

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 48. n. 222. Décembre 1935
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1935
Collation	1 vol. (XL p.-p.[433]-520): ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 222
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.222

France et Colonies : 4 fr.

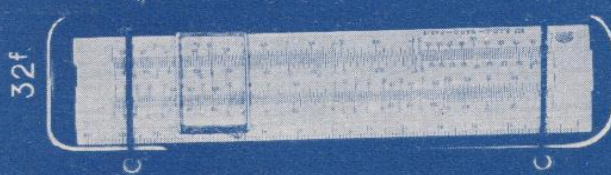
N° 222 - Décembre 1935

LA SCIENCE ET LA VIE



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

RÈGLES À CALCULS



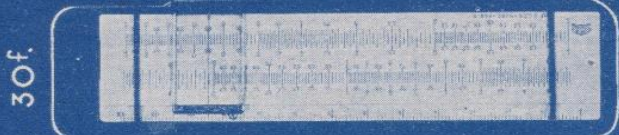
RÈGLE
SINUS TANGENTE



RÈGLE
ELECTRICIEN



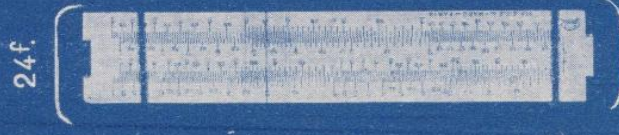
SYSTÈME
RIETZ



SYSTÈME
BEGHIN



RÈGLE
MANNHEIM



RÈGLE
SCOLAIRE

MARC

CARBONNEL & LEGENDRE

FABRICANTS

12, rue Condorcet, Paris (9^e)

TÉLÉPHONE : TRUDAINE 83-13



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

Obtention de Diplômes ou accès
aux emplois de
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS

ARMÉE

T. S. F.

Spécialistes pour toutes les armes,
E. O. R. et ÉCOLE D'ÉLÈVES-
OFFICIERS

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.

Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats. Brevets. Baccalauréats

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES INGÉNIEURS MÉ-**
CANICIENS (Brest) — des **SOUS-**
OFFICIERS MÉCANICIENS
(Toulon) et **PONT** (Brest) — des
MÉCANICIENS : Moteurs et Ma-
chines (Lorient) — à l'**ÉCOLE**
NAVALE et à l'**ÉCOLE** des **ÉLÈ-**
VES OFFICIERS
BREVET DE T. S. F.

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
ÉLÈVES INGÉNIEURS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLES de ROCHEFORT et d'ISTRES
ÉCOLE DE L'AIR
SPÉCIALISTES ET E. O. R.

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
OFFICIERS MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, OFFICIERS T. S. F.
Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Élè-
ves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME

(sous le patronage de la Ville de Nice)

NICE, locaux de l'Hôtel de Ville (Villa Thiole), place Gambetta

Cours théoriques pour tous les exa-
mens de la Marine marchande, la
Marine de Guerre et l'Air.
Exercices et visites de navires.

PROGRAMMES GRATUITS
(Joindre un timbre pour toute réponse)

UBI-ELGY

E. Paracini



L'Institut Moderne 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, débilisés, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatite, 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.

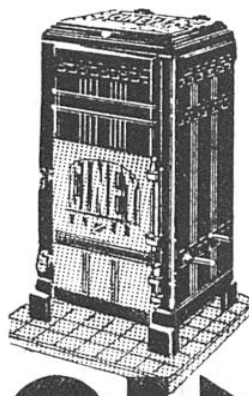


Pourquoi chauffer les nuages ?...

Nul n'ignore que dans tout calorifère à feu continu, le charbon distille du gaz, qui s'échappe dans la cheminée et "chauffe les nuages"

LE CALORIFÈRE "CINEY"

d'une conception scientifique nouvelle, récupère et brûle ce gaz, augmentant ainsi son rendement calorifique, et restituant **91 % des calories.**



Demandez brochure et renseignements techniques qui vous seront adressés gratuitement par les

Forges de CINEY à GIVET (Ardennes)

Il existe des CINEY de 60 à 1.500 m³

CINEY



FIAT

CIEL
MER
TERRE

AUTOMOBILES - VÉHICULES INDUSTRIELS - TRACTEURS - MOTEURS D'AVIATION ET AVIONS - WAGONS DE CHEMIN DE FER POUR VOYAGEURS ET MARCHANDISES - LOCOMOTIVES ET AUTORAILS À ESSENCE ET À NAPhte - MOTEURS DIESEL - VÉHICULES MILITAIRES - MATÉRIAUX SIDÉRURGIQUES - FUSIONS EN ACIER - FUSIONS EN FONTE - FUSION EN MÉTAUX NON FERREUX - USINAGE MÉCANIQUE ET ESTAMPAGE - ROULEMENTS À BILLES - HUILES DE GRAISSAGE - PIÈCES EN MÉTAUX NON FERREUX



Le signe de la santé une bouche saine !

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 **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

**UNE USINE ÉLECTRIQUE
DANS VOTRE POCHE**
avec la Lampe à magnéto
"PYGMY"

qui assure INDÉFINIMENT
l'éclairage de secours.

INDISPENSABLE A TOUS :

Coloniaux
Chasseurs
Touristes

Automobilistes
Cyclistes
Etc.

Prix : **50 fr.**

En vente : Electriciens,
Grands Magasins, et à
**l'Usine PYGMY
TOURNUS (S.-&-L.)**

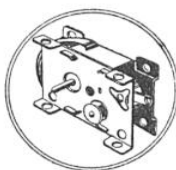
Notice **gratis** sur demande à l'usine

Le Nouveau **MECCANO** Français et Garanti

MECCANO est la seule véritable Mécanique en Miniature. Les 305 pièces qui le composent sont des reproductions exactes des pièces utilisées en mécanique pratique. Elles sont toutes standardisées, interchangeables, et peuvent servir à la construction de milliers de modèles variés. Voilà pourquoi MECCANO est le plus beau et le plus intéressant des jouets de construction du monde. MECCANO vous apporte de nouvelles surprises tous les jours et l'amusement qu'il procure est sans bornes. Achetez sans retard un MECCANO.

BOITES MECCANO de 7.50 à 2.200 Francs.

MOTEUR MECCANO "MAGIC"



Faites marcher vos modèles avec le nouveau moteur "MAGIC", mécanisme nouveau et merveilleux qui vous offre la possibilité de donner à vos modèles l'impression réelle de la vie. Demandez à le voir. Il ne coûte que : Fr. 12.



Gratuitement vous pouvez recevoir une jolie Brochure de 20 pages, richement illustrée, racontant les aventures d'un jeune garçon et son père, pendant leur visite aux Usines MECCANO. Il suffit d'envoyer vos nom et adresse, avec ceux de trois de vos amis pour recevoir franco ce livre passionnant de

MECCANO (Serv. 49), r. Rébeval, 78, Paris



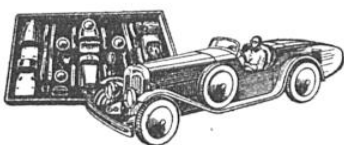
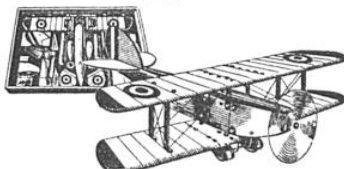
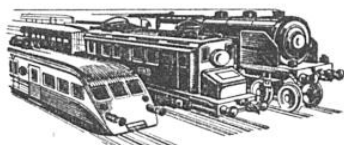
Un des 330 Modèles fait avec la Boîte Meccano C Frs 60.

Un des 98 Modèles fait avec la Boîte Meccano A Frs 30.

Un des 219 Modèles fait avec la Boîte Meccano B Frs 45.

GRAND CONCOURS DE MODÈLES 100.000^{fr.} de PRIX

(Renseignez-vous auprès de votre revendeur)



CANOTS DE COURSE HORNBY

Très bien finis, en jolies couleurs, coques métalliques monopiece très résistantes, lignes modernes et scientifiques, moteurs mécaniques très puissants.

