissera en arrière.

Les travaux nécessaires à la création de voies souterraines à grande profondeur et sous une ville ne pourraient se faire, d'après eux, que par la méthode du bouclier. Celui-ci, lorsqu'il est actionné par les vérins et qu'il effectue son travail dans le sol, est soumis à un mouvement de rotation sur lui-même. Pour éviter tout accident grave, la forme du bouclier doit donc être circulaire ; celle du tunnel à construire en découle. La plus grande largeur du cercle étant son diamètre, c'est sensiblement suivant son diamètre horizontal que devra être établie l'autostrade.

La partie supérieure du tunnel serait réservée, en conséquence, à l'autostrade dans sa partie centrale, et aux lignes de métros régionaux express sur les bas-côtés.

La partie inférieure, totalement indépendante et d'une étanchéité absolue aux gaz, servirait de galerie-abri pour les piétons et serait empruntée par les gaines de régénération d'air en circuit fermé et les grosses canalisations urbaines.

Ce projet permettrait d'assurer dans tous les cas, même sous un bombardement très violent, l'évacuation rapide de la population civile qui n'est point indispensable à la défense de Paris.

Des autostrades sur les voies ferrées

Le deuxième projet primé à ce concours — celui de M. Joven — arrive à évacuer rapidement cette même population en superposant à toutes les voies ferrées qui rayonnent de Paris des autostrades de grande largeur, qui reposeraient sur des poteaux et auxquelles on pourrait accéder par des rampes. La suggestion paraît intéressante, — elle pourrait compléter celle que nous venons d'indiquer, — mais elle ne

confère point, comme le projet n^o 1, la possibilité d'évacuer la population malgré l'ennemi, et n'assure point la construction d'abris à l'épreuve de tout bombardement. Il faudrait aménager ceux-ci dans les immeubles déjà existants, ce qui conduirait à des immobilisations formidables, qu'on pourrait éviter partiellement dans l'autre projet, — le premier, — en demandant au Métropolitain et aux grosses sociétés — qui assurent les besoins municipaux de la région parisienne et dont la tâche serait notablement facilitée et les dépenses diminuées par cette création — d'y contribuer pour une large part. On pourrait également, avec le projet du tunnel, réclamer aux usagers, qui trouveraient une économie de temps sérieuse à l'emprunter, un droit assez élevé tant pour le passage des voitures que pour celui des canalisations, ce qui contribuerait à amortir ses frais de construction.

L'organisation détaillée du souterrain proposé en temps que ventilateur

Chaque tunnel comporte des rampes d'accès aux voies en surface. Cette ventilation, toutefois, ne peut suffire aux usagers des autostrades et des métros express. Il faut, en effet, débarrasser l'air de ces longues galeries de l'oxyde de carbone dégagé par les gaz d'échappement des voitures. A cet effet, les auteurs du projet ont prévu, à chaque kilomètre, une station de ventilation, permettant d'aspirer l'air vicié par les voitures et de refouler dans les tunnels de l'air frais puisé au dehors. Chaque station de ventilation est établie en sous-sol parallèlement au tunnel. L'aspiration se fait par une large trémie débouchant dans des espaces libres et presque au ras du sol. L'expulsion de l'air vicié est assurée par une autre trémie qui débouche à une hauteur de 25 mètres au-dessus du sol. Des gaines placées dans le tunnel assurent, en tous ses points, la captation de l'air vicié et la distribution de l'air frais.

Tel est le fonctionnement de la ventilation dans ce tunnel en temps de paix. Que se passerait-il en cas de bombardement aérien ?

La partie supérieure, réservée aux autostrades, serait, de suite, envahie par les gaz. Ils entreraient par toutes les rampes d'accès, sans qu'on puisse empêcher leur envahissement. Il est inutile, du reste, de le tenter, les autostrades et les métros express devant être, à ce moment, réservés à la défense active pour le transport de ses divers éléments, qui, eux, sont tous pourvus de masque.

Les usines de ventilation cesseraient de fonctionner immédiatement au profit de la partie supérieure du tunnel, pour apporter de l'air frais à sa partie inférieure, qui servirait à l'évacuation de la population civile ;

bioxydes ou de peroxydes de sodium ou de potassium, qui absorbent l'acide carbonique et l'humidité qu'il contient. Aspiré par des ventilateurs dans la gaine supérieure des galeries, puis refoulé dans la partie de la

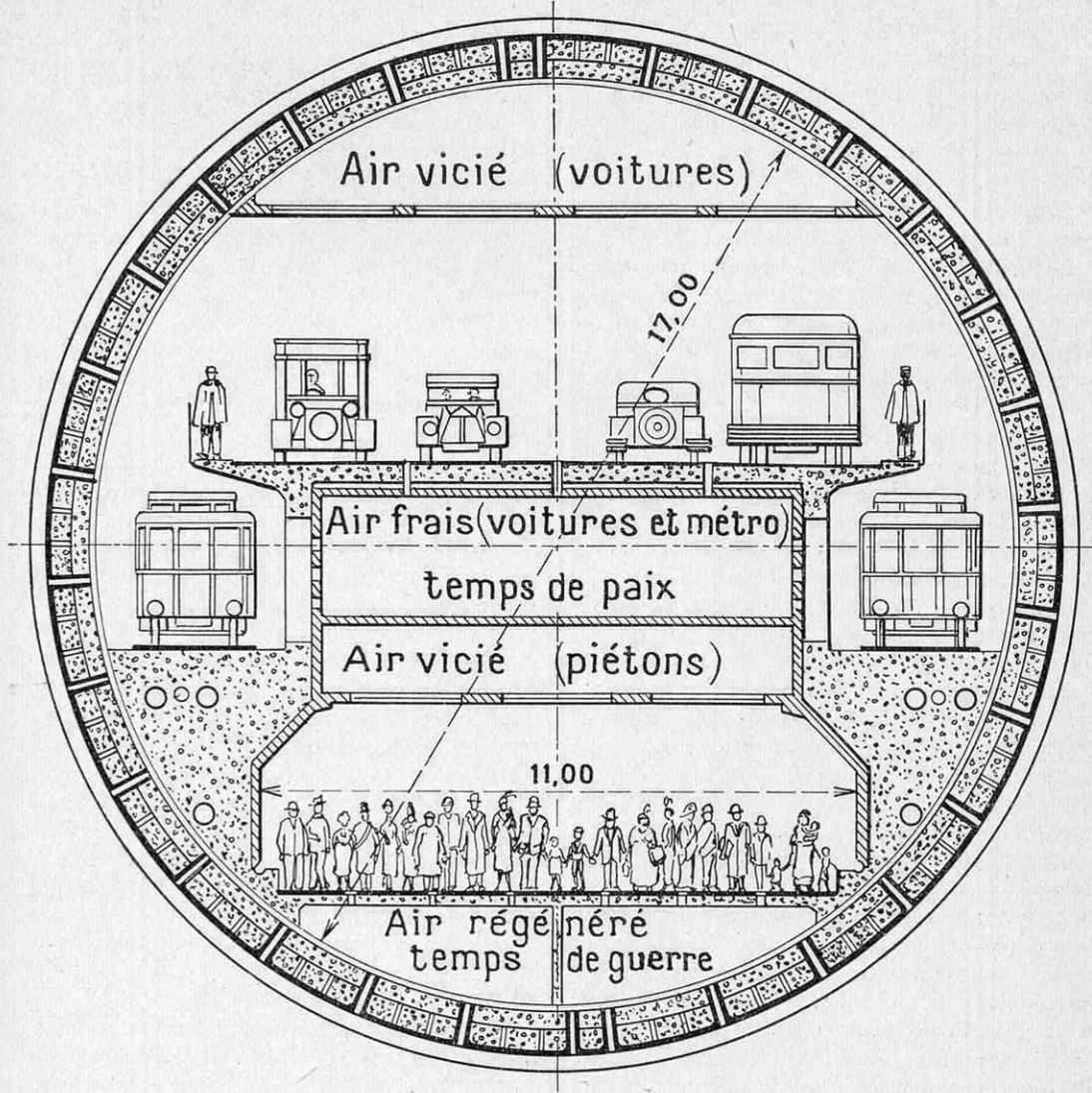


FIG. 2. — VUE SCHÉMATIQUE (EN COUPE) D'UNE VOIE SOUTERRAINE A GRANDE PROFONDEUR, QUI POURRAIT SERVIR A LA FOIS DE MOYEN DE COMMUNICATION, EN TEMPS DE PAIX (VOITURES ET MÉTROS), ET DE CHEMIN D'ÉVACUATION PROTÉGÉ, EN CAS DE GUERRE. Ce tunnel est divisé en deux parties dans la hauteur. La partie supérieure est réservée, en temps normal, aux autostrades souterraines et aux métros régionaux express. La partie inférieure, comportant des galeries-abris étanches, servirait, en cas d'alerte aérienne, à l'évacuation des piétons.

elles le débarrasseraient de son air vicié. Comme il est impossible de faire appel à l'air extérieur, qui peut contenir des gaz toxiques ou des cultures bacillaires, les stations de ventilation sont organisées pour pouvoir, dans ce cas, fonctionner en « circuit fermé ».

L'air vicié est régénéré par l'action de

station réservée aux opérations de régénération, il est, après adjonction d'oxygène si nécessaire et refroidissement dans des batteries de tuyaux à ailettes avec circulation d'eau fraîche, refoulé dans la conduite inférieure des galeries-abris. Des études faites par les auteurs de ce projet, il ressortirait que l'approvisionnement à prévoir,

par station de ventilation, pour une marche continue de quarante-huit heures, ne serait pas exagéré, même en admettant que chacune d'elles ait à régénérer l'air expiré par 20.000 personnes.

Comment accéder à ce tunnel d'évacuation ?

Pour rendre applicable cette conception, il faut que la population civile puisse gagner rapidement l'abri organisé pour elle, sans introduire, au moment où elle y pénétrera, de l'air vicié ou des microbes. C'était là une grosse difficulté à résoudre.

Les auteurs du projet prévoient que, dès le temps de paix, les habitants de toutes les maisons comprises dans l'agglomération parisienne seront informées de l'emplacement par lequel ils doivent pénétrer dans le tunnel-abri, des consignes qu'ils doivent y observer, de la destination qui leur est affectée, soit qu'ils soient évacués, soit que, de par leurs fonctions ou leurs occupations, ils soient conservés pour assurer la défense de la ville. Tout ceci est possible et peut être effectué rapidement.

Pour que les habitants n'aient pas trop de chemin à parcourir, entre leur domicile, où les surprendra l'alerte, et la descente vers le tunnel qui leur est indiquée, les auteurs du projet que nous examinons ont multiplié les voies d'évacuation et rapproché les descentes. Ils estiment que, au bout de dix minutes, toute la population sera en sûreté. Mais, en calculant ainsi, ils n'ont point compté que les habitants, même alertés, même endoctrinés, se résoudront difficilement à abandonner tout ce qu'ils possèdent ou les malades qu'ils pourront avoir dans leur famille, qu'ils attendront jusqu'au dernier moment, dans l'espoir que le signal d'évacuation qui leur aura été donné aura été lancé à la légère, que les circonstances se modifieront, que la défense active pourra repousser l'attaque ennemie. Quand ils se décideront à fuir, l'ennemi sera sur la ville. Ils devront se frayer un chemin sous le bombardement. D'autre part, l'alerte sera-t-elle toujours donnée suffisamment à temps pour permettre à la population de disposer des dix minutes ou du quart d'heure dont elle aura besoin pour se rendre vers l'abri de toute sécurité ?

Abris provisoires et voies d'accès aux tunnels d'évacuation

C'est la seule grosse objection qu'on puisse faire, semble-t-il, au projet de MM. Hennequin et Martineau, objection à laquelle

on pourrait obvier par la création d'abris provisoires, qui jalonnent les principales routes d'accès aux descentes vers le tunnel, ces abris provisoires devant permettre aux personnes surprises par le bombardement ennemi de se mettre momentanément en sécurité. A la première accalmie, elles pourraient en partir et poursuivre leur route vers la galerie d'évacuation.

Les aménagements de descente vers le tunnel-abri ont été bien traités dans ce projet et présentent des solutions heureuses. Il était impossible, pour faciliter la ruée vers ces abris, de recourir à des sas avec portes ou à des escaliers. Dans le premier cas, la panique aidant, les portes seraient vite arrachées, offrant ainsi un chemin facile aux gaz ; dans le second, la foule affolée, se précipitant à toute vitesse dans cette issue vers le salut, provoquerait des accidents graves.

Chaque descente comporte quatre accès nettement séparés, à chacun desquels fait suite une rampe hélicoïdale. La protection de ces accès contre les gaz, et aussi contre le feu, serait assurée par trois barrages successifs. Le premier, constitué par de l'air fortement comprimé fourni par les stations de ventilation (1), dresserait un écran tout autour de la descente et serait dirigé en oblique vers le sol. Le second consisterait en une nappe d'eau pulvérisée, tombant en arrière du jet d'air comprimé. Une deuxième nappe d'eau, placée plus en arrière et identique à la précédente, doublerait son action. Une légère surpression de l'air régénéré du tunnel-abri s'opposerait, du reste, à l'introduction des gaz dans l'abri par les issues ou les chemins d'accès.

Conclusion

Ce projet prévoit, pour l'évacuation de la population civile lorsqu'elle atteindra les sorties du tunnel, toute une organisation d'ensemble de transports — par voie ferrée, par cars automobiles, par péniches — et de centres d'hébergement, qui permettront aux familles de gagner définitivement la zone de refuge qui leur aura été indiquée et où elles pourront se regrouper. Toutes ces suggestions sont intéressantes. La plupart répondent, du reste, aux projets que poursuit le commandement pour la mise en état de défense du pays contre une attaque aérienne ennemie. Leurs auteurs apportent quelques solutions heureuses à ce grave problème. L'état de nos finances permettra-t-il au

(1) Elles sont établies à une profondeur telle qu'elles sont à l'abri de tout bombardement.

gouvernement de s'en inspirer ? Toute la question est là. Un tel tunnel coûterait environ 150 millions de francs le kilomètre. Il est vrai que le groupement en un seul ouvrage, utilisé simultanément pour la circulation automobile, pour les transports en commun, pour le passage de toutes les canalisations, et aussi pour la mise à l'abri de la population civile, sera moins coûteux que la construction séparée de ces moyens

Il faudra prévoir quand même des abris collectifs solides, construits aussi économiquement que possible, en utilisant toutes les carrières du sol parisien, dans lesquels se réfugieront ceux qui n'auront pas eu le temps de gagner les tunnels-abris et qu'ils s'efforceront d'atteindre à la première accalmie. La superposition par des autostrades — solution moins onéreuse — de deux ou trois grandes voies ferrées quittant

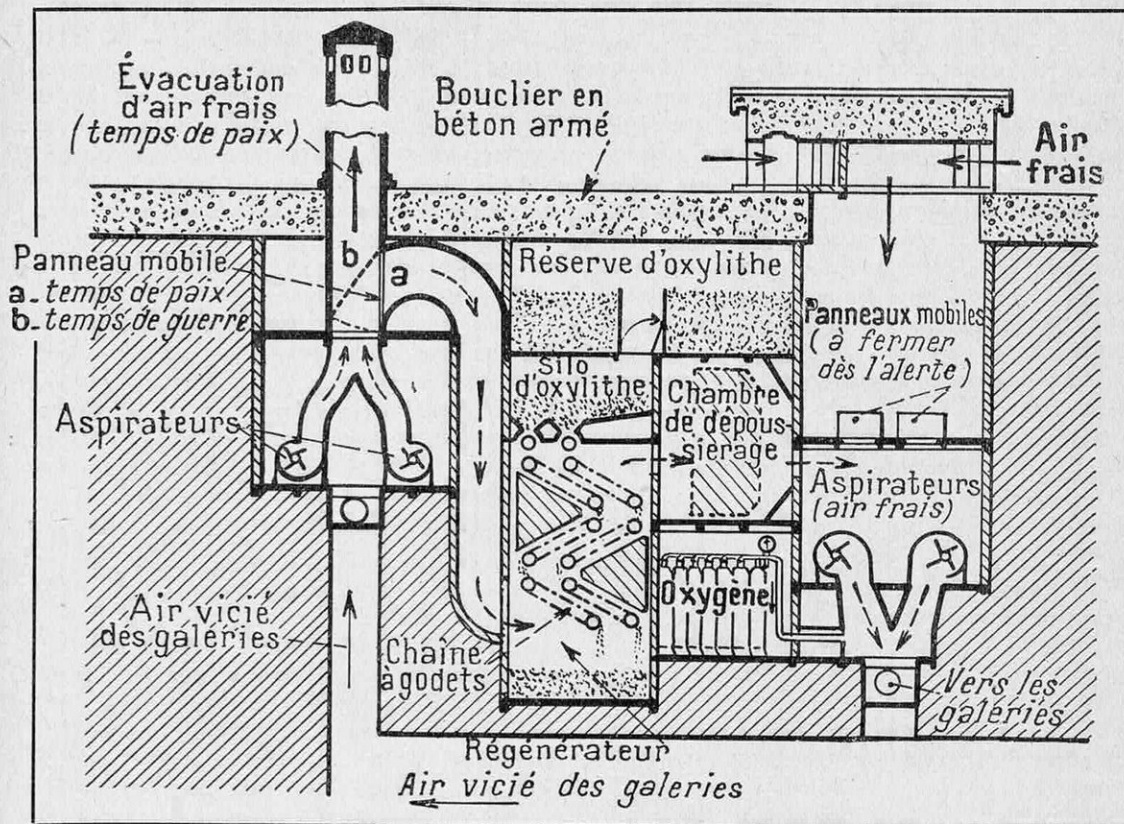


FIG. 3. — SCHEMA MONTRANT (EN COUPE) UN PROJET DE STATION DE RÉGÉNÉRATION DE L'ATMOSPHÈRE DES PROFONDES GALERIES-ABRIS D'ÉVACUATION

de communication et de milliers d'abris collectifs réellement à l'épreuve, d'autant que, en même temps, on décongestionnera le centre de Paris, qu'on rendra plus facile et plus rapide ses communications avec la banlieue, qu'on n'aura aucune expropriation de groupes d'immeubles à entreprendre.

Pour les voies du métro à entreprendre, qui assureront des liaisons entre Paris et sa banlieue, cette solution pourrait être, semble-t-il, envisagée ; mais les travaux que nous pourrions entreprendre dans cet ordre d'idées ne pourront jamais être assez importants pour pouvoir recueillir, dès le signal de l'alerte, toute la population parisienne.

Paris dans les directions du sud et de l'ouest faciliteraient l'exode des non-combattants.

Le problème de la défense passive des populations civiles a été bien posé par l'Association des Architectes Anciens Combattants. Nous devons leur en être reconnaissants. Les solutions proposées par eux sont à retenir. Amalgamées, combinées avec celles déjà étudiées par le commandement, elles peuvent, avec l'accroissement en nombre et en qualité des moyens de notre défense active, assurer aux populations de l'intérieur une sécurité suffisante.

Lieutenant-colonel REBOUL.

COMMENT LA SCIENCE PERMET DE LUTTER CONTRE LE BRUIT DANS LA CONSTRUCTION MODERNE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'un des graves revers de notre civilisation trépidante, la rançon des commodités matérielles offertes à nos contemporains par le progrès mécanique, est le bruit intense qui règne dans les grandes cités modernes. Contre ce véritable fléau, dont les médecins ont pu mesurer les ravages sur l'équilibre physiologique de nos contemporains, on n'est pas entièrement désarmé. Les pouvoirs publics s'efforcent de lutter activement contre le bruit produit par l'intense circulation automobile des grandes villes, en réglementant notamment l'usage des appareils avertisseurs. Mais la défense passive, qui consiste à rendre insonores les habitations modernes, peut seule conduire à des résultats satisfaisants. Pour des raisons diverses, cette préoccupation a été trop souvent négligée dans les constructions modernes, où le bruit vient non seulement de l'extérieur, mais de l'intérieur même des vastes immeubles habités par des centaines de locataires. Ces inconvénients peuvent être largement atténués, grâce aux constatations scientifiques qui permettent aujourd'hui non seulement de mesurer avec précision, et grâce à un étalon approprié, l'intensité des bruits, mais encore de déterminer, au moyen d'expériences méthodiquement organisées, les meilleurs matériaux à employer par les constructeurs pour réaliser l'isolement phonique des différents appartements des grands « caravansérails » modernes.

PARFOIS l'excès du mal fait naître le remède ; la vie trépidante actuelle, l'exagération des bruits de toute nature, en rendant la vie insupportable dans les grandes cités, ont engendré les réactions nécessaires ; les médecins ont attiré l'attention sur le déséquilibre physiologique et la fatigue nerveuse produite par une sonorité exagérée ; les physiologistes ont montré que, étant donné la sensibilité moyenne de l'oreille, tous les sons pourraient être atténués dans le rapport de 10 à 1, et qu'ils n'en seraient que mieux perçus. Partant de là, notre puissant Touring Club de France préparait l'opinion publique aux défenses nécessaires et en codifiait les moyens.

Cette réaction contre l'abus du bruit comprend nécessairement deux sortes d'opérations : une *lutte active* et une *défense passive*. La première a pour champ de bataille la voie publique ; c'est là qu'il faut agir, par la persuasion d'abord, par la réglementation ensuite, et enfin par la contrainte, pour réduire les sons et les bruits au strict nécessaire ou au minimum inévitable. Partout, dans les grandes cités, cette œuvre a été entreprise ; comme il s'agit, surtout, de créer dans le public des habitudes nouvelles, le succès n'en peut être immédiat ; mais, en mettant toutes les choses au mieux, il

subsistera toujours un reliquat de sonorités irréductible, capable de troubler la paix et le repos des travailleurs, comme la tranquillité des malades.

Alors, il faut organiser la défense passive, en établissant, pour ceux qui ont besoin du silence, des demeures insonores ; tâche d'autant plus pressante que les habitations modernes (j'entends celles qu'on a élevées depuis la guerre) sont établies en dépit des règles de l'insonorité ; pour des raisons d'hygiène, de mode, et aussi, avouons-le, de « tape-à-l'œil », on a multiplié les ouvertures, les larges baies, on a élargi les corridors ; par économie, on a remplacé la petite maison isolée par d'énormes casernes où vivent, pressés les uns contre les autres, des centaines de ménages ; on a remplacé les anciens murs, maîtres de nos vieilles demeures, par des carcasses en fer ou en béton armé, garnies par un placage de cloisons minces, résonnantes et transparentes aussi bien pour le son que pour la chaleur.

Ainsi, la marche de ce qu'on appelle « le progrès » est marquée par une nette régression en ce qui concerne la protection contre les bruits extérieurs ; en même temps que se développaient les bruits de la rue, les bruits d'origine interne s'accroissaient : les canalisations d'eau vibrent chaque fois qu'on

ouvre le robinet ; les haut-parleurs et tous les appareils ménagers mus électriquement produisent des sons et des ronflements variés et tous ces bruits s'ajoutent à ceux qui proviennent de l'extérieur pour rendre inhabitables les modernes caravansérails.

Ainsi, l'insonorité de nos demeures exige-t-elle deux conditions : une protection contre les bruits extérieurs et la suppression des bruits d'origine interne. A ce double mal,

il n'existe pas un remède unique, une solution omnibus ; chaque cas doit être étudié à part ; mais une tâche préalable consiste à créer l'appareillage nécessaire pour

mesurer le bruit et déterminer les qualités acoustiques des diverses constructions.

Comment mesure-t-on un son ou un bruit ?

Le son agit sur nos oreilles par son énergie vibratoire ; pour l'évaluer, il faut la transformer en une autre énergie mesurable, qui sera, naturellement, celle du courant électrique. Considérez (fig. 1) l'onde sonore S qui tombe sur un microphone M ; elle y produira un courant variable, qu'un amplificateur à lampes A multiplie dans un rapport fixe, qu'un redresseur R ramène à l'état de courant continu, et celui-ci est finalement enregistré par le milliampère-mètre MA . Cet appareil absorbe donc, d'un côté, l'énergie sonore et restitue, à l'autre extré-

mité, une énergie électrique (non équivalente, mais proportionnelle) représentée par le carré de l'intensité mesurée au milliampère-mètre ; il fournit donc le moyen de comparer entre elles diverses intensités sonores et, par conséquent, de les mesurer, si on a fait préalablement choix d'une unité.

Après avoir hésité entre plusieurs étalons, le « néper », l'ancien et le nouveau « phon », les techniciens ont fixé leur choix sur l'unité proposée par les ingénieurs américains des

téléphones sous le nom de « bel », qui rappelle celui de Graham Bell, le génial inventeur ; l'unité pratique, qui vaut le dixième du bel, porte naturellement le nom de « décibel » et représente sensiblement le son minimum perceptible par l'oreille ; bien entendu, des étalons conservés avec soin permettent de reproduire à volonté, et de comparer aux bruits à mesurer, cette unité d'intensité sonore.

Les intensités des divers sons pouvant

donc être évaluées en décibels, le problème capital, au point de vue pratique, consiste à les comparer ; cette comparaison s'effectue en considérant

non leur différence, mais leur quotient ; déjà, en acoustique, on compare les sons de diverses hauteurs en considérant le rapport de leurs fréquences. Plus généralement, la loi empirique de Fechner nous enseigne que l'échelle des sensations doit être fondée sur les rapports des intensités, et cette règle s'applique aux sensations sonores comme aux autres : l'oreille trouve la même différence d'intensité entre deux sons dont les intensités sont 100 et 1.000, ou 200 et 2.000, ou 300 et 3.000 ; cette différence, pour un rapport des intensités égal à 10, sera donc de 1 bel, ou de 10 décibels. Finalement, on obtient la diffé-

rence des intensités sonores, mesurée en bels, en prenant le logarithme du rapport de ces intensités ; il suffira de multiplier par dix pour l'avoir en décibels.

Cette définition s'applique d'abord aux sons simples ; pour les sons complexes (fig. 2), résultant de la superposition d'un fondamental et de plusieurs harmoniques, elle est encore acceptable, mais il faudrait, dans l'étude précise de leur propagation, tenir compte du fait que les harmoniques aigus sont éteints plus vite que les graves, ce qui altère non seulement l'intensité, mais encore la tonalité ; le problème se complique encore lorsqu'on envisage les bruits, sans aucun

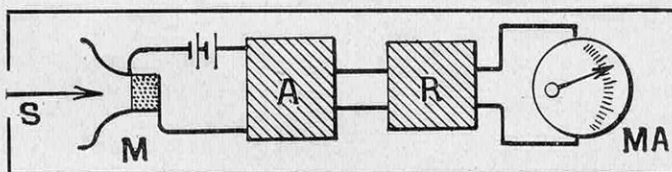


FIG. 1. — SCHEMA MONTRANT COMMENT L'ENERGIE VIBRATOIRE SONORE EST TRANSFORMÉE, AUX FINS DE MESURE, EN ENERGIE ELECTRIQUE

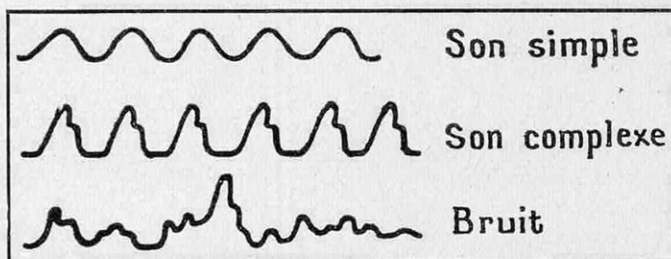


FIG. 2. — COURBES CARACTÉRISTIQUES DU SON SIMPLE, DU SON COMPLEXE ET DU BRUIT

caractère musical et périodique ; il faut renoncer, en général, à définir ces bruits par leur intensité moyenne, mais on peut encore apprécier leur « nuisance » par deux moyens : soit en évaluant l'énergie du « son de pointe » P , par la déviation maximum du milliampèremètre relié à

l'instrument défini ci-dessus, soit en mesurant l'intensité du son musical qui éteint, ou domine, le bruit en question. Sauf certains bruits dont il sera question tout à l'heure, on se limite à l'étude des effets produits par des sons graves, moyens ou aigus.

L'étude des matériaux insonores

L'étude préliminaire, qui doit servir de guide aux architectes et aux entrepreneurs, est celle de la transparence pour le son des divers matériaux. Les premiers essais dans cette voie ont été effectués par Watson, en Amérique et, en Angleterre, au *Physical National Laboratory* ; la méthode mise en œuvre relève du même principe que celle employée chez nous, au laboratoire d'essais des Arts et Métiers, par M. Cellerier ; je me contenterai donc de décrire les procédés employés par ce physicien (1).

(1) Leur description et les résultats obtenus ont été publiés dans une brochure éditée par la Chambre syndicale des Entrepreneurs de maçonnerie, béton et ciment armé, de la Ville de Paris et du département de la Seine.

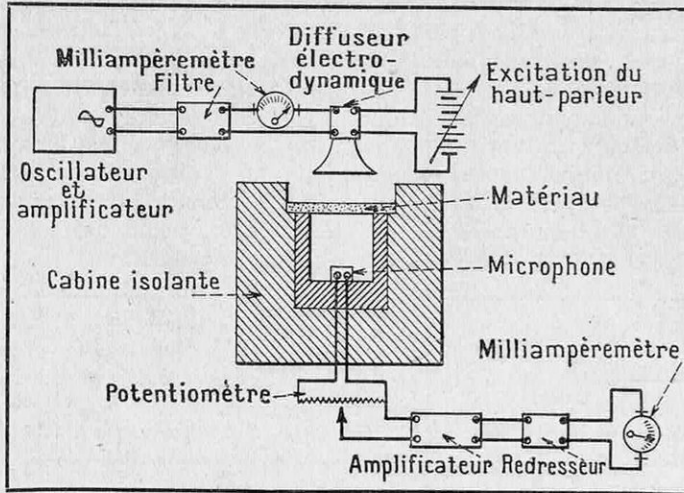


FIG. 3. — DISPOSITIF PERMETTANT D'Étudier, AU POINT DE VUE PHONIQUE, LES MATÉRIAUX INSONORES

installé le microphone relié, comme je l'ai dit plus haut, à l'appareil mesureur des intensités sonores. En face de l'ouverture de la caisse est établi le dispositif émetteur de son, constitué par un diffuseur électrodynamique alimenté par un oscillateur à fréquence musicale, suivi d'un amplificateur de puissance et d'un filtre, qui permettent de faire varier à volonté la hauteur et l'intensité du son émis.

Dès lors, le mode opératoire se conçoit aisément : réglant le producteur du son à

un régime déterminé, on fait deux mesures, le panneau à essayer mis en place, puis enlevé : le rapport des carrés des intensités, mesurées au milliampèremètre, mesure la transparence du panneau pour le son, que M. Cellerier appelle, en termes plus scientifiques, le *facteur de transmission phonique*. Par exemple, si l'échantillon essayé ne laisse passer qu'un millième du son incident, ce facteur a pour valeur 0,001, dont le logarithme est égal à -3 , ce qui correspond à un affaiblissement

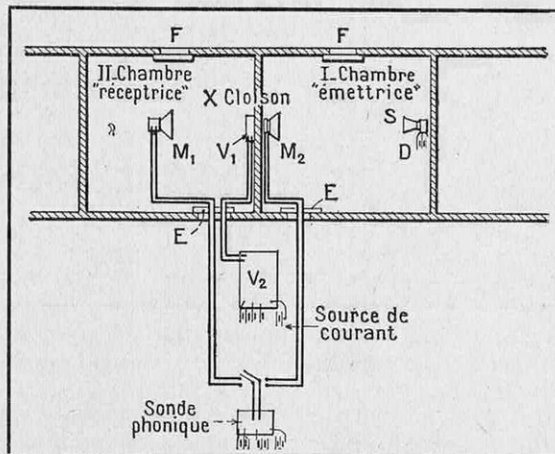


FIG. 4. — SCHEMA DE L'INSTALLATION PERMETTANT D'ÉPROUVER, DANS UN IMMEUBLE, L'INSONORITÉ DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS POUR LES CLOISONS INTÉRIEURES

F , panneaux de fermeture des fenêtres ; M_1, M_2 , microphones récepteurs ; S , klaxon, source de bruit ; D , source électrique ; E , panneaux de fermeture des portes ; V_1 , sismographe ; V_2 , vibromètre, amplificateur à lampes et instruments de mesures électriques.

sonore de 3 bels, ou encore de 30 décibels.

A la suite de ces opérations, sur quatre-vingts échantillons soumis aux épreuves, la Commission n'en a retenu qu'une trentaine pour lesquels le facteur de transmission est inférieur à 2 millièmes (ou l'affaiblissement sonore plus petit que 27 décibels) ; ces matériaux, ainsi désignés par leur insonorité, ont été soumis, en outre, à des mesures de conductibilité calorifique, de résistance mécanique, de porosité et d'hygroscopicité, de résistance au feu ; l'ensemble de ces renseignements permettra aux constructeurs d'apprécier la valeur de ces matériaux et leurs possibilités d'emploi ; le prix de revient est encore, au point de vue pratique, un élément de haute importance, mais une commission d'études scientifiques n'a pas à en faire état.

Les expériences sur grande échelle

Tous ces résultats, obtenus avec des panneaux de petite dimension, ne sauraient être appliqués sans contrôle, car on observe souvent que les mêmes matériaux, mis en place dans les constructions, ne présentent pas les mêmes qualités d'insonorité ; la commission n'a donc présenté ces mesures de laboratoire que « comme une première épreuve éliminatoire, permettant de retenir l'attention sur les produits qui en paraissent dignes ». Il a donc paru nécessaire de les compléter en opérant à l'échelle réelle ; la commission a eu la bonne fortune de pouvoir utiliser la construction d'un vaste immeuble, rue du Docteur-Jacquemaire-Clemenceau ; lorsque le gros œuvre fut achevé, les divers concurrents furent invités à y établir des cloisons avec les matériaux de leur fabrication. Naturellement, la mesure de transparence de ces cloisons exigeait un dispositif un peu différent de celui qui avait servi aux expériences des Arts et Métiers ; le klaxon générateur du son étant placé dans une des pièces de l'immeuble (fig. 4), face à une cloison, il fallait recourir à l'emploi de deux microphones récepteurs placés, l'un dans la même pièce, contre la paroi soumise aux épreuves, le second dans la chambre contiguë, de l'autre côté de cette cloison. Les mesures faites dans ces conditions correspondent au cas réel,

qui s'éloigne sensiblement des conditions simples envisagées tout à l'heure, car le son qui parvient à chaque microphone a été réfléchi ou diffusé par les autres cloisons ; aussi ne faut-il pas s'étonner que les résultats de ces nouvelles expériences n'aient pas toujours vérifié les pronostics fondés sur les essais à petite échelle.

Ces expériences elles-mêmes ont été complétées par d'autres, dont je parlerai brièvement ; en effet, les parois ne se contentent pas de transmettre, plus ou moins bien, les sons et les bruits ; elles vibrent, dans certaines conditions, à la manière d'une peau de tambour, et deviennent par là une source nouvelle de bruits, souvent fort désagréables ; nous avons tous eu à souffrir de ces effets de résonance acoustique, d'autant plus prononcés que les cloisons sont plus minces et plus légères ; on les éprouve, à ce point de vue, au moyen d'un *vibromètre*, qui est une sorte de sismographe dont les mouvements, transformés en énergie électrique à la manière ordinaire, sont ensuite mesurés par un milliampèremètre.