Canots de 20 à 105 Fr. — Racers 55 et 90 Fr.

DINKY TOYS 150 VARIÉTÉS

Ces petites miniatures font la joie des petits et des grands. Des nouveautés sont créées continuellement, composant une collection merveilleuse : nombreux types d'autos, camions, personnages, distributeurs d'essence, paquebots fameux, "Normandie" inclus, trains, autorails, les types les plus modernes d'avions. Prix : depuis Fr. 1. et séries spéciales pour cadeaux.

TRAINS ELECTRIQUES ET MECANIQUES HORNBY

Les locomotives sont puissantes, durables, d'un fini impeccable et garanties. Certaines comportent un dispositif breveté de **renversement de marche automatique**. Tout est simple, sûr et sans danger. Plus de 70 types de voitures et wagons équipés d'accouplements automatiques, ainsi que tout un assortiment d'amusants accessoires : gares, signaux, tunnels, etc.

Trains Electriques de 115 Frs à 510 Frs — Trains Mécaniques de 24 Frs à 280 Frs

Nouveauté - Train Autorail complet : Mécanique, 39 Frs - Electrique, 115 Frs

OFFRE SPECIALE. - Une loco neuve pour une vieille. La valeur de votre Locomotive HORNBY, aussi vieille et abîmée soit-elle, ne tombe jamais au-dessous de la moitié des prix du catalogue courant. Votre fournisseur de Train HORNBY vous déduira toujours son montant du prix d'une nouvelle locomotive d'égale ou de plus grande valeur.

CONSTRUCTEUR D'AVIONS

Ces boîtes permettent de faire différents modèles d'avions. Jouets amusants et instructifs, surtout s'ils sont équipés avec le moteur mécanique spécial.

N° 0, 6 Mod. Fr. 27. - N° 1, 6 Mod. Fr. 45.

N° 2, 20 Modèles. Frs 75.

CONSTRUCTEUR D'AUTOS

Avec les pièces de ces boîtes se construisent autos de sport, de course, de tourisme. Chaque boîte est fournie avec un moteur mécanique à grande puissance. Pièces émaillées, chromées ou nickelées.

N° 1, 4 Modèles. Frs 60.

N° 2, 4 Modèles. Frs 120.

EXPERIENCES ELECTRIQUES ELEKTRON

Equipelement complet et instructions pour expériences en électricité statique et dynamique, moteurs électriques, sonneries, télégraphe et autres appareils.

N° 1, Frs 45. — N° 2, Frs 125.

EXPERIENCES CHIMIQUES KEMEX

Tout un laboratoire chez soi, appareils et produits chimiques pour faire toutes sortes d'expériences des plus intéressantes.

N° 0, 75 Expériences. Frs 35.

N° 1, 130 Expériences. Frs 50.

N° 2, 250 Expériences. Frs 100.

N° 3, 400 Expériences. Frs 165.

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 28 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la 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 engagement de votre part.

BROCHURE N° 99.904, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 99.909, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, 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* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 99.913, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 99.919, 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 Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 99.924, 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° 99.929, 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° 99.934, 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° 99.937, 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° 99.943, 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° 99.948, 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, Professorats libres et officiels, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 99.953, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 99.957, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 99.962, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 99.965, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 99.970, concernant l'enseignement de tous les Arts du Dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats, E.P.S., Lycées, Ecoles pratiques.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 99.978, 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° 99.983, 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.)

BROCHURE N° 99.988, concernant l'Art d'écrire, (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

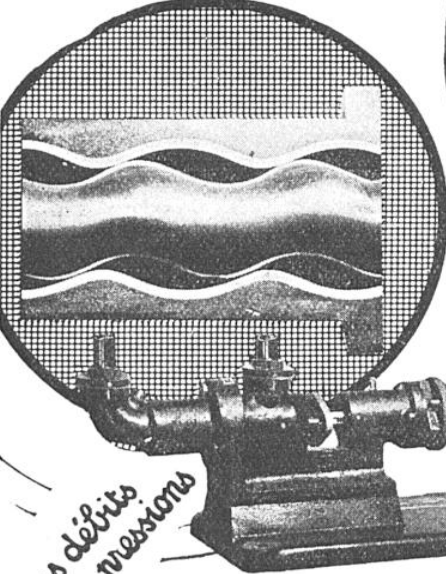
BROCHURE N° 99.992, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 99.998, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



Un Succès UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

*tous débits
toutes pressions*

Ses AVANTAGES :

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

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



LA LAMPE ALPINA

fabriquée par les
ET^S CLAUDE - PAZ & SILVA
sur des données scientifiques
est la **SEULE SOURCE**
de rayons ultra-violetts réellement efficace.

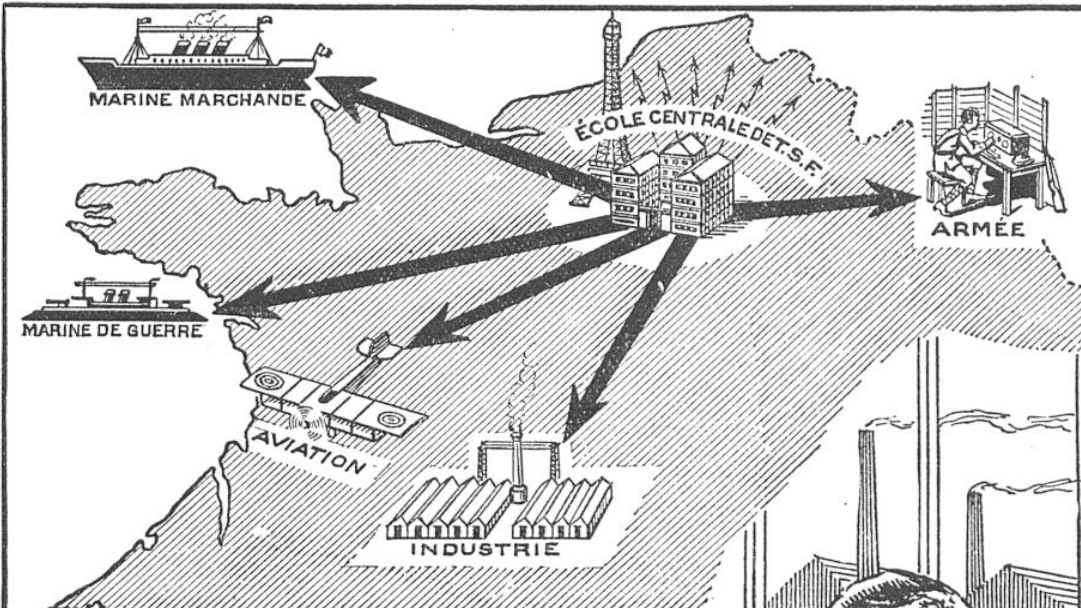
Vous pouvez profiter **toute l'année**, avec la plus grande facilité et pour une dépense peu élevée, de tous les bienfaits du **soleil** en pratiquant **chez vous** des irradiations ultra-violettes au moyen de la lampe **ALPINA**.

EN VENTE AUX

ET^S CLAUDE - PAZ & SILVA

55, rue Sainte-Anne, PARIS (2^e)

Dans les Grands Magasins, dans les Pharmacies et chez les Electriciens spécialement autorisés
La notice illustrée ALPINA est adressée gracieusement sur demande



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

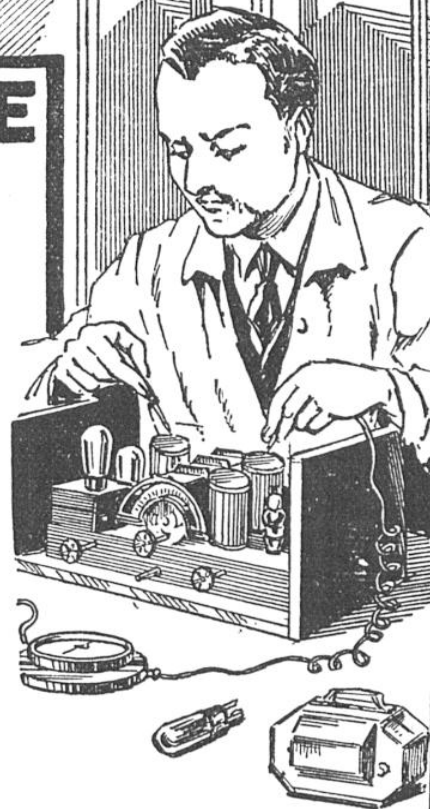
PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radios ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales ; Vérificateurs des installations électro-mécaniques ; Navigateurs Aériens.