Un grave défaut des constructions modernes est la sonorité des parquets, qui transmettent, d'un étage à l'autre, les bruits divers mais surtout ceux qui sont produits par la marche ou par la chute d'objets plus ou

moins pesants. Aussi a-t-il paru nécessaire, pour mesurer cet effet, de se placer dans des conditions aussi voisines que possible du cas réel ; une méthode très simple consiste à faire tomber une petite boule sur le plancher fini et à observer, dans le local en dessous, pour quelle hauteur de chute le son devient perceptible.

A ce procédé sommaire, le *Bureau of Standards* américain, l'Institut allemand Heinrich Hertz, de Berlin, ont substitué des méthodes plus précises ; le professeur Kreuger opère par la chute d'un bloc de bois qui tombe d'une hauteur fixe sur le plancher, recouvert lui-même d'une semelle dont l'élasticité est juste suffisante pour empêcher le rebondissement (voir fig. 5).

Les vibrations de l'air, à l'étage au-dessous, sont recueillies par un microphone et mesurées électriquement par les procédés qui ont été décrits ci-dessus.

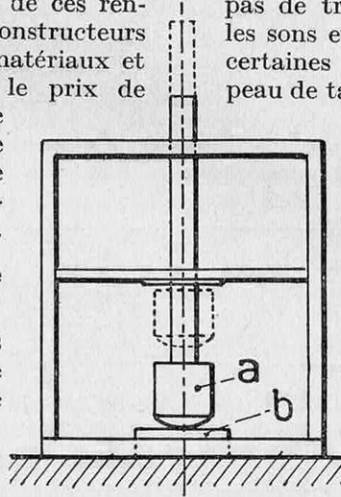


FIG. 5. — APPAREIL DESTINÉ A PROVOQUER SUR UN PLANCHER UN BRUIT DE CHUTE D'OBJETS PESANTS

a, bloc de bois tombant d'une hauteur fixe sur le plancher ;
b, semelle de feutre empêchant le rebondissement.

Voici, pour conclure, quelques résultats

Toutes ces mesures, et les tableaux de nombres qui les résument, sont destinées aux techniciens de la construction ; c'est à eux qu'il appartient d'en tenir compte, et de les concilier avec d'autres conditions non moins impératives ; tout ce que nous pouvons faire, dans un aussi bref exposé, est de donner une idée d'ensemble des résultats qui s'en dégagent.

Le premier, c'est qu'il n'existe aucune corrélation entre l'isolement thermique et l'isolement phonique ; tel matériau, qui arrête le son, est un excellent conducteur de la chaleur, et inversement. A dire vrai, le contraire eût été étonnant, car la chaleur et le son se propagent par des mécanismes entièrement différents ; l'élasticité, qui joue un rôle prédominant dans le second

cas, n'a rien à voir avec le premier ; l'air, qui, lorsqu'il est immobilisé dans les étoffes et les corps poreux, est un excellent isolant thermique, transmet au contraire les sons avec une extrême facilité : tous les indiscrets le savent bien, qui collent, pour mieux entendre, leur oreille contre le trou de la serrure.

En fait, les qualités prédominantes au point de vue de l'isolement phonique sont, avec l'absence d'élasticité, l'hétérogénéité ; un matériau fait d'éléments distincts et agglutinés, comme le béton cellulaire, le liège aggloméré (surtout enduit de plâtre), le varech et la paille hachés et comprimés, le sable, le feutre, le bois contreplaqué..., sont d'excellents isolants phoniques, sans doute parce que les ondes sont diffusées à leur intérieur et, en grande partie, absorbées ; l'effet produit par ces corps sur le son serait donc analogue à celui produit sur la lumière par le verre dépoli ou les corps translucides. C'est aussi pour cette même

raison que les anciens murs, faits de pierres ou de briques assemblées au mortier, formaient écran pour le son, tandis que les blocs de ciment armé et les carcasses métalliques transmettent aisément toutes les vibrations, et spécialement celles qui leur sont apportées par le sol.

Enfin, les mesures des Arts et Métiers ont mis en lumière un fait assez général : c'est que les sons aigus sont, ordinairement, mieux absorbés que les sons graves. Voici, par exemple, un panneau en liège aggloméré, enduit de plâtre sur chaque face, l'épaisseur totale étant de 7,6 centimètres ; les résultats obtenus par M. Cellerier sont résumés au tableau ci-contre.

Fréquence	Longueur d'onde dans l'air	Facteur de transmission	Affaiblissement du son
vibrations par sec.	mètres		décibels
128	2,65	0,00055	- 33
435	0,76	0,00027	- 36
768	0,44	0,00005	- 43

TABLEAU DES RÉSULTATS DE LA PROPAGATION DE DIFFÉRENTS SONS, GRAVES ET AIGUS, A TRAVERS UN PANNEAU EN LIÈGE AGGLOMÉRÉ ENDUIT DE PLÂTRE

Les sons aigus sont affaiblis dix fois plus que les sons graves.

structure hétérogène : des irrégularités de quelques millimètres dans la pâte du matériau peuvent être sans action sur des ondes dont la longueur est 2 m 65 et, au contraire, absorber par diffusion des ondes de 44 centimètres (dont la longueur, à l'intérieur d'un solide, est ramenée à 5 ou 6 centimètres).

Tel est, au résumé, l'apport de la science à la technique constructive ; son rôle est indispensable, mais limité ; le constructeur doit concilier de nombreuses conditions, et les mesures effectuées permettent seulement de préciser l'une d'elles. D'ailleurs, les techniciens les mieux avertis estiment que la défense contre le bruit doit être réalisée moins par le choix de matériaux rares et dispendieux que par le « fini » de la construction et par un plan judicieusement établi. Nous ne pouvons qu'enregistrer, en terminant, cette opinion.

L. HOULLEVIGUE.

L'AVION-TORPILLEUR BOULEVERSERAIT-IL LES CONDITIONS DU COMBAT NAVAL ?

Par le capitaine de frégate H. PELLE DES FORGES

Les manœuvres navales exécutées tant par les flottes française et anglaise en Méditerranée, dans l'Atlantique ou dans la mer du Nord que par celles des Etats-Unis d'Amérique dans l'Atlantique ou dans le Pacifique, ont révélé récemment le rôle primordial que l'aviation maritime jouerait désormais dans le combat naval. Tandis que les rayons d'action des avions et des hydravions augmentaient, que les appareils embarqués étaient de plus en plus nombreux à bord des croiseurs, au fur et à mesure que ceux-ci, terminant leurs essais, entraient en service, qu'on renforçait la dotation en appareils des navires porte-avions, on étudiait simultanément la tactique nouvelle à créer pour l'emploi de cette arme que sera l'aviation dans les conflits maritimes. Au cours de la dernière guerre, l'aviation ne fut jamais employée que dans le voisinage immédiat des côtes : elle était, en général, basée sur terre ; les quelques rares essais de navires transformés en porte-avions se montrèrent inefficaces ; nos connaissances en aviation maritime, notre expérience de l'avion employé au large étaient insuffisantes. D'autre part, l'avion, s'il pouvait voir et gêner, par exemple, la montée en surface des sous-marins ennemis, restait, faute d'armes appropriées, mal adapté au combat proprement dit ; quelques bombes contenant relativement peu d'explosifs (ne pouvant se comparer aux bombes actuelles de plusieurs centaines de kilogrammes) constituaient presque, avec la mitrailleuse, ses seuls moyens offensifs et défensifs. Depuis 1919, mais surtout depuis trois ans environ, les progrès réalisés, tant dans la construction des avions eux-mêmes, dans l'augmentation des vitesses, que dans l'application des moyens de lancement à la mer et le nombre des avions embarqués à bord des nouveaux navires de combat, ont permis d'envisager un élargissement du rôle stratégique et tactique de l'aviation navale, qui intervient de façon offensive directe contre les flottes de surface. Dans toutes les grandes flottes, on a donc été amené à étudier minutieusement l'emploi de la torpille lancée par les avions et à déterminer la tactique de ces avions-torpilleurs qui constituent une arme nouvelle aux effets redoutables. S'il est difficile de se prononcer, quant à présent, sur l'avenir réservé à ce nouvel engin offensif, on peut, néanmoins, affirmer que son avènement est susceptible de modifier, pour ne pas dire bouleverser, les conditions du combat naval. De nouveaux moyens de protection et de riposte sont d'ores et déjà envisagés pour parer à ce danger.

Les missions de l'aviation navale

AVANT d'entamer l'étude du problème de l'avion-torpilleur et de son utilisation, il est utile de rappeler brièvement les missions de l'aviation navale. Elles sont multiples :

1° *L'aviation d'exploration et de reconnaissance* a pour but d'étendre le champ de visibilité réelle des navires de surface et de les mettre à l'abri des attaques de sous-marins.

Embarquée à bord des croiseurs légers ou des porte-avions, elle prolonge les raids de ceux-ci, parcourt l'espace en avant d'eux et cherche à découvrir l'ennemi à grande distance, à le compter, à le qualifier, à renseigner son propre parti sur les formations et les évolutions de l'ennemi.

Employée contre les sous-marins, elle les découvre, s'ils sont en surface, avant qu'ils aient pu apercevoir l'escadre qu'ils cherchent,

et les empêche ainsi de se placer en position de lancement ; il ne faut pas oublier qu'un sous-marin qui ne peut compter que sur son périscope manquera toutes les occasions, sauf celle où le navire ennemi vient de lui-même s'offrir à ses coups ;

2° *L'aviation de réglage de tir.* — Embarquée à bord des cuirassés et des grands croiseurs, elle n'est lancée que peu de temps avant l'engagement, et sert au réglage du tir des grosses artilleries de ces navires ;

3° *L'aviation de camouflage* est composée d'avions émetteurs de nuages de fumée, et destinée à masquer les manœuvres ou à faire disparaître le but aux yeux de l'ennemi ;

4° *L'aviation de chasse* devient sur mer une aviation défensive ; elle cherche à écarter les avions d'observation ennemis, et surtout à empêcher les avions-bombardiers et les avions-torpilleurs d'atteindre leur but ;

5° *L'aviation de combat* comprend les

avions-bombardiers et les avions-torpilleurs. Elle forme ce qu'on appelle dans la marine des Etats-Unis, qui de toutes les marines est celle qui s'occupe le plus de l'aviation navale, *a striking force*, une force qui frappe.

Le commandant Bruce G. Leighton, de cette marine, a pu écrire (1) :

« Quand nous demandons à un porte-avions de lancer une attaque contre des cuirassés, nous lui demandons de lancer de

« nous ne demandons pas autre chose aux destroyers. »

L'auteur pousse plus loin sa comparaison et établit un parallèle entre le sous-marin et l'avion dans la guerre commerciale.

Le problème de l'avion-torpilleur

Retenons de ceci que l'aviation navale a cessé d'être presque exclusivement une aviation d'exploration, comme elle l'a été surtout pendant la guerre, — lorsqu'elle ne

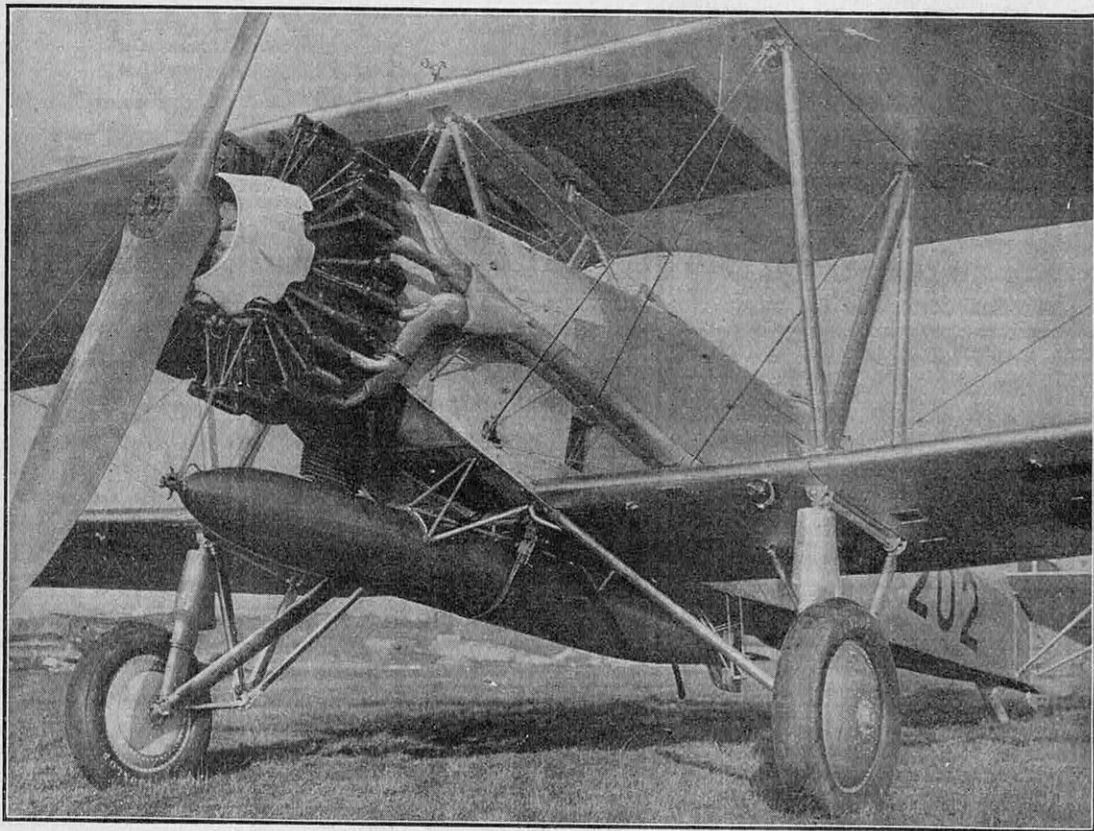


FIG. 1. — L'AVION-TORPILLEUR BRITANNIQUE « ARMSTRONG » 800 CH, TYPE « LÉOPARD »

fortes charges d'explosif contre des cuirassés, pour les détruire. Nous ne demandons pas autre chose aux cuirassés.

« Nous demandons à un porte-avions de partir en reconnaissance, ou de se rendre sur les lignes de communications, pour rechercher l'ennemi, et nous lui demandons de l'attaquer. Nous ne demandons pas autre chose aux croiseurs légers.

« Nous demandons aux porte-avions de tendre des rideaux de fumée, de lancer des attaques à la torpille contre la ligne de bataille ennemie, de rechercher et de combattre les sous-marins. Nous ne deman-

« nous ne demandons pas autre chose aux destroyers. » pouvait lancer que des bombes de quelques dizaines de kilogrammes tout au plus contre le sous-marin, — pour devenir une force offensive (*a striking force*), et que la mission de frapper est confiée à deux types d'avions, l'avion-bombardier et l'avion-torpilleur. C'est une différence sérieuse avec l'aviation terrestre qui ne connaît pas le second.

Il serait peut-être plus juste de différencier les deux armes que les deux avions, car on conçoit fort bien qu'un avion-torpilleur puisse être facilement armé de bombes, soit à défaut de torpilles, soit dans un but particulier ; mais la méthode de classification importe peu, et dans tout ce qui va suivre, lorsque nous parlerons d'avion-torpilleur,

(1) *United States Naval Institute Proceedings*, n° 307, page 733.

nous voudrions dire un avion armé d'au moins une torpille et, bien entendu, équipé des appareils de visée nécessaires au lancement.

A vrai dire, l'idée de l'avion-torpilleur n'est pas neuve, et si l'instrument n'a été réalisé sur une grande échelle que récemment, si la tactique n'est encore qu'en cours d'élaboration, il était naturel que l'on ait songé dès la guerre à doter l'avion d'une arme efficace, essentiellement maritime, dont la puissance et l'efficacité n'ont cessé de croître depuis son invention, et qui a, en fait, transformé de fond en comble l'art de la guerre navale.

torpilleur, qui ouvrirent le feu contre les avions sans les toucher.

Au total, d'après le témoignage du capitaine de vaisseau Paul, de la marine allemande, les Allemands entreprirent 11 opérations avec des appareils torpilleurs, 28 torpilles furent lancées, 6 coups furent au but, soit un pourcentage de 25,4 %.

Au mois de septembre 1917, les Anglais munirent de torpilles six de leurs hydravions stationnés à Otrante et voulurent les utiliser contre les navires autrichiens mouillés à Cattaro. Ces appareils furent remorqués jus-

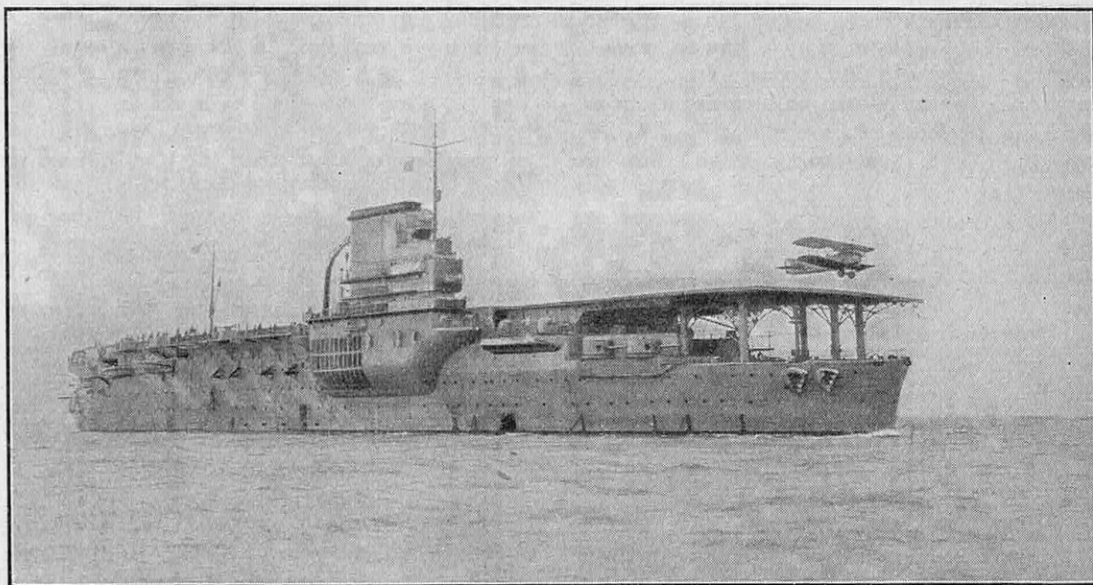


FIG. 2. — LE PORTE-AVIONS « BÉARN », DE LA MARINE FRANÇAISE

Ce bâtiment est muni d'un pont d'envol de 180 mètres de long situé sur un hangar de 124 mètres ; trois ascenseurs électriques permettent d'élever sur le pont les quarante avions que porte le Béarn.

Mais, au cours de la Grande Guerre, l'avion-torpilleur ne figura jamais qu'à titre expérimental ; dès le mois d'août 1916, on avait bien essayé de faire lancer une torpille d'un avion ; lorsque sonna l'armistice, on ne comptait que quelques attaques heureuses ou même simplement esquissées, en mer du Nord et en mer de Marmara.

Dans son livre sur *Les forces aériennes allemandes dans la guerre mondiale*, Neumann raconte que, le 9 novembre 1917, vers les 14 heures, trois hydravions attaquèrent un convoi de navires marchands ; ils s'approchèrent de lui en faisant une route parallèle à la sienne et, arrivés à bonne distance, lancèrent leurs torpilles. Deux de ces torpilles atteignirent un vapeur de 2.000 tonneaux, qui coula en trois minutes. Le convoi était escorté d'un croiseur auxiliaire et d'un

qu'au voisinage des côtes ennemies, mais l'état de la mer et les circonstances météorologiques obligèrent de renoncer à l'entreprise.

Le bilan de l'expérience du temps de guerre est donc bien mince, et il a fallu attendre l'évolution de l'aviation dans le sens que nous avons indiqué pour que le problème, qui n'avait jamais été perdu de vue, pût être abordé de nouveau et cette fois résolu.

L'arme

Le mot de torpille ne doit pas laisser place à l'ambiguïté ; on a appelé couramment « torpille », au front, un projectile à forte capacité d'explosif, à faibles parois, lancé à courte distance, presque de tranchée à tranchée ; ce projectile était projeté soit à l'air comprimé, soit par la force d'un autre explosif, et c'est l'énergie qui lui était ainsi

communiquée qui le portait à destination.

La torpille de l'avion, comme la torpille des navires, est un projectile autonome qui, une fois mis à la mer, est propulsé par des hélices dont le mouvement est entretenu par une machine intérieure à la torpille.

Pour saisir les données du problème du lancement, il est indispensable d'insister sur certaines caractéristiques de cette torpille.

La torpille comprend :

1° *Le cône*, qui contient l'explosif et est armé d'une pointe percutante ; cette pointe, au moment où elle entre au contact de la coque du navire ennemi, fait partir un détonateur, l'explosion de la charge se produit, et une brèche s'ouvre dans le flan du navire ;

2° *Le réservoir d'air*, partie cylindrique de la torpille, en acier spécial, capable de résister à une pression intérieure de 150 à 250 kilogrammes, et contenant l'air qui alimente la machine à air comprimé, placée derrière ;

3° *La machine*, qui met en mouvement deux hélices de pas inverses, fixées à l'extrémité de deux arbres concentriques, entraînés simultanément.

Dans le compartiment de la machine se trouvent, en outre, des réservoirs d'eau et d'alcool ou de pétrole, ainsi qu'un réchauffeur où arrive l'air comprimé avant de se rendre à la machine, où brûle l'alcool ou le pétrole, et où l'on injecte l'eau ;

4° *Les régulateurs* au nombre de deux : *le piston et le pendule*.

Le piston sert à régler l'immersion de la torpille ; c'est un piston hydrostatique qui est au contact de l'eau par un diaphragme et qui, d'autre part, est repoussé vers l'extérieur de la torpille, c'est-à-dire vers l'eau qui le comprime, par un ressort. Le piston prend donc une position d'équilibre entre ces deux actions ; on peut tarer le ressort à volonté, suivant la profondeur à laquelle on désire faire naviguer la torpille.

Supposons, par exemple, le ressort taré pour une profondeur de 3 mètres. Chaque fois que la torpille se trouvera au-dessous de 3 mètres, le ressort antagoniste cédera et le piston rentrera ; chaque fois, au contraire, que la torpille se trouvera à moins de 3 mètres d'immersion, le piston, cédant à l'action prépondérante du ressort, tendra à sortir.

Le piston commande, par l'intermédiaire d'un servo-moteur, le gouvernail de profondeur situé à l'arrière de la torpille et qui agit ainsi pour maintenir la torpille à l'immersion désirée.

Le pendule sert à régulariser l'action du piston. Lorsque la torpille s'incline par rapport à l'horizontale, il reste vertical ; il est

relié d'ailleurs par un de ses points à la transmission piston à servo-moteur du gouvernail ; et ce point est choisi de telle sorte que l'action du pendule s'ajoute à celle du piston lorsque la torpille tend à s'écarter de son plan d'immersion, s'en retranche au contraire lorsque celle-ci tend à y revenir. Ainsi la torpille reçoit une brusque correction lorsqu'elle veut s'écarter du plan d'immersion qui lui a été fixé, y rentre progressivement et tangentiellement lorsqu'elle s'en rapproche ;

5° *Le ou les gyroscopes*, pour maintenir la torpille dans une direction donnée ; un gyroscope (ou plusieurs gyroscopes, suivant le modèle de torpille), lancé au moment du départ de la torpille, commande un gouvernail de direction placé à l'arrière.

Par l'adjonction de certains mécanismes, on peut retarder et modifier l'action de ce gyroscope, de sorte que la torpille lancée dans une direction donnée, change de direction d'un angle voulu après un certain parcours ;

6° *Les propulseurs et les gouvernails*, deux hélices de pas inverse, et partant tournant en sens inverse l'une de l'autre, sont employées de telle sorte que les couples créés par chacune d'elles et agissant sur le cap de la torpille se compensent.

Les gouvernails comprennent, comme nous l'avons vu, le gouvernail de profondeur et le gouvernail de direction.

En résumé, la torpille est un véritable sous-marin autonome, qui fait route à une immersion donnée, à une route donnée, qui peut changer d'une quantité voulue en cours de parcours et qui peut porter jusqu'à 20.000 mètres à une vitesse qui peut actuellement atteindre jusqu'à 50 nœuds.

La hauteur de lancement

On comprend aisément que tous ces organes travaillent dans des conditions particulièrement dures ; et, parmi les armes marines, la torpille a la juste réputation d'être une pièce d'horlogerie.

On conçoit aussi que la torpille ne peut être lancée de l'avion sans précaution ; au choc contre la mer, tous les organes délicats risqueraient de se trouver brisés, faussés ou même simplement déréglés.

Par ailleurs, la torpille doit tomber horizontalement à la mer ; elle doit faire corps jusqu'à la dernière minute avec l'avion qui la porte pour que les données qui ont permis la visée, lorsque le pilote a décidé de lancer, s'appliquent encore.

Il a donc fallu déterminer quelle était l'altitude maximum à ne pas dépasser pour

être sûr de la bonne marche de la torpille.

Des renseignements tout à fait intéressants à ce sujet nous ont été fournis par le commandant Malusardi, de la marine royale italienne. Un

Caproni ayant été modifié pour porter une torpille, des expériences systématiques furent entreprises, et les résultats furent suffisants tant que l'avion ne fut pas à une altitude supérieure à 20 mètres au-dessus de la mer ;

mais, pour être sûr du bon fonctionnement des organes de la torpille, cette altitude dut être réduite, par la suite, à 10 mètres.

Ainsi, à la différence des autres genres d'attache, le lancement de la torpille oblige l'avion à se présenter au ras de l'eau. Cette condition va influencer d'une façon fondamentale sur la tactique de son emploi et sur le type d'avion à choisir pour lancer des torpilles.

Le type d'avion

De nombreuses études ont été faites dans les diverses marines et, notamment, les officiers italiens et les officiers américains se sont passionnés pour la question.

Le commandant Malusardi, que nous venons de citer, les lieutenants de vaisseau Logan C. Ramsey et Harold M. Martin, de la marine américaine, et bien d'autres, ont contribué à établir une doctrine que nous allons analyser en suivant leurs idées.

Tout d'abord, la question s'est posée, avion ou hydravion. L'un des auteurs fait remarquer que si les formations d'aviation peuvent partir d'aérodrome côtier pour attaquer des forces navales qui opèrent non loin des côtes, il faut s'attendre aussi à ce que les flottes, pour dimi-

nuer les risques que leur font courir l'aviation ennemie, se tiennent souvent en haute mer ; dans le premier cas, des avions-torpilleurs partiront de terre ; dans le second, les

hydravions trouveront aussi bien leur rôle ; ces hydravions seront mis à la mer par les transports d'avions, tandis que les porte-avions pourront faire partir de leurs ponts des avions-torpilleurs. Les deux types, avions-torpilleurs et

hydravions-torpilleurs, ne s'excluent pas ; et si l'on examine ce qui s'est passé au cours des dernières manœuvres navales britanniques, on voit que les deux types sont entrés en jeu. Tout ce qui suit se rapporte aussi bien à l'un des types ou à l'autre.

Ce qui détermine, d'après les références auxquelles nous empruntons ces données, le type de l'avion-torpilleur, ce sont d'autres conditions.

Tout d'abord, la torpille est un engin dont une fraction seulement du poids total est représentée par l'explosif, tandis que, dans la bombe d'avion ordinaire, l'explosif est un fort pourcentage du poids total.

Pour fixer les idées, voici quelques exemples :

Dès 1914, les Allemands possédaient, à bord de leurs navires, des torpilles de 600 ^m de diamètre, d'une longueur de 8,50 mètres, d'une vitesse de 28 nœuds, d'une portée de 17.000 mètres, d'un poids de 2 tonnes,

d'une pression de chargement de 175 kilogrammes au réservoir d'air, et dont la charge explosive dépassait 200 kilogrammes. Il est à remarquer que d'autres torpilles de même puissance, mais de portée moindre, étaient dotées d'une forte vitesse, 40 nœuds.

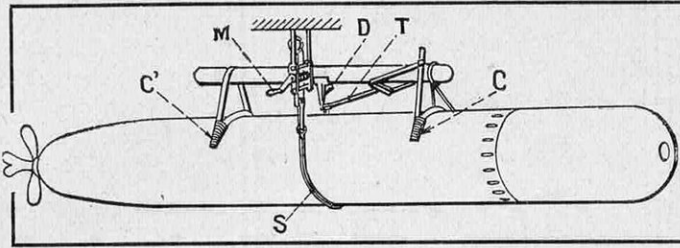


FIG. 3. — DÉTAIL D'UN DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'ATTACHE DES TORPILLES SOUS LES AVIONS, UTILISÉS A L'ESSAI DANS LA FLOTTE BRITANNIQUE

S, sangle en fil d'acier ; M, mécanisme à manivelle pour raidir les sangles ; C et C', cornes destinées à maintenir la torpille en place ; D et T, dispositif de déclenchement.

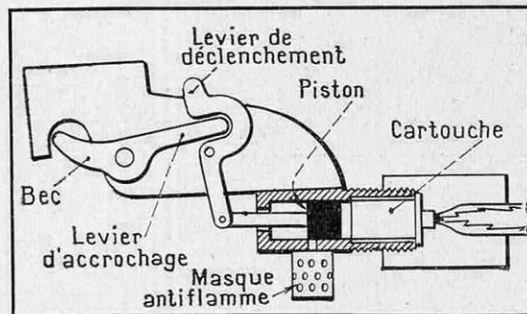


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN DÉCLENCHEUR DE TORPILLE, SYSTÈME « HANDLEY-PAGE », A MISE A FEU ÉLECTRIQUE

Une petite cartouche explosant sous l'effet d'un courant électrique pousse un piston, lequel actionne le levier de déclenchement des sangles de la torpille et en provoque la libération.

L'avion-torpilleur ne peut songer, pour le moment du moins, à porter ces armes lourdes ; il devra se contenter d'une torpille plus légère, de poids moindre, de puissance moindre, mais de forte vitesse.

Comme poids, la limite actuelle est de 1.000 kilogrammes environ. On sait, en effet, que les plus fortes bombes d'avions créées par les Américains, sont de 2.000 livres, soit 906 kilogrammes.

L'avion-torpilleur porte cette torpille hori-

appareils sont embarqués à bord des porte-avions.

Aux Etats-Unis, on a ainsi en service deux types mixtes :

Le *T. 4 M.*, muni d'un moteur Hornet de 525 ch, doué d'une vitesse pouvant varier de 56 à 114 milles à l'heure (90 à 180 km-heure) ; plafond de 10.150 pieds ;

Le *T. 2 D.*, muni de deux moteurs, doué d'une vitesse pouvant varier de 56 à 124 milles (90 à 200 km-heure).

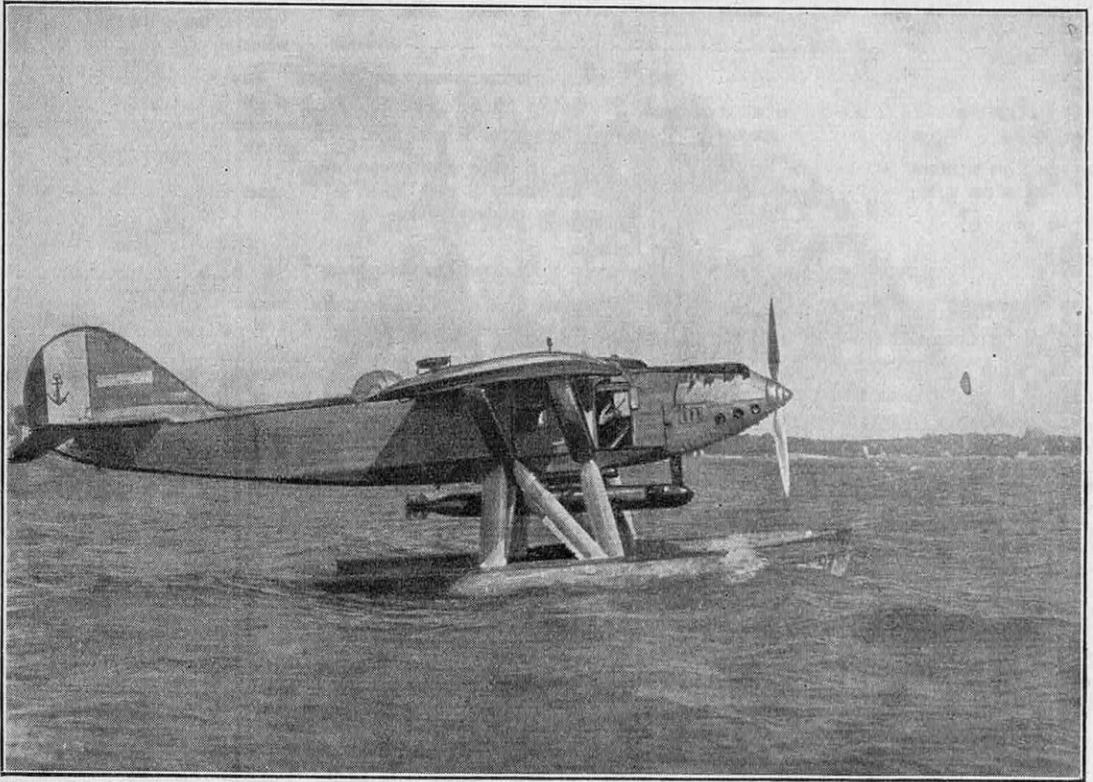


FIG. 5. — L'HYDRAVION-TORPILLEUR « LATÉCOÈRE », TRIPLANE, A MOTEUR HISPANO 650 CH

zontalement sous la carlingue, la pointe percutante vers l'avant ; elle trouve sa place entre les deux roues ou entre les deux flotteurs (l'hydravion à flotteurs convient parfaitement).

L'avion-torpilleur ainsi chargé ne doit pas perdre ses qualités manœuvrières, comme nous le verrons en étudiant sa tactique ; sa charge importante le fera doter d'une vitesse moins élevée que les avions de chasse ou de reconnaissance évidemment, mais comparable à celle des bombardiers. Les Américains et les Anglais ont d'ailleurs adopté un type d'avion-torpilleur, entre autres, qui devient bombardier ordinaire, après avoir lancé ses torpilles ; ils y trouvent l'avantage d'économie d'encombrement, lorsque ces

Ces appareils peuvent être embarqués à bord des grands porte-avions *Saratoga* ou *Lexington* à raison de dix-huit par porte-avions.

Les Anglais emploient des avions « Black Burn », appelés *Dart* ou *Ripon* ; deux escadrilles d'avions *Dart* sont embarquées sur le porte-avions *Courageous*, deux escadrilles d'avions *Ripon* sont embarquées sur le *Furious* et trois sur le *Glorious*.

Le *Dart* a une envergure de 14,80 mètres, pèse à vide 1.610 kilogrammes, peut prendre une charge utile de 1.250 kilogrammes, moteur Lion de 450 ch, vitesse 170 km-heure, plafond de 4.600 mètres, rayon d'action 600 kilomètres.

Le *Ripon* a une envergure de 13,9 mètres,

pèse à vide 1.610 kilogrammes, peut prendre une charge utile de 1.430 kilogrammes, moteur Lion de 450 ch, vitesse 95 à 200 km-heure, plafond de 4.000 mètres, rayon d'action de 600 kilomètres.

En France, nous utilisons l'hydravion bombardier-torpilleur Levasseur, et l'avion marin bombardier-torpilleur Levasseur.

Le Levasseur *P.-L. 7* a 18 mètres d'envergure, 14,68 mètres de longueur, 4,9 mètres de large, 77 mètres carrés de surface, pèse

construction (*Ranger, Yorktown et Enterprise*) ; les Japonais en ont achevé un, le *Ryujo*, en 1933.

Au 1^{er} janvier 1934, les porte-avions en service, en construction, ou dont la construction était ordonnée, étaient au nombre de :

ETATS-UNIS : 6 (*Langley, Saratoga, Lexington* et les trois cités plus haut), représentant un tonnage global de 131.300 tonnes ;

GRANDE-BRETAGNE : 6 (*Glorious, Furious, Courageous, Hermes, Eagle, Ark Royal*),

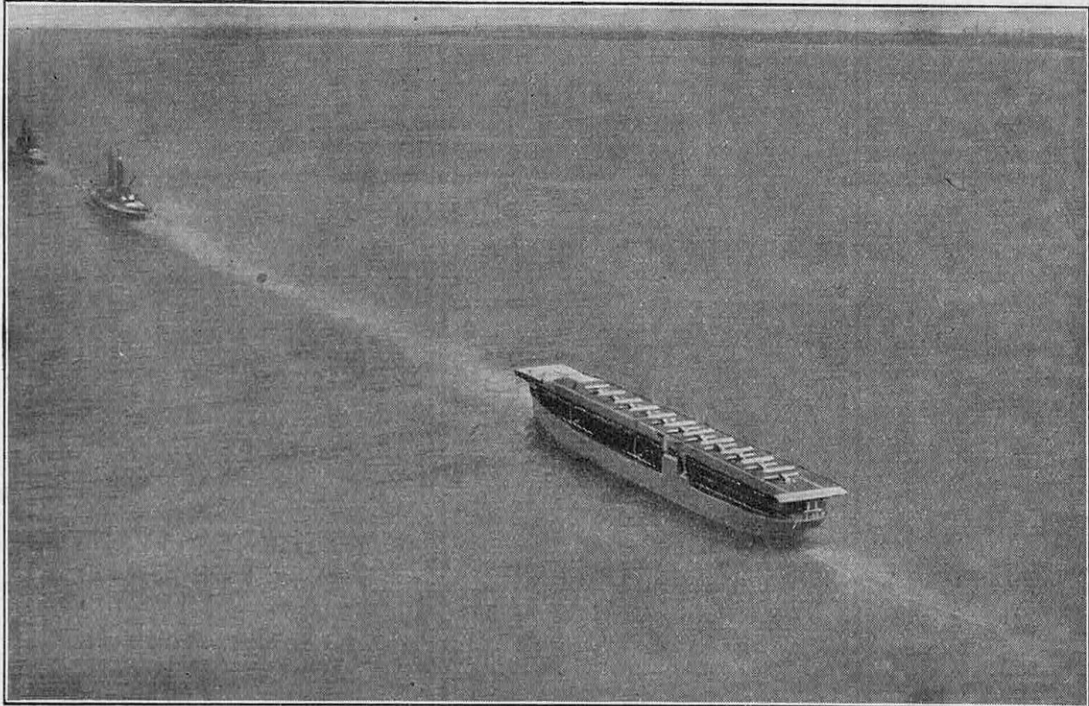


FIG. 6. — LE « LANGLEY », L'UN DES PLUS RÉCENTS NAVIRES PORTE-AVIONS DE LA MARINE AMÉRICAINE, EN LIGNE DE FILE DERRIÈRE L'ESCADRE

à vide 3.650 kilogrammes, poids disponible 1.000 kilogrammes, moteur Hispano de 500 ch, vitesse de 175 km-heure, plafond de 4.200 mètres.

Le Levasseur *P.-L. 14* est un type amélioré.

Le porte-avions *Béarn* porte une escadrille d'avions Levasseur.

Le porte-avions français *Béarn*, comme le transport d'avions *Commandant-Teste*, sont affectés à notre première escadre ; les Anglais ont réparti leurs porte-avions entre leurs escadres, chacune étant dotée d'un de ces navires ; les Américains ont affecté leurs porte-avions à leur flotte concentrée, et la récente revue passée par le Président Roosevelt a donné lieu à une ample manifestation d'aéronautique maritime.

Les Américains ont trois porte-avions en

représentant un tonnage de 115.350 tonnes ;

JAPON : 5 (*Hosho, Kagi, Akagi, Amagé, Ryujo*), représentant un tonnage global de 76.870 tonnes ;

FRANCE : 1 (*Béarn*), de 22.146 tonnes.

La tactique de l'avion-torpilleur

La tactique de l'avion-torpilleur, aussi bien d'après Malusardi que d'après Ramsey, consiste à reconnaître l'ennemi à une altitude convenable et à ne la diminuer qu'au moment de prononcer l'attaque, pour venir en « rase-lame » lâcher la torpille dans la bonne direction.

Cette manœuvre est imposée par la considération de l'artillerie antiaérienne de l'ennemi.

L'artillerie contre-avion est spécialement

disposée pour tirer à de forts angles de site, allant jusqu'à 90° , c'est-à-dire jusqu'à ce que l'axe du canon soit vertical. Comme on sait, les trajectoires que l'on peut faire suivre au projectile en faisant varier l'angle de site restent toutes à l'intérieur d'une enveloppe. Tant que l'avion reste en dehors de cette enveloppe, il ne craint rien de l'artillerie contre-avion ennemie.

Mais nous avons vu qu'il doit descendre jusqu'à 10 mètres au-dessus de la surface de la mer ; il lui faudra donc, à un moment donné ou à l'autre, franchir cette enveloppe, et il se trouvera exposé d'abord au feu de l'artillerie anti-aérienne, puis, lorsque son altitude aura suffisamment baissé, à celui de toute l'artillerie ennemie, qui tirera comme lorsqu'elle a pour but un objectif marin.

Le commandant Malusardi décompose le problème de l'attaque en deux :

1° Le choix de la route d'attaque en rapport avec le tir de la défense ;

2° Les limites entre lesquelles il convient de maintenir la distance de lancement, compte tenu de la probabilité de frapper, d'une chance raisonnable de ne pas être atteint soi-même, et de la possibilité de manœuvrer pour s'éloigner.

L'avion-torpilleur a le choix entre deux routes d'attaque : la route parallèle à celle de l'ennemi, et la route perpendiculaire ; dans le premier cas, il lancera avec gyroscope dévié, dans le second directement.

Dans les deux cas, il devra avoir pris son altitude de lancement, 10 mètres à 4.000 mètres du but au moins, ce qui aura pour lui l'avantage de le mettre à l'abri des attaques des avions de chasse ennemis par en dessous.

L'avion manœuvrera pour réduire au minimum le temps qui sépare son entrée dans la zone de tir du moment du lancement ; ce dernier est déterminé par la distance à laquelle il lance, et celle-ci, à son tour, par la qualité même de la torpille ; plus la torpille est puissante, capable de vitesse et de rayon d'action étendu, plus la distance de

lancement augmentera ; mais les chances d'impact au but augmentent lorsque la distance diminue, parce que les erreurs sur l'estimation de la vitesse du but n'ont plus d'importance ; il arrive même que, pour une certaine distance, il y a certitude d'atteinte, si grossières que soient les erreurs de calcul et quelle que soit la manœuvre du navire attaqué pour essayer d'échapper à la torpille qui lui est destinée. Cette distance ne sera pas plus grande que 3.500 mètres, pour que la torpille ait des chances d'atteindre le but ; pas moins de 800 mètres, car, en deçà, le tir des mitrailleuses deviendrait trop efficace.

Il est bien évident que, de nuit, la distance minimum sera choisie pour le lancement ; mais, dans ce cas encore, il ne faut pas oublier que le ronflement des moteurs d'avion dénonce celui-ci de bonne heure.

Une considération importante, dont le pilote-torpilleur doit tenir compte, est celle de l'angle d'incidence de la torpille.

La torpille, comme nous l'avons vu, est munie à l'avant d'une pointe percussante dont le choc contre la carène du navire ennemi pro-

voque l'explosion de la charge. Lorsque la torpille arrive normalement à la carène, la pointe percussante fonctionne sans hésitation ; si l'on suppose maintenant que l'angle d'incidence croisse de 0 à 90° , l'effet du choc diminue, et il arrive un moment où la pointe percussante n'agit plus. On a donc toujours avantage à ce que la torpille vienne frapper avec une incidence voisine de la normale.

Cette caractéristique détermine un secteur favorable à l'attaque, dans lequel l'avion-torpilleur devra venir se placer, secteur sur l'avant du travers du navire attaqué.

Soit, en effet, un navire N faisant la route NP à une vitesse de 25 nœuds ; l'avion-torpilleur A , qui veut attaquer, porte une torpille marchant à 50 nœuds ; pour que la torpille frappe le navire normalement, on voit tout de suite que la distance AP devra être parcourue à 50 nœuds pendant le temps que le navire mettra à se rendre

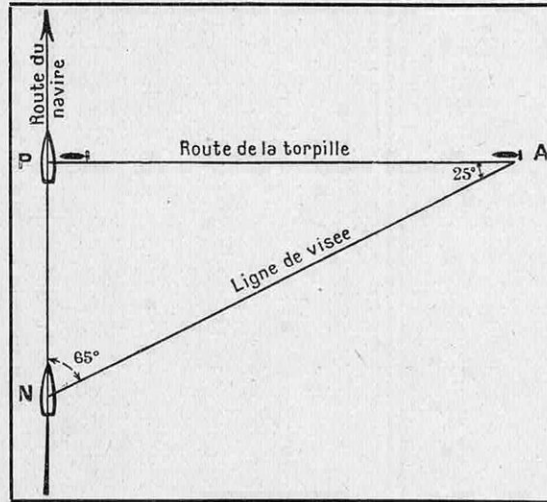


FIG. 7. — SCHEMA MONTRANT LA MEILLEURE POSITION D'ATTAQUE D'UN NAVIRE PAR UN AVION-TORPILLEUR, SUIVANT LES VITESSES RESPECTIVES DES DEUX MOBILES

de N en P ; on en déduit : $AP = 2 NP$.

Les angles PAN et PNA sont respectivement égaux à 65° et à 25° ; cela, quelle que soit la distance à laquelle l'avion se décide à lancer.

Si l'avion lance à 800 mètres, on voit que le navire n'aura parcouru que 400 mètres.

La parade

Le navire attaqué a-t-il une chance de pouvoir se dérober ?

Si la torpille est lancée d'aussi près, cette chance est très faible ; il est déjà en marche, il ne peut guère songer qu'à venir à droite ou à gauche, pour éviter le choc de la torpille ; mais, en manœuvrant ainsi, le navire tourne avec un certain rayon de giration qui dépend de ses dimensions, de son gouvernail, de sa vitesse ; admettons comme valeur de ce rayon de giration la valeur de 450 mètres, qui est une valeur courante. On voit tout de suite que le navire restera encore exposé à rencontrer la torpille.

Aussi la meilleure parade que peut faire le navire semble bien être celle qui a été mise en pratique par les Anglais au cours de récents exercices.

Pendant les dernières grandes manœuvres navales d'Ecosse, l'aviation britannique entra fréquemment en jeu. Les thèmes étudiés furent doubles. Dans une première partie des manœuvres, on chercha quelle protection pouvait apporter à la flotte une aviation côtière basée sur les aérodromes terrestres, coopérant avec l'aviation embarquée. L'aviation eut ainsi à éclairer, du côté du large, la flotte britannique manœuvrant près de terre, ou mouillée, et à la défendre contre les sous-marins.

Dans une seconde partie de ces manœuvres, l'aviation eut à attaquer une flotte ennemie ; et les avions-torpilleurs lancèrent des torpilles. Pour éviter les torpilles, les cuirassés n'attendirent pas qu'elles fussent lancées ; mais, reprenant une tactique d'emploi général pendant la dernière partie de la guerre et qui eut raison bien souvent des offensives des sous-marins ennemis, se mirent à naviguer en zigzags irréguliers.

Les qualités manœuvrières de l'avion-torpilleur

Si donc l'on veut rendre à l'avion-torpilleur un avantage, c'est de le doter de qualités manœuvrières de premier ordre.

D'autres raisons sont invoquées en faveur de cette caractéristique et, sur ce point, les auteurs italiens et américains que nous avons cité sont d'accord. Voici, d'ailleurs,

le raisonnement pertinent qu'ils tiennent :

Lorsque les avions-torpilleurs se porteront à l'attaque, à partir d'une certaine distance, ils se trouveront dans la zone battue par l'artillerie du navire attaqué ; cette artillerie comprendra à la fois les pièces contre avions et les pièces contre objectif marin, puisque l'avion sera descendu très bas. Un officier américain fait même remarquer que l'avion ne sera pas seulement exposé aux coups qui pourraient le frapper, mais encore aux gerbes d'eau soulevées par les obus qui manqueront le but et qui tomberont courts, par rapport à lui ; ces colonnes d'eau verticales rencontrant l'avion lui feront perdre son équilibre.

Pour dérégler le tir ennemi, les avions-torpilleurs seront donc amenés à modifier constamment leurs positions relatives, les uns par rapport aux autres, s'écartant pour échapper aux effets du feu, se rapprochant dans leurs routes convergentes vers le but.

L'avenir

Les théories ainsi établies, les expériences auxquelles viennent de se livrer la flotte britannique et, tout récemment, les escadres américaines suffiraient à démontrer l'importance du rôle que jouera, désormais, l'avion-torpilleur dans la guerre navale.

Par une singulière coïncidence, ce navire aérien de combat vient prendre une place qui se trouvait vacante ; après avoir été, depuis 1875, l'un des éléments constitutifs des flottes modernes, le torpilleur proprement dit, — c'est-à-dire le navire de très faible tonnage dont l'arme principale était la torpille et qui, pour lancer sa torpille, s'approchait à faible distance de l'ennemi, — avait complètement disparu ; les torpilles sont portées maintenant par ces véritables petits croiseurs que sont les destroyers modernes.

Faut-il aller plus loin ?

Un Anglais qui fait autorité, et qui n'est autre que lord Fischer, l'homme qui prit l'initiative du *Dreadnought*, qui a eu ainsi l'influence décisive sur la transformation des flottes de tous les pays, pouvait écrire, dans le *Times* du 12 septembre 1919 :

« La lutte aérienne dominera les guerres futures tant sur mer que sur terre. Ce n'est pas mon affaire de discuter la question sur terre, mais, pour ce qui est de la mer, le seul moyen de parer cette menace aérienne, est de rester sous l'eau... C'est pourquoi je continue à dire, avec insistance, que toute notre marine doit être envoyée à la ferraille... »

L'avenir répondra et départagera les opinions.
H. PELLE DES FORGES.

VOICI DES « MACHINES A ÉCRIRE » POUR TÉLÉGRAPHIER SOI-MÊME DE SON DOMICILE

Par Paul LUCAS

Voici de nouveaux appareils automatiques depuis peu en usage courant en Allemagne et qui commencent seulement à être utilisés en France. Ils viennent d'apporter, à l'usage de la télégraphie et de la radiotélégraphie, des commodités naguère insoupçonnées. Grâce à ces « télétypes », dont le clavier est identique à celui des machines à écrire, on peut, sans aucun apprentissage, envoyer des messages télégraphiques, ce qui simplifie singulièrement la tâche du personnel des P. T. T. Bien mieux, des postes de télétypes émetteurs et récepteurs peuvent être installés chez les particuliers, qui disposent ainsi, sans intermédiaire, d'une liaison télégraphique permanente avec l'extérieur. On imagine les immenses services que ces nouveaux dispositifs sont appelés à rendre, notamment dans les administrations publiques et privées comme dans les grandes firmes industrielles et commerciales, pour lesquelles un gain de quelques heures, voire même de quelques minutes, dans l'acheminement de leurs messages, peut mettre en jeu des intérêts considérables.

PENDANT longtemps, le seul appareil utilisé pour les transmissions télégraphiques a été le simple manipulateur Morse. Lorsque l'exploitation économique des lignes eut rendu nécessaire une augmentation dans la vitesse de transmission, des appareils mécaniques d'une complication de plus en plus grande se substituèrent aux appareils manuels. Ils exigent la présence de télégraphistes spécialistes bien entraînés dont la formation est assez longue : la manipulation et la lecture de la bande Morse demandent deux mois d'études et la lecture au son au moins autant ; le « Baudot » et le

« Hughes », appareils de télégraphie rapide, exigent l'un trois mois, l'autre huit mois d'apprentissage. En tenant compte des périodes d'application pratique, on a pu évaluer à trois ans le temps mis par un télégraphiste

à apprendre son métier. C'est là bien du temps perdu. Aussi a-t-on cherché à mettre au point d'autres appareils, d'un service moins compliqué.

Les télétypes ou téléscrip-teurs, employés surtout en Allemagne et qui commencent à se répandre en France, répondent à cette condition. Ce sont de véritables machines à écrire à distance, avec lesquelles la composition du message a lieu sur un clavier

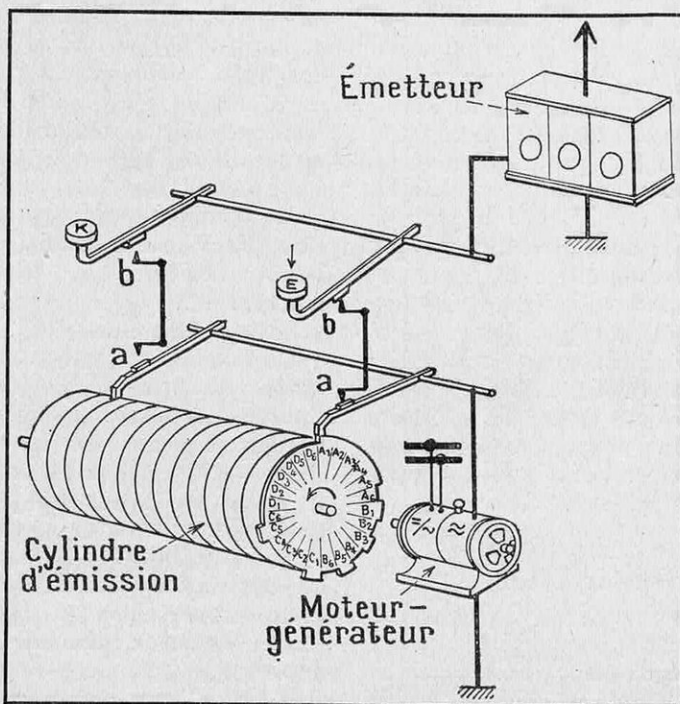


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE MONTRANT COMMENT S'EFFECTUE L'ÉMISSION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE DE LA LETTRE E DANS LES APPAREILS TÉLÉTYPES

standard, tandis qu'à la réception il s'imprime directement sur une feuille de papier de format commercial ordinaire, si on le désire, grâce à un mécanisme tout à fait semblable à celui d'une machine à écrire. Pour transmettre un message, le télégraphiste n'a plus besoin que de connaître la dactylographie, sommairement même, s'il ne recherche pas la rapidité.

Une autre catégorie d'appareils utilise aussi, pour la composition du message, un clavier de machine à écrire. Comme nous le verrons par la suite, ils fonctionnent suivant un principe différent et comportent, à la réception, un dispositif dessinant — et non plus imprimant — en clair les lettres d'après les signaux reçus. Peu sensibles aux parasites atmosphériques, ces appareils, que l'on peut aussi utiliser en télégraphie ordinaire, conviennent bien aux communications radioélectriques.

Les machines à écrire à distance permettent au public de télégraphier sans passer par les bureaux de poste

Comme nous l'avons dit, le fonctionnement des télétypes, ou télésécripteurs, est très simple : n'importe qui, capable de « taper » une phrase, même très lentement, sur une machine à écrire, peut expédier un message télégraphique, puisque le clavier est le même. L'impression du document, à la réception,

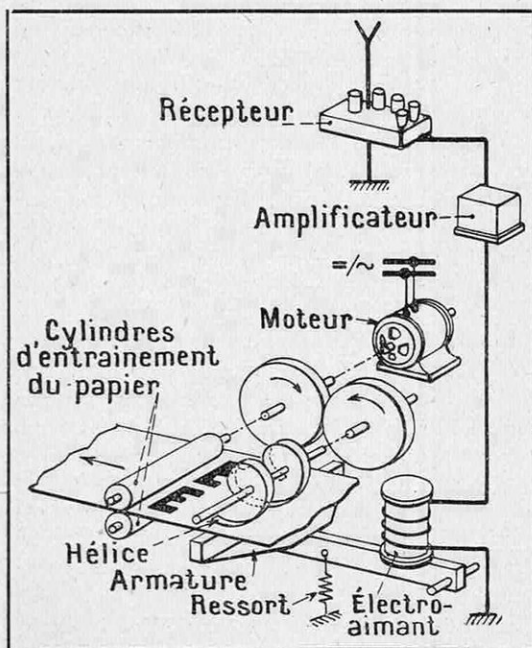


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE MONTRANT COMMENT S'EFFECTUE LA RÉCEPTION DE LA LETTRE E DANS LES APPAREILS TÉLÉTYPES

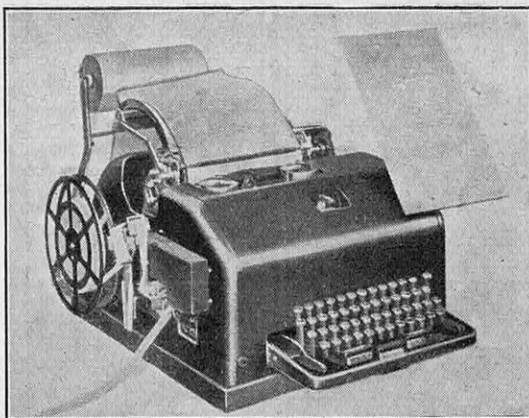


FIG. 3. — ASPECT D'UNE MACHINE PERFORATRICE PRÉPARANT LES BANDES POUR L'ÉMISSION DES TÉLÉGRAMMES PAR LE TÉLÉTYPE ÉMETTEUR

s'effectue automatiquement, soit sur une bande de papier gommé que l'on peut coller après coup, soit directement sur une feuille de format commercial. Grâce à un dispositif de mise en marche et d'arrêt à distance, la présence d'un employé en permanence pour surveiller le récepteur est superflue. Si le correspondant est absent, le message s'inscrit tout seul.

Ces précieuses qualités ont permis, à la fin de l'année dernière, de mettre en service en Allemagne un réseau télégraphique spécial, embrassant, pour commencer, Berlin et Hambourg ; tous les abonnés qui y sont reliés — déjà nombreux, car, malgré la diffusion du téléphone, beaucoup de firmes, outre les agences de presse, font un usage régulier du télégraphe — communiquent entre eux par l'intermédiaire de machines à écrire à distance. Ce réseau spécial évite les délais de transmission des télégrammes qu'occasionne le passage par les bureaux de poste, car les communications sont obtenues aussi rapidement qu'avec le téléphone.

Voici comment s'effectue une transmission : chaque poste d'abonné comporte un télétype, émetteur et récepteur, et un dispositif d'appel, analogue aux disques perforés du téléphone automatique avec, en plus, deux boutons. Pour appeler un correspondant, on commence par presser un de ces boutons, ce qui établit la connexion avec le central, d'où part une impulsion électrique mettant le télétype en état de fonctionner. Au moyen du disque perforé, on forme alors le numéro du correspondant, dont le télétype particulier est ainsi alerté. Pour éviter toute erreur, une touche spéciale du télétype fait

Lettres et signes		Intervalles				
		1	2	3	4	5
A	—	■	■			
B	?			■	■	
C	:		■	■	■	
D	qui est là?	■			■	
E	3	■				
F		■		■	■	
G			■		■	■
H				■		■
I	8		■	■		
J	Sonnerie	■	■		■	
K	(■	■	■		
L)		■			■
M	.			■	■	■
N	,			■	■	
O	9				■	■
P	0		■	■		■
Q	1	■	■			■
R	4		■		■	
S	'	■		■		
T	5					■
U	Z	■	■	■		
V	=		■	■	■	■
W	2	■				
X	/	■		■	■	
Y	6	■		■		■
Z	+	■				■
alinéa			■			
espace				■		
marche arrière					■	
chiffres		■			■	■
lettres		■		■	■	■

FIG. 4. — CODE A CINQ INTERVALLES EMPLOYÉ POUR LA TÉLÉGRAPHIE AU MOYEN DES APPAREILS TÉLÉTYPES

A chaque case sombre, émission de courant.

que l'appareil du correspondant envoie son numéro, que l'on peut ainsi contrôler. Si l'on veut alerter le correspondant lui-même, ce qui n'est pas indispensable pour la transmis-

sion, une autre touche spéciale actionne une sonnerie. A la fin de la communication, il suffit de presser sur le deuxième bouton du dispositif d'appel pour couper toutes les connexions.

Le message est transmis de la manière suivante : à chaque lettre de l'alphabet ou signe de ponctuation correspond une combinaison de courants électriques, suivant un code fixé à l'avance, qui est celui adopté par Baudot dans son système de télégraphie rapide. On voit que chaque unité de temps — correspondant à une lettre ou signe, et dont la longueur totale dépend de la vitesse de transmission — est divisée en cinq intervalles égaux, pendant lesquels a lieu ou non, sur la ligne, une émission de courant.

Il y a donc, en tout, trente-deux combinaisons possibles que représente le tableau ci-contre. Nous ne pouvons entrer dans le détail du mécanisme très ingénieux qui permet l'émission et la réception de ces combinaisons de courants, ainsi que la marche en synchronisme des deux télétypes, émetteur et récepteur. Disons simplement que la transmission d'une lettre ne demande qu'un dixième de seconde environ, de sorte qu'une dactylographe pourrait travailler sur le télétype à la même vitesse que sur une machine à écrire ordinaire si une précision plus grande n'était indispensable. Elle peut, d'ailleurs, suivre son travail sur la copie que prend le télétype pendant l'émission. Les taxes perçues pour les transmissions en Allemagne sont du même ordre que les taxes pour les communications téléphoniques avec, de plus, un tarif de nuit très modique.

A côté de ce réseau public existent de nombreux réseaux télégraphiques privés, soit dans des services publics (sapeurs-pompiers, police, chemins de fer), soit dans des entreprises particulières, pour relier, par exemple, les usines, magasins, etc., au bureau central.

Lorsque les transmissions ne sont effectuées que dans un seul sens, à partir d'un poste central, les postes secondaires n'ayant jamais à émettre, on emploie avantageusement des télétypes simplifiés, ne comportant plus que les organes de réception. C'est le cas des banques recevant les cours des bourses et les nouvelles commerciales, et aussi celui des journaux abonnés aux agences télégraphiques.

Lorsque le nombre des textes à télégraphier est trop élevé pour qu'une seule dactylographe puisse les expédier pendant le temps prévu, on peut substituer une transmission mécanique à la transmission manuelle. Pour

cela on prépare, à l'aide d'un perforateur muni d'un clavier de machine à écrire, une bande perforée qu'un émetteur spécial transmet automatiquement, et sans les irrégularités inévitables avec une dactylographe, à la vitesse de six signes et demi par seconde, vitesse maximum admise par convention internationale. Au télétype récepteur peut d'ailleurs être adapté un perforateur qui livre directement une bande perforée, lorsque le

rendre un texte parfaitement inintelligible. Avec le système que nous allons décrire, appelé système « Hell-Siemens », la forme de la lettre subsiste malgré tout et les troubles atmosphériques n'ont pour effet que de tacher d'une manière plus ou moins dense le papier où elle se dessine.

Le principe est le même que pour les transmissions phototélégraphiques : les images à transmettre sont décomposées en un

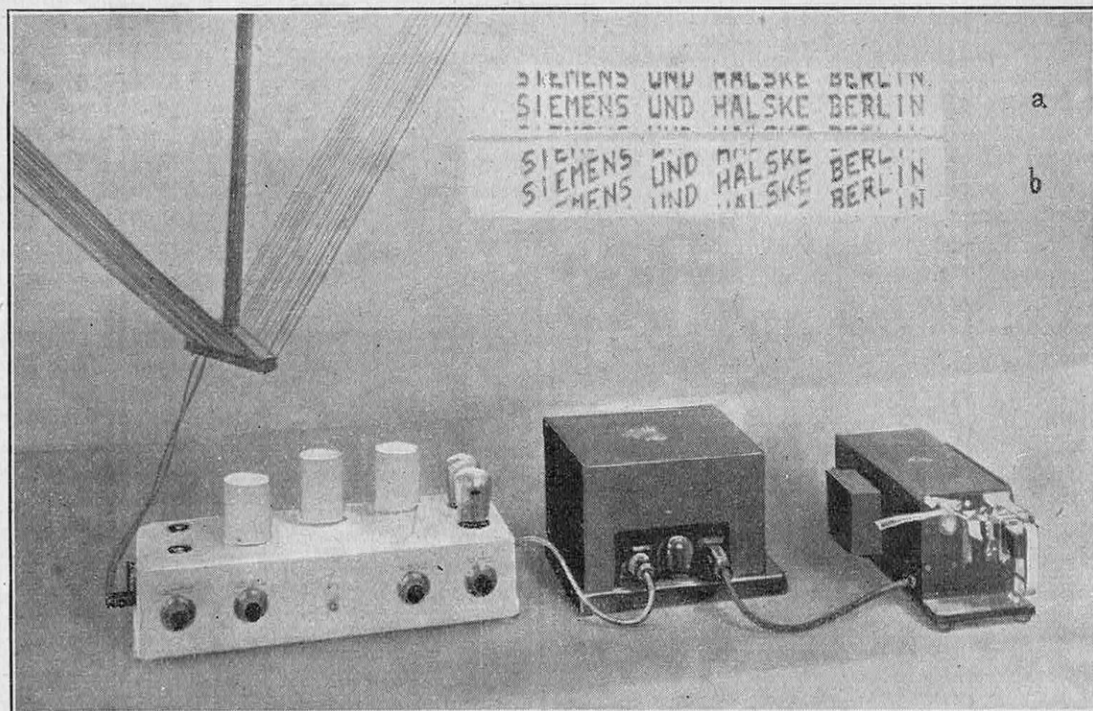


FIG. 5. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL RÉCEPTEUR DU TÉLÉSCRIPTEUR « HELL-SIEMENS »
A gauche, le récepteur et l'amplificateur. A droite, l'appareil inscripteur. Au-dessus, le fac-similé de deux bandes enregistrées. Pour l'inscription de la bande a, il y avait synchronisme parfait entre les appareils émetteur et récepteur. Pour l'inscription de la bande b, par contre, le synchronisme n'était qu'approximatif. Ce décalage a déterminé un enregistrement en biais, qui est cependant lisible du fait que chaque lettre se trouve répétée deux fois.

texte transmis doit être réexpédié à un autre correspondant (fig. 3).

Un nouveau système de transmissions radiotélégraphiques

Le système de télégraphie dont nous venons de parler ne peut être appliqué sans modifications aux transmissions radioélectriques. En principe, chaque lettre y est, en effet, représentée par une combinaison de courants suivant un code à cinq intervalles. Le moindre parasite atmosphérique suffit pour brouiller le code et faire imprimer à la réception un caractère différent du caractère émis ; il faut peu de chose pour

certain nombre de points. Mais comme elles ont ici des formes très simples, puisque ce sont des lettres ou des chiffres, cette décomposition est faite, une fois pour toutes, à la manière de la figure 1, soit suivant quatre colonnes verticales et six lignes horizontales. La quatrième colonne et la sixième ligne restent toujours blanches et constituent des espaces intermédiaires. Le cylindre d'émission de la figure 1 porte des entailles correspondant à la décomposition des caractères suivant cette méthode colonne par colonne. Ces entailles provoquent la fermeture des contacts *a* aux endroits voulus, suivant la forme de la lettre. Ainsi, pour la

lettre *E*, tout le long de la colonne *A*, sauf en *A*₆, en *B*₁, *B*₃ et *B*₅, et en *C*₁ et *C*₅. Lorsqu'on appuie sur la touche marquée *E* sur le clavier de machine à écrire, on ferme le deuxième contact *b*, qui reste verrouillé pour un tour complet du cylindre et, pendant ce temps, les impulsions de courant correspondant à la lettre *E* parviennent à l'émetteur.

Elles sont reçues (fig. 2) par un détecteur et un amplificateur ordinaires et parviennent à un électroaimant dont elles soulèvent par à-coups l'armature. Celle-ci vient, dans ce cas, presser une bande de papier mobile sur une hélice métallique animée elle-même d'un mouvement de rotation continu. L'hélice fait un tour complet lorsque le papier avance de la largeur d'un élément de décomposition

de l'image. Grâce à une feuille de papier carbone interposée, l'hélice laisse une trace sur le papier quand l'électroaimant est excité. Dans le cas de la lettre *E*, elle dessinera, d'abord et d'un seul coup, la barre *A*₁, *A*₂, *A*₃, *A*₄, *A*₅, puis les points *B*₁, *B*₂, *B*₅ et, enfin, *C*₁ et *C*₅.

Comme le montre la figure 5 (*a* et *b*), chaque lettre est dessinée deux fois, car l'hélice fait deux spires. Grâce à ce dispositif, il n'est pas nécessaire d'assurer un synchronisme parfait entre l'émetteur et le récepteur; pour de petites différences dans les vitesses de rotation, l'impression se fait obliquement tout en restant lisible, car

chaque lettre apparaît au moins une fois.

On voit que les perturbations atmosphériques ne peuvent avoir pour effet que d'actionner l'électroaimant à contretemps, c'est-à-dire d'imprimer des points ou des traits supplémentaires, sans modifier en rien la forme des lettres. L'expérience a montré que, lorsque la lecture du message commence

à devenir pénible, les transmissions radiotéléphoniques ont dû être interrompues depuis longtemps, étant devenues complètement inintelligibles.

Pratiquement, chaque lettre ou signe est décomposé, non plus en quatre, mais en douze colonnes verticales. Pour une transmission manuelle « tapée » directement sur le clavier, on peut compter transmettre environ deux signes et demi par seconde. En utilisant, comme précédemment,

des bandes perforées à l'avance, on peut arriver à cinq signes par seconde.

Signalons encore un perfectionnement intéressant qui permet de supprimer les écoutes d'attente fastidieuses. Le récepteur peut être muni d'un dispositif de mise en marche automatique qui répond à l'appel de l'émetteur, constitué par une émission continue d'une durée convenable. Il s'arrête aussi automatiquement, après la transmission, lorsque aucune impulsion ne lui est parvenue pendant un certain laps de temps. La présence d'un télégraphiste en permanence auprès de cet appareil est donc tout à fait superflue.

PAUL LUCAS.



FIG. 6. — VOICI UN APPAREIL TÉLÉTYPE ÉMETTEUR A TRANSMISSION DIRECTE

DU NOUVEAU EN TÉLÉVISION : L'ICONOSCOPE DE ZVORYKINE

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Nous avons eu antérieurement (1) l'occasion de montrer les difficultés qui s'opposaient encore à la réalisation pratique de la télévision. Parmi celles-ci, l'une des plus graves était due à l'extrême petitesse des charges électriques mises en jeu dans la cellule photoélectrique enregistreuse, lors de l'« exploration » de l'image. L'appareil tout récent que nous présentons ici, l'iconoscope du physicien russe Zvorykine, permet, grâce à l'application d'un principe nouveau (cellule photoélectrique en mosaïque, constamment impressionnée par l'image à transmettre tout entière), d'écarter désormais cet obstacle. C'est un pas décisif vers la solution définitive du problème de la télévision qui entrera un jour dans nos mœurs au même titre que la radiophonie qu'elle est appelée à compléter et à développer.