MILITAIRES :

- Génie.** - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.
- Aviation.** - Breveté Radio.
- Cours spéciaux de Navigateurs Aériens.**
- Marine.** - Breveté Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois
L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

Cours du jour, du soir et par correspondance
 DEMANDER RENSEIGNEMENTS POUR SESSION JANVIER

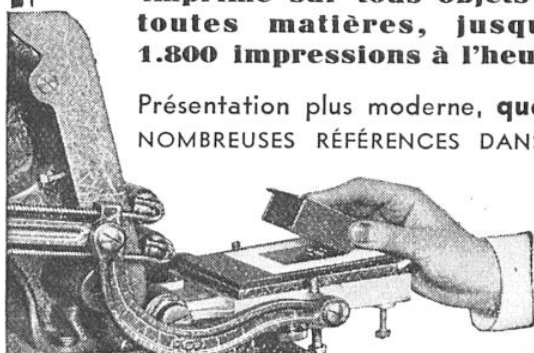



Quelle que soit votre fabrication,
économisez **TEMPS** et **ARGENT**,
en supprimant vos étiquettes.

L'AUTOMATIQUE DUBUIT

Imprime sur tous objets en
toutes matières, jusqu'à
1.800 impressions à l'heure.

Présentation plus moderne, **quatre fois** moins chère que les étiquettes.
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE



MACHINES DUBUIT

62 bis, rue Saint-Blaise, PARIS

TÉL. : ROQUETTE 19-31

La Sécurité Intégrale
par le Verre de Sécurité

HUET

Equipez votre voiture avec des Verres HUET

qui sont rigoureusement transparents,
ne jaunissent pas,
ne se décollent pas,
et, en cas d'accident, s'étoilent sans projection d'éclats

L'ÉCLAT SANS ÉCLATS

76, boulevard de la Villette — PARIS



Puissants, robustes, rapides, les trains JEP sont les plus beaux et les moins chers des trains jouets. Cette année nouveautés sensationnelles : automotrices articulées, nouveau changement de marche à distance, nouveaux accessoires, nouveaux wagons.

TRAINS ÉLECTRIQUES depuis Fr. 85

FORGEACIER

CRÉÉ ET FABRIQUÉ PAR LE JOUET DE PARIS - MÉDAILLE D'OR

La merveille des jouets de construction. Un atelier, muni de machines-outils perfectionnées avec lesquelles vous pouvez façonner à votre guise tous les éléments de construction métalliques Forgeacier, pour le montage d'innombrables modèles animés.

BOITE-ATELIER Fr. 99

BOITE DE LUXE Fr. 150

10.000 fr. de prix à gagner !
Demandez notre joli livre illustré en couleurs. Vous y trouverez des détails passionnants, sur le monde des jouets et sur notre grand concours, doté de 10.000 fr. de prix.
JOUET DE PARIS, 39,
Boulevard Beaumarchais,
Paris. Service B.

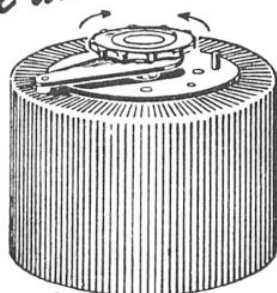


MIEUX qu'un rhéostat...

PLUS qu'un survolteur-dévolteur!

L'ALTERNOSTAT

donne un voltage progressif à 1/4 de volt près!



Pub. R.-L. Dupuy

Cet appareil est indispensable aux laboratoires, à l'équipement des appareils de tirage photographique, et en général, partout où l'on a besoin d'une tension précise et variable.

Branché en série dans un circuit, il remplit parfaitement le rôle de self réglable.

Demandez la Notice documentaire N° 33

FERRIX

98, Avenue Saint-Lambert, NICE
2, Rue Villaret de Joyeuse, PARIS

L'HOMME MODERNE

remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant toujours l'heure exacte et permettant tous les chronométrages : scientifiques, industriels et sportifs, avec la plus rigoureuse précision.

PRIX FRANCO :

Chromé 270 fr. - Argent 335 fr. - Or 1.000 fr.

GARANTI
10 ANS



VENTE EXCLUSIVE

E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,

P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE A FRANCO

VOLT-OUTIL S.G.A.S.

Ing.-Const. br. s. g. d. g.
44, rue du Louvre Paris

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

WATT-OUTIL MACHINE ARTISANALE D'ÉTABLI

sur courant lumière 1/2 CV

à COMBINAISONS MULTIPLES

-SCIAGES jusqu'à 80 mm d'épaisseur, droits, mi-bois, d'onglet, 45°

-PERÇAGES jusqu'à 20 mm en position fixe ou portative.

-TOURNAGE jusqu'à 740 mm

-TOUPILLAGE, RAINURAGE

-MORTAISAGE, PONÇAGE, etc...



OSGA Jouvence d'oxygène naissant
ASSAINIT tous LOCAUX

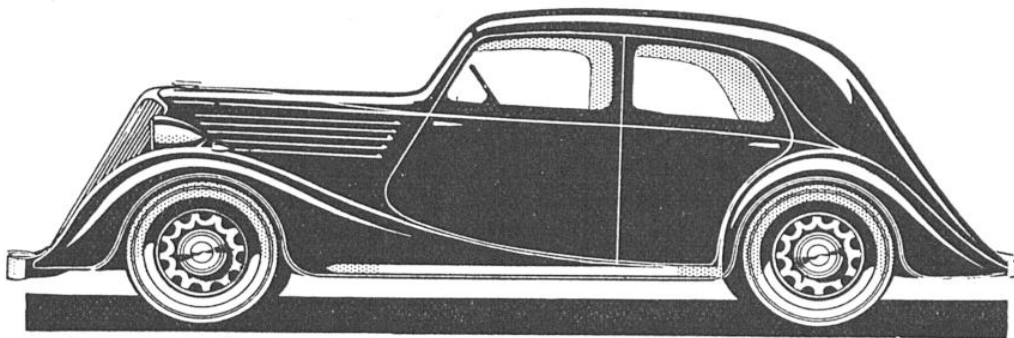
Efficacité reconnue pour :
Anémie, Asthme, Coqueluche
Sur courant lumière alternatif

TOUTES NOTICES FRANCO

L A N O U V E L L E

CELTAQUATRE**100 KMS A L'HEURE**
9 LITRES ¹/₂ AUX 100 KMS

Cinq personnes transportées
à l'aise dans la plus totale
sécurité par une voiture
élégante au meilleur prix.

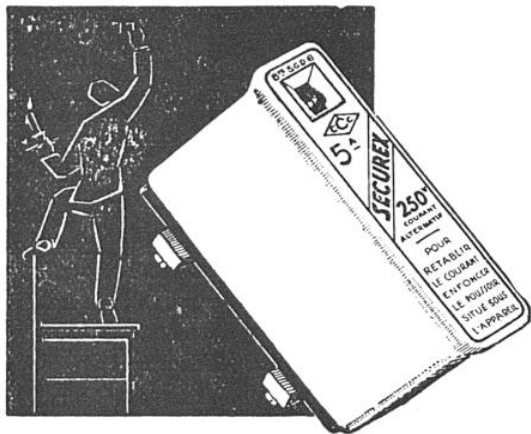


Vente à crédit avec le concours de la D.I.A.C., 47^{bis}, Av. Hoche, Paris

RENAULT
L'AUTOMOBILE DE FRANCE

5545

*Au diable
les fusibles !*



Plomb sauté...