RAPPELONS brièvement le principe de la télévision. A l'émission, une cellule photoélectrique explore l'image. Un dispositif approprié fait en sorte que la cellule « voit » l'image à transmettre non en entier, mais point par point. L'exploration peut, en principe, être faite dans un sens logique quelconque. Actuellement, presque tous les systèmes dirigent le « regard » de la cellule le long des lignes parallèles couvrant toute la surface de l'image (fig. 1). La cellule photoélectrique produit un courant qui, à chaque instant, est proportionnel à l'éclairement du point de l'image que la cellule est en train d'explorer. Les courants variables ainsi créés sont convenablement amplifiés et transformés en variations de potentiel qui, par truchement d'un câble ou d'une station de T. S. F., sont transmises à l'appareil de réception.

A la réception, les variations du potentiel

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 363.

sont reconstituées par un poste récepteur et sont appliquées à une source de lumière dont elles font varier l'éclat. Un dispositif approprié dirige la lumière ainsi modulée sur un écran qu'il éclaire point par point,

en synchronisme parfait avec le mouvement du « regard » de la cellule exploratrice de l'émetteur. Ayant parcouru l'écran, le rayon lumineux communiquera à tous ses points un éclairement exactement proportionnel à l'éclairement des points correspondants de l'image. Si l'exploration

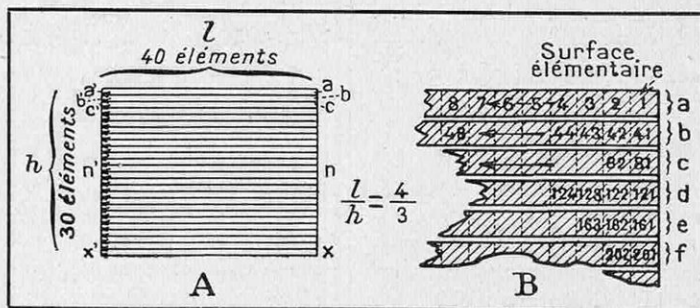


FIG. 1. — COMMENT ON EXPLORE UNE IMAGE DANS UN TRANSMETTEUR DE TÉLÉVISION

Le schéma représente l'exploration d'une image suivant trente lignes. — A, ensemble de l'image. L'exploration débute en a et se termine en x', en suivant les flèches. — B, un coin de l'image permettant de comprendre le mécanisme de l'exploration et précisant la notion de surface élémentaire. Ces surfaces élémentaires sont explorées dans l'ordre de numérotage. Dans le cas présent, le nombre total d'éléments est : $30 \times 40 = 1.200$.

est répétée à une cadence suffisamment rapide, on voit l'image se reconstituer sur l'écran, grâce à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine.

Il est évident que la netteté de la vision est d'autant plus grande que le nombre des lignes d'exploration est plus élevé. De nombreuses expériences ont montré que, pour obtenir une reproduction acceptable des images, il est nécessaire que l'exploration

ait lieu suivant 180 lignes parallèles au moins, et à une cadence de 24 explorations complètes de l'image par seconde.

La réalisation de systèmes permettant une exploration aussi fouillée rencontre un grand nombre de difficultés. Supposons qu'il s'agisse de transmettre une image rectangulaire explorée horizontalement, et ayant un rapport de côtés de 3 à 4. Admettons que le plus petit élément de l'image qu'on puisse transmettre soit un petit carré ayant la largeur de la ligne d'exploration (fig. 1 A). Le tableau ci-dessous (colonne *c* et *d*) nous indique en fonction du nombre des lignes, d'une part, le nombre des variations d'éclairement que peut rencontrer par seconde la cellule photoélectrique en explorant l'image,

aux difficultés que présente, à la réception, la modulation de la lumière à des fréquences aussi élevées. L'emploi de la lumière polarisée modulée par des cellules de Kerr ou des tubes cathodiques, permet actuellement de faire varier l'intensité de la lumière sans aucune inertie appréciable. Dans ces systèmes, la modulation est obtenue grâce à des phénomènes purement électroniques (1) ne mettant en jeu aucune pièce mécanique.

Mais si la modulation de la lumière et même la reproduction de l'image se sont complètement affranchies des systèmes mécaniques, il n'en était pas de même, jusqu'à ces derniers temps, pour les systèmes d'exploration.

Pour obliger la cellule photoélectrique à

Nombre des lignes d'exploration	Nombre des surfaces élémentaires	Nombre des variations maximum d'éclairement		Bande des fréquences exigée par la radiotransmission (en kilocycles)
		par exploration	par seconde pour 24 explorations	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
30	1.200	600	14.400	28
60	4.800	2.400	57.600	115
120	19.200	9.600	230.000	460
180	43.200	21.600	520.000	1.040
240	76.800	38.400	921.000	1.842

TABLEAU DONNANT, EN FONCTION DU NOMBRE DE LIGNES D'EXPLORATION, LES CARACTÉRISTIQUES CORRESPONDANTES DE LA RADIOTRANSMISSION

et, d'autre part, la largeur de la bande des fréquences qu'exigerait la radiotransmission de ces variations d'éclairement (colonne *e*). Notons que ces chiffres indiquent un maximum correspondant au cas où chaque surface élémentaire a un éclairement différent de sa voisine.

En examinant ce tableau, on constate donc, avant tout, que les émetteurs de T. S. F. travaillant entre 200 et 2.000 mètres ne peuvent guère être utilisés comme émetteurs pour la télévision. En effet, leur bande de fréquence étant limitée à 9 kilocycles (1), ils ne peuvent assurer cette émission d'une façon convenable dès que le nombre des lignes dépasse 30 et que la fréquence d'exploration devient supérieure à 16.

La télévision n'est réalisable qu'avec des émetteurs à ondes très courtes, non limitées par la largeur de la bande de modulation et pouvant ainsi transmettre les fréquences les plus élevées. Cette question était d'ailleurs déjà examinée dans un article précédent.

Nous ne nous arrêterons pas non plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 169.

explorer point par point l'image à transmettre, les téléviseurs durent avoir recours à des dispositifs mécaniques presque toujours très complexes.

Or, le manque d'éclairement de la cellule est le défaut principal des systèmes mécaniques. Ce défaut est particulièrement gênant lors des explorations à grand nombre de lignes, et c'est là qu'on doit voir l'origine de l'insuccès lors des transmissions de grandes scènes, avec un grand nombre de détails à transmettre.

En effet, l'action de la cellule photoélectrique sur l'amplificateur est proportionnelle, d'une part, à l'intensité de son éclairement, et, d'autre part, à la durée de cet éclairement. Si on veut reproduire une scène de plein air, on doit projeter cette dernière sur un écran et l'explorer ensuite. Même avec un objectif lumineux, l'éclairement total de l'image ainsi formée sera relativement faible. Mais, en outre, la cellule ne sera pas influencée par la totalité de cet éclairement déjà faible. Elle ne « verra », à chaque moment, qu'une petite surface élémentaire. Ainsi,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 93.

dans le cas d'exploration à 270 lignes ou à 76.000 points (obligatoire pour un plein air), elle ne sera influencée que par $1/76.000^e$ de l'éclairage total (voir le tableau). D'autre part, comme il y a 24 explorations par seconde, chaque surface élémentaire n'agit sur la cellule que pendant une durée égale à

$\frac{1}{1.824.000}$; soit à peine plus de 1 demi-millionième de seconde. Dans ces conditions, la charge que communique la cellule à la première grille de l'amplificateur est extrêmement faible, de l'ordre de la charge portée par quelques électrons.

La différence entre deux charges consécutives dues aux deux surfaces élémentaires voisines devient alors imperceptible et ne peut pas être amplifiée régulièrement par l'amplificateur.

On comprend aisément maintenant le grand intérêt que présente l'apparition d'un nouvel analyseur permettant de traduire l'image en séries d'impulsions électriques, 10.000 fois plus intenses qu'avec les systèmes ordinaires et obtenues sans aucune intervention des pièces mécaniques en mouvement. Cet analyseur, appelé *iconoscope* par son inventeur, l'ingénieur russe Zvorykine, est réalisé par une grande société américaine (*R. C. A. Victor Cy*).

L'iconoscope

L'iconoscope a approximativement la forme d'un tube cathodique, mais, à la place de l'écran fluorescent de ce dernier, il comporte une plaque métallique recouverte par un grand nombre de cellules photo-électriques miniatures disposées en mosaïque et jouant le même rôle que la rétine de

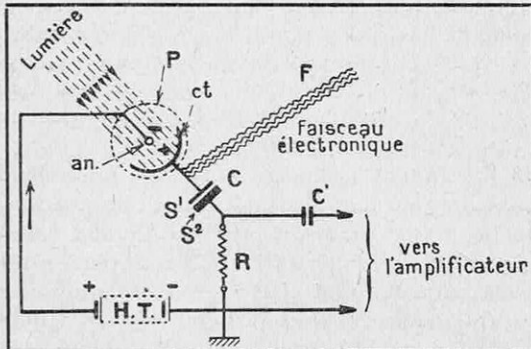


FIG. 2. — PRINCIPE DE L'ICONOSCOPE
P, cellule photoélectrique élémentaire ; ct, cathode de la cellule élémentaire ; an, anode de la cellule élémentaire ; C, capacité formée par le support de la couche active de la cellule et par la plaque support S² ; H. T., source de haute tension ; F, faisceau électronique chargé négativement.

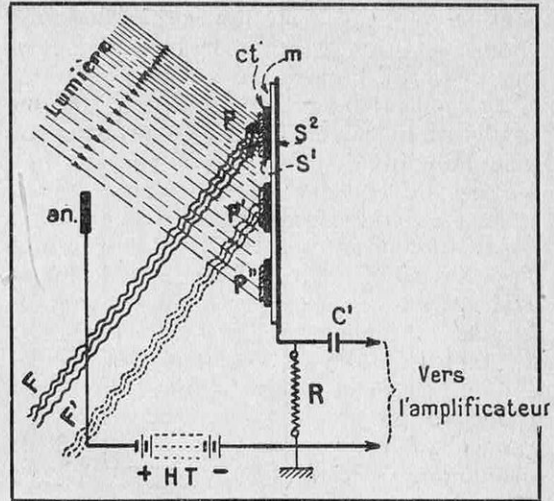


FIG. 3. — FONCTIONNEMENT DE L'ICONOSCOPE

P, P', P'', cellules élémentaires ; ct, cathodes élémentaires ; S¹, support de la cellule ; S², feuille métallique supportant les cellules ; m, feuille de mica ayant d'un côté le dépôt métallique S² et de l'autre les supports métalliques S¹, formés également par le dépôt d'une couche très mince du métal ; an, anode générale de toutes les cellules élémentaires ; F, faisceau d'électrons déchargeant les cellules lors de son passage.

notre œil. Sous l'influence de l'image projetée sur la plaque, les cellules microscopiques accumulent des charges positives proportionnelles à l'intensité et à la durée de l'éclairage. Le faisceau électronique explorant les uns après les autres tous les éléments de la plaque transforme ces charges en impulsions électriques correspondantes.

Pour mieux faire comprendre le fonctionnement de l'iconoscope, nous allons examiner son schéma simplifié réduit à une seule cellule élémentaire (fig. 2). Supposons que nous éclairons la plaque sensible de la cellule P. Sous l'influence de la lumière, les électrons négatifs vont quitter la plaque et se dirigeront vers l'électrode positive, ou anode, se trouvant à une certaine distance d'elle. Séparée du reste du circuit par un condensateur C, la plaque ne pourra pas compenser la perte des électrons négatifs et se chargera positivement. La charge positive accumulée par la plaque sera d'autant plus forte que la lumière sera plus vive et l'éclairage plus prolongé. L'armature S¹ du condensateur C réuni à la plaque aura, évidemment, le même potentiel positif que la plaque elle-même. Cette charge positive attirera d'ailleurs sur l'autre armature du condensateur S² une charge négative correspondante. Cette charge négative sera amenée

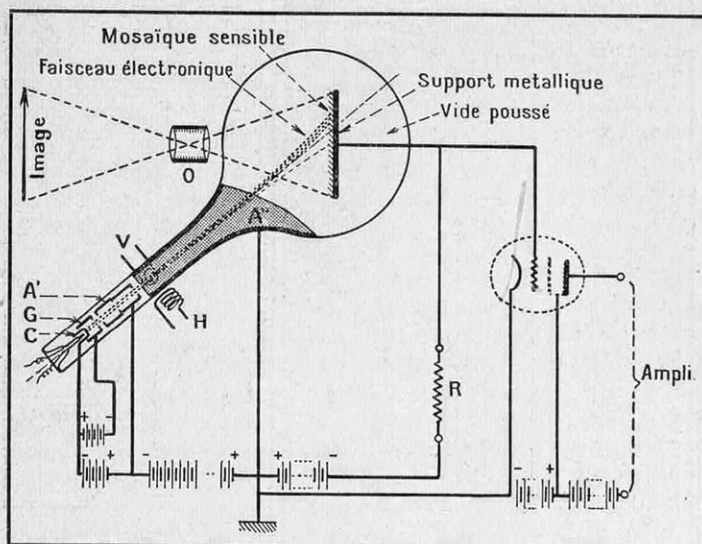


FIG. 4. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DE L'ICONOSCOPE ZVORYKINE

petit à petit par la résistance R , au fur et à mesure de la charge positive de la plaque sensible. Supposons maintenant qu'à un moment donné, un faisceau d'électrons touche la plaque de la cellule. Que se passera-t-il ? Les électrons négatifs apportés par le faisceau vont instantanément neutraliser la charge positive de la plaque de la cellule et de l'armature S^1 du condensateur C , qui lui est solidaire. L'armature opposée S^2 , ne trouvant plus devant elle une charge positive, neutralisera instantanément sa charge négative, qui s'écoulera le long de la résistance R . Ne pouvant pas s'écouler instantanément, le courant de décharge créera une chute de tension le long de la résistance R , en portant l'extrémité supérieure de R à un potentiel négatif par rapport à la masse. Ce potentiel sera d'autant plus élevé que la charge accumulée, avant la décharge, sur les armatures du condensateur aura été plus grande. La charge de la cellule étant produite par la lumière et étant proportionnelle à l'intensité de l'éclairement, on conçoit facilement que le potentiel instantané le long de R sera proportionnel, lui aussi, à l'éclairement. On voit que le faisceau cathodique, en touchant la plaque de la cellule, traduit l'intensité de son éclairement par une différence instantanée de potentiel le long de R . Cette différence de potentiel est recueillie normalement par un amplificateur approprié.

En réalité, l'iconoscope n'utilise pas une cellule unique, mais un très grand nombre de cellules semblables placées côte à côte sur une feuille de mica argentée au verso et supportée par une plaque métallique (fig. 3).

Le tout forme, comme nous l'avons dit, une véritable mosaïque sensible. Chaque cellule se compose d'une toute petite plaquette métallique adhérent d'un côté au mica et portant, de l'autre, la pellicule sensible. Le mica et la couche métallique commune jouent pour chaque cellule le rôle du condensateur C du schéma précédent.

L'anode est commune pour toutes les cellules et est formée par la couche d'argent déposée sur les parois intérieures du tube.

L'image est projetée sur la mosaïque et les cellules élémentaires se chargent proportionnellement à l'intensité de l'éclairement. Le faisceau électronique explore la mosaïque par

des lignes parallèles et décharge les cellules les unes après les autres. A chaque décharge, une impulsion électrique correspondant à l'intensité d'éclairement se trouve enregistrée par l'amplificateur. La prospection est faite par 270 lignes parallèles et sa fréquence est de 24 explorations par seconde. Le diamètre du faisceau est de 0 mm 3 environ et les dimensions de la mosaïque, de 10×13 centimètres environ.

La figure 4 donne le schéma général de l'iconoscope. A l'intérieur du tube, complètement vidé d'air, se trouve l'écran portant la mosaïque sensible. Un objectif placé en dehors du tube projette sur l'écran l'image à transmettre. La plaque métallique commune, jouant le rôle de la deuxième armature du condensateur, est reliée, par une borne extérieure, à la résistance R , puis à l'amplificateur. L'anode commune à toute la mosaïque est formée par un dépôt métallique A' , à l'intérieur du tube. Une batterie haute tension fournit le potentiel nécessaire pour le fonctionnement des cellules. Le faisceau

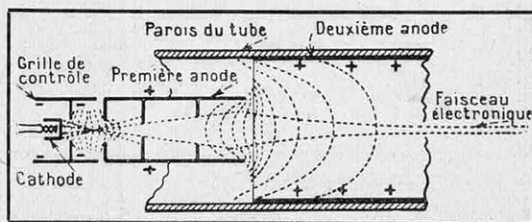


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT LE « CANON » ÉLECTRONIQUE DE L'ICONOSCOPE

Les lignes figurées en pointillé représentent les lignes du champ électrique.

électronique est envoyé vers la plaque par un dispositif appelé le « canon électronique », placé à l'extrémité d'un long tube et incliné de 30° par rapport à la plaque. Le « canon électronique » se compose d'une cathode *C*, chauffée indirectement et entourée par une grille de contrôle *G*. Cette grille est fermée de tous les côtés, mais possède une ouverture circulaire en regard de l'axe de la cathode. Les électrons sont forcés ainsi de suivre l'axe du tube et de se diriger vers la mosaïque. Quittant la grille, le faisceau pénètre dans le champ électrique formé par la première anode, constituée par un tube à cloisons multiples. Cette anode accélère le mouvement des électrons, donne au faisceau sa forme définitive et le concentre sous la forme d'un « spot » étroit sur la plaque sensible. Enfin, la surface argentée des parois intérieures du tube utilisé déjà comme anode des cellules joue également le rôle de l'anode auxiliaire du canon électronique. Les deux anodes et la grille agissent sur le faisceau électronique absolument de la même façon que les lentilles optiques agissent sur un rayon lumineux ordinaire. Normalement, le faisceau électronique suit l'axe du canon et tombe dans le coin supérieur gauche de la plaque-mosaïque. Afin de lui permettre d'explorer toute la surface de cette dernière, il est soumis, à sa sortie de la première anode,

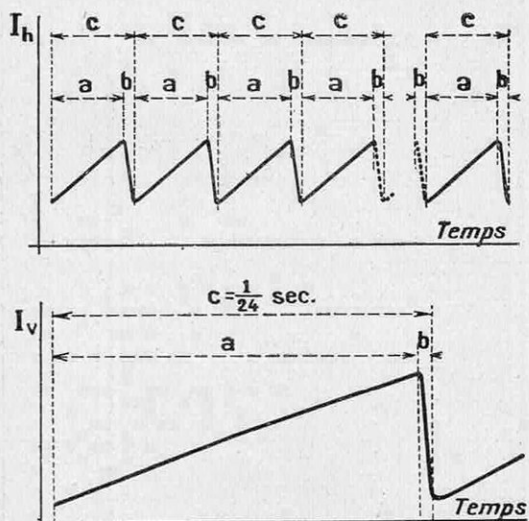


FIG. 6. — DIAGRAMME DU COURANT DES BOBINES DE BALAYAGE HORIZONTAL (EN HAUT) ET VERTICAL (EN BAS)

Sur le diagramme du haut : a, exploration de l'image par le faisceau ; b, retour rapide du faisceau vers le début de la ligne suivante ; c, durée d'une exploration horizontale. En bas : a, exploration totale de l'image ; b, retour rapide du faisceau vers le point initial de l'image (supérieur gauche).

à l'action de deux bobines de déflexion. L'une, *H*, lui fait parcourir la plaque dans le sens horizontal, de gauche à droite, et l'autre, *V*, l'abaisse progressivement,

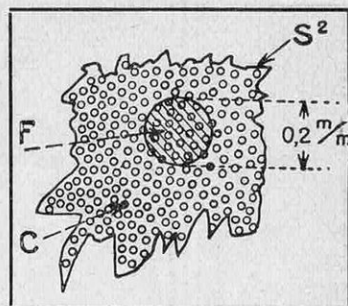


FIG. 7. — ACTION DU FAISCEAU ÉLECTRONIQUE SUR LES CELLULES ÉLÉMENTAIRES *F*, projection du faisceau sur la mosaïque ; *C*, mosaïque des cellules ; S^2 , plaque support.

La forme des courants parcourant chacune des bobines de déflexion est donnée par les courbes de la figure 6. On voit que chacun de ces courants a la forme de dents de scie. Examinons la courbe supérieure se rapportant à la bobine commandant l'exploration horizontale. Au fur et à mesure de l'augmentation du courant, le champ magnétique de la bobine *H* devient de plus en plus intense, et le faisceau se trouve déporté de plus en plus à droite (partie *a* de la courbe). Ayant amené le faisceau à l'extrémité de la ligne d'exploration, le courant revient brusquement à zéro (partie *b* de la courbe). Le faisceau passe instantanément à gauche de l'image et commence lentement une nouvelle prospection horizontale. La nouvelle ligne de prospection sera placée au-dessous de la première, car, entre le premier et le second début de prospection, le courant parcourant la bobine *a* a monté légèrement (courbe inférieure) et a forcé le faisceau de descendre juste de la largeur d'une ligne. La fréquence des oscillations parcourant la bobine *H* est égale, en principe, au nombre des lignes multiplié par le nombre des prospections, et la fréquence des oscillations parcourant la bobine *V* est simplement égale au nombre des prospections. Quand le « spot » arrive au coin inférieur droit, les deux courants s'annulent simultanément, et le faisceau saute dans le coin supérieur gauche de l'image pour commencer une nouvelle prospection. Les appareils fournissant les oscillations en « dents de scie » sont des oscillateurs à lampes étudiés spécialement et permettent le réglage facile et précis de la fréquence des oscillations, ainsi que de leurs phases respectives. Les progrès réalisés depuis quelques années dans la fabrication des lampes ont permis d'obtenir des résultats parfaits.

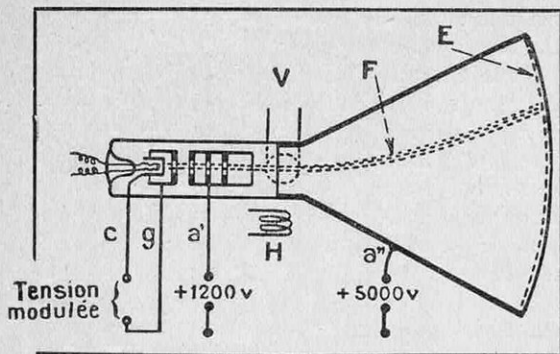


FIG. 8. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU KINOSCOPE (APPAREIL RÉCEPTEUR) QUI REPRODUIT L'IMAGE TRANSFORMÉE PAR L'ICONOSCOPE EN IMPULSIONS ÉLECTRIQUES

Avantages de l'iconoscope

Examinons maintenant les avantages de l'iconoscope. Comme on vient de voir, il ne comporte aucune pièce mécanique en mouvement. La prospection s'effectue sans intervention des disques à lentilles ou des roues à miroirs. Il permet, d'ailleurs, de rendre la finesse de l'analyse aussi grande qu'on puisse le désirer. La prospection actuelle à 270 lignes, tout en étant satisfaisante même pour les « extérieurs », est loin d'être la limite de la précision possible à l'iconoscope, car son nombre de lignes peut être augmenté sans inconvénient.

La figure 7 montre, en effet, que le « spot » électronique couvre simultanément un grand nombre de cellules élémentaires et que, par conséquent, son diamètre peut être diminué sans inconvénient. La préparation de la mosaïque ne présente pas non plus de grandes difficultés et est effectuée par l'évaporation dans le vide du métal photoélectrique. La couche métallique ainsi formée est excessivement mince et est constituée par un amas de petites gouttelettes métalliques uniformément réparties et isolées les unes des autres. La variation des dimensions moyennes des cellules ne présente aucun inconvénient. Le « spot » couvrant en même temps un grand nombre de cellules, l'efficacité photoélectrique moyenne de l'un quelconque des éléments

de surface reste pratiquement constante.

Mais l'avantage principal de l'iconoscope réside dans sa remarquable sensibilité, rendant inutile l'éclairage trop intense et rendant possible la prise des vues extérieures. Comme nous avons vu, dans les analyseurs mécaniques travaillant avec le même nombre de lignes, la cellule n'est influencée lors de l'exploration de chaque surface élémentaire que pendant le temps extrêmement court voisin de 1 demi-millionième de seconde. La charge électrique pouvant être accumulée par la cellule pendant cette fraction infinitésimale de temps est, comme nous avons vu, infime. Il n'en est pas de même pour l'iconoscope. La sensibilité de la surface photoélectrique de la mosaïque est équivalente à celle d'une cellule ordinaire. L'éclairage d'un élément de surface est évidemment analogue à celui de tout autre appareil analyseur. La vitesse de passage du « spot » explorateur sur un élément de surface est également la même. Néanmoins, la charge qui est libérée à ce passage, dans l'iconoscope, est théoriquement 76.000 fois plus forte.

Cette énorme sensibilité du nouvel analyseur s'explique d'une façon très simple. Dans l'iconoscope, la charge n'est pas produite pendant le passage du « spot », comme

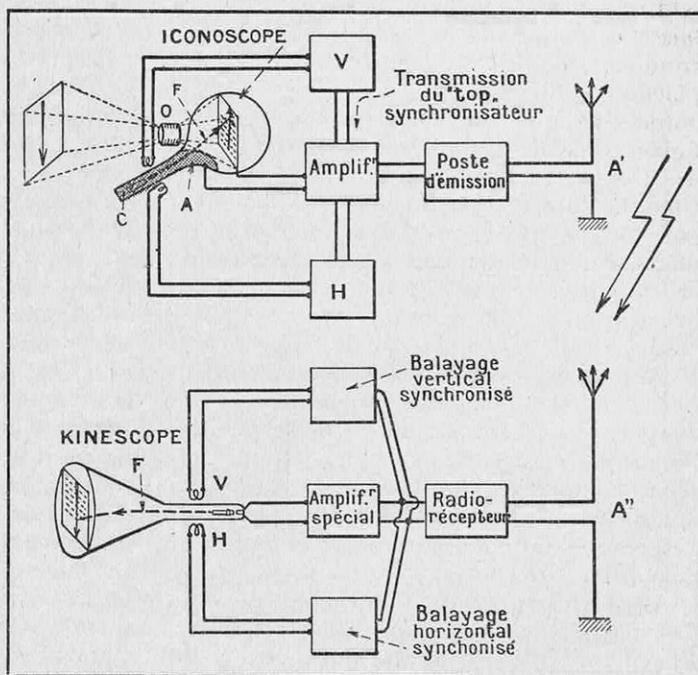


FIG. 9. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION COMPLÈTE
A l'émission (schéma supérieur), l'iconoscope est impressionné et module l'émission. A la réception (schéma inférieur), le kinoscope, attaqué par le radiorécepteur, reproduit l'image.

dans les appareils ordinaires. Elle est simplement *libérée* pendant ce passage, après avoir été *accumulée* pendant le temps — 76.000 fois plus long — que met le « spot » à parcourir les 76.000 autres éléments de la surface. Théoriquement, cette charge devrait donc être 76.000 fois plus forte. En pratique, elle est environ 10.000 fois supérieure à celle qui peut être fournie par les appareils mécaniques. La sensibilité de l'iconoscope est à peine inférieure à celle d'une camera de prises de vues cinématographiques, ce qui rend possible, comme nous l'avons dit, la télévision des scènes extérieures prises en plein jour sans aucun éclairage auxiliaire.

Le kinescope

A la réception, l'image est reproduite par un tube cathodique classique, muni d'un écran fluorescent transparent et dont le faisceau électronique se déplace en synchronisme parfait avec celui de l'iconoscope. Le tube récepteur, appelé « kinescope »

par l'inventeur, possède sensiblement le même canon électronique que l'iconoscope et les mêmes bobines de déflection verticale et horizontale (fig. 8).

L'ensemble des appareils de transmission et de réception est représenté par la figure 9.

A l'émission, on voit l'appareil de prise de vues contenant l'iconoscope, le générateur des courants de déflection, l'amplificateur et l'appareil émetteur. A la réception, on distingue le radio-récepteur, le tube cathodique, ou « kinescope », et le dispositif générateur des courants de balayage.

Afin de rendre synchrones les mouvements de balayage de l'iconoscope et du kinescope, le générateur des courants de déflection du premier est couplé avec l'émetteur qui envoie des « tops », ou impulsions de synchronisme, en même temps que l'émission principale. Ces « tops » reçus par le récepteur sont dirigés vers le générateur local, où ils

commandent les oscillations de déflection que ce dernier engendre.

Le générateur de déflection horizontale envoie un « top » à la fin de chaque ligne *A* (fig. 10). Il y a, par conséquent, 270 signaux par exploration. La synchronisation du mouvement vertical est obtenue grâce aux impulsions envoyées par le générateur « vertical ». Ces impulsions sont produites à chaque fin d'exploration, soit 24 fois par seconde (*B*, fig. 10). L'émission principale et les signaux de synchronisme modulent simultanément les oscillations du poste émetteur (*D*, fig. 10). A la réception, des

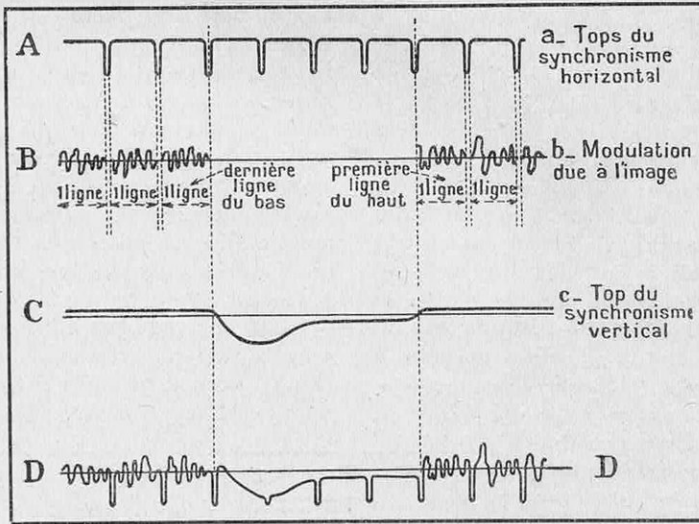


FIG. 10. — SYSTÈME DE SYNCHRONISATION VERTICALE ET HORIZONTALE DE L'ICONOSCOPE ZVORYKINE

filtres appropriés isolent les trois composantes et dirigent l'émission principale vers le kinescope et les signaux de synchronisme chacun vers le générateur correspondant.

La luminosité de l'image est suffisante pour permettre la réception même dans une pièce modérément éclairée. Les divers boutons

de réglage commandent, d'un côté, le téléviseur et, de l'autre, les organes du poste récepteur indépendants, destinés à reproduire la parole accompagnant la télévision.

L'iconoscope met à la disposition de la télévision un appareil vraiment remarquable, et les résultats obtenus semblent réellement permettre une transmission d'images comportant un très grand nombre de détails, ou même des scènes de plein air. D'ailleurs, la finesse de la reproduction, comme nous l'avons vu, peut être encore augmentée, si on le désire.

Malheureusement, l'impossibilité d'utiliser les radioémetteurs actuels à grande longueur d'onde diminue de beaucoup l'intérêt pratique de l'invention. C'est seulement avec l'installation des stations émettrices spéciales, utilisant des ondes très courtes, que la télévision entrera vraiment dans la période des réalisations pratiques.

C.-N. VINOGRADOW.

CONSTRUIRA-T-ON LE CANAL MARITIME DU SAINT-LAURENT, LA PLUS LONGUE VOIE D'EAU DU MONDE ?

Par Raymond LAGORCE

La nature, qui s'est montrée si prodigue pour l'Amérique du Nord, où se trouvent réunis le sous-sol le plus riche et le sol le plus fertile, a jalonné sur ce continent une grande voie transversale de communication dont l'œuvre des hommes pourrait aisément faire l'une des plus belles routes fluviales du monde.

En jetant les yeux sur la carte, on aperçoit, déployé en un immense demi-cercle depuis l'Océan Glacial jusqu'à l'Atlantique, un chapelet de grands lacs. La partie méridionale de cette vaste ligne d'eau, depuis le lac Supérieur en passant par le lac Michigan, le lac Huron, le lac Érié et le lac Ontario, — qui forme une ère lacustre de 133.000 kilomètres carrés, — se trouve reliée à la mer par un grand fleuve, le Saint-Laurent. Ces lacs, à l'exception du Michigan, tout en entier en territoire américain, forment, ainsi que le Saint-Laurent lui-même, la frontière entre les États-Unis d'Amérique et le Dominion du Canada.

Cette grande voie d'eau se trouvait cependant impropre à la navigation commerciale, en raison des différences parfois considérables du niveau existant entre les différents lacs qui se déversent les uns dans les autres par des bras resserrés semés de rapides et même de chutes, parmi lesquelles figurent les célèbres chutes du Niagara, d'une hauteur de 50 mètres, entre le lac Érié et le lac Ontario. L'intérêt de réduire ces obstacles naturels au trafic par voie d'eau était cependant trop considérable pour que les deux pays ne se soient point préoccupés de relier les différents lacs par des voies navigables. Et c'est ainsi qu'ont été successivement construits une série de canaux destinés à contourner les chutes et à franchir les rapides, de sorte que l'inter-communication entre les grands lacs est aujourd'hui assurée

au moins pour la batellerie de faible tirant d'eau. Au nombre de ces ouvrages, il convient notamment de citer le Welland Canal, reliant le lac Érié au lac Ontario, qui réduit l'obstacle des chutes du Niagara. Ce canal, achevé en 1920, est l'une des réalisations les plus belles et les plus modernes en matière de construction d'écluses. Nous avons décrit ici (1) l'équipement de ce canal, qui comporte notamment sept biefs dont la différence de niveau est de 14 mètres pour chacun et qui comportent d'énormes portes à vantaux en acier atteignant 25 mètres de haut.

Ces réalisations partielles — bien que fort utiles au trafic commercial, qui comporte principalement l'acheminement des céréales, du charbon et des minerais — ne sauraient apporter une solution convenable à la liaison marine des immenses et riches territoires du Canada et des États situés au nord de l'Union américaine.

Un projet grandiose, formé depuis plus d'un siècle et dont les circonstances ont toujours retardé la réalisation, comporte l'ouverture à travers le nord du continent américain, depuis le lac Supérieur jusqu'à l'embouchure du Saint-Laurent, dans l'Océan Atlantique, d'une vaste voie maritime s'étendant, sans solution de continuité, à travers tous les grands lacs. Cet immense canal, long de près de 4.000 kilomètres, aurait une profondeur suffisante pour demeurer accessible aux navires tirant 7 à 8 mètres, c'est-à-dire pratiquement à la quasi-totalité des flottes marchandes.

La construction de cette voie maritime n'offrirait que de faibles difficultés dans la partie orientale du Saint-Laurent, ce fleuve n'ayant, entre Montréal et la mer, qu'une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 329 et n° 182, page 141.

différence de niveau de quelques mètres ; la tâche serait plus malaisée à l'ouest, entre le lac Ontario et Montréal, où la dénivellation est de 70 mètres ; mais elle n'offre aucune difficulté insurmontable.