Plomb à changer...

Travail à tâtons dans le noir...

Temps perdu... argent gâché...

Erreurs parfois dangereuses.

Qui connaît SECUREX,
met les "plombs" à l'index.

SECUREX remplace les fusibles une fois pour toutes.

Il reste toujours prêt, en cas de panne, à rétablir le courant immédiatement, par simple pression du bout du doigt.

Utilisez sans crainte ni restrictions tous appareils électriques, portatifs ou non. SECUREX sauvegardera votre sécurité, en accroissant votre confort et vos commodités.

Prix modiques et imposés, fabrication garantie. Pose instantanée sans aucune modification d'installation.

COUPE-CIRCUITS

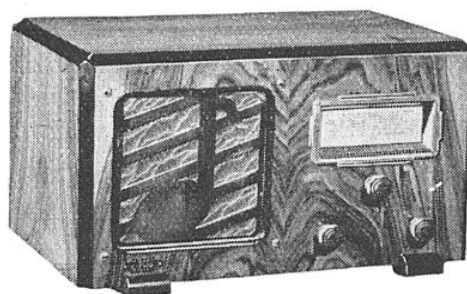
Securex

Fabriqués par la C^{ie} Continentale pour la Fabrication des Compteurs

Vente : tous électriciens ou à défaut S.A.V.A.N.

Société Anonyme au capital de 500.000 Francs
17, rue d'Astorg, Paris 8^e - Tél. : A 19 05.30 et la suite

5525 PUBL. ELVINGER



MEDIUS GÉES

SUPERHÉTÉRODYNE

5 LAMPES

donnant toute l'Europe

545^{fr}

Parce que nous construisons et vendons *sans intermédiaire*, nous pouvons vendre bon marché. Le Superhétérodyne 5 lampes, reproduit ci-dessus, est un bel exemple de ce que permet notre méthode de vente directe. Couramment offert à 1.000 ou 1.200 francs, il est livré par nous, absolument complet et garanti un an sur facture, à 545 francs seulement. Demandez notre catalogue où vous pourrez voir, outre le poste ci-dessus, toute une gamme d'autres appareils vendus à des prix extrêmement intéressants : 275, 385, 835 et 1.885 fr.

Vous pouvez acheter un « Géès » avec la même tranquillité d'esprit que l'appareil le plus coûteux, car toutes facilités vous seront données *pour l'essayer chez vous* avant de l'acquiescer définitivement.

GÉES-RADIO, Constructeur, 190 bis, avenue d'Italie (Métro PORTE d'Italie). Téléphone Gobelins 57-33. Magasins ouverts dimanches et fêtes.



Quel plaisir!
de photographier avec le

"VERASCOPE RICHARD"

le meilleur des appareils photographiques stéréoscopiques

Modèle 45x107 et 6x13 à mise au point automatique avec obturateur à maximum de rendement. Magasin à film utilisant les bobines Kodak et autres.

Le "STÉREA"
appareil photographique
stéréoscopique

avec le

GLYPHOSCOPES,
HOMÉOS, etc...

TAXIPHOTE
RICHARD

LES VACANCES NE SONT JAMAIS FINIES

Afin de faciliter le classement et l'examen de vos collections de vues stéréoscopiques, nous avons créé des taxiphotes, stéréoscopes à répétition qui vous permettront de revoir chez vous les jolis paysages que vous aurez pris pendant vos vacances.

E^{re} Jules RICHARD

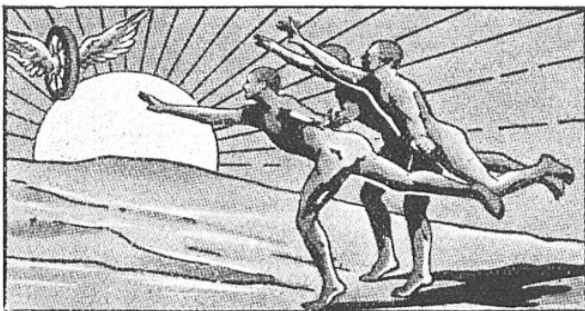
7, Rue Lafayette (Opéra)

Usine et bureaux
25, Rue Mélingue, PARIS

RUE "Géès"

BON B^e pour
recevoir notre
catalogue gratuit.

FACILITÉS DE PAIEMENT



**DEVENEZ
DEVENEZ
DEVENEZ**

CELUI ou CELLE à qui TOUT REUSSIT

Il ne tient qu'à vous de modifier votre existence du tout au tout avec la méthode de

L'INSTITUT PSYCHOLOGIQUE DE RÉÉDUCATION

A la portée de tous et de toutes, quelle que soit la classe de la société à laquelle vous appartenez, cette méthode, qui a fait ses preuves à l'étranger, est appliquée

POUR LA PREMIÈRE FOIS EN FRANCE

Par des moyens simples, ingénieux, nous garantissons

LE SUCCÈS

Vous réussirez en acquérant les facultés qui vous le feront obtenir. Que vos entreprises soient sentimentales, intellectuelles, industrielles, il vous faut posséder

LE POUVOIR PERSONNEL

Vous l'obtiendrez en développant votre magnétisme, qui révélera les forces insoupçonnées qui sont en vous.

Nous en avons donné le moyen à tant d'autres qui nous doivent d'être sortis de la médiocrité. Vous les considérez comme des privilégiés dont vous enviez la situation et l'existence heureuse. Nous avons déjà des élèves. Chaque jour nous en amène. Tout près de vous, peut-être, vit celui qui vous enlèvera la situation convoitée, l'affection espérée, le bonheur attendu. Ne demeurez pas dans l'indécision. Votre avenir dépend du geste que vous allez faire pour nous demander le luxueux ouvrage de 80 pages que nous vous adresserons

GRATUITEMENT

Cet ouvrage, d'une certaine valeur, est accompagné d'une importante et luxueuse documentation. Il vous apportera la clé du succès, et le moyen de vaincre.

Vous trouverez aussi tous les renseignements sur notre

COURS DE PUISSANCE SECRÈTE

sur la révélation du

POUVOIR PERSONNEL

Culture de la mémoire, guérison de la timidité, développement de la volonté et de l'esprit, sur la maîtrise de soi-même et les secrets du charme.

Ecrivez à la Direction de l'Institut (**Service 312**), 3, rue de la République, LYON (Rhône), qui vous adressera **GRATUITEMENT**, dans un emboîtement fermé, une documentation importante, l'ouvrage sur la Révélation du **POUVOIR PERSONNEL** et sur son cours de **PUISSANCE SECRÈTE**. Vous pouvez joindre **2 francs** en timbres pour frais d'envoi et de correspondance. C'est un geste que vous ne regretterez pas et qui ne vous engage en quoi que ce soit.

BON A DÉTACHER N° 312

Monsieur le Directeur,

Veuillez m'adresser **GRATUITEMENT** votre ouvrage, la documentation complète sur votre méthode, sans aucun engagement de ma part.

un poste 1936
doit
comporter des bobinages à
noyaux de fer stabilisé



Pub. R.-L. Dupuy

NÉOSID

ET^S RAGONOT

15, Rue de Milan, PARIS

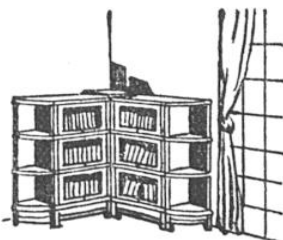
**BIBLIOTHÈQUES
EXTENSIBLES ET
TRANSFORMABLES**

M. D.



LA BIBLIOTHÈQUE **M. D.** S'ADAPTE AUX DISPOSITIONS DE N'IMPORTE QUEL LOCAL. ELLE PEUT ÊTRE MODIFIÉE INSTANTANÉMENT ET AGRANDIE SUCCESSIVEMENT. ELLE FORME TOUJOURS UN ENSEMBLE DES PLUS DÉCORATIFS.