L'intérêt d'un tel projet est double : en dehors de l'immense essor qu'il donnerait au commerce et à la navigation du continent nord-américain, la réalisation du grand canal de Saint-Laurent permettrait, grâce à l'utilisation hydroélectrique des différences de niveau qui mettent présentement obstacle

qui s'attachent à une œuvre semblable, qui, de toute évidence, réduirait sensiblement, pour une partie importante du continent nord-américain, la distance à parcourir jusqu'en Europe et qui raccourcirait d'environ deux jours ce voyage, il semble qu'elle ait actuellement moins de chances d'être prise en considération qu'il y a quelques années. Le caractère international du fleuve formant la frontière entre le Canada et les Etats-Unis exigerait d'ailleurs une entente préalable entre les deux nations et une répar-



CARTE FRONTIÈRE ENTRE LE DOMINION DU CANADA ET LES ÉTATS-UNIS DE L'AMÉRIQUE DU NORD, MONTRANT LA RÉGION DES GRANDS LACS ET LE COURS DU FLEUVE SAINT-LAURENT

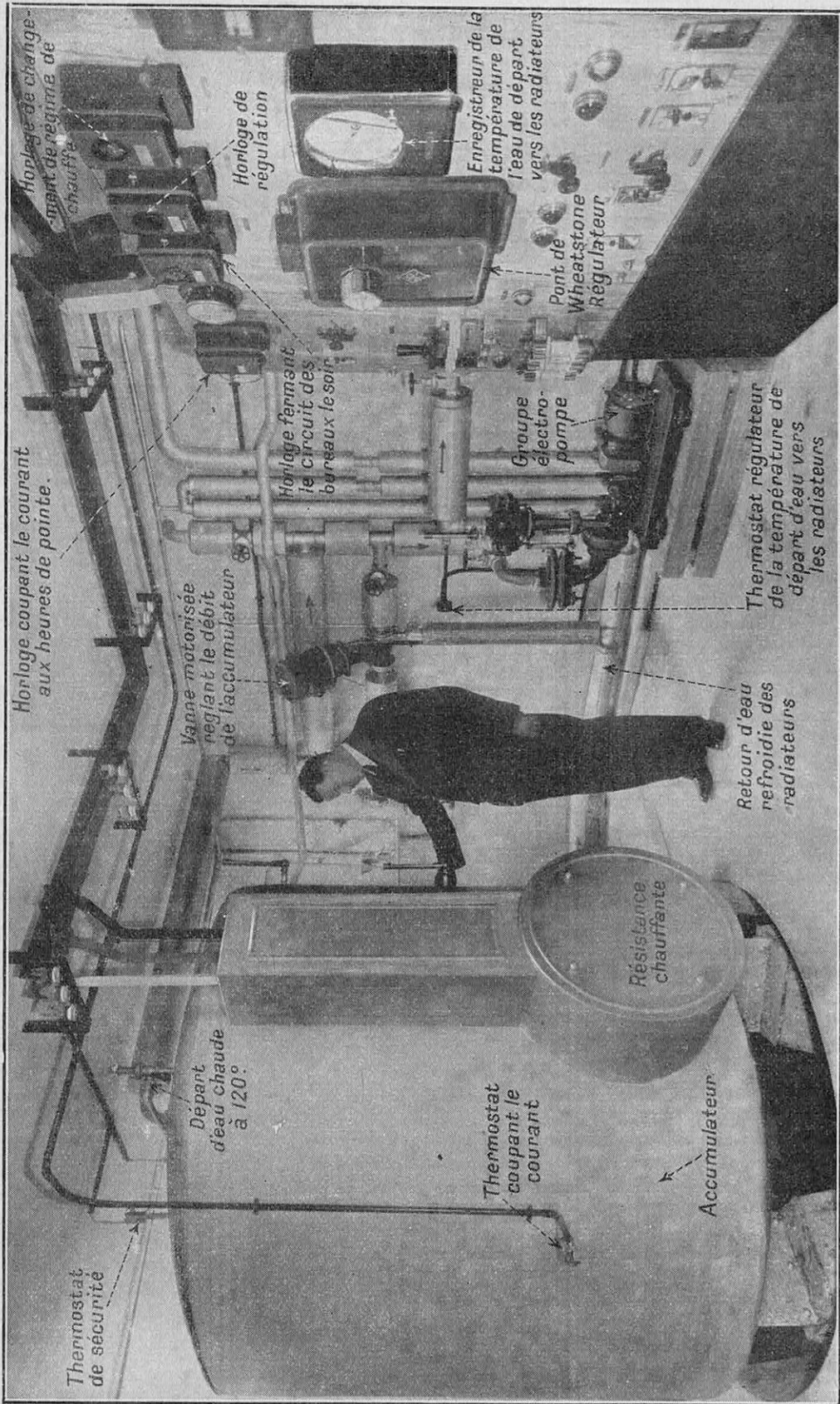
à la navigation, l'installation d'une puissance de 5 millions de ch qui serait un irrésistible stimulant pour l'industrie des deux nations riveraines. Certaines estimations tendent, du reste, à établir que le rendement financier de ces installations hydroélectriques serait susceptible de couvrir l'amortissement des frais de construction de ce gigantesque ouvrage. Mais il convient sans doute de faire des réserves sur une telle opinion, en raison de l'énormité du capital qu'il faudrait engager dans de semblables travaux. Les évaluations approximatives portent, en effet, à la somme de 840 millions de dollars-or, soit 21 milliards de francs, le coût d'établissement du canal Saint-Laurent et des installations hydroélectriques annexes.

Quels que soient les avantages théoriques

tition des frais de construction. D'autre part, la crise économique et le ralentissement général des échanges dans le monde ont sensiblement réduit le volume des exportations de céréales canadiennes et américaines comme des produits industriels des Etats-Unis. Et la dépression industrielle rend moins immédiatement pressant le développement massif de l'électrification.

Il n'en reste pas moins que ce projet grandiose — que nous avons cru devoir signaler au même titre que les autres plans modernes de travaux publics dans le monde — pourra, lorsqu'une conjoncture plus favorable lui permettra de voir le jour, contribuer puissamment au renouveau du trafic international.

RAYMOND LAGORCE.



VUE D'ENSEMBLE DE LA CHAUFFERIE D'UN CHAUFFAGE CENTRAL ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE A ACCUMULATION D'EAU CHAUDE

Le chauffage de l'eau par accumulation au moyen du courant électrique est déclenché par les horloges aux heures de nuit où ce courant est bon marché.

COMMENT LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE DU « HOME » A ÉTÉ SANS CESSÉ PERFECTIONNÉ

Par Jean LABADIÉ

La production d'énergie électrique s'accroît de jour en jour en France, comme dans la plupart des grands pays. Elle a dépassé, en 1932, — d'après les dernières statistiques connues, — le chiffre de 13 milliards 1/2 de kilowatts-heure, dont 10.250.000 ont été livrés à la consommation privée par les réseaux de distribution. D'autre part, la puissance installée s'est augmentée, depuis cette date, des importantes centrales telles que celles de Kembs (1), sur le Rhin, et de la Truyère (2), sans parler de nombreuses autres usines hydrauliques d'importance secondaire. Cette abondance d'énergie, mise ainsi à la disposition du pays au moment où la crise économique réduit sensiblement les besoins des consommateurs industriels, aussi bien que la très grande diffusion du courant, réalisée grâce à l'électrification des campagnes (au 1^{er} janvier 1933, sur les 38.004 communes du territoire métropolitain, 4.437 seulement, représentant une population de 1.643.000 habitants, ne possédaient pas encore de réseau de distribution électrique), devraient conduire à une utilisation de plus en plus étendue de l'électricité pour les usages domestiques et, notamment, pour le chauffage central des immeubles. Il n'est pas douteux, en effet, que le chauffage électrique ne soit appelé progressivement à supplanter, tant à cause des commodités qu'il comporte que du progrès économique qu'il représente, les combustibles actuellement en usage. Cette substitution progressive va être accélérée grâce aux progrès aujourd'hui acquis — mais toujours en voie de perfectionnement — dans la technique du chauffage central électrique et des différents appareils ménagers. Cet élargissement des usages de l'électricité serait, au surplus, nettement stimulé si le prix du courant pouvait être sensiblement abaissé pour l'utilisateur, de façon que l'utilisation domestique de l'énergie électrique ne soit pas aujourd'hui plus onéreuse que l'emploi des autres sources de chaleur.

L'ÉLECTRICITÉ sera quelque jour — bientôt peut-être — la seule énergie de chauffage domestique, de même qu'elle est en train de devenir, jusque dans nos campagnes, la seule énergie d'éclairage. Entre une lampe et un réchaud électriques, il n'existe d'ailleurs pas de différence de principe : le filament de l'ampoule rayonne de la lumière ; la « résistance » du réchaud également, mais c'est de la lumière obscure, infrarouge, que l'on nomme « chaleur », de son nom traditionnel.

D'ailleurs, le filament incandescent est-il lui-même autre chose qu'une « résistance » ?

Entre une lampe et un radiateur électriques, il n'y a pas d'autre différence que celle de la longueur d'onde du rayonnement fourni.

Cette considération toute simple montre bien, *à priori*, que la substitution du courant électrique aux combustibles, en matière d'éclairage, n'est que le préliminaire

de la même substitution en matière de chauffage. Nous assistons aujourd'hui à la phase de transition, qui sera plus ou moins longue, durant laquelle les combustibles se défendent encore avec succès, par les centrales de chauffage urbain s'il s'agit de combustibles inférieurs ; par les modernes installations au mazout et au gaz, s'il s'agit de combustibles supérieurs, — « nobles » pourrait-on dire, — la noblesse de l'énergie étant toujours en raison de sa fluidité. A ce compte, l'immatériel courant électrique domine bien toutes les autres formes d'énergie.

Le petit appareillage domestique et ses progrès

Nous passerons très rapidement sur le chauffage électrique des appareils domestiques d'usage intermittent, qui vont du fer à repasser aux fourneaux de la cuisine. Ces appareils sont, depuis longtemps, connus du public, au même titre que les aspirateurs de poussière et autres ventilateurs utilisant

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 67.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

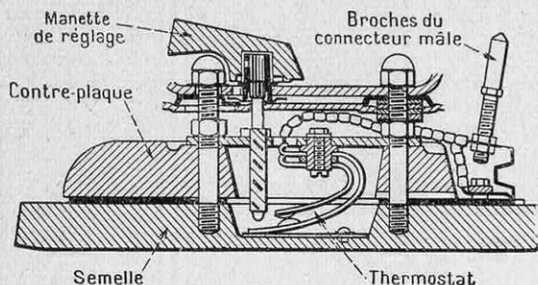


FIG. 1. — COUPE D'UN FER A REPASSER ÉLECTRIQUE « ALSTHOM », MODÈLE RÉCENT

On aperçoit ici toute l'ingéniosité du réglage automatique. Le contact est donné à la plaque chauffante par l'intermédiaire d'un thermostat dont le fonctionnement détaillé est donné plus loin. Ce thermostat vient buter une vis réglable, ce qui permet de fixer le degré de température auquel le courant doit être rompu, tandis que le thermostat est chargé de maintenir cette température uniforme.

le courant comme force motrice. Toutefois, comme c'est par eux que l'électricité aborda le chauffage, il convient de signaler leurs progrès les plus récents.

Chauffer par résistance électrique une sole de fer à repasser n'est pas un problème très difficile à résoudre en soi. Mais l'usage de cet ustensile exige que la repasseuse puisse régler à volonté la température du fer et que celle-ci demeure constante. Le fer électrique devra, par conséquent, contenir un « thermostat », c'est-à-dire un appareil capable de stabiliser la température et qui soit réglable au niveau thermométrique fixé. La figure ci-dessus montre la solution de ce double problème : deux lames incurvées, réunies à leurs extrémités par un contact, sont insérées dans le circuit de chauffage. Quand ces lames s'échauffent, leur courbure s'accroît. Quand la température atteint

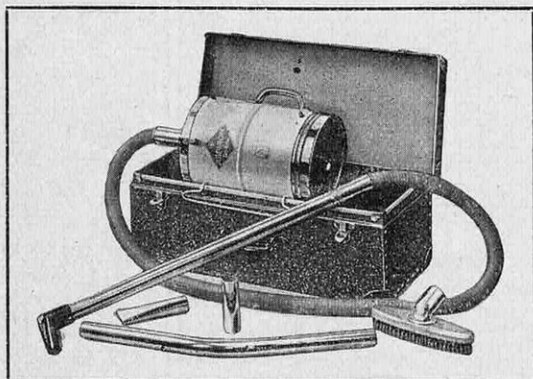
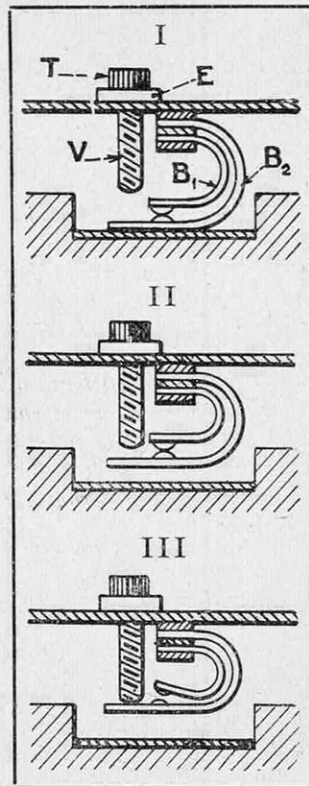


FIG. 2. — LES APPAREILS MÉNAGERS ÉLECTRIQUES : L'« ASPIRON BIJOU », A MOTEUR SUSPENDU, DÉPOUSSIÉREUR ÉLECTRIQUE MODERNE, ASPIRANT ET SOUFFLANT

un certain degré, la lame intérieure prend une courbure tellement différente de la courbure de la lame extérieure que le contact est rompu : le courant cesse de passer. L'appareil se refroidit en conséquence. La courbure des lames se remet à diminuer jusqu'à ce que le contact se rétablisse. Ainsi de suite : jamais le fer ne dépassera la température correspondant au point de rupture. D'autre part, si l'on fait intervenir une vis réglable comme

FIG. 3. — THERMOSTAT BILAME

Position I : le circuit est fermé, le courant passe par les deux lames courbes B_1 , B_2 , réunies à leurs extrémités par un plot. Position II : le passage du courant, en chauffant les éléments, accroît leur courbure. Position III : l'élément périphérique vient heurter la vis de butée, la lame intérieure continue son accroissement de courbure ; il s'ensuit une rupture de contact, le courant cesse de chauffer. Dès que l'appareil est suffisamment refroidi, les éléments reprennent leur courbure, le contact se rétablit et le cycle recommence. Ainsi la température demeure constante au degré fixé par le point de butée.



toucher le butoir. Et ceci aura lieu quand sera atteinte la courbure (donc, le degré de chaleur) correspondant au niveau fixé par la vis réglable. On a ainsi réalisé le fer à repasser automatique, le seul réellement pratique, que l'on peut oublier sur le tissu le plus fragile.

Passons à la cuisine. La plaque de chauffe d'un réchaud électrique n'est pas plus difficile à chauffer, en principe, que la sole d'un fer à repasser. Mais la cuisinière exige bien d'autres nuances : elle entend avoir à sa disposition non seulement le degré de chaleur, c'est-à-dire « l'allure » qu'elle entend donner à la cuisson, mais encore cette qua-

lité du « feu » qu'elle appelle « vif » ou « doux », et même le « coup de feu ». On ne prépare pas une grillade sur le même foyer qui sert à mijoter une daube. Le constructeur électrique a dû, par conséquent, asservir sa technique à celle du cordon bleu. Il en est résulté ces divers modèles de « feux » électriques, dont les uns travaillent « au rouge », véritables feux visibles, « feux vifs » par excellence, réalisant ce que l'ingénieur appelle un « radiateur direct » ; dont les autres, au contraire, fonctionnent à travers une plaque de fonte jouant le rôle d'accumulateur de chaleur : la plaque, chauffée à fond, donne le « coup de feu », pour retomber ensuite en régime modéré, à la chaleur douce et prolongée qu'exigent les « mijotés ». Les figures schématiques ci-jointes montrent trois des principales solutions offertes par les constructeurs actuels.

Le « four » de cuisine peut, d'ailleurs, et même *doit*, s'il veut être parfait, synthétiser en lui les deux modes de chauffage : direct, c'est-à-dire « rayonnant », dans sa voûte, et chauffant « par accumulation » dans sa sole. Entre ce plancher et ce plafond, la cuisinière trouvera l'étage qui convient à ses « soufflés », lequel n'est pas le même que celui réclamé par l'entrecôte.

Ce n'est pas sans difficultés que les techniciens sont parvenus à la création de la « résistance » électrique répondant aux néces-

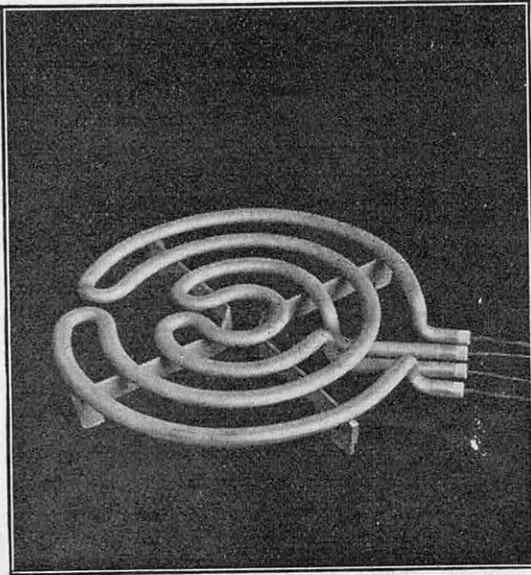


FIG. 4. - UNE PLAQUE A FEU VIF CONSTITUÉE PAR DEUX ÉLÉMENTS CHAUFFANTS « BACKER »
Dans l'élément Backer, le fil résistant est complètement isolé du blindage, extérieur et les récipients à chauffer peuvent être posés directement sur le circuit.

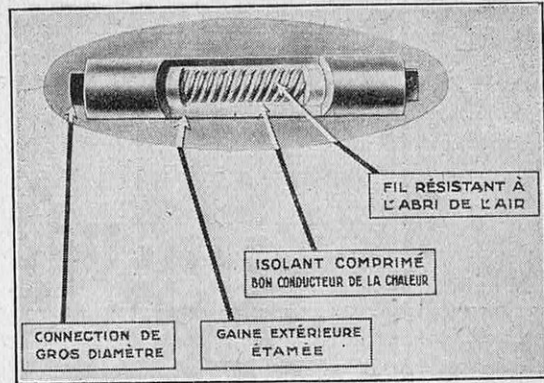


FIG. 5. - L'ÉLÉMENT DE CHAUFFAGE « CALROD »

La spirale chauffante est noyée dans un isolant comprimé (magnésie). L'ensemble est dans une gaine tubulaire. Le constructeur dispose ainsi d'une résistance chauffante dont la longueur sera uniquement déterminée par le but qu'il se propose.

sités de ces constructions. L'un de ces éléments les plus parfaits actuellement réalisés comporte, comme résistance chauffante, une spirale noyée dans un isolant au sein d'un mince tube de cuivre. On ne saurait, en effet, offrir la résistance électrique à nu, pour les usages domestiques, sans risquer, à tout bout de champ, l'électrocution de l'usager. On lui octroie donc une enveloppe métallique ; mais l'isolant électrique dans lequel elle se trouve noyée doit être un *bon conducteur thermique* : deux qualités rarement conciliées dans un même produit. La « magnésie », cependant, répond aux deux conditions requises : naturellement, elle y joint des difficultés de traitement très spéciales, n'étant pas créée pour un office aussi inattendu. On a vaincu ces difficultés.

La commodité des appareils de chauffage électrique spécialisés s'exprime par leur immense variété, qu'il est à peine besoin de rappeler : tissus chauffants dits « thermostats » ; chauffe-lit et chauffe-pieds ; réchauds de table et grille-pain ; bouilloires et samovars ; fers à friser et allume-cigares ; devant ces mêmes applications, on sent qu'il n'est presque plus rien à inventer en la matière.

Mais ce ne sont là que des appareils accessoires travaillant sur le même courant que les ampoules d'éclairage, et c'est pourquoi ils sont, jusqu'ici, considérés comme appareils de luxe. Le vrai problème électrotechnique du chauffage n'est pas là. Il se pose ainsi : l'électricité peut-elle, dès maintenant, chauffer tout un immeuble, un grand établissement tel qu'un sanatorium, un atelier, une église ?

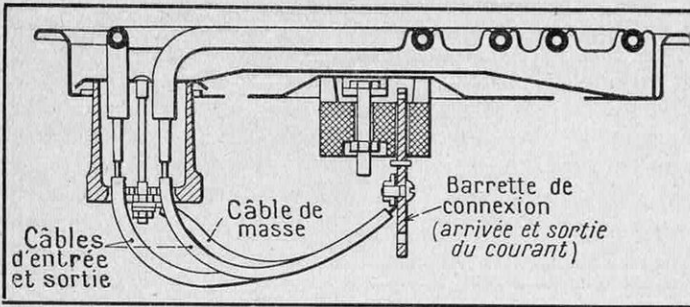


FIG. 6. — SCHEMA EN COUPE D'UN FOURNEAU ELECTRIQUE ARMÉ D'UNE SPIRE CHAUFFANTE « CALROD »

On suit facilement sur la figure les connexions du courant ; la spire chauffante rayonne directement sa chaleur au-dessus de la plaque supportant les ustensiles à chauffer.

La valeur relative du courant électrique suivant les heures du jour

La réponse est très nettement affirmative.

C'est même à partir des plus grandes installations que le chauffage électrique apparaît aujourd'hui comme le plus économique. Mais toute l'ingéniosité déployée pour atteindre ce résultat nous serait incompréhensible si nous ne prenions d'abord connaissance du problème qui la conditionne et qui, d'ailleurs, l'a suscitée : le problème des tarifs d'après la valeur marchande du courant, laquelle est relative aux heures de consommation.

En l'état actuel de la technique, l'énergie électrique ne peut s'accumuler en quantité industrielle, c'est-à-dire se stocker. Un accumulateur électrochimique, quel qu'il soit, n'a qu'un rendement de 80 %. Il nécessite, d'autre part, la transformation préalable du courant

alternatif en courant continu, transformation dont le rendement apporte une déperdition supplémentaire de 15 à 20 %. L'accumulateur électrochimique est donc un appareil de grand luxe en électrotechnique. La consommation massive de courant, en vue du chauffage, ne peut tabler sur lui. Elle ne peut donc compter que sur le courant produit au fur et à mesure de ses besoins.

A cette exigence, l'usine productrice oppose l'incapacité où elle se trouve de fournir ce courant au moment le plus « chargé » de la journée, à l'époque de plus forte consommation de l'année, qui sont, en l'état actuel, l'hiver pour la fourniture de l'éclairage et les heures de travail pour celle de la force motrice, — précisément les mo-

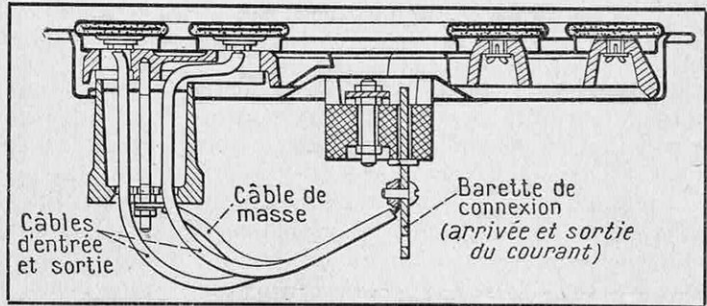


FIG. 8. — AUTRE DISPOSITIF DE FOURNEAU ELECTRIQUE

Les résistances ont pris ici la forme de lames plates fournissant une plus grande surface de chauffe que dans le cas de la figure 6.

ments et l'époque où le chauffage est requis. Par contre, l'usine est obligée de restreindre sa production tout le reste du temps. Le rapport entre l'énergie actuellement vendue et l'énergie totale que l'usine est capable de

produire en vingt-quatre heures, s'appelle le « facteur de charge » de l'usine. Il est, en moyenne, pour les usines françaises, égal à 32 %. Autrement dit, les machines sont arrêtées, ou devraient l'être, pendant les deux tiers du temps.

C'est à cette réserve de puissance des machines installées que le chauffage massif doit demander l'énergie qui lui est nécessaire. S'il y parvient, l'industrie électrique tout entière, soulagée dans ses prix de revient et ses amortissements,

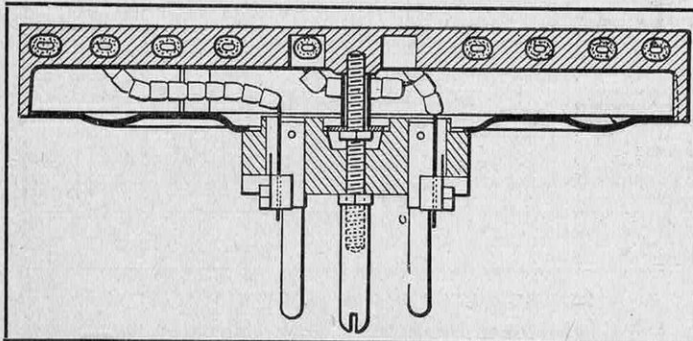


FIG. 7. — SCHEMA D'UNE PLAQUE CHAUFFANTE (EN COUPE) EQUIPEE AVEC DES ELEMENTS CHAUFFANTS « BACKER » NOYÉS DANS LA MASSE DE FONTE A CHAUFFER

rebondira : l'éclairage et la force motrice deviendront, par suite, meilleur marché. Tel est le problème : entre le chauffage, d'une part, et, d'autre part, la lumière et la force motrice, apparaissent la même relation et la même collaboration possibles qu'entre l'aveugle et le paralytique de la fable.

C'est 30 milliards de kilowatts-heure qui sont à la disposition théorique du chauffage électrique, en France, à la condition que ces 30 milliards de kilowatts-heure soient prélevés aux heures dites de « creux », sur les graphiques de la production quotidienne. Les producteurs d'électricité matérialisent leur offre en abaissant leurs tarifs en conséquence, pour la fourniture de courant correspondant à ces heures.

Le graphique (fig. 15) emprunté à M. Schereschewsky, spécialiste éminent du chauffage, donne un exemple d'un « triple tarif » horaire, avec les prix offerts suivant l'heure de consommation.

Cette répartition n'est qu'une approximation pratique, résultant de l'état actuel de l'offre et de la demande entre les secteurs

et l'ingénieur chargé du chauffage électrique. Il va sans dire que l'accroissement de la consommation le modifierait, en le variant, en l'assouplissant. Un autre spécialiste, M. Ghilardi, calcule qu'en raison de l'accroissement *actuel* de la consommation, « en dix ans, l'on pourrait arriver à chauffer électriquement 300.000 maisons de six

étages ayant chacune 20 × 10 mètres ». Il souligne cependant que ce programme suppose « l'interconnexion de toutes les centrales thermiques et hydrauliques du territoire, de manière à ce qu'il ne puisse pas y avoir excédent de

courant en un point et pénurie ailleurs ».

Ce développement du chauffage électrique serait, au surplus, nettement accéléré, pour peu que soit poursuivie la politique de diminution du prix de l'électricité, récemment inaugurée. Quoi qu'il en soit, il ne fait pas de doute que les moyens techniques présentement acquis du côté « chauffage » permettent de soutenir la concurrence du charbon, du mazout et même du gaz, *suivant les conditions d'utilisation*.

Nous voici amenés à examiner ces moyens.

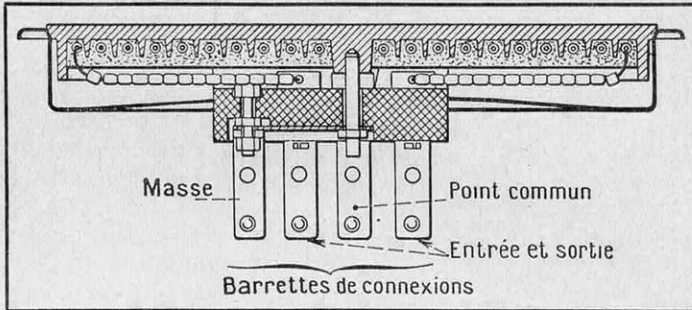


FIG. 9. — FOURNEAU ÉLECTRIQUE A PLAQUE CHAUFFANTE
Ici, la spire chauffante est noyée dans un isolant électrique, mais conducteur thermique, en contact avec une plaque de fonte qui joue, en l'espèce, le rôle d'accumulateur thermique.

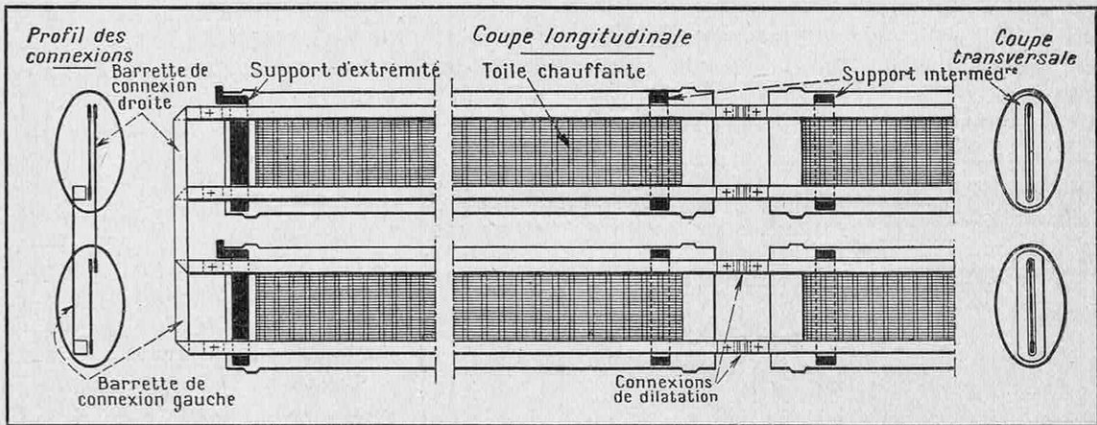


FIG. 10. — SCHÉMA EN COUPE D'UN RADIATEUR ÉLECTRIQUE A CHAUFFAGE DIRECT

Les résistances sont constituées par des toiles métalliques connectées sur des barrettes conductrices parallèles. Le montage est tel que le courant passe d'une barrette à l'autre à travers les toiles. Le détail de cette connexion est donné par le profil dessiné à gauche du schéma. Les toiles portées au rouge sont entourées par un carter protecteur de forme elliptique (dont on aperçoit la coupe à la droite de la figure), qui est le meilleur profil pour assurer une radiation uniforme.

Les nuances du chauffage électrique massif : du radiateur direct à l'accumulation

Ils s'offrent à nous comme un agrandissement des moyens déjà notés en matière de petit appareillage ; ils vont, eux aussi, du chauffage par rayonnement direct jusqu'au chauffage par « accumulation » des calories obtenues.

Mais, tandis que le petit appareillage est contraint de donner la priorité au rayonnement direct, l'effet d'accumulation se bornant au « coup de feu » déjà expliqué à propos de la plaque de fonte du fourneau de cuisine, les grandes installations de chauffage visent avant tout à l'accumulation, c'est-à-dire, puisque le stockage de l'électricité est interdit, la mise en réserve de la chaleur fabriquée durant les heures creuses de la fourniture électrique, en vue d'une distribution des calories ainsi amassées, conformément aux désirs de la clientèle.

Et, dans ces conditions, la « plaque de fonte » de la cuisinière cède la place à des blocs de matière réfractaire, à des réservoirs d'eau chaude, à des accumulateurs de vapeur.

Autant nous avons accordé d'importance au chauffage électrique direct en matière de petits appareils, autant, par conséquent, nous

lui en accorderons peu en matière de chauffage massif. S'il demeure employé, dans ce dernier cas, c'est que la commodité prime parfois toute autre considération.

Nous donnons (fig. 10) le schéma de radiateurs électriques directs, dont les résistances — à nu sous un carter protecteur — sont

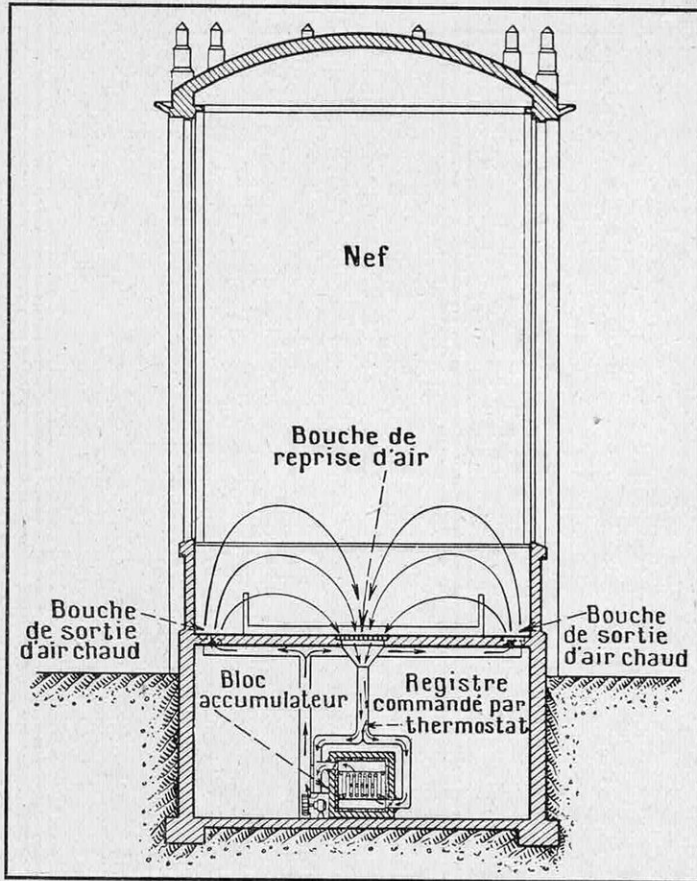


FIG. 11. — SCHÉMA DE CIRCULATION DE L'AIR CHAUFFÉ ÉLECTRIQUEMENT DANS LA NEF D'UNE ÉGLISE

L'élément chauffant et son bloc accumulateur de grande capacité sont situés dans les sous-sols. L'air chaud obtenu dans ce poêle souterrain est ventilé dans les bouches de chauffage aménagées sur le plancher de l'église. Mais un aspirateur reprend cet air sur une bouche centrale convenablement placée, fermant ainsi le circuit d'air chaud sans que celui-ci ait pu monter se perdre inutilement dans les parties hautes de la voûte.

constituées par des toiles métalliques. La surface de la résistance chauffante est, en effet, le principal facteur d'une diffusion rapide de la chaleur produite. Or, le radiateur direct n'a d'autre raison d'être que sa mise en service quasi instantanée : réchauffer, par exemple, une chambre ou un cabinet de toilette une heure avant le lever ou avant le coucher. Ces appareils consomment du courant de jour (cher) ou du courant de nuit (bon marché) au hasard de leur utilisation : les compteurs à triple tarif favorisent ainsi l'utilisateur qui se couche tard, comme le travailleur qui se lève tôt. Indifférence morale de la technique tant de fois signalée.

Dès que l'installation prend une certaine importance, l'économie commande de recourir à l'accumulation.

Encore l'accumulation comporte-t-elle des nuances. Avant d'examiner la plus parfaite de toutes, l'accumulation centrale à eau ou à vapeur, nous devons parler avec détail du chauffage par « semi-accumulation » ou,

comme on dit quelquefois, par « récupération », appliquée surtout aux petits appareils.

Les appareils à récupération

Le triple tarif nous signale que le courant le moins cher est fourni en trois tranches horaires : 1° de minuit à 7 heures ; 2° de 11 heures à 14 heures ; 3° de 18 heures à 24 heures.

Si le constructeur nous livre un radiateur électrique capable de conserver, après la coupure du courant bon marché, une chaleur suffisante pour maintenir notre pièce habitable durant trois heures, cet appareil suffit pour nous faire patienter de 7 heures à 11 heures, qui sont des heures « pleines » pour l'usine, mais « creuses » pour notre besoin de chauffage. De 14 heures à 18 heures, cet appareil sera « en déficit » d'une heure de service. Mais, entre 14 heures et 15 heures, le secteur nous consent son tarif n° 2 : nous laisserons le

courant pendant cette heure-là, et à 15 heures nous le couperons (ou plutôt notre compteur automatique le coupera pour nous), afin d'éviter le tarif n° 1. A 18 heures, quand apparaîtra de nouveau le tarif n° 3 (prix minimum), notre radiateur ne nous aura pas encore lâché. D'ailleurs, si, le matin, un peu avant 11 heures, nous sentons que l'atmosphère s'est par trop refroidie, nous remettrons un peu de courant (qui est encore du n° 2). Ainsi, par concessions mutuelles entre le secteur et nous, il nous sera possible

de nous chauffer, tout le long du jour, assez économiquement. En tout cas, de manière très pratique. A nous de voir si le léger supplément de prix que ce chauffage peut entraîner, comparativement à d'autres, est justifié par sa commodité.

Si notre installation est assez exiguë, la réponse pourra être affirmative, surtout si notre présence dans les locaux n'est pas continue et s'accorde avec les « creux » de chauffage. Sinon, il faut perfectionner le système, c'est-à-dire recourir à l'accumulation intégrale.

Tout en vous laissant juge, les constructeurs vous offrent deux sortes d'appareils à « récupération » : des radiateurs et des poêles. Les uns et les autres sont établis sur le même principe : la chaleur produite par les résistances chauffe non seulement l'atmosphère ambiante, mais encore des blocs de matière où la chaleur s'accumule et d'où elle continue de rayonner

quand les résistances cessent de fonctionner.

Les matières accumulantes dont on entoure les résistances des radiateurs sont choisies pour leur légèreté relative, ce qui limite leurs propriétés d'accumulation. Mais si l'on consent au « poêle », il devient possible d'accumuler en lui des blocs de pierre, de brique, de fonte, de les porter jusqu'à la haute température de 400° (ce qui compense la faible chaleur spécifique de ces matières), et cela sans danger d'incendie (puisque'il s'agit d'un « poêle »).

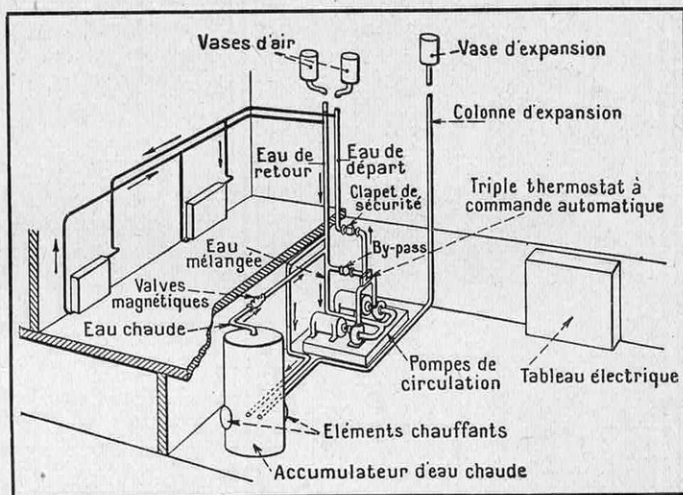


FIG. 12. — SCHEMA D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL ÉLECTRIQUE A ACCUMULATION D'EAU

La source de chaleur est un réservoir chauffé par des résistances électriques de grande capacité. La distribution aux radiateurs d'appartement ne diffère en rien de la distribution classique. L'originalité d'une telle installation consiste essentiellement dans son réglage automatique. L'eau chaude, accumulée à la plus haute température compatible avec la résistance de la chaudière (laquelle peut éventuellement devenir chaudière à vapeur), n'est pas envoyée directement aux radiateurs, mais est mélangée à la circulation générale qu'assurent des pompes spéciales ; le taux du mélange règle la température. Ce taux lui-même est réglé par un système de thermostats. Ces thermostats sont en relation, par des couples électriques, avec l'atmosphère extérieure, en sorte que la chaleur du mélange sera réglée automatiquement sur la température régnant au dehors de la maison. Un système de chronomètre, qui peut graduer non seulement la journée de vingt-quatre heures, mais la semaine, assure la coupure du chauffage au gré de l'utilisateur, soit durant la nuit (locaux inoccupés), soit du samedi au lundi (semaine anglaise). Notre grande photographie (page 420) montre la réalisation de cette installation moderne.

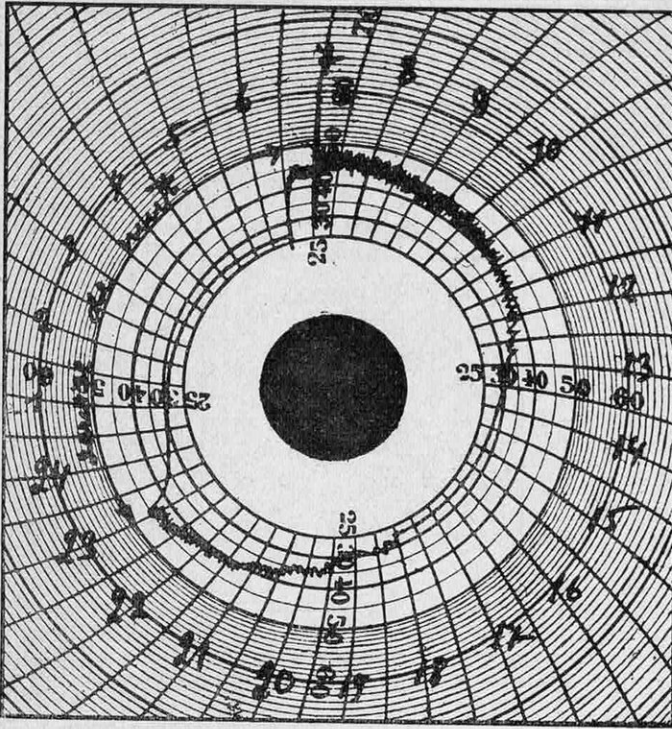


FIG. 13. — THERMOMÈTRE ENREGISTREUR PAR LE DIAGRAMME DE CHAUFFAGE DE L'INSTALLATION CENTRALE

Les écrans étant gradués sur vingt-quatre heures et la température étant mesurée par la longueur du rayon, on aperçoit les variations assignées à la température de chauffage, qui va décroissant de 7 heures du matin à midi, pour remonter de 18 heures à 23 heures, et tomber en veilleuse jusqu'au lendemain matin. Ce graphique est l'image fidèle du réglage ordonné par le thermostat.

D'autre part, le coffre massif de l'appareil permet d'établir, à travers la masse des matériaux accumulants, des canaux à ouvertures réglables, par lesquels entre l'air ambiant et d'où il ressort comme d'une « bouche de chaleur ». Bien que mal calorifugé, — en vertu de sa destination même, — le poêle électrique à canalisations d'air permet une décharge réglée. C'est son grand avantage sur le radiateur, établi sur le même principe de « récupération ».

Malgré cela, le poêle électrique à matériaux accumulants « secs » n'offre pas encore le degré d'économie exigible par une bonne ménagerie.

Aussi bien, les constructeurs ont-ils, dès maintenant, étudié un poêle dans lequel l'accumulation thermique s'effectue sur une masse d'eau. L'eau est le corps de chaleur spécifique maximum, qui emmagasine, par conséquent, le plus de calories pour une température donnée. Mais cette température ne saurait dépasser 100° dans un poêle, sous peine de le transformer en chaudière à vapeur.

L'intervention de l'eau, en tant que matière accumulante (que nous avons ainsi vue apparaître de la manière la plus rationnelle, du point de vue scientifique), nous conduit le plus logiquement du monde à l'examen du troisième mode de chauffage électrique : par accumulation centrale à grande échelle. Cette accumulation s'effectue, dans presque tous les cas, en prenant l'eau pour base.

L'accumulation centrale aérothermique

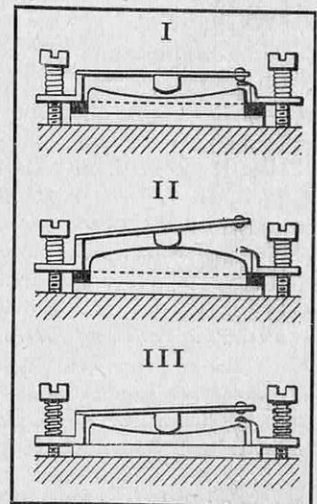
Commençons toutefois par signaler une brillante exception.

L'accumulation centrale à haute température, sur corps solide, peut et doit comporter un poêle parfaitement calorifugé (il est situé dans la cave), et comme on dispose souvent, en sous-sol, de vastes locaux, il devient possible d'établir des masses solides chauffantes dont le volume compense la faible chaleur spécifique et dont la rusticité dispense d'installer des chaudières avec canalisations coûteuses. Dans ce cas, le chauffage s'effectue par canalisation d'air chaud, avec « bouches de chaleur ». Les églises, notamment,

peuvent s'équiper, suivant cette technique, d'un chauffage central économique bien qu'électrique. Le poêle central n'est alimenté que par le courant de nuit, le meilleur marché.

FIG. 14. — THERMOSTAT D'UNE CHAUDIÈRE A ACCUMULATION ÉLECTRIQUE

Il est constitué par une capsule à membrane contenant un liquide dont la dilatation pousse le levier de contact chargé d'assurer la fermeture du courant. Les positions I, II, III montrent, sans que d'autres explications soient nécessaires, les positions de fermeture, de rupture et de remise en contact.



Dans le cas d'une église, un curieux avantage résulte de la solution élégante qu'ont apportée certains constructeurs à la circulation de l'air chauffé. Point n'est besoin que cet air aille se perdre dans les voûtes, comme s'il s'agissait de gonfler une montgolfière : des bouches de rappel, judicieusement placées et munies d'aspirateurs, peuvent le ramener au poêle central dès qu'il est passé au-dessus de la foule assemblée. Ainsi, les calories qui allaient se perdre sont ramenées au centre de chauffage et, seule, la zone basse de l'église est chauffée, comme s'il existait un plafond au-dessus de la tête des fidèles. Alors que ceux-ci baignent dans une atmosphère de $+10^{\circ}\text{C}$ et que le thermomètre accuse -5° à l'extérieur, la température n'est que de 3 ou 4 à 5 mètres de hauteur.

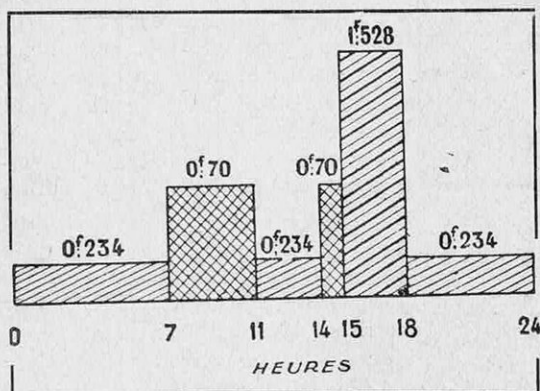


FIG. 15. — SCHEMA MONTRANT LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DU TRIPLE TARIF ÉLECTRIQUE ACTUELLEMENT EN USAGE, AVEC LES QUANTITÉS CONSOMMÉES (SURFACE EN HAUTEUR) ET LES HEURES D'UTILISATION CORRESPONDANTES

Ajoutons que le chauffage « aérothermique » ainsi conçu permet de se passer de corps accumulant : le poêle ne comporte que des résistances en forme de rubans massifs au nickel-chrome. Etant donné l'heure accoutumée des offices matinaux, leur brièveté relative, leur intermittence, la faculté, enfin, de régler automatiquement le courant de chauffage instant par instant au moyen de thermostat, le *poêle aérothermique* peut être réalisé dans toute sa pureté.

Ajoutons que la circulation aérothermique, servie par des filtres de poussière et des humidificateurs, convient particulièrement à la « climatisation ».

L'accumulation centrale à eau

Des chaudières calorifugées, plus ou moins vastes, contenant de l'eau, sont placées dans

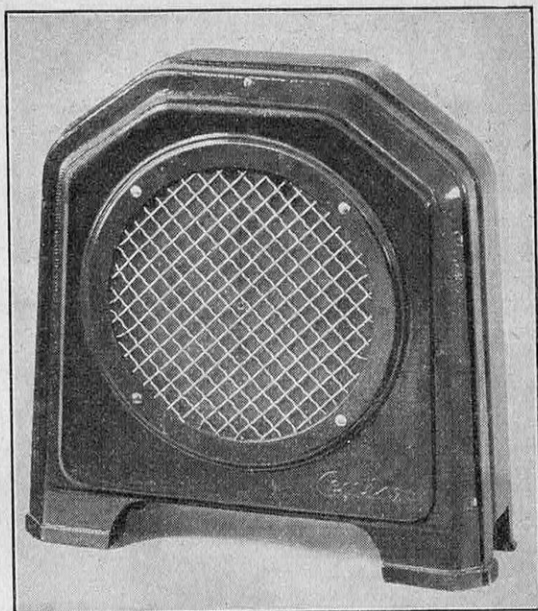


FIG. 16. — UN RADIATEUR ÉLECTRIQUE SOUFFLANT, MODÈLE « CALOR »

la chaufferie. L'eau est portée à la température la plus élevée possible, par utilisation du courant de nuit. On produit ainsi le nombre de calories nécessaires au chauffage des locaux pendant vingt-quatre heures.

La formule est simple. Son application ne l'est pas moins.

Les radiateurs d'appartement sont du modèle courant, à circulation d'eau. Leur eau de retour, refroidie au taux prévu par l'intensité du chauffage demandé, retourne à la chaufferie. Là, elle se mélange avec de l'eau très chaude fournie par l'accumulateur, et remonte aux radiateurs à 60° , 70° , 75° , suivant le désir du consommateur.

Si on le veut, l'accumulateur peut emmagasiner assez de chaleur pour vaporiser son

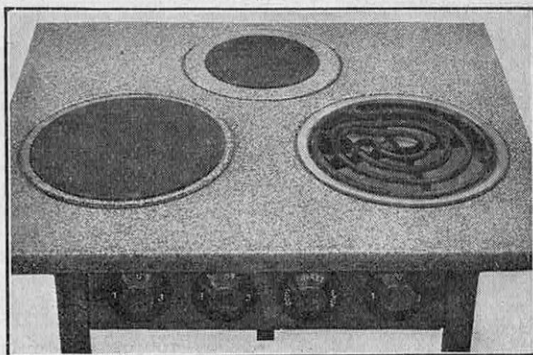


FIG. 17. — UN RÉCHAUD DIRECT A FEU VIF, MODÈLE « ALSTHOM »

eau. L'accumulateur fonctionne alors sous pression ; son volume en est réduit d'autant.

Rien, en somme, ne distingue la « chaudière électrique » des chaudières à feu du chauffage central classique, sauf, toutefois, son volume et la propreté absolue de la chaufferie. Avantages auxquels il faut ajouter la sécurité absolue de marche (puisqu'un accumulateur peut conserver ses calories intactes durant plus de huit jours et que, dans ces conditions, toute panne du secteur passe inaperçue).

Mais le principal des avantages réside dans l'automatisme d'un tel service de chauffage.

La régulation automatique

Ici, le thermostat prend une importance capitale. Un « pont de Wheatstone » touche, par une de ses branches, à l'atmosphère extérieure et, par l'autre, à celle de l'appartement portée à une température donnée : 20°, par exemple. Le « pont » ainsi établi est équilibré par des résistances convenables. Quand la température extérieure baisse, il en résulte, dans le circuit, un déséquilibre qui se traduit par le déclenchement d'un système de relais. Ceux-ci ouvrent une « vanne motorisée », qui accentue le débit d'eau chaude jusqu'à ce que la température de l'appartement remonte à 20°.

Les vannes motorisées peuvent commander la totalité de l'installation à partir de l'accumulateur, ou seulement une de ses branches. La régulation centrale, qui peut utiliser des thermostats de grande valeur, sensibles à $+ 1^{\circ}$ C, est de beaucoup préfé-

rable à une multitude de thermostats d'appartement. Le radiateur particulier se règle alors par un robinet, comme à l'ordinaire.

L'accumulation centrale permet encore un autre genre de réglage, qui s'applique *aux horaires*. Une horloge de commande ferme, par relais, les vannes ou réduit leur débit durant la nuit. Le jour, dans un établissement comportant des dortoirs, ce sont

ces dernières pièces qui sont automatiquement mises hors du circuit de chauffage. L'établissement se vide-t-il de son personnel du samedi à midi jusqu'au lundi matin ? L'horloge, qui le sait, suspend le chauffage durant ce laps de temps et le rétablit automatiquement le lundi matin, une heure avant l'arrivée du premier employé.

Avec un tel appareillage, on peut partir faire le tour du monde sans fermer le compteur. On ne risque pas de trouver, à l'arrivée, une facture d'électricité démesurément accumulée.

En résumé, le chauffage électrique par accumulation est plus économique que

tout autre s'il est massif : sa « thermie » utile revient alors à 0 fr 232 ou 0 fr 37. Par récupération, il donne la thermie utile au prix de 0 fr 42, s'il est installé en haute tension. A ce point, il concurrence encore le gaz (thermie utile : 0 fr 415).

Après quoi, il faut encore recourir au chauffage central par le mazout (0 fr 163), par le coke (0 fr 203), par l'anthracite (0 fr 224 à 0 fr 132), si l'on ne place pas la commodité au-dessus du prix de revient.

JEAN LABADIÉ.

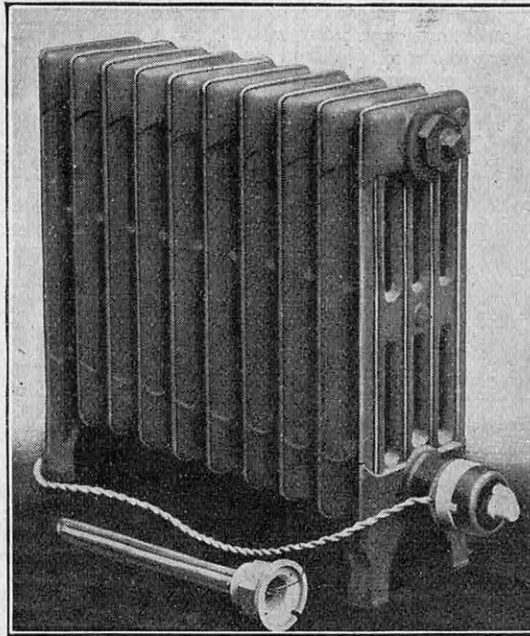


FIG. 18. - UN RADIATEUR ORDINAIRE ÉQUIPÉ AVEC UN ÉLÉMENT CHAUFFANT « BACKER »
L'élément Backer est monté dans le bouchon (posé à terre) qu'on introduit simplement dans le radiateur pour chauffer l'eau qu'il contient.

LES APPAREILS « ARTHEL » PERMETTENT D'ENSOLEILLER LES PIÈCES OBSCURES

Par Charles LEBLANC

DANS les appartements des grandes cités modernes, il y a toujours un certain nombre de pièces qui, ne voyant jamais la lumière du soleil, doivent être éclairées

artificiellement pendant la majeure partie de la journée. C'est là une situation déplorable à bien des points de vue. Sans parler des dépenses supplémentaires de courant qu'elle entraîne, il faut bien reconnaître, en effet, que la lumière électrique ne saurait remplacer la lumière solaire. Celle-ci, de par sa composition spectrale, a, on le sait, une action bactéricide et assainissante très importante qui joue un très grand rôle pour la salubrité des locaux. Les statistiques confirment, d'ailleurs, que les foyers de tuberculose sont répandus principalement dans les logements obscurs.

C'est en tablant sur ces considérations qu'un ingénieur français, M. Arthuys, reprenant la question à sa base, s'est demandé s'il n'était pas possible de trouver un moyen pratique pour ensoleiller nos habitations.

L'éclairage direct par le soleil n'est pos-

sible, nous l'avons dit au début, que dans très peu de cas dans les grandes villes ; la lumière solaire ne peut, en effet, pénétrer que par les fenêtres situées au sud, et, d'autre

part, la hauteur des immeubles et l'étroitesse des rues font que les étages inférieurs des maisons sont masqués, la plupart du temps, par les immeubles placés en face d'eux. Puisque, ainsi donc, les rayons lumineux ne peuvent pénétrer *directement* dans nos habitations, il s'agit de les y faire pénétrer par une voie détournée. C'est au moyen d'un système de miroirs, captant la lumière solaire là où elle est accessible et la dirigeant ensuite, au moyen de réflexions successives, vers les locaux obscurs, que M. Arthuys est arrivé à résoudre

le problème, dans les différents cas qui peuvent se présenter en pratique.

Les héliostats « Arthel »

Une difficulté se présente dès l'abord. Le soleil se déplaçant suivant son mouvement diurne et sa trajectoire sous la voûte

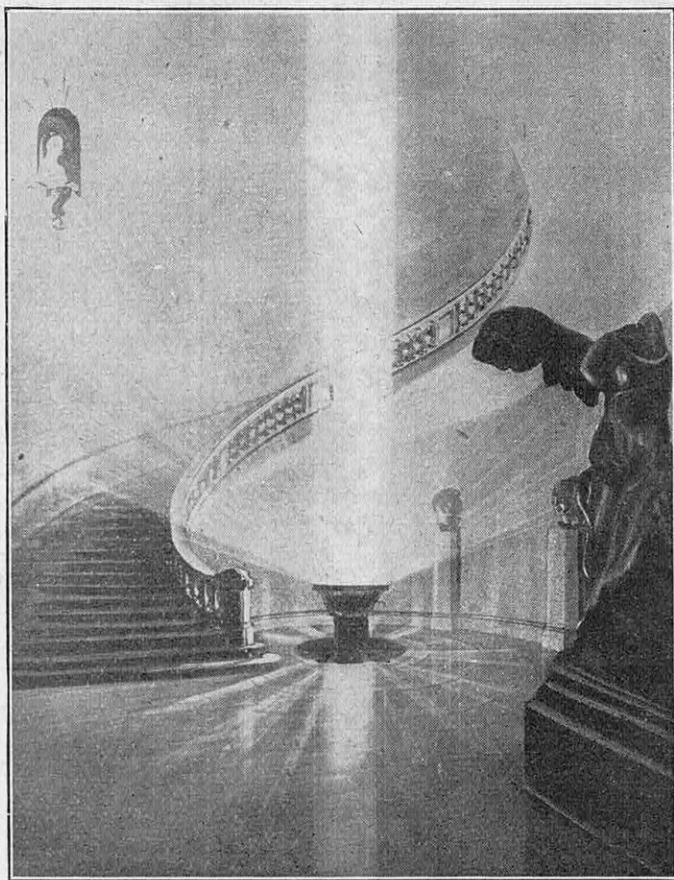


FIG. 1. — LA « COLONNE DE SOLEIL » QUI ILLUMINE LE MUSÉE EN SOUS-SOL D'ATHÈNES

Le flux lumineux, provenant de l'appareil « Arthel », tombe verticalement sur une coupe formant diffuseur qui illumine la salle.

céleste variant en outre, au cours de l'année, il est nécessaire que le miroir qui captera ses rayons puisse le suivre dans son mouvement, de telle manière que la lumière captée soit réfléchié toujours dans la même direction : celle qui conduit aux divers locaux à illuminer.

Deux dispositifs, de principe différent d'ailleurs, ont été réalisés par M. Arthuys et son collaborateur, M. Bayle, de l'Institut d'Optique de Paris, pour obtenir ce résultat.

au contraire vers le bas et qui, à son tour, transmet l'énergie lumineuse aux différentes salles à éclairer.

Pour simplifier le mouvement à donner au miroir mobile, la direction de ses rayons réfléchis, c'est-à-dire la direction de la ligne droite joignant son centre au miroir fixe de renvoi, a été choisie parallèle à l'axe de rotation de la terre.

Il suffit alors de faire pivoter le miroir autour d'un axe parallèle à la même direc-

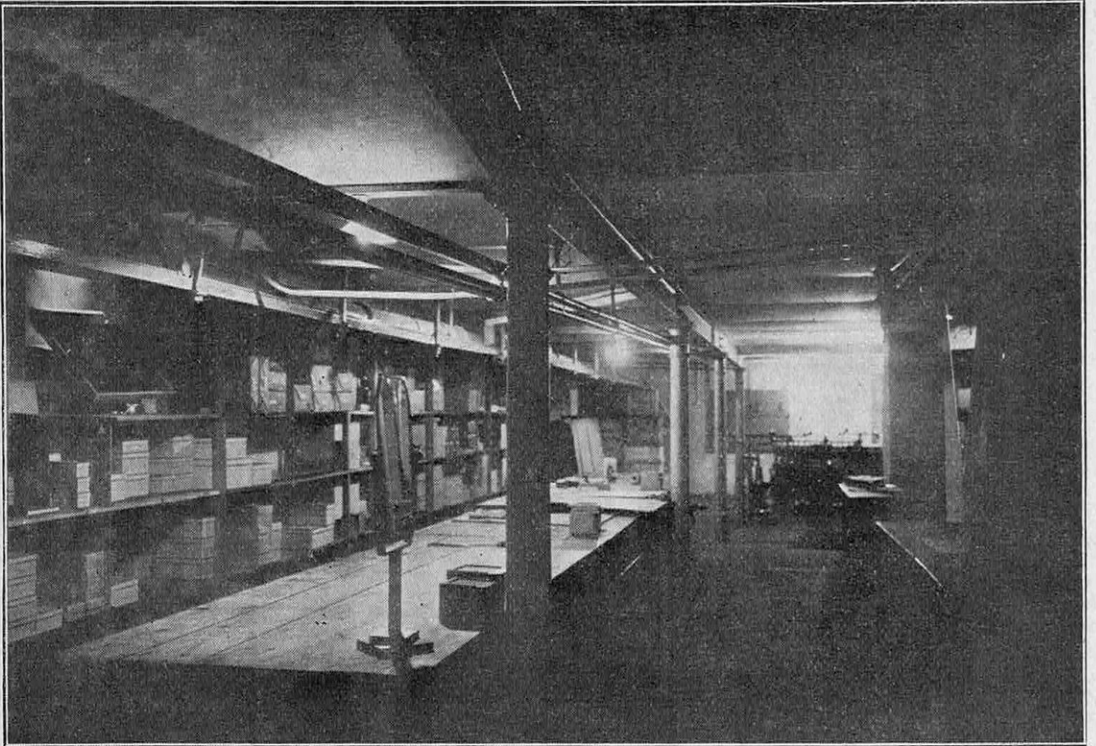


FIG. 2. — MAGASIN EN SOUS-SOL ÉCLAIRÉ A L'ÉLECTRICITÉ

L'intensité lumineuse est de 20 lux. Cette photographie a été prise avec un temps de pose de 15 minutes.

Le premier, applicable aux installations importantes, est utilisé depuis plusieurs années déjà. Le second, d'une mise au point récente, permet de réaliser des installations peu coûteuses, applicables, par conséquent, à tous les immeubles comportant des locaux obscurs.

Le grand appareil « Arthel »

Le miroir mobile de cet appareil a une capacité utile de 4 mètres carrés. Nous verrons tout à l'heure à quelle « puissance » d'éclairage cela correspond. On le place sur le toit des immeubles à illuminer, tourné vers le ciel de manière à réfléchir les rayons solaires sur un second miroir fixe, tourné

tion pour pouvoir suivre le soleil dans son mouvement diurne. C'est le principe des sidérostats utilisés dans les observatoires.

Mais comme, par ailleurs, la déclinaison (1) du soleil varie avec les saisons, il est nécessaire que l'inclinaison du miroir sur son axe de pivotement (que nous appellerons axe de pivotement principal) puisse varier d'une manière correspondante. A cet effet, le miroir est porté non pas directement par l'axe de pivotement principal, mais par l'intermédiaire d'un axe de pivotement secondaire

(1) Rappelons que la déclinaison d'un astre est le complément de l'angle formé par la droite qui joint l'œil de l'observateur à cet astre et l'axe de rotation de la Terre.

perpendiculaire au premier. Les mouvements de rotation de ces deux axes de pivotement sont obtenus au moyen d'un petit moteur électrique dont la puissance ne dépasse pas un sixième de cheval, et d'un système de transmission assez complexe, dont nous ne pouvons faire la description ici.

L'ensemble est complété par un dispositif de mise en direction automatique du miroir, qui constitue une des plus remarquables

sités de visée automatique du miroir à un double effet :

1° Il arrête la rotation de l'appareil dès que le soleil n'est plus visible, c'est-à-dire dès qu'il se couche ou dès qu'il est caché par les nuages ;

2° Il se remet en marche dès que le soleil luit à nouveau et ramène alors automatiquement le miroir en position correcte.

Voici comment fonctionne ce dispositif,

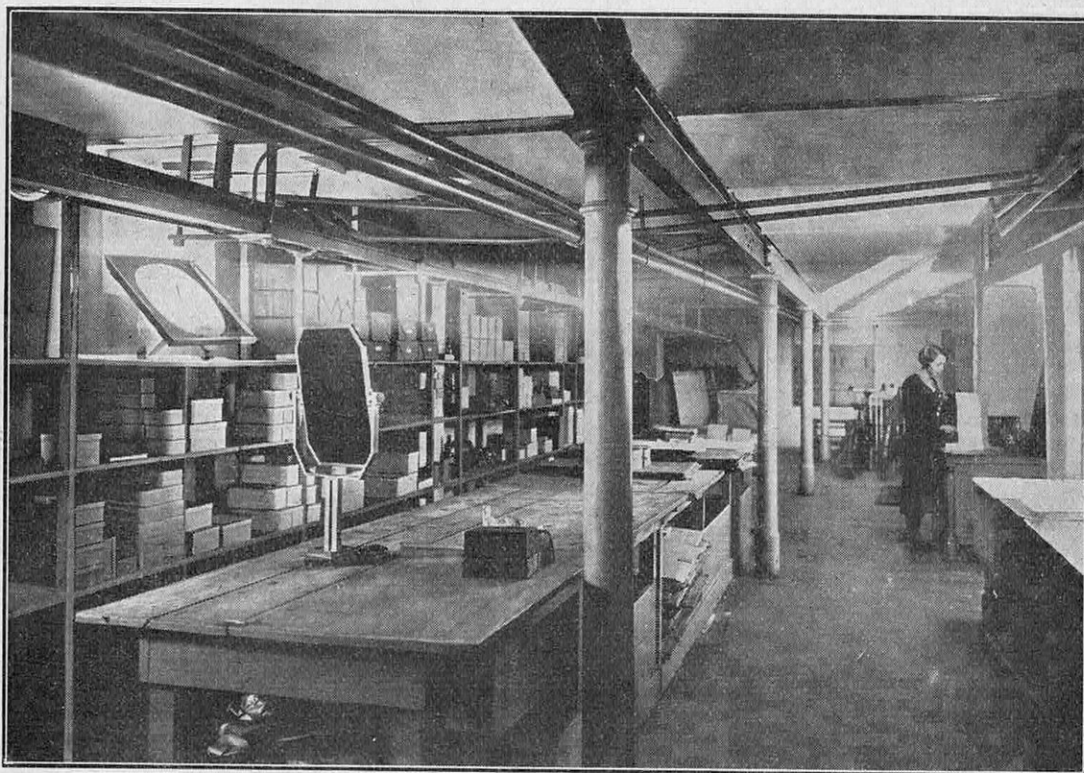


FIG. 3. — LE MÊME MAGASIN EN SOUS-SOL AVEC ÉCLAIRAGE « ARTHEL »

L'intensité lumineuse est de 150 lux. La photographie a été prise avec un temps de pose de 20 secondes, c'est-à-dire 45 fois moindre que la précédente et en diaphragmant davantage (22 au lieu de 16).

caractéristiques de l'héliostat « Arthel ».

Si, en effet, on se contentait de régler une fois pour toutes le mouvement du moteur de manière à suivre le soleil toute l'année dans ses évolutions, on se heurterait aux inconvénients suivants :

1° L'appareil, si parfaitement qu'il soit mis au point, risquerait de se dérégler et, par suite, de ne plus renvoyer les rayons solaires exactement sur le miroir fixe de renvoi ;

2° Il faudrait que ce miroir continuât à pivoter pendant la nuit et pendant les heures sans soleil, ce qui entraînerait une consommation de courant tout à fait inutile.

Pour obvier à ces inconvénients, le dispo-

qui est mis en marche par le soleil lui-même.

Sur le chemin optique allant du miroir mobile au miroir fixe est disposé un tube qui capte une partie des rayons réfléchis. À l'intérieur de ce tube est placée une lentille qui donne du soleil une image se projetant sur un miroir métallique parabolique sur lequel se trouvent fixés trois contacteurs à mercure, constituant en fait trois gros thermomètres très sensibles.

Supposons le miroir mobile arrêté. Le soleil se déplaçant dans le ciel, son image se déplacera d'une mesure correspondante sur le miroir métallique. Lorsque cette image sera sur le point de quitter le plateau, elle viendra toucher un des contacteurs qui,

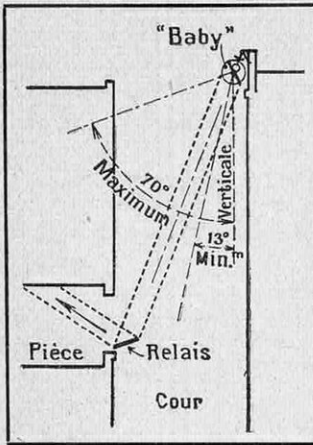


FIG. 4. — L'APPAREIL « ARTHEL-BABY » PEUT ÊTRE MONTÉ DIRIGÉ VERS LE HAUT OU VERS LE BAS

Exemple d'installation d'un appareil sur un toit sans emploi d'un miroir de relais.

Le démarrage, le matin et après le passage d'un nuage, se fait au moyen d'un contacteur spécial, qui est impressionné dès qu'apparaît le soleil. Ainsi, le miroir s'étant arrêté le soir face à l'ouest, dès le lever du soleil, se met à pivoter rapidement pour reprendre sa position face à l'est. La suite des opérations indiquées ci-dessus reprend jusqu'au coucher du soleil.

L'utilisation de l'appareil « Arthel »

Le miroir « capteur » a, nous l'avons dit, une superficie utile de 4 mètres carrés. Le flux lumineux qui en résulte, et qui est transmis par le miroir fixe à l'intérieur de l'immeuble à illuminer, est par la suite partagé, au moyen d'un ensemble approprié de petits miroirs de renvois, en plusieurs flux lumineux moins importants qui, projetés sur des plafonds ou sur des surfaces diffusantes donnent un éclairage indirect intense.

A l'aide d'un seul appareil « Arthel », on peut ainsi ensoleiller 500 à 750 mètres carrés de plafond. On peut même aller jusqu'à 1.000 mètres carrés dans les pays où l'atmosphère est suffisamment claire.