Demandez l'envoi gratuit du Catalogue n° 71.



**BIBLIOTHÈQUE
M. D.**

9, rue d' Villersxcel, 9
PARIS - 7^e

**FACILITÉS DE
PAIEMENT**

Editeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. F. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique

Paraissant mensuellement (en fascicules de 101 à 120 pages chacun)

Directeurs: F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES
Secrétaire général: PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale; à diffusion vraiment mondiale; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences: mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique; d'histoire des sciences, et de philosophie de la science; qui, par des enquêtes conduites auprès des savants et écrivains les plus éminents de tous les pays (Sur les principes philosophiques des diverses sciences; Sur les questions astronomiques et physiques les plus fondamentales à l'ordre du jour; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir; Sur les questions de biologie les plus importantes, etc.), étudie tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier et constitue en même temps le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique; qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de "Scientia", Milan, en envoyant trois francs en timbres-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi).

ABONNEMENT: Fr. 200.

Il est accordé de fortes réductions à ceux qui s'abonnent pour plus d'une année.

BUREAUX DE LA REVUE: Via A. De Togni 12 - Milano (116)



**VOUS N'AVEZ
PAS LE CHOIX**

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 produise 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**.

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 LANCERY, PARIS-X°

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 : 110 Fr. Port et emballage : 5 fr. France et Colonies ; 10 fr. à l'Etranger

OU A LA

Chambre Claire Universelle 190 et 280 fr.
(L'APPAREIL DE GRANDE PRÉCISION)

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

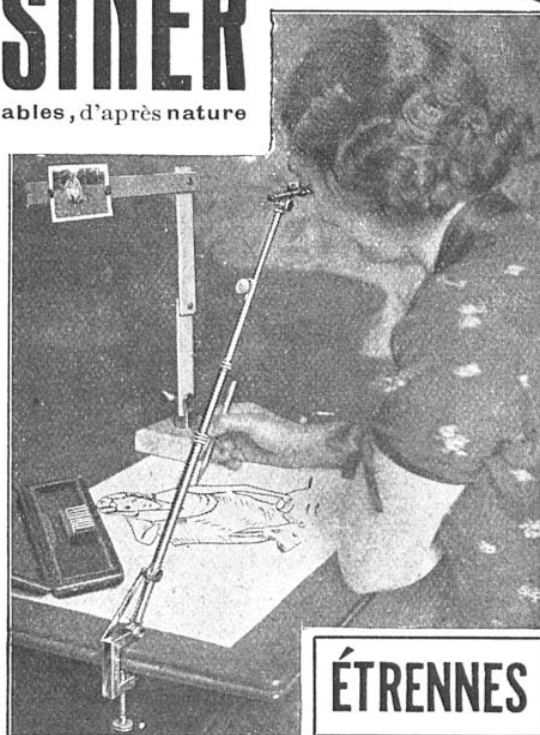
Nombreuses références officielles et privées
Envoi gratuit du catalogue n° 12

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, etc.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

P. BERVILLE

18, rue La Fayette, PARIS (9°)
Métro : Chaussée-d'Antin — Tél. : Provence 41-74
COMPTE CHEQUE POSTAL : 1271.92



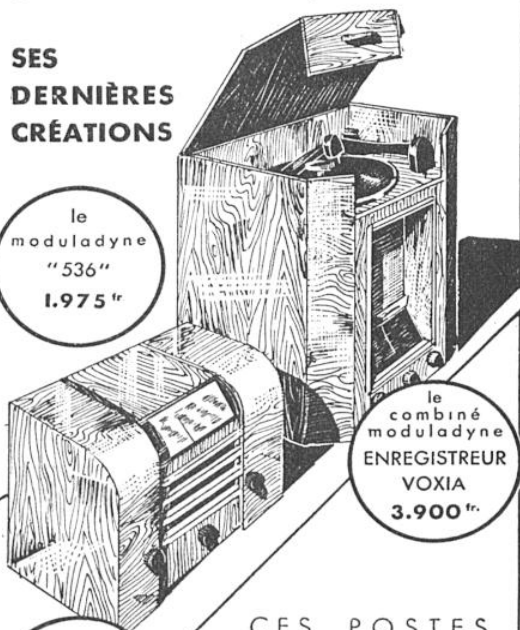
ÉTRENNES

Vous souvenez-vous
 DE CETTE PUBLICITÉ
 D'AVANT GUERRE
 PARUE DANS "LA
 SCIENCE ET LA VIE" ?

Après 27 ans...
 d'existence et de progrès, le plus
 ancien constructeur de T. S. F.
 pour amateurs, vous présente...

**SES
 DERNIÈRES
 CRÉATIONS**

le
 moduladyne
 "536"
 1.975 fr



le
 combiné
 moduladyne
 ENREGISTREUR
 VOXIA
 3.900 fr

le
 Sectadyne
 "536"
 Prix : 1.175 fr

CES POSTES
 TIENNENT TOUTES
 LES PROMESSES
 PUBLICITAIRES DE
 LA CONCURRENCE

Voir article dans La Science et la Vie, n° 221, page 426.

**HORACE HURM
 & DUPRAT**

Société à responsabilité limitée 25 000 frs
 14, rue J-J-Rousseau - PARIS (1^{re})
 (Entre la Bourse du Commerce et le Louvre)
 Entresol — Escalier B.

7 Médailles d'or

3 Grands Prix : Exp^{on} Int^l Paris 1925 - 1931 - Bruxelles 1935

Catalogue Franco

Une Méthode intelligente de vivre

**Pour ceux qui veulent rester
 jeunes, développer leur per-
 sonnalité, vaincre les effets
 prématurés de l'âge**

LE docteur français Carrel a prouvé qu'une cellule ne meurt pas si elle est maintenue dans des conditions de vie. Il a maintenu en vie, pendant de nombreuses années, des organes de poussin détachés du corps en les alimentant judicieusement et en éliminant soigneusement les déchets.

Votre corps étant composé de cellules, celles-ci peuvent être facilement et naturellement entretenues dans des conditions qui augmentent considérablement la vitalité et la durée de l'existence.

Les plus grands cerveaux de notre temps sont d'accord sur ce point. Le docteur français Jean Frumusan a démontré que nous ne sommes pas vieux parce que nous avons vécu 30, 50 ou 60 ans, mais parce que nos tissus sont vieux, nos artères ont durci, et notre esprit influencé par des siècles d'erreurs fatales abandonne la volonté de vivre.

Le critique médical du *Daily Mail* dit : « Ceux qui adopteront ces préceptes dépasseront la centième année de beaucoup, et la voie à suivre n'est ni dure ni désagréable. »

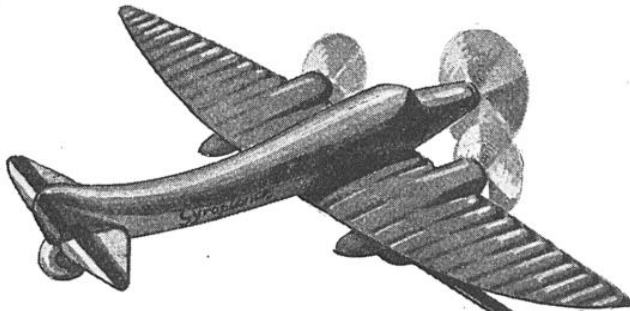
Le professeur Théron a rassemblé, trié, complété et simplifié toutes les découvertes faites jusqu'à présent au sujet de la jeunesse, vitalité, longévité. Il en a vécu les conclusions ainsi que ses nombreux élèves, depuis vingt-cinq ans, avec des résultats invraisemblables.

Il s'agit de bien faire les actes suivants : dormir, respirer, manger, éliminer, se mouvoir, penser, aimer. Il faut aussi, et surtout, bien entretenir les glandes endocrines, les véritables fontaines de vie. Et ce, sans médicaments, en appliquant des préceptes simples.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement. — ECOLE THÉRON (service 19), 334, rue Vanderkindere, Bruxelles (affranchir à 1 fr. 50).

HAVAS

Quelle joie ...



de posséder

le Gyronlane

MERVEILLEUX JOUET SCIENTIFIQUE !

Il s'envole, vole et atterrit en imitant le bruit d'un moteur, tel un véritable avion.

C'est un jouet MODERNE, SOLIDE et FRANÇAIS fabriqué par



20^F

&

35^F

Mécavion

NOTICE SUR DEMANDE AUX ÉTABLIS COUDRAY, A FOURCHAMBAULT (NIÈVRE)

Nous vous apprendrons à dessiner facilement et très vite

MÊME si vous n'avez jamais tenu un crayon, nous pouvons vous garantir que notre méthode vous fera réaliser tout de suite des croquis amusants. D'après nature, vous vous exercerez en suivant les principes clairs, les données pratiques que nous vous fournirons et vous ferez des progrès très rapides.

Vous aurez la joie de croquer en quelques coups de crayon une silhouette amusante, de faire le portrait des vôtres, et cela avec une ressemblance parfaite. En promenade vous dessinerez des scènes de rue, des paysages. Toute votre vie sera embellie par le dessin.

Mieux, en apprenant à dessiner, vous aurez acquis un second métier qui vous permettra, si vous le désirez, de vous spécialiser en professionnel dans la mode, l'illustration, la décoration, la publicité ! Si vous le voulez, le dessin deviendra pour vous une source de profits sans cesse renouvelés.



Voici un joli croquis de notre élève M. Lautard, après seulement quelques leçons.

Un luxueux album vous renseignera en détail



Cette amusante caricature a été exécutée par un élève de l'Ecole A. B. C., aujourd'hui collaborateur de maints journaux.

L'Ecole A. B. C. a édité un magnifique album qui vous sera envoyé sans frais et sans engagement de votre part. Page par page, parmi les illustrations les plus variées, vous découvrirez comme il vous est facile d'apprendre chez vous, à vos heures de loisir, sous la direction d'un maître personnel, spécialement choisi pour vous.

Vous lirez les lettres enthousiastes écrites par les élèves. C'est une véritable première leçon de dessin qui vous sera donnée.

Vous devez posséder cet album qui vous apporte une chance de transformer votre avenir. Demandez-le aujourd'hui même en envoyant le coupon ci-dessous.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio B 8)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8^e)

Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, la documentation illustrée m'apportant tous les renseignements sur la méthode A. B. C. de Dessin.

Nom
Profession Age
Rue N°
Ville Dépt.

Devenez ÉCRIVAIN RÉDACTEUR, JOURNALISTE

CELUI qui écrit avec facilité améliore très vite sa situation et trouve des débouchés nombreux et rémunérateurs dans le secrétariat et la publicité, dans la presse sous toutes ses formes : quotidiens et périodiques politiques, artistiques, scientifiques, littéraires, revues de voyage, etc.

Nombreux sont aujourd'hui ceux qui doivent à la remarquable méthode de l'Ecole A. B. C. des emplois lucratifs dans le commerce, l'industrie, l'administration. Beaucoup sont devenus des novellistes, des conteurs, des journalistes réputés. Il vous faut connaître toutes les possibilités que vous avez de trouver par votre plume des profits importants et réguliers. Vous pouvez apprendre à rédiger vite et facilement.

Une brochure de documentation vous est offerte

Dans la brochure que vous recevrez sans frais et sans engagement vous trouverez, en plus des plan et programme des études, les lettres enthousiastes écrites par les élèves qui « vivent de leur plume », les attestations des maîtres de la littérature contemporaine, qui sont unanimes à faire l'éloge du cours. Vous saurez que les leçons particulières présentent un caractère essentiellement pratique, qu'elles s'adaptent aux goûts, au tempérament de l'élève et au but qu'il



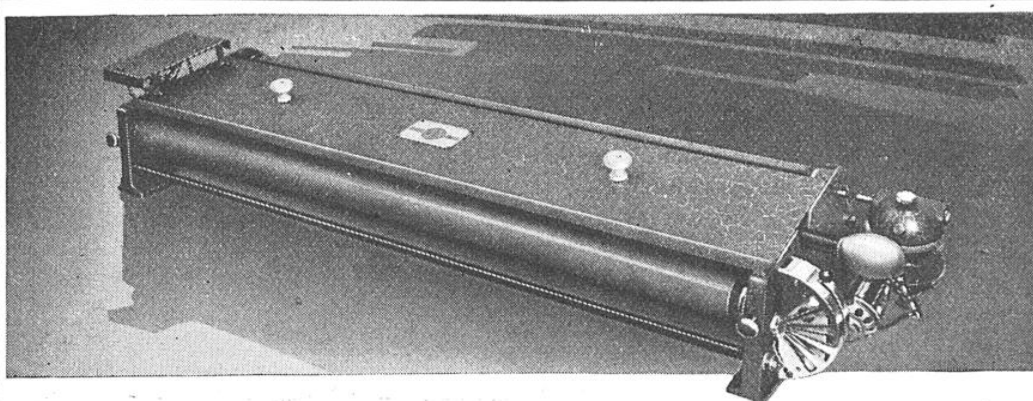
poursuit. Vous connaîtrez les multiples moyens que vous avez d'améliorer votre situation, de vous ouvrir les carrières les plus intéressantes et les plus lucratives. Vous devez posséder cette brochure. Elle vous apporte une chance d'améliorer et peut-être de modifier totalement votre vie.

Pour recevoir cette brochure, il vous suffit d'envoyer le coupon ci-dessous.

ÉCOLE A. B. C. (Groupe B 3)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8^e)

Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement de ma part, votre brochure de renseignements sur votre cours de rédaction littéraire, comprenant plan, programme des études, débouchés offerts, etc.

Nom
Profession
Rue N°
Ville Dépt.



Une nouvelle machine à tirer les bleus

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

*Robuste Rapide
Économique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

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



Moi aussi...

...JE "PRENDS" L'AMÉRIQUE
TOUS LES JOURS AVEC MON...

Sonora

RADIO



Grâce à la science, au talent et au génie de la découverte, **SONORA** a réussi à créer ce nouveau **Modèle T.O.6.**, dont l'équivalent n'a jamais encore été rencontré de par le monde.

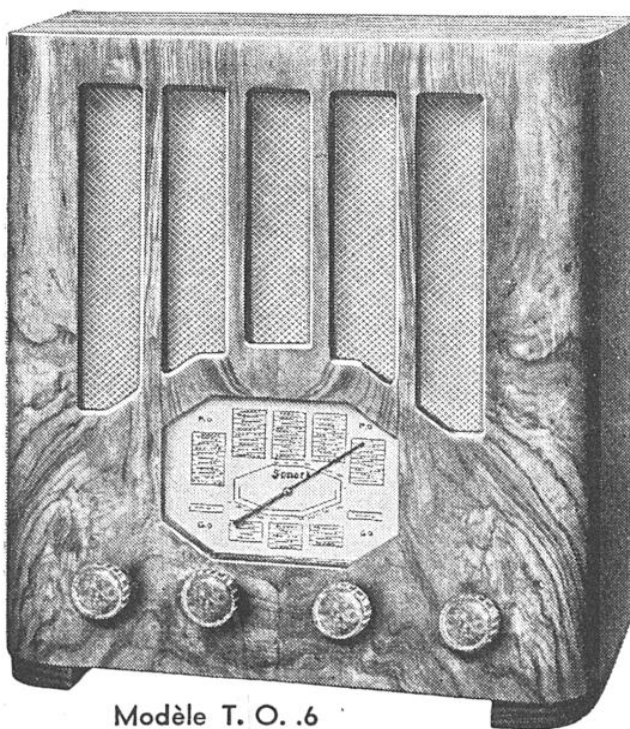
Ce superhétérodyne 6 lampes a un ton pur et naturel sur les trois gammes d'ondes : *Courtes, Moyennes, et Grandes Ondes*

Le dispositif de démultiplication est facile à régler sur toutes ondes.