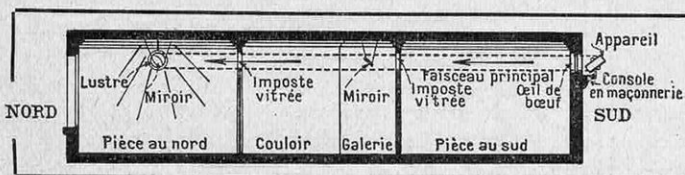


FIG. 5. — INSTALLATION D'UN APPAREIL « ARTHEL-BABY » AVEC ÉCLAIRAGE PAR UNE FENÊTRE

sous l'effet de la chaleur, réagit immédiatement. Le mercure montant instantanément actionne le moteur, qui fait tourner le miroir de manière à ramener l'image solaire au centre de la plaque. Le contacteur coupe alors automatiquement le courant et la glace s'arrête. Le soleil continuant sa course, la même opération recommence.

Le démarrage, le matin et après

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, l'appareil « Arthel » est aussi intéressant dans les pays chauds et ensoleillés que dans les pays tempérés.

Par suite de cette distribution rationnelle des rayons solaires, en effet, la chaleur du soleil n'est plus à craindre. Ce qui élève la température, c'est la concentration des rayons solaires. Si nous envoyons, par exemple, 4 mètres carrés de soleil sur 4 mètres carrés de surface, la chaleur sera intense (suivant régions et saisons). Or, c'est l'ensoleillement actuel : en été, une fenêtre laisse passer, par exemple, 4 mètres carrés de soleil pour ensoleiller une pièce de 16 mètres carrés : la température devient insupportable et on ferme les volets.

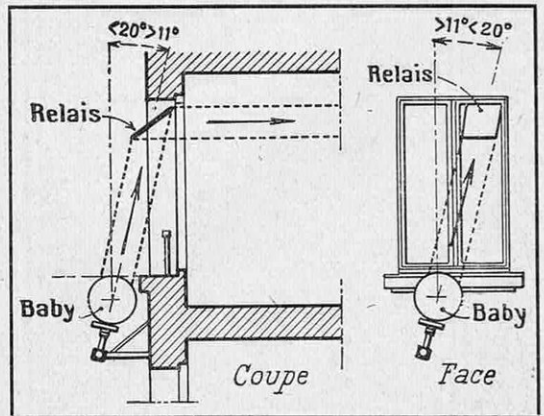


FIG. 6. — INSTALLATION D'UN APPAREIL « ARTHEL-BABY » AU-DESSOUS D'UNE FENÊTRE

L'appareil « Arthel » répartit, comme nous venons de le dire, ce même flux lumineux sur 500 à 1.000 mètres carrés de plafond ; l'échauffement est réduit en proportion.

D'autre part, la lumière ainsi distribuée et diffusée sur les plafonds n'incommodera pas les personnes ; elle est à la fois puissante et douce, sans aucun éblouissement.

Un dispositif spécial permet d'éteindre automatiquement la lumière électrique dès que le soleil paraît et de la rallumer dès qu'il disparaît. Chaque fois que le soleil brille au dehors, la lumière artificielle devient donc inutile : on pourra ainsi réaliser des économies d'électricité allant de 35 à 90 %, suivant les latitudes.

L'appareil « Arthel-Baby »

A côté du grand appareil « Arthel », que nous venons de décrire et qui permet d'illuminer des immeubles entiers, des salles de réception, des musées

(le nouveau musée souterrain d'Athènes doit comporter un éclairage de ce genre, qui permet une meilleure mise en valeur des œuvres d'art), M. Arthuys vient de mettre au point, comme nous l'avons signalé, un petit appareil, l'« Arthel-Baby », dont la puissance est bien moindre et dont le mécanisme est différent, mais qui possède les mêmes qualités que son devancier.

Comment fonctionne l'« Arthel-Baby »

Le petit appareil, comme le grand, est entièrement automatique. Comme pour le grand, c'est le soleil lui-même qui règle les mouvements du miroir mobile, mais l'impulsion est donnée non plus par un moteur électrique, mais par un ressort, remonté automatiquement par un électroaimant.

Ce sont les rayons incidents — et non plus réfléchis — du soleil qui sont utilisés pour gouverner l'appareil ; d'autre part, il n'est pas nécessairement monté équatorialement : son axe principal peut être orienté, une fois pour toutes, dans la direction où on désire avoir le soleil réfléchi. Il peut être installé la tête en haut ou la tête en bas. Le double mouvement correspondant aux mouvements horaires et saisonniers du soleil est réglé par des « bilames » (1), dont la forme se modifie par l'échauffement et qui viennent arrêter ou libérer l'impulsion reçue du ressort. En somme, le dispositif de suite du soleil est constitué par un ensemble de freins, très légers, arrêtant ou ralentissant, ou libérant la vitesse du miroir mobile qui se déplace autour de deux axes perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.

Le mouvement autour de l'axe principal (mouvement primaire) est déclenché par un jeu de six bilames, disposées trois par trois à chaque extrémité de l'appareil, de manière que, quelle que soit la position du soleil dans le ciel, deux bila-

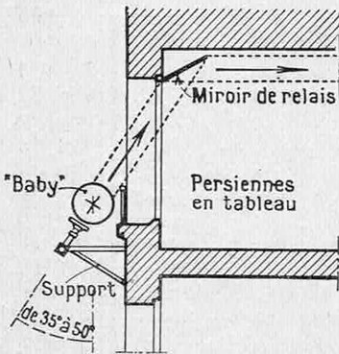


FIG. 7. — SCHEMA D'INSTALLATION D'UN « ARTHHEL-BABY » DANS LE CAS OU L'ON PEUT PLACER LE MIROIR DE RELAIS DANS LA PIÈCE, QUELLE QUE SOIT L'ORIENTATION DE LA FENÊTRE AU SOLEIL

(1) Les bilames, comme leur nom l'indique, sont des lames doubles formées de deux métaux accolés, ayant des coefficients de dilatation différents.

mes puissent toujours entrer en action. Ce mouvement, qui permet à l'appareil de retrouver la position correcte, est arrêté, le moment voulu, par une bilame d'arrêt, commandée par un prisme.

Le mouvement autour de l'axe secondaire (mouvement secondaire) est double : il permet le balancement du miroir autour de l'axe secondaire, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant les nécessités. Il comporte une bilame de déclenchement et une bilame d'arrêt pour chaque sens, les bilames d'arrêt

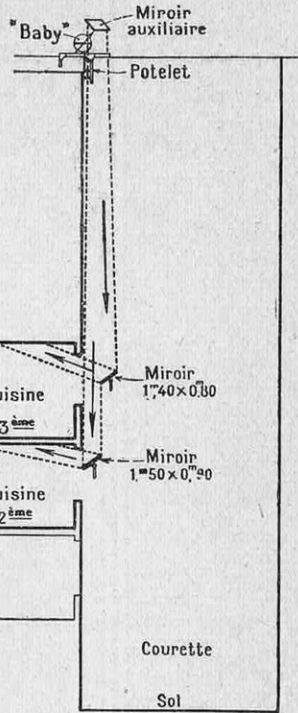


FIG. 8. — SCHEMA D'INSTALLATION D'UN « ARTHHEL-BABY » SUR UN TOIT, AVEC MIROIR DE RELAIS POUR L'ÉCLAIRAGE DE PIÈCES DONNANT SUR UNE COUR étant commandées également par des prismes, suivant le principe indiqué plus haut.

Les utilisations de l'« Arthel-Baby »

L'« Arthel-Baby », dont le prix de revient est relativement modique, pourra être utilisé d'une façon courante pour l'éclairage des appartements particuliers. Malgré ses petites dimensions, il peut transmettre, en effet, un flux de 1.000 bougies. L'économie d'éclairage électrique qu'il permet de réaliser amortit très rapidement le prix de l'appareil. Les figures ci-jointes montrent ses diverses possibilités d'emploi.

Un seul de ces appareils permet d'éclairer une, deux ou trois pièces.

Etant donné le nombre encore trop considérable des pièces obscures ou mal éclairées qui existent dans les grandes villes, et notamment à Paris, on mesure tout l'intérêt de cet appareillage nouveau et relativement simple à installer. Désormais, tous les locaux commerciaux, industriels ou domestiques pourront bénéficier de la lumière du jour. Il y a là, incontestablement, un progrès très appréciable qui méritait d'être signalé.

CHARLES LEBLANC.

LE CHANGEUR-PAYEUR « POLYPIÈCE »

LE changeur-payeur *Polypiece* est un appareil qui permet de faire automatiquement l'appoint et de rendre la monnaie sur toutes les sommes. On conçoit l'utilité que présente une telle machine dans tous les commerces qui font l'objet de très nombreuses et petites transactions, et notamment dans tous les commerces d'alimentation, dans les grands magasins, les administrations publiques ou privées, etc.

L'expérience démontre, en effet, que le volume des affaires, notamment à certaines heures de la journée, est fonction de la rapidité avec laquelle les clients peuvent être servis. Or, nul n'ignore que les opérations fastidieuses de remise de la monnaie sont l'objet de perte de temps, aussi bien pour les commerçants que pour la clientèle.

En supprimant les manipulations de pièces de monnaie, le changeur-payeur *Polypiece* présente une rapidité et une hygiène incontestables, du fait que, dans la plus grande partie des cas, le caissier doit rechercher et rendre plusieurs pièces de monnaie en appoint sur une seule pièce, de valeur supérieure, qui lui est remise.

Le changeur-payeur *Polypiece* emprunte, comme on le verra sur la figure 1, l'aspect extérieur d'une sorte de caisse enregistreuse. Il est constitué essentiellement par une caisse contenant neuf tubes verticaux dans lesquels sont empilées des pièces de monnaie, chacune d'une valeur différente, suivant les tubes.

A l'avant de la machine se trouve un clavier (voir fig. 1) portant plusieurs séries de touches, chacune de couleur différente. Ces séries de touches permettent de rendre

la monnaie sur une somme déterminée : la première série de quatre touches, en partant de la gauche, sert à faire l'appoint sur 25 centimes ; d'autres séries de touches permettent de rendre la monnaie sur 50 centimes, 75 centimes et 1 franc.

Ainsi, s'il s'agit d'un achat de 20 centimes à payer sur 1 franc, il suffit d'appuyer sur la touche 20 et la machine rend automatiquement 80 centimes, composés d'une pièce

de 50 centimes, une pièce de 25 centimes et une pièce de 5 centimes.

Enfin, les deux dernières rangées de touches sur la droite permettent de payer le nombre de francs marqué sur chacune d'elles : pour payer 3 francs, il suffit d'appuyer sur la touche 3, la machine donnant ensemble une pièce de 2 francs et une pièce de 1 franc.

Comme on le voit, le maniement de cette caisse à monnaie est des plus aisés.

Supposons, par exemple,

qu'il s'agisse d'un achat de 1 fr 55 sur 5 francs. Il suffit d'appuyer sur la touche 55 (rangée de touches de l'appoint sur 1 franc) pour que la machine compose l'appoint en centimes sur le franc supérieur et d'appuyer simultanément sur l'une des touches situées à droite de la machine pour que celle-ci complète l'appoint en francs. La machine composera et rejettera automatiquement la somme de 3 fr 45.

On procéderait de la même façon, en appuyant simultanément sur les touches nécessaires, pour rendre la monnaie sur 10 francs, 20 francs, 50 francs, etc.

Les pièces libérées des tubes par la manœuvre des touches sont dirigées, par un couloir de chute situé dans un côté de la



FIG. 1. — LE CLAVIER DU CHANGEUR-PAYEUR « POLYPIÈCE » VU DE FACE

Les touches noires de gauche correspondent à l'appoint sur 50 centimes ; les touches blanches qui suivent, à celui sur 75 centimes ; la rangée noire qui suit, à l'appoint sur 1 franc ; à droite, les touches permettant de payer le nombre de francs marqué sur chacune d'elles (de 1 à 50 francs).

machine, dans une sébile de forme extrêmement pratique, dans laquelle la monnaie rejetée peut être aisément ramassée par la clientèle.

Le changeur-payeur *Polypièce* est, du reste, construit de telle façon qu'il assure une sécurité parfaite en supprimant les possibilités d'erreurs : en effet, un mécanisme de sécurité d'éjection assure la régularité absolue de la descente des pièces dans les divers tubes où elles se trouvent placées.

D'autre part, un système disposé à la base de ces tubes à pièces ne laisse qu'un passage rigoureusement déterminé pour le nombre de pièces à rejeter simultanément hors du tube. Ce nombre correspond à la frappe d'une touche déterminée du clavier.

Le changeur-payeur *Polypièce* peut être enfin muni de plusieurs sorties distinctes de monnaie, à chacune desquelles les mécanismes peu-

vent distribuer de la monnaie d'une manière continue. Le passage de la monnaie par l'une ou l'autre sortie est actionné par la simple manœuvre d'une touche qui incline dans un sens ou dans l'autre, c'est-à-dire vers l'une ou l'autre sortie, la descente des pièces.

Ce dispositif est particulièrement précieux dans les commerces ou les administrations où l'abondance de la clientèle nécessite un débit très rapide de la monnaie.

Cette caisse à monnaie peut contenir de 70 à 145 pièces par tube, suivant leur valeur, soit près de 3.500 francs de monnaie, somme largement suffisante pour assurer l'appoint d'un grand nombre de transactions.

D'ailleurs, lorsque l'un des tubes à pièces

ne contient plus qu'une ou deux pièces, le mécanisme de la machine se trouve verrouillé et les touches du clavier correspondant à la combinaison dans laquelle entrent les pièces épuisées, se trouvent bloquées.

Il suffit de remettre des pièces dans le tube et, sans autre manœuvre, ces touches se trouvent déverrouillées. L'approvisionnement de pièces dans les tubes peut être fait en introduisant des pièces séparément ou en glissant une pile de pièces par le haut du tube.

Cette caisse à monnaie est, au surplus, mobile et peut être aisément déplacée, et elle comporte un dispositif de fermeture et de verrouillage qui bloque toutes les touches et la rend inutilisable jusqu'à ce qu'elle soit ouverte.

L'usage du changeur-payeur *Polypièce* se répand rapidement en raison des importants services que cette machine est appelée à rendre dans toutes les administra-

tions, telles que banques, compagnies de chemins de fer, établissements à succursales multiples, grands magasins, expositions, théâtres, cinémas, etc., ainsi que chez tous les commerçants.

Il peut également être précieux dans les services du personnel des grandes administrations publiques ou privées, employant un personnel nombreux, pour la préparation des enveloppes de payes.

Cet appareil, de conception et de fabrication françaises, répond parfaitement au problème posé par la manipulation des pièces de monnaie dans les opérations de caisse, et l'on peut résumer ainsi les avantages qu'il présente : Hygiène, Rapidité, Sécurité.

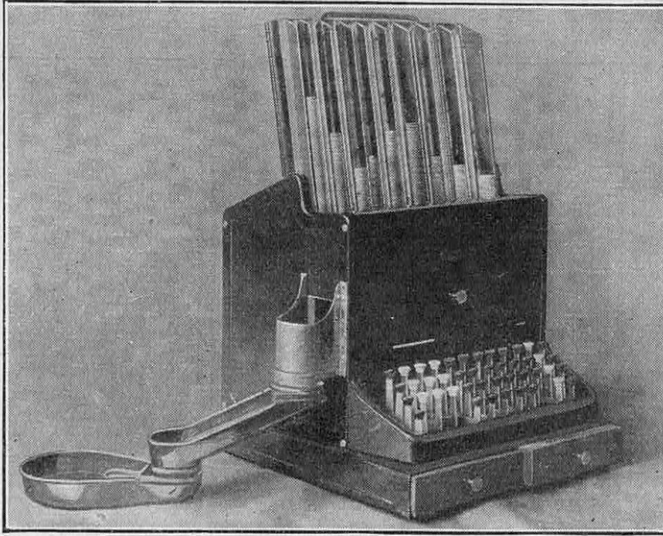


FIG. 2. — LES TUBES A PIÈCES DU CHANGEUR-PAYEUR

L'abaissement des touches produit l'éjection des pièces qui tombent dans la sébile placée à la gauche de l'appareil.

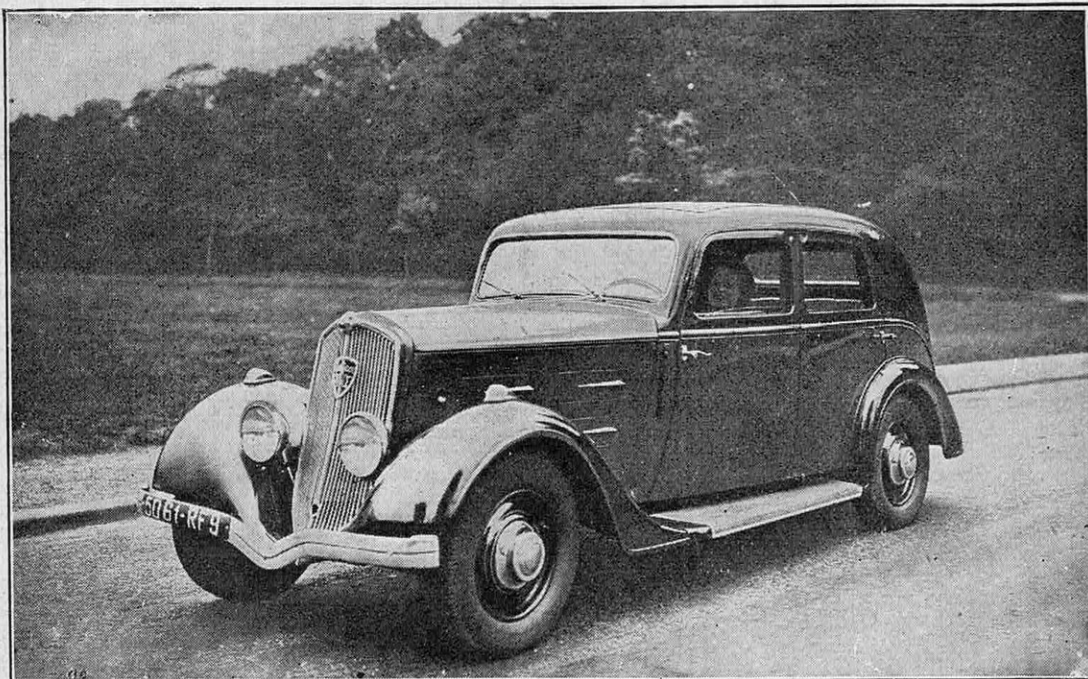
Les progrès de la construction automobile permettent aujourd'hui aux voitures de tourisme d'atteindre aisément la vitesse de 150 kilomètres à l'heure, et même de 200 kilomètres-heure pour les voitures munies de compresseurs.

Malheureusement, ces remarquables perfectionnements demeureront pratiquement sans efficacité tant que des routes appropriées ne permettront pas à ces véhicules de développer toute leur puissance. C'est pour cette raison que des grands pays, comme l'Italie, l'Allemagne, ont construit des « autostrades » réservés aux automobiles ; en France, la question est à l'étude et il faut souhaiter qu'elle soit prochainement résolue.

LA NOUVELLE VOITURE « 401 » PEUGEOT

A la gamme de ses fabrications comportant les types universellement connus des 201, 301 et 601, dont nous avons donné ici les caractéristiques (1), Peugeot vient d'ajouter une nouvelle voiture : la 401, dont la conception est particulièrement heureuse et répond à un véritable

desideratum ont été parfaitement adaptées au poids à transporter, ce qui les rend particulièrement nerveux et économiques : l'aérodynamisme rationnel de cette construction respecte à la fois le confort des passagers et la parfaite visibilité. Entièrement construites en tôles d'acier, les voitures Peugeot



LA NOUVELLE VOITURE « 401 » PEUGEOT, CONDUITE INTÉRIEURE « NORMALE »

besoin. Il s'agit d'une voiture 4 cylindres 78 x 90, à suspension self-amortie, développant une puissance de 10-44 ch, — intermédiaire, par conséquent, entre la 301 et la 601, — comportant trois vitesses AV synchronisées et silencieuses. Monté sur châssis bloc-tube à roues avant indépendantes, ce nouveau type, — monté en carrosseries classiques 4 places et 7 places face à la route ou en modèles de luxe — est muni de tous les perfectionnements qui caractérisent d'ailleurs l'ensemble de la construction Peugeot, et qu'il importe de rappeler brièvement pour situer cette grande marque dans l'évolution du progrès de la construction automobile. Le trait distinctif de la production Peugeot de 1935 est la remarquable accélération des différents types de voitures, dont les cylin-

desideratum sont indéformables et assurent une sécurité absolue aux passagers.

Munies de roues AV indépendantes, avec amortisseurs indéréglables et montés sur les châssis bloc-tube, elles réalisent la suspension la plus rationnelle. Tous les détails de construction concourent d'ailleurs à l'agrément de conduite : flector de direction assurant une douceur idéale du volant, correction d'avance permettant le rendement optimum du moteur, boîtes de vitesses synchronesh à manœuvres silencieuses rendant la conduite de la voiture douce et aisée, frein duo-servo Bendix puissant et sûr, régulateur de température d'huile, culasses à ailettes, carburateur à starter, dynamo à double débit, etc., font des voitures Peugeot une véritable synthèse des derniers perfectionnements aujourd'hui consacrés par l'expérience.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 173.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

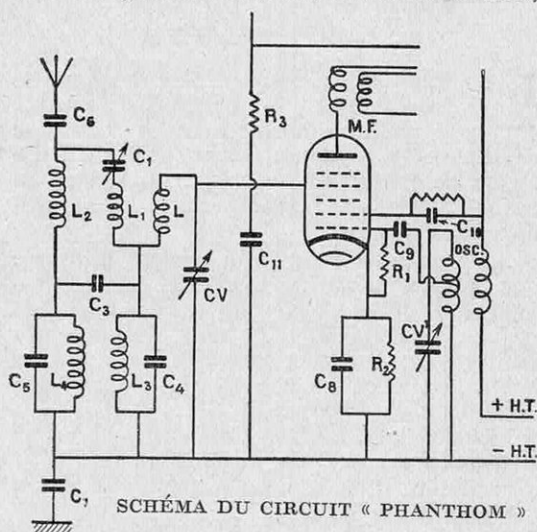
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une nouveauté sensationnelle en radio : le poste sans inverseur

Les lecteurs qui suivent les articles techniques dans la presse radiophonique se souviennent des flots d'encre qu'a fait couler l'article publié par W.-T. Cocking dans *Wireless-World* et décrivant un montage où l'inverseur était supprimé ; malheureusement, ce système possède un certain nombre de défauts.

Pour couvrir la gamme 200-2.000 mètres, il faut des M. F. accordées sur 1.600 kilocycles. Il est alors impossible d'obtenir une bonne amplification et une bonne sélectivité ;



SCHEMA DU CIRCUIT « PHANTOM »

pour atténuer ce défaut, il faut introduire une réaction, qui, outre qu'elle nécessite une commande supplémentaire, n'atténue pas suffisamment le manque d'amplification et de sélectivité. La commande se fait par le condensateur variable d'hétérodyne ; le circuit d'entrée est semi-apériodique et, par conséquent, loin de donner les résultats d'un circuit accordé. La sélectivité de 30 à 70 kilocycles d'une part à l'autre d'un poste local est nettement insuffisante et les effets de cross modulation (malgré l'action de l'antifading) tout à fait désastreux. Les stations locales sont reçues une dizaine de fois sur le cadran.

Le système *Phantom*, que nous allons décrire, ne présente aucun de ces défauts

et est très simple dans sa réalisation.

Un système d'entrée accordé a été étudié et réalisé ; un grand nombre de difficultés se sont présentées et ont dû être vaincues une à une pour couvrir la gamme. Il a fallu écarter *a priori* les systèmes se basant sur l'emploi de M. F. de 1.500 kilocycles et au-dessus, puisque, même pour couvrir seulement la gamme P. O. de l'oscillatrice, une capacité maximum de 0,1/1.000^e suffirait, tandis que, pour le circuit d'entrée, il faudrait au moins 0,5/1.000^e ; on se trouvait donc dans l'impossibilité pratique de faire suivre ces deux circuits.

Il a fallu prendre une onde de M. F. comprise entre 465 et 500 kilocycles et réduire toutes les capacités parasites en parallèle sur l'enroulement-grille de l'oscillatrice : fils de câblage, capacité grille-cathode, etc... En se reportant à la figure, on voit que cet enroulement est muni d'une prise médiane ; la capacité grille-cathode n'est donc branchée que sur une moitié de la self. Le condensateur variable est de 0,5/1.000^e de microfarad.

Voici la description du circuit d'entrée : la self L est accordée par le condensateur $C. V.$ de 0,5/1.000^e, le circuit se referme à travers la self L_3 et le condensateur fixe C_3 de forte capacité. Les oscillations provenant de l'antenne se heurtent à la self L_2 , qui, avec l'inductance et la capacité de l'antenne, forme un circuit oscillant ayant une plage de résonance étendue, ce qui donne une très bonne amplification sur la gamme de 660 à 500 kilocycles. Cette self est couplée par capacité C_1 à L_1 , qui, à son tour, agit magnétiquement sur L . Le circuit LC suit le circuit de l'hétérodyne sur une plage qui va de 1.500 kilocycles à 660 kilocycles. Ici, les deux courbes de réponse commencent à s'éloigner, et c'est le circuit L_2 qui entre en jeu et nous permet de compenser la perte de puissance qui en résulte. On constate que l'amplification est à peu près constante sur toute la gamme ; on a aussi une bonne stabilité, puisque la puissance décroît au voisinage de la fréquence des M. F. Continuant à monter, ce ne sont plus les circuits ci-dessus qui agissent, mais les circuits L_3-C_3 , L_4-C_4 qui entrent en jeu. Couplés « capacitivement » entre eux, leur action s'étend sur une plage comprise entre 450 et 150 kilocycles.

Le deuxième battement en P. O. et M. O.

se trouve éliminé automatiquement, puisque, dans les plages où il devrait se trouver, nous avons deux circuits oscillants accordés sur des fréquences assez voisines et, par conséquent, un effet de présélection.

En G. O., ce sont les bobinages P. O. qui assurent la présélection ; les P. O. occupent moins que la moitié du cadran et la capacité du C. V. n'atteint pas 0,25/1.000^e de microfarad.

Le poste comprend deux étages M. F., une diode penthode, une régulation anti-fading et une B. F. penthode de puissance. Un étage M. F. peut suffire, mais avec deux, on obtient une très bonne sélectivité, avec un effet de filtre de bande plus prononcé.

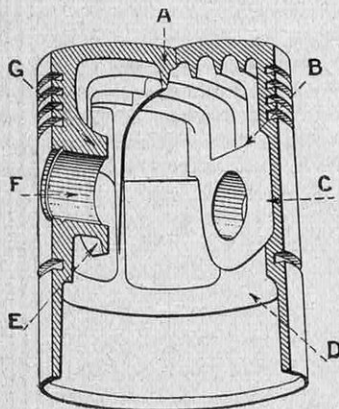
Les deux premières M. F. bobinées en fil de Litz sont à couplage capacitif ; les deux enroulements sont découplés par un disque métallique. La troisième M. F. est à couplage inductif et bobiné en 3/10^e deux fois soie (vu l'amortissement introduit par la diode, le fil de Litz ne s'impose pas).

Le poste *Phantom* est réalisé avec des lampes tous courants, de caractéristiques américaines, qui sont : 1 lampe 6 A 7 mod. osc. ; 1 lampe 78 première M. F. ; 1 lampe 78 deuxième M. F. ; 1 lampe 6 B 7 deuxième B. F. ; 1 lampe genre 43 B. F. de sortie.

JUPITER-RADIO, 61, rue du Faubourg-Saint-Martin, Paris (10^e).

De nouveaux pistons d'automobiles en aluminium

ON sait que les pistons des moteurs d'automobiles doivent être aussi légers que possible, afin de diminuer les forces d'inertie à l'intérieur du moteur. Cependant, ces pistons doivent être très résistants et assurer en même temps une dispersion convenable de la chaleur.



COUPE DU PISTON «BORG0»

Ces qualités sont particulièrement importantes sur les voitures de courses, destinées à fournir un effort considérable.

En général, la plupart des pistons destinés à ces voitures de courses sont fabriqués en alliages spéciaux très coûteux, qui ne pourraient normalement être employés pour les véhicules ordinaires.

Il existe, cependant, un nouveau type de piston d'automobile qui réunit toutes les qualités requises de cet organe, même aux

grandes vitesses, sans offrir les inconvénients des pistons en alliages spéciaux. Ce sont les pistons *Borgo* en aluminium, qui sont coulés en un seul et même alliage sous pression et traités avec une structure intérieure spéciale. Ils possèdent, en effet, comme on le verra par le schéma ci-contre : en *A*, des ailettes ; en *G*, des nervures dispersant rationnellement la chaleur ; en *B*, des nervures de renforcement ; en *C*, des nervures empêchant les poussées latérales de déformer le piston.

On remarquera également, en *D*, une nervure à pont soutenant le bossage ; enfin, en *F*, un trou d'axe désaxé pour éviter le battement à froid. Grâce aux nervures intérieures, les parois des pistons *Borgo* peuvent être usinées très minces.

Ces pistons ont fait maintes fois leurs preuves, et leur palmarès s'orne chaque jour de nouvelles victoires dans les différentes compétitions, qu'il s'agisse de moteurs aériens, terrestres ou marins.

PISTON BORG0, 32-34, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

Les lunettes « Perivist » à vision intégrale

LES lunettes modernes doivent répondre à trois conditions essentielles : assurer une position correcte et un centrage rigoureux des verres, avoir une monture légère et confortable et, enfin, posséder un cachet d'élégance permettant de les harmoniser aux visages.

Les lunettes *Perivist* à vision intégrale ont résolu heureusement ces trois problèmes. En effet, les charnières des branches de ces lunettes ne sont plus fixées à mi-hauteur des verres comme d'habitude, mais beaucoup plus haut, ce qui donne une incontestable élégance.

D'autre part, les branches, situées hors du champ du regard, n'apportent aucune gêne à la vision, d'où le nom « lunettes à vision intégrale ».

Une judicieuse répartition du poids sur les points d'appui, nez et oreilles, assure aux lunettes un équilibre parfait, ainsi que de réelles qualités de légèreté et de confort. Les détails de leur construction ont été conçus d'ailleurs de façon à en rendre le port agréable.

Suivant la forme du nez, deux modèles ont été établis : le modèle dit « à gouttière », en forme de selle, reposant confortablement sur le dos du nez, ou un modèle dit « à pont » présentant une forme plus récente, à laquelle on donne aujourd'hui volontiers la préférence ; la pièce reliant les deux verres, au lieu de reposer sur le nez à la façon d'une selle, passe par-dessus, tel un pont, sans le toucher ; deux plaquettes arrondies s'appliquent légèrement sur les faces latérales du



LES LUNETTES A VISION INTÉGRALE

nez, constituant les points d'appui du pont. Ces plaquettes sont recouvertes d'écaillôid.

Les crochets des branches *Perivist* n'ont pas la forme arrondie habituelle : adaptés à la structure anatomique du pavillon de l'oreille, ils réalisent une adhérence parfaite et sûre, exempte de toute pression désagréable.

La forme des verres a subi également, au cours des dernières années, de nombreuses modifications. Les anciens verres utilisés n'offraient une vision nette qu'à travers leur partie centrale, les zones marginales fournissant des images floues et déformées. Au contraire, dans les lunettes *Perivist*, les verres ont été taillés en ovale aplati à la partie supérieure en conservant la forme circulaire dans le bas seulement.

Cette forme, dite « pantoscopique », ne masque pas les sourcils, s'adapte harmonieusement aux traits et offre un champ de vision étendu ; cette conformation du verre offre aussi l'avantage d'assurer d'une façon permanente la bonne orientation de l'axe des verres astigmatés dans les montures. Cette forme « pantoscopique » comporte, au surplus, des variétés et peut, au lieu d'être taillée en ovale, présenter des pans coupés.

CARL ZEISS, 20, rue du Faubourg-du-Temple, Paris (11°).

Le poste Roland-Radio

Le dernier Salon de la T. S. F., dont nous avons entretenu nos lecteurs dans le précédent numéro, a présenté une série de perfectionnements des plus intéressants pour les sans-filistes, sans que les prix des

appareils aient augmenté, au contraire.

Une formule qui présente un très grand avantage est notamment celle qui consiste à permettre à l'auditeur de recevoir, sur un poste récepteur de prix abordable, toute la série des longueurs d'ondes, y compris les ondes très courtes. L'auditeur peut ainsi obtenir, avec une netteté parfaite, toute une gamme de postes émetteurs qui lui étaient naguère encore à peu près inconnus. Au nombre de ces postes figurent notamment les émetteurs américains, Radio-Vatican, Radio-Colonial, etc.

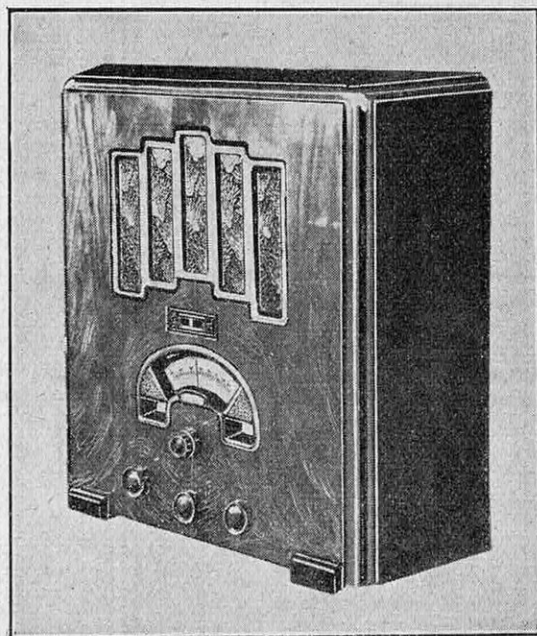
Parmi les appareils qui offrent cette attrayante nouveauté, il convient de citer le poste des Etablissements Roland-Radio, dont on trouvera ci-dessous la photographie.

Ce poste est un superhétérodyne à 8 lampes, possède quatre gammes de longueurs d'ondes, dont deux à ondes très courtes de 15 à 50 mètres, et de 35 à 100 mètres.

La réception des ondes courtes pose des problèmes techniques assez délicats, notamment en raison des difficultés du réglage, qui doit être d'une extrême précision.

Pour pallier à cette difficulté, on a muni les condensateurs de ce poste d'une double démultiplication, qui permet un repérage facilité d'ailleurs par un cadran spécial très lisible et éclairé par des lampes de couleurs différentes, suivant la gamme d'ondes utilisée.

La tonalité de l'audition peut également être réglée minutieusement, du timbre grave à l'aigu, suivant les préférences de l'auditeur. D'autre part, l'amplification basse fréquence



LE POSTE RÉCEPTEUR SUPERHÉTÉRODYNE 8 LAMPES « ROLAND-RADIO »

a reçu des soins tout particuliers : elle comporte trois lampes dont deux penthodes.

ROLAND-RADIO, 45, rue Aristide-Briand, Levallois-Perret (Seine).

Le chauffage des autorails

UN nombre sans cesse croissant d'autorails circulent en France, sur les différents réseaux, et ce nouveau mode de transport par voie ferrée a conquis la faveur des compagnies de Chemins de fer.