TRÈS SÉLECTIF ET PUISSANT
ÉBÉNISTERIE D'UNE BEAUTÉ
EXCEPTIONNELLE

Fonctionne uniquement sur courant alternatif.

1295^F



Modèle T. O. .6

Nous venons d'éditer la liste gratuite des stations ONDES COURTES avec longueurs d'ondes, ainsi que le nouvel exercice de mémoire, petit jeu amusant et instructif. Ces deux choses sont réunies dans le dépliant artistique en couleurs des nouveaux SONORA ondes courtes. Réclamez-les à nos Revendeurs Autorisés, ou par lettre adressée directement à l'usine SONORA, 5, Rue de la Mairie - PUTEAUX (Seine).



*une nouveauté
sensationnelle!*

Tournez l'interrupteur, Madame,
aussitôt vous vous sentez entourée
d'une douce chaleur vous don-
nant l'impression d'un confort
inconnu jusqu'à ce jour.

Le nouveau radiateur électrique soufflant

Calor

Un ventilateur électrique silencieux projette horizontalement un grand volume d'air doucement échauffé, établissant ainsi une température égale dans toute la pièce. Il évite la surchauffe gênante au voisinage immédiat de l'appareil et dans les couches supérieures de l'appartement, et permet une utilisation plus rationnelle de la chaleur et une grande économie de courant. Portatif, 4 couleurs au choix, grillage et bordure chromés, ce radiateur d'installation facile décore la pièce qu'il chauffe.

Prix

Modèle chromé à grande puissance
et à 3 régimes de chauffe, complet
en ordre de marche.....

375 fr.

Soufflant en calorine marbrée,
complet en ordre de marche.....

200 fr.

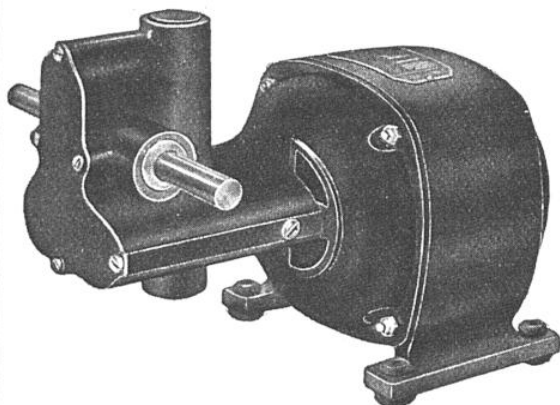
En vente chez les électriciens et dans les grands magasins.

Demandez la notice gratuite à

CALOR - Place de Monplaisir - LYON

MOTEURS D'INDUCTION

POUR TOUTES APPLICATIONS



700 T/m, 900 T/m, 1400 T/m, 2800 T/m

DE 1/100 A 1/2 HP



MOTEUR MONO, BI, TRI
à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesses,
avec ou sans réducteur
de vitesse

R. VASSAL

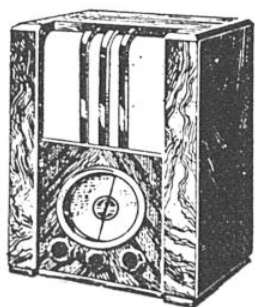
INGÉN.-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&-O.) — Tél. : Val d'Or 09-68

«Miracle»



LES FAMEUX RÉCEPTEURS A RÉGLAGE GYROSCOPIQUE :



LE
NOUVEAU
MIRACLE

Le Benjamin	Frs 450 cpt ou	50 frs p. mois
Le Nouveau	— 650 » »	57 » —
Le Moderne	— 895 » »	80 » —
Le Merveilleux	— 1250 » »	99 » —
Le Royal	— 1850 » »	160 » —

GARANTIE 1 AN

Démonstrations sans engagement à domicile.

RADIO-LYON

Constructeur

37, av. Ledru - Rollin - 12.
Métro : Bastille - Gare de Lyon148, rue Oberkampf - 11.
Métro : Ménilmontant142, rue Montmartre - 2.
Métro : Bourse94 bis, av. Jean-Jaurès
Pavillon-sous-BoisOuvert tous les jours même Dimanche et Fêtes
jusqu'à 20 h. et Samedi jusqu'à 22 h.

Catalogue illustré franco

Dr. 9

LE VÉRITABLE YAOURT D'ORIENT
EXQUIS AU GOÛT

ANTIDOTE NATUREL DE TOUTES LES INTOXICATIONS
INTESTINALES . PARTICULIÈREMENT RECOMMANDÉ PAR
LE CORPS MÉDICAL

SE FAIT EN QUATRE GESTES
SANS AUCUN CHAUFFAGE
PARTOUT
CHEZ SOI, A L'HÔTEL, A BORD
DANS LA BROUSSE, LA MONTAGNE
AVEC L'APPAREIL ET LES PURS
FERMENTS LACTIQUES

yalacta
BROCHURE GRATUITE SUR DEMANDE A

YALACTA-RÉGIONAL . 19, AVENUE TRUDAINE . PARIS .



**LA CUISSON HYGIÉNIQUE, ÉCONOMIQUE ET RAPIDE
DES ALIMENTS EN VASE CLOS**

sans ébullition et... ... sous basse pression

MEILLEURE CONSERVATION
des VITAMINES et
des SELS MINÉRAUX

•

Cuisson parfaite
conservant la
couleur et l'arome

•



ÉCONOMIE
de
52 à 85 %
de
COMBUSTIBLE
et
DE TEMPS

•

AUTO-THERMOS, en usage dans plus de 120.000 intérieurs
en France et en Angleterre, est le seul appareil de ce genre approuvé
par le corps médical et par les plus grands gastronomes

DÉMONSTRATIONS TOUS LES JOURS - BROCHURES FRANCO - s'ADRESSER A
AUTO-THERMOS, 68, Chaussée d'Antin, PARIS - Métro: TRINITÉ - Tél.: Trinité 48-25

LA MEILLEURE
ROUTE...

est celle qui vous
conduira à...

RADIO-PRIM



**A L'OCCASION
DE
L'INAUGURATION
DE SES
AGRANDISSEMENTS
FORMIDABLES**

Le grand spécialiste de la T.S.F.

**VOUS INVITE A VISITER
SES NOUVEAUX MAGASINS**

- **SUPERFICIE TRIPLÉE.**
- **SALONS** d'auditions uniques en France.
- Exposition permanente des 100 meilleures marques.
- Audition comparative et combinée dans des cabines insonores.
- Stock de **PIÈCES DÉTACHÉES** très complet permettant la réalisation de tous montages modernes.
- Nouveau rayon disques et phonos.
- **PHOTO - Cinéma** d'amateur (salle de projection).
- Appareils ménagers électriques.
- **SERVICE D'EXPÉDITION** province accéléré.
- **LES MEILLEURS PRIX** — Echange, reprise, crédit.

RADIO-PRIM

5, Rue de l'Aqueduc, — PARIS (10°)
Nord : 05-15

**CEINTURES
Anatomic**

MARQUE

DÉPOSÉE

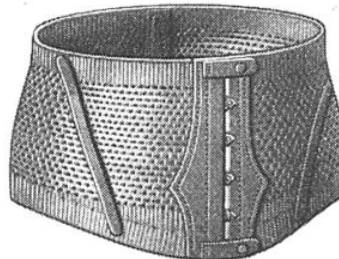
MONSIEUR,

Vous devez porter une ceinture « **ANATOMIC** » !
POUR VOTRE SANTÉ car elle combat ou prévient les affections de l'estomac, des reins et de l'abdomen en maintenant parfaitement les organes sans les comprimer.

POUR VOTRE ÉLÉGANCE car elle supprime immédiatement et définitivement l'embonpoint grâce à son action corrective et guérissante et vous permet d'acquérir une ligne jeune et une allure souple, avec un bien-être absolu.