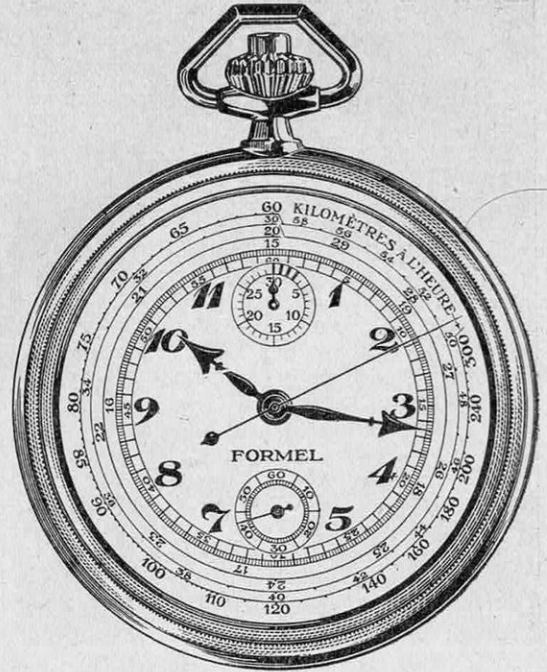
Il y a eu, cependant, à résoudre un problème assez délicat : celui du chauffage de ces véhicules, puisque l'on ne peut plus recourir au chauffage habituel par radiateurs alimentés par la vapeur fournie par une chaudière de locomotive.

Pendant la marche de l'autorail, il est possible de fournir une certaine quantité de chaleur à l'intérieur du compartiment des voyageurs au moyen d'une circulation d'air réchauffé par les gaz d'échappement du moteur, mais cette quantité de chaleur est notoirement insuffisante, surtout avec les moteurs Diesel, qui se substituent de plus en plus, pour cette application, aux moteurs à explosion. Quand l'autorail est à l'arrêt, cette faible source de chauffage n'existe plus, puisqu'il est impossible, pour la bonne conservation du moteur, de faire tourner celui-ci à vide à une vitesse assez élevée pour que sa seule perte au rendement produise le nombre de calories suffisant pour le chauffage.

Or, il importe de réaliser ce que les compagnies de chemins de fer appellent le « préchauffage », ce qui permet aux voyageurs montés dans l'autorail à son point de départ d'y trouver une température suffisante avant ce départ.

Les compagnies se sont donc trouvées dans l'obligation de munir leurs autorails d'un moyen de chauffage indépendant ; mais, enserrés dans le cadre de règlements administratifs assez étroits destinés à assurer le maximum de sécurité aux voyageurs, elles ont dû recourir au seul mode de chauffage qui, libéré de toute source d'énergie calorifique auxiliaire, pût joindre à une sécurité absolue, à l'égard des risques d'incendie, les garanties d'hygiène indispensables et les qualités d'encombrement réduit et d'économie de consommation. Après examen de la question par l'Office central d'Etudes de matériel de chemins de fer et essais pratiqués au Laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers, les compagnies de chemins de fer ont adopté les appareils de chauffage par catalyse *Therm'x*, dont nous avons précédemment fait connaître à nos lecteurs le principe de fonctionnement et dont l'emploi s'est déjà si largement diffusé pour le chauffage des appartements.

SOCIÉTÉ LYONNAISE DES RÉCHAUDS CATALYTIQUES « THERM'X », 2 bis, route des Soldats, Lyon-Saint-Clair (Rhône).



LE CHRONOGRAPHE « FORMEL »

Un chronographe perfectionné

L'USAGE du chronographe se répand tous les jours davantage : en de nombreuses occasions, en effet, il devient indispensable de prendre des mesures du temps rigoureusement exactes.

C'est ainsi qu'il ne viendrait plus à l'idée de personne de se servir de la trotteuse d'une montre ordinaire pour contrôler la vitesse d'un véhicule, puisqu'il existe maintenant des chrono-tachymètres permettant la lecture directe, sans aucun calcul du résultat chargé. De même, le médecin ne prendra pas le pouls d'un malade sans avoir en main un chronographe, qui permet des observations rapides et sûres.

Jusqu'à ce jour, les montres et, à plus forte raison, les chronographes de précision, étaient vendus avec une garantie contre tous vices de construction. Il va sans dire, cependant, qu'en cas de chute, ou en cas d'accident entraînant le bris de certaines pièces, les réparations demeuraient à la charge du client responsable de cet accident. Mais une nouvelle formule commerciale d'une portée beaucoup plus large vient d'être mise en vigueur par les constructeurs du chronographe *Formel*. Cette formule de garantie couvre désormais gratuitement, pendant une période de deux ans, tous les risques et, par conséquent, même les dégâts causés accidentellement au chronographe vendu (chutes, ruptures des pièces, etc.).

CHRONOGRAPHE FORMEL, 60, rue de Flandre, Paris (19^e).

L'ANNEAU PRISMATIQUE BLEU DONNE LA LUMIERE DU JOUR

Nous avons décrit, dans notre précédent numéro (208, octobre 1934), le fonctionnement de l'anneau prismatique *Amplilux* et nous avons montré les économies qu'il permettait de réaliser ; mais ce ne sont pas là les seuls avantages de cet appareil. Par un procédé spécial, on a réussi à ajouter à la surface intérieure de l'anneau prismatique un filtre de verre bleu transparent. Cet anneau prismatique bleu *Amplilux* permet de donner une lumière dont la composition spectrale s'approche très près de la lumière solaire, alors que la lumière électrique ordinaire, donnée par une lampe à incandescence, est trop riche en rayons jaunes.

Il existe bien, à présent, des appareils spéciaux pouvant fournir de la lumière du jour au moyen des appareillages électriques, mais ces appareils ont l'inconvénient d'absorber la plus grande partie de la lumière produite par la lampe ; ainsi, par une lampe de 300 watts, on obtenait un éclairage en lumière solaire correspondant à celui fourni par une lampe de 100 watts en lumière ordinaire. Au contraire, avec l'*Amplilux lumière du jour*, il n'y a plus d'absorption, mais une augmentation de l'éclairage produit ; ce résultat est obtenu au moyen de cet anneau prismatique bleu. Une simple comparaison entre l'éclairage d'une lampe ordinaire et l'éclairage obtenu avec la même lampe munie de l'anneau prismatique bleu nous permet de juger des avantages de ce dispositif. Dans le second cas, on ne constate, sur le plan d'éclairage du livre que l'on lit ou du travail que l'on effectue, aucune différence entre la lumière du jour et la lumière ainsi produite. Les couleurs des peintures, des

étoffes, etc., sont rendues exactement avec leur teinte naturelle et ont le même aspect qu'en plein jour. Par ailleurs, on constatera facilement que les yeux ne ressentent plus aucune fatigue, même lorsqu'on travaille à la lumière artificielle pendant un temps relativement long. Toutes les personnes qui souffrent de la vue doivent certainement chercher l'origine de cette infirmité dans les méfaits causés par la lumière artificielle.

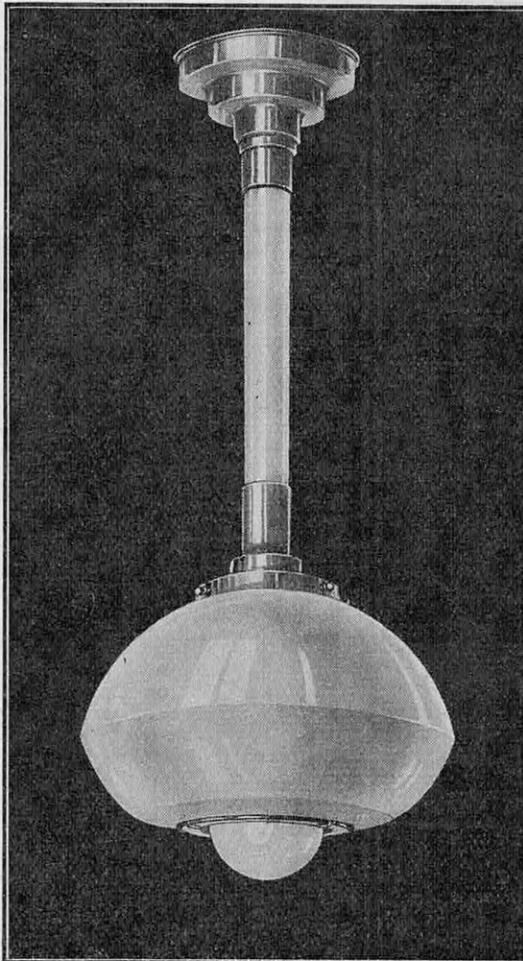
L'anneau bleu dispensateur de la lumière du jour est précieux tout autant pour ceux dont les yeux sont déjà atteints, afin d'enrayer le développement de leur mal, que pour ceux qui, travaillant le soir, doivent prévenir, par son emploi, les actions funestes de la lumière électrique telle qu'elle est, en général, utilisée dans la majorité des cas.

Par ailleurs, l'emploi de l'anneau *Amplilux* ne présente aucune difficulté : cet appareil se monte facilement sur n'importe quelle lampe à incandescence, au moyen d'une simple griffe qui se fixe sur le culot ou sur la douille de la lampe. Il n'y a à modifier en rien l'installation existante ; dans les appareils quels qu'ils soient, la lampe entourée de l'anneau prismatique se pose normalement.

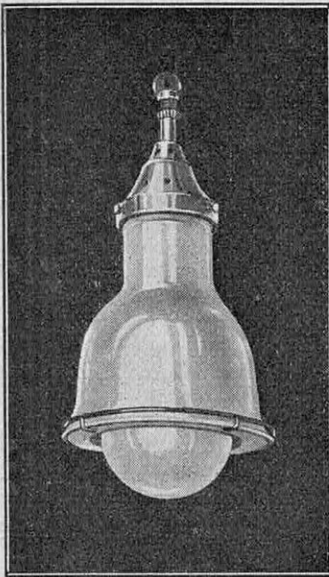
En plus de l'anneau prismatique bleu, la firme *Amplilux* présente également différents appareils qui utilisent au maximum les qualités éclairantes des lampes. Naturellement, tous ces appareils sont combinés avec l'anneau prismatique.

Les diffuseurs

Amplilux Senior. — Il a la forme d'une boule aplatie, en verre opale, dont toutes les surfaces ont été scientifiquement étudiées. Cette boule porte à sa base l'anneau prismatique, et l'ensem-



L' « AMPLILUX SENIOR »



L' « AMPLILUX JUNIOR »

ble est monté sur la lampe de telle sorte que le bord supérieur de l'anneau prismatique soit au niveau du filament. Grâce à l'anneau prismatique, on obtient ainsi, comme cela a été exposé dans l'article indiqué au début, une augmentation d'éclairage de 100 %. Les surfaces opalines de l'appareil assurent alors une parfaite diffusion des rayons lumineux. L'*Amplilux Senior* est susceptible d'une multitude d'applications dans tous les domaines de l'éclairagisme ; il est utilisable dans les bureaux, les magasins, les ateliers, les maisons d'habitation, etc. ; il assure un éclairage très doux et uniforme ; par ailleurs, il est d'un fonctionnement extrêmement économique, puisque, pour fournir un même éclairage, il permet d'employer des lampes de puissance et, par suite, de consommation plus faible. Son prix d'achat est donc remboursé en très peu de temps. Dans le cas d'installations nouvelles, avec ces diffuseurs, il est possible de choisir un nombre de foyers lumineux inférieur à celui nécessité par les diffuseurs ordinaires.

Amplilux Junior. — Le diffuseur *Junior* est établi d'après les mêmes principes que le *Senior* ; il a toutes les qualités de ce dernier.

Réflecteur Vitrilux. — Le réflecteur *Vitrilux* comporte également à sa base l'anneau prismatique *Amplilux* ; c'est un réflecteur en verre argenté de toute première qualité, dont l'efficacité, en ce qui concerne l'éclairage direct, est due, d'une part, à la forme des surfaces réfléchissantes et, d'autre part, à l'anneau prismatique *Amplilux*, qui permet de récupérer la majeure partie de la luminosité généralement perdue dans des appareils de ce genre.

Comme dans les autres applications, la réflexion totale produite par l'anneau prismatique assure un rendement lumineux maximum, qui se traduit par une économie pouvant atteindre 50 %. Il en résulte que, pour obtenir le même éclairage, on peut réduire la puissance des lampes ou la quantité des appareils.

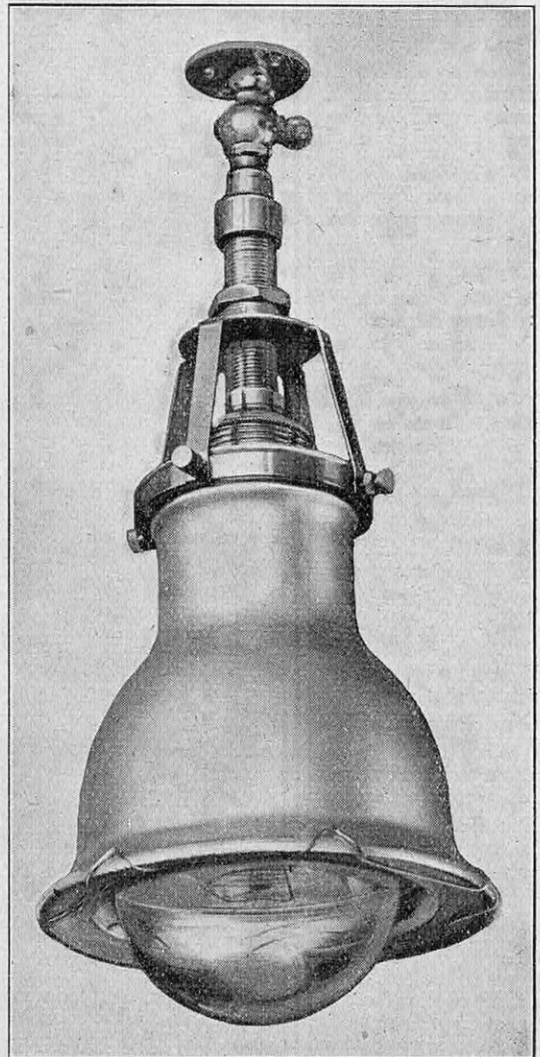
Le réflecteur *Vitrilux* peut être monté

avec un écran orientable, qui permet de diriger la lumière vers un sens déterminé, les appareils pouvant se régler par rapport au foyer. On obtient, de cette façon, un rendement optimum.

Mais toutes les descriptions ne valent pas une comparaison entre un diffuseur ordinaire et un diffuseur *Amplilux*, réflecteur ordinaire, et *Vitrilux*, lampe nue et lampe munie de l'anneau prismatique normal ou bleu.

Placez un appareil à côté de l'autre ou une lampe sans anneau prismatique et une lampe avec *Amplilux*, et vous verrez la différence.

LA SOCIÉTÉ AMPLILUX, 113, boulevard Malesherbes, Paris-8^e (Lab. 02-60), met à votre disposition ses laboratoires, où ses ingénieurs feront devant vous ces essais comparatifs. En outre, des appareils de mesure à photocellule électrique montrent exactement l'augmentation d'éclairage obtenu avec *Amplilux*.



LE RÉFLECTEUR « VITRILUX »

En quoi le Système Pelman peut-il m'être utile ?

TELLE est la première question de ceux qui s'adressent à nous pour suivre notre cours par correspondance.

Voulez-vous notre réponse ? Retournez-nous rempli le questionnaire ci-dessous, et nous vous dirons, à titre gracieux, sans que cette consultation vous lie, ce que vous pouvez personnellement attendre du SYSTÈME PELMAN.

Déjà notre commentaire de vos réponses vous sera un gain matériel et moral appréciable : quel profit ne retireriez-vous pas de l'étude intégrale de notre cours ! C'est alors que s'ouvrira à vous une nouvelle manière de vivre, à la fois plus riche et plus heureuse.

QUESTIONNAIRE

à retourner rempli à l'INSTITUT PELMAN, 80, boul. Haussmann, Paris-8^e
(Service 18)

1. Lisez-vous aisément un ouvrage ou un article sérieux ?
2. Que retenez-vous des livres que vous lisez, des pièces que vous voyez jouer ?
3. Avez-vous l'habitude d'achever un travail ?
4. Redoutez-vous l'opposition ?
5. Vos jugements sont-ils sûrs ?
6. Prenez-vous des décisions rapides ?
7. Eprenevez-vous un sentiment de malaise ou d'infériorité en présence de certaines personnes ?
8. Résolvez-vous facilement les difficultés de l'existence ?
9. Les luttes que vous avez soutenues vous ont-elles grandi ou amoindri ?
10. Quelles qualités supplémentaires aimeriez-vous avoir ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LONDRES
DUBLIN

NEW YORK
AMSTERDAM

DURBAN
MELBOURNE

DELHI
CALCUTTA

40 ans d'expérience mondiale dans toutes les classes de la société

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris**MALLIÉ**

Pour Amateurs et Professionnels:

VOLT-OUTIL ++++++

+++ VOLT-SCIE +++

+++++ WATT-OUTIL

sur courant lumière, sans apprentissage.

3.000 références :: Notices franco

S. G. A. S., 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}

MANUEL-GUIDE GRATIS

INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS

Dépôt de Marques de Fabrique

H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambou, Paris

ROLAND-RADIO**8 lampes toutes ondes. 1.800 fr.**
(Décrit dans ce numéro)**5 lampes toutes ondes. 1.300 fr.****3 lampes familial. . . 395 fr.**

POSTES VOITURES et CANOTS

ROLAND ECHARD

45, rue Aristide-Briand, LEVALLOIS (Seine)

COMME CHAQUE ANNÉE

**La Science
et la Vie**

fera un Numéro SPÉCIAL de

NOËLet il est prudent de le retenir
d'ores et déjà chez votre
libraire.

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée

**PLACES DE LITS-SALONS
ET DE COUCHETTES
A MOITIÉ PRIX**

Appelés à vous déplacer fréquemment de nuit sur de longs parcours, soit pour votre plaisir, soit pour vos affaires, vous utilisez les places couchées des grands trains. Vous passez une agréable nuit, comme dans un vrai lit, tout en éprouvant la satisfaction de gagner du temps.

Désormais, vous pourrez profiter de cette facilité à des conditions plus avantageuses, car vous trouverez, sur le P.-L.-M., des places couchées à moitié prix.

Ce réseau tient à votre disposition des cartes d'abonnement, valables six mois ou un an, donnant droit à la délivrance de suppléments à demi-tarif pour l'occupation de places de lits-salons, couchettes et couchettes-toilette.

Le prix des cartes est de **490 francs** pour six mois, et de **790 francs** pour un an.

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEUR ADJOINT DE L'AÉRONAUTIQUE ⁽¹⁾

La fonction — Le recrutement

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique assurent, avec les Ingénieurs de l'Aéronautique, le fonctionnement de divers services dépendant du ministère de l'Air et principalement les services techniques de l'Aéronautique.

Ces services ont un double but :

1° Ils étudient et mettent au point les appareils nouveaux ;

2° Ils contrôlent en usine la fabrication des appareils de série commandés par l'Etat.

Les Ingénieurs adjoints ont donc un rôle technique et de contrôle des plus intéressants.

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique, fonctionnaires de l'Etat, sont recrutés par voie de concours.

Ce concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte ; les recommandations, d'où qu'elles viennent, quelle que soit leur forme, sont rigoureusement bannies.

Aucun diplôme n'est exigé. La carrière d'Ingénieur adjoint est donc ouverte à tous ceux qui voudront faire l'effort nécessaire pour la préparation du concours.

Les avantages de la carrière

a) Hiérarchie — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique sont divisés en huit classes : quatre classes d'Ingénieurs adjoints ordinaires, quatre classes d'Ingénieurs adjoints principaux. Pour l'avancement au choix, deux années de présence effective sont nécessaires. Il en faut trois pour l'avancement à l'ancienneté.

Les Ingénieurs adjoints sont répartis dans les divers services de l'Aéronautique qui se trouvent à Paris, ou en province, sur leur demande, dans des usines importantes.

Les Ingénieurs adjoints sont sous les ordres directs des Ingénieurs de l'Aéronautique ; ils ont accès dans le corps des Ingénieurs par le concours ordinaire (il est question de leur donner accès dans ce corps au choix, après une ancienneté de huit ans).

b) Rôle. — Les Ingénieurs adjoints peuvent être affectés à trois services du Ministère de l'Air, groupés sous l'appellation générale de Services Techniques et Industriels de l'Aéronautique. Ce sont :

1° Le Service Technique, qui étudie les appareils nouveaux (prototypes) ;

2° Le Service des Recherches, qui essaye les matériaux nouveaux et étudie les divers procédés de fabrication ;

3° Le Service des Fabrications, qui contrôle l'exécution des marchés de série, vérifie si les contrats passés entre l'Etat et l'industriel sont bien exécutés et si les matériaux sont élaborés et traités dans les conditions optima.

Les candidats reçus au concours ne sont pas directement affectés à l'un de ces services :

Au cours d'une période d'instruction, actuellement d'une durée de 1 mois, des conférences leur sont faites sur l'organisation générale, ils visitent les divers ateliers, se rendent compte du fonctionnement de l'ensemble des services. L'Administration tient compte de leurs désirs, qu'ils peuvent exprimer en connaissance de cause.

c) Intérêt particulier de la carrière. — L'Ingénieur adjoint, étudiant les divers problèmes que nous venons de voir, complète petit à petit son instruction technique, se met au courant des dernières nouveautés en matière d'outillage, suit l'évolution constante des aéronaves, se met en rapport avec les divers industriels, dont il contrôle les usines.

En résumé, il a un travail scientifique très intéressant, accroît, dans l'inspection des établissements, sa valeur professionnelle, qui peut lui permettre, en certains cas, d'accéder à des situations plus importantes.

d) Congés. — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique ont droit à un congé de 24 jours tous les ans, plus 6 jours par an. Ces congés leur sont accordés, en règle générale, aux dates qu'ils désirent. En cas de maladie, ils peuvent, comme tous les fonctionnaires, obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

e) Emoluments. — Les Ingénieurs adjoints débutent au traitement annuel de 14.000 francs. Mais le traitement est augmenté d'un certain nombre d'indemnités :

1° De résidence (2.240 francs pour Paris) ;

2° Le cas échéant, de charges de famille ;

3° Eventuellement, de fonction (de 500 à 3.000 francs) ;

4° Eventuellement, de services aériens (9.000 francs pour les pilotes et 4.500 francs pour les observateurs).

Le traitement d'un Ingénieur adjoint principal de 1^{re} classe est de 35.000 francs (sans compter les indemnités précédentes).

f) Retraite. — Le droit à une pension de retraite est acquis après 25 ans de service et 55 ans d'âge. Dans la pratique et sauf le cas *tout à fait exceptionnel* où l'administration a des motifs particuliers pour appliquer à la lettre les dispositions ci-dessus, les Ingénieurs adjoints valides peuvent, s'ils le désirent, rester en fonction au delà de cette limite d'âge ; le montant de la retraite acquise par eux se trouve, de ce fait, augmenté.

Conditions d'admission (1)

Les candidats doivent être Français, du sexe masculin, âgés de 18 ans au moins et de 26 ans au plus à la date du concours. Toutefois, la limite d'âge supérieure est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite ou susceptibles d'être validés, par application de l'article 10 de la loi du 14 avril 1924 sur les pensions civiles.

(1) Le programme de ce concours sera envoyé gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e). Ceux qui trouveraient ce programme trop difficile peuvent demander l'emploi d'agent technique de l'Aéronautique. (Concours tous les ans.)

UNE PEUGEOT EST CONSTRUITE POUR DURER

**Outillage de production
à haut rendement**



**Appareils de contrôle
de grande précision**



**Fabrication irréprochable
toujours égale à elle-même**

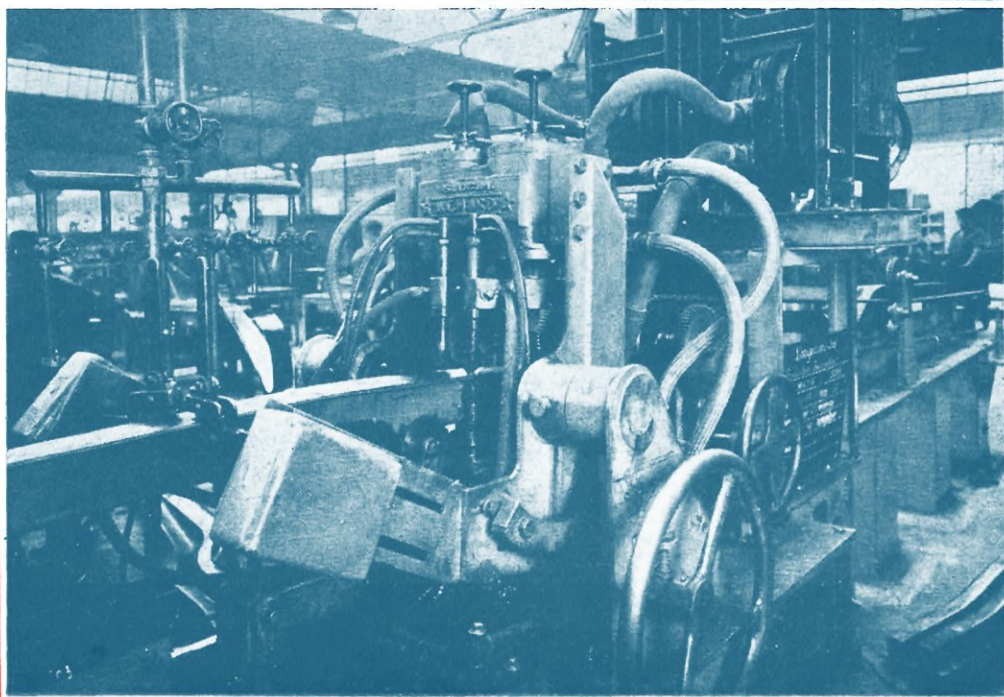
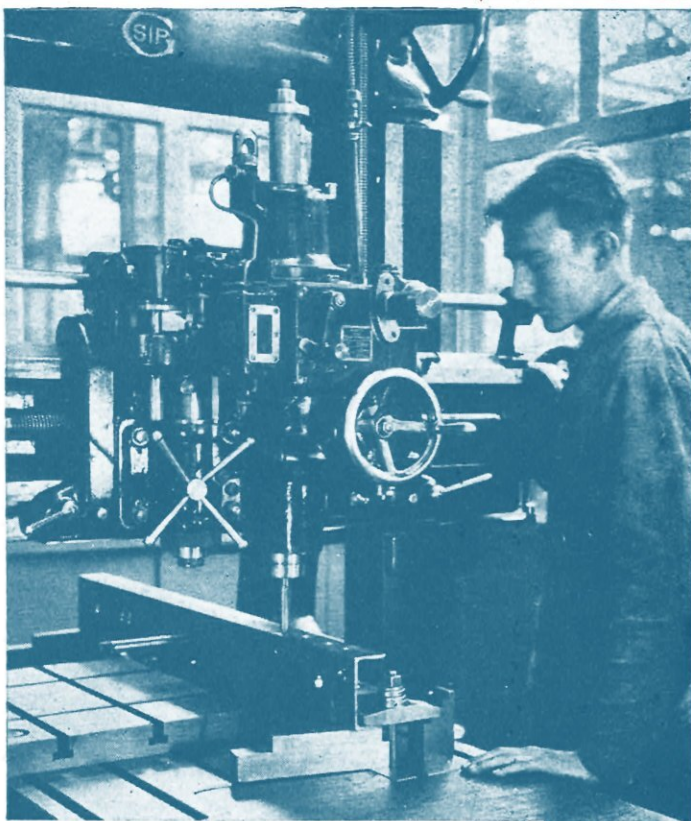


**RENDEMENT INVARIABLE
SÉCURITÉ TOTALE
ÉCONOMIE**

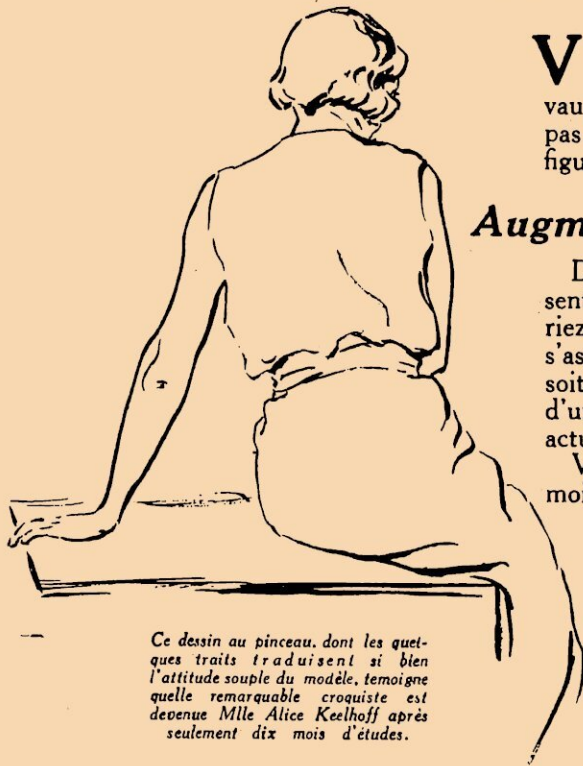


A droite, une machine à pointer servant à l'usinage des gabarits de perçage au 100^e de millimètre.

Ci-dessous, une machine à souder électriquement les longerons de châssis Bloctube.



Apprenez à dessiner



Ce dessin au pinceau, dont les quelques traits traduisent si bien l'attitude souple du modèle, témoigne quelle remarquable croquiste est devenue Mlle Alice Keelhoff après seulement dix mois d'études.

Valeur! On dit couramment d'un homme : « Il vaut tant... » Ne croyez-vous pas que vous vaudriez plus si vous saviez dessiner? N'avez-vous pas bien souvent regretté de ne pouvoir croquer une figure, une silhouette, un paysage?

Augmentez votre valeur personnelle.

Dans l'exercice de votre profession, n'avez-vous pas senti parfois que, si vous saviez dessiner, vous réussiriez mieux? A l'heure actuelle, n'est-il pas sage de s'assurer, par la connaissance d'un métier auxiliaire, soit une source supplémentaire de profits, soit l'accès d'une nouvelle carrière, dans le cas où votre situation actuelle viendrait à vous manquer?

Vous pouvez, si vous le voulez, devenir en quelques mois un bon dessinateur. Pour peu que vous ayez de bonnes dispositions naturelles et qu'un talent, ignoré de vous-même, sommeille en vous, vous deviendrez un artiste véritable, vous serez capable de faire votre carrière dans une des nombreuses branches du dessin, telles que : dessin d'illustration pour livres et journaux, de publicité, d'affiches, de mode; décoration; catalogues; caricature, etc. Cela vous sera permis grâce à l'Ecole A. B. C. qui, par sa lumineuse méthode, basée sur des principes modernes

et absolument nouveaux, a mis l'enseignement du dessin à la portée de tous.

Grâce à elle, vous pourrez, sans abandonner vos occupations quotidiennes, quels que soient votre âge et votre résidence, suivre les cours pratiques de l'A. B. C. et recevoir les conseils personnels d'artistes professionnels éminents.

Vous avez aujourd'hui une occasion unique de prendre une décision dont dépendra peut-être votre avenir.

LETTRES D'ÉLÈVES

« Je reconnais avoir trouvé dans le cours A. B. C. une méthode excellente. Aussi mon enthousiasme pour ce cours est-il absolu. Je n'ai qu'un regret, c'est de ne pas m'y être abonnée plus tôt. »

Mme du Chastel, Paris.

« Bien que n'ayant encore exécuté qu'un liers de votre cours, j'ai déjà un réel plaisir à vous dire l'intérêt que j'y prends. Tout y semble harmonieusement organisé et fait pour éveiller l'intérêt, développer la personnalité et l'esprit d'initiative de l'élève, grâce à la variété, la gradation des difficultés et l'heureuse disposition du travail. »

M. Gylden, Tours.

COMPLÉTEZ ET POSTEZ CETTE CARTE AUJOURD'HUI

IL VOUS SERA ENVOYÉ GRATUITEMENT
UN LUXUEUX ALBUM ILLUSTRÉ
CONTENANT TOUS LES RENSEIGNEMENTS

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN
12, Rue Lincoln — Paris

Veillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement de ma part, votre Album illustré par vos élèves, contenant tous renseignements désirables sur la méthode A. B. C.

Nom

Adresse

Ville

Département

Dans quelle revue avez-vous trouvé cet encart ?



Ce que les Maîtres français pensent de l'Ecole A. B. C. de Dessin

Abel FAIVRE, le maître humoriste, parle en ces termes :

« Je tiens à vous exprimer mes compliments. Il est impossible qu'un aspirant aux Beaux-Arts ne trouve pas dans la variété de vos leçons la voie personnelle où il devra s'engager et les moyens les plus propres à assurer une réussite rapide. Comptez sur ma sympathie pour votre œuvre. »

Georges AURIOL, le délicieux écrivain-imagier, traduit ainsi son opinion :

« ...C'est ici que l'A. B. C. apparaît comme un véritable bienfaiteur. A tous les amoureux du crayon, il apprend à déchiffrer la Nature, à comprendre ses proportions, ses formes, ses espaces, à traduire ses beautés. Il donne à tous la formule du *Sésame, ouvre-toi*, l'accès à la caverne merveilleuse où gît le trésor. »

René VINCENT, dont tout le monde connaît les élégants dessins, s'exprime ainsi :

« J'ai vu à votre exposition, sur les murs et dans vos albums, des choses pleines d'intérêt, et je dois dire que j'en ai éprouvé une réelle et agréable surprise. Vos collaborateurs m'ont tracé les grandes lignes de votre enseignement et elles m'ont paru très judicieuses ; les résultats, du reste, parlent en leur faveur. »



ABEL FAIVRE

GEORGES AURIOL

RENÉ VINCENT



DES ELÈVES QUI ONT REUSSI

Situation dont je vis largement

« Lorsque je m'inscrivis au cours A. B. C., je n'avais, à vrai dire, aucune notion de ce qu'était le dessin. Chaque leçon si mesurée, les excellents conseils des professeurs me firent voir l'intelligent et le sensible des êtres et des choses. Le total de ces leçons dirigées vers un résultat pratique me permit de me faire une situation dans l'art commercial dont je vis largement et qui me promet de plus belles perspectives pour l'avenir. » *M. Arstein*

De sérieux avantages pécuniaires

« Ce qui fait, à mon avis, la grande valeur du cours A. B. C., c'est que les leçons sont orientées vers un but d'utilisation pratique de ce que l'on apprend. »

« Ceci m'a permis de devenir artiste publicitaire professionnel et de tirer de cette occupation si intéressante de sérieux avantages pécuniaires. »

M. R. Auger



Croquis exécuté par un élève de l'A. B. C.

CARTE POSTALE

À
franchir

à

o fr. 40

Monsieur le Directeur

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

12, Rue Lincoln, 12

PARIS (8^e)

UNE RÉFÉRENCE INATTENDUE

Dans le numéro de L'ILLUSTRATION du 16 Janvier 1932, M. Jacques BASCHET, l'éminent critique, écrivait ces quelques lignes tout à l'éloge de l'Ecole A. B. C. :

« On a pu sourire, au début de cette méthode de dessin qui prétendait former des talents par correspondance. Cela paraissait une gageure. Devant le succès grandissant, il a bien fallu admettre que cette idée répondait à un besoin... L'Ecole A. B. C. reçoit de partout des essais, d'humbles enluminures comme des œuvres déjà mûres où s'affirment des dons. Elle conseille, elle aiguille, forme, développe les qualités et la personnalité. »