ELLE EST INDISPENSABLE à tous les hommes qui « fatiguent » (marche, auto, moto, sport) dont les organes doivent être soutenus.

ELLE EST OBLIGATOIRE aux « sédentaires » qui éviteront « l'empatement abdominal » et une infirmité dangereuse : l'obésité.



N ^{os}	TISSU ELASTIQUE — BUSC CUIR —	Hauteur devant	COTE Forte	COTE Souple
101	Non réglable..	20 $\frac{cm}{m}$	69 ^F	79 ^F
102	Réglable.....	20 $\frac{cm}{m}$	89 ^F	99 ^F
103	Non réglable..	24 $\frac{cm}{m}$	99 ^F	109 ^F
104	Réglable.....	24 $\frac{cm}{m}$	119 ^F	129 ^F

RECOMMANDÉ : Nos 102 et 104 (se serrant à volonté) en côte souple (à jours).

COMMANDE : indiquer votre tour exact de l'abdomen à l'endroit le plus fort.

ÉCHANGE : par retour si la taille ou le modèle ne convient pas.

ENVOI : rapide, discret, par paquet, poste recommandé.

FRAIS DE PORT : France et Colonies 5 fr., Etranger 20 fr.

PAIEMENT : mandat, chèque ou contre remboursement. (Il n'est fait aucun envoi contre remboursement à l'Etranger).

CATALOGUE : (Dames et Messieurs) avec échantillon de tissus et feuilles de mesures franco, sans engagement.

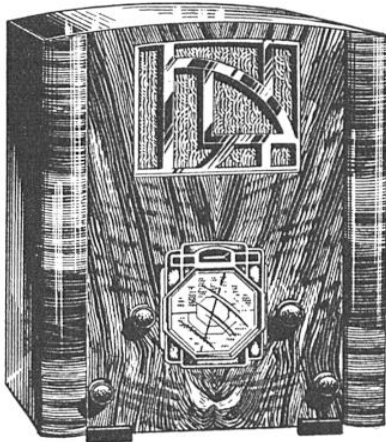
BELLARD-V-THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS (9°)

**Voici un excellent
poste moderne...**

LE CHANGEUR DE FREQUENCE RADIO-SOURCE TOUTES ONDES

est muni d'un anti-fading, d'une prise phonographique et d'un réglage visuel. Il est à sélectivité variable et fonctionne sur **tous les courants alternatifs** de 110 volts à 250 volts.



**C'EST UN RÉCEPTEUR
SIMPLE**
dans sa conception,
SIMPLE
dans son maniement,
SIMPLE
dans sa construction.

... Il fournit une excellente musicalité (détection diode) ... Il reçoit bien toutes les ondes grâce à son bloc G. 34 muni de son inverseur (plus de 100 stations) ... Il coûte **TRÈS BON MARCHÉ**

**L'ENSEMBLE ABSOLUMENT COMPLET
DE TOUTES LES PIÈCES Y COMPRIS
LES LAMPES PHILIPS ne coûte que : fr. 580**
Châssis monté avec lampes... .. 670 fr.
Appareil COMP. ET monté en belle ébénisterie avec dynamique BRUNET... .. **850**

Passer vos ordres en toute confiance à **RADIO-SOURCE**. Une maison de radio ancienne et solide comme la nôtre présente pour vous toutes les garanties.

RADIO-SOURCE

82, avenue Parmentier, 82 — PARIS-XI^e
Tél. : ROQ. 62-10 et 62-81 — Ch. Post. Paris 664-49 — Télégr. : Sourcelec 119

Nous rappelons aux sans-filistes qui ne possèdent pas encore notre Radio-Manuel 1936, que celui-ci est toujours envoyé franco contre 3 fr. 50. Radio-Manuel 1936 est une documentation technique et commerciale à l'usage de tous les amateurs et artisans radio-électriciens.

VOUS POUVEZ DONNER PLUS DE BIEN-ÊTRE AUX VÔTRES ET A VOUS-MÊME

malgré les temps difficiles

si vous connaissez et utilisez mieux vos facultés mentales et vos aptitudes, si vous savez résister au découragement et prenez pleine confiance en vous.

N'attendez rien d'un miracle, attendez tout de votre bonne volonté dirigée et soutenue par une méthode scientifique attrayante, facile, pratique :

LE SYSTÈME PELMAN.

Le SYSTÈME PELMAN vous permet d'acquérir la chose la plus importante au monde : une personnalité forte et décidée, des aptitudes développées qui vous distinguent dans la profession que vous exercez et dans la vie privée.

Vous pouvez, dès aujourd'hui, augmenter vos ressources spirituelles et matérielles grâce au SYSTÈME PELMAN. Dès les premières leçons par correspondance du Cours PELMAN, vous vous sentirez un homme nouveau destiné au succès.

Renseignez-vous dès aujourd'hui gratuitement et sans engagement.

SYSTÈME PELMAN

(SECTION 18)

80, boulevard Haussmann, PARIS-8^e

LONDRES AMSTERDAM NEW YORK CALCUTTA
DUBLIN DURBAN MELBOURNE DELHI

*Sous la Direction effective de Professeurs de
Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés*

**40 ans d'expérience mondiale dans
toutes les classes de la société**

**CADEAU...
DE NOUVEL AN :
UNE MONTRE
DE BESANÇON**



- dans une qualité
incomparable -
en vous adressant directement aux
Etablissements SARDA, les réputés
spécialistes de l'horlogerie de pré-
cision, installés depuis 1893 au
Pays même de production.

Vous trouverez un choix unique
dans l'Album "MONTRES" N° 36-65
- envoyé franco - présentant
600 MODÈLES
en tous genres : chronomètres, chro-
nographes, pièces avec Bulletins
d'Observatoire, Montres-bracelets
Dames et Messieurs ; livrés avec la
GARANTIE D'ORIGINE

Demandez aussi les Albums des
rayons annexes (envoi gratuit) :
B - PENDULES et RÉVEILS
C - BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFEV.

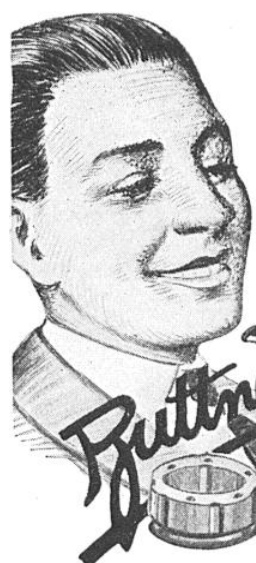
Envois à condition — Reprise et
échange de montres anciennes.
Facilités de paiement

*Ecrivez de suite
aux Etablissements*



SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

**PROTÉGEZ
votre SANTÉ
FUMEZ
FILTRÉ**



La technique et la science
ont réussi, après des recher-
ches de plusieurs années,
à créer une pipe vraiment saine : la

PIPE BUTTNER

Elle est saine, parce que les rési-
dus nuisibles sont absorbés par le
grand filtre.

Elle est aromatique, parce qu'elle
adoucit le goût du tabac, même du
plus fort.

Elle reste sèche, grâce à son filtre.

Elle est toujours propre.

Elle est économique, parce qu'elle
brûle tout le tabac, contrairement
aux autres pipes.

Elle vous dispense de vous ache-
ter plusieurs pipes de rechange.



Elle vous évite le picotement sur la langue. Grâce à
sa construction ingénieuse, la PIPE BUTTNER est
pratique ; pendant qu'on la fume, on peut la déposer
partout sans qu'elle tombe. L'essentiel de la PIPE
BUTTNER est son filtre poreux, breveté plusieurs fois,
qui ménage grandement langue, cœur et poumons.

Le FUME-CIGARETTE « NICEX »
avec les mêmes avantages que la PIPE BUTTNER.

NICEX ne change pas le goût du tabac.

NICEX rend l'arôme plus fin.

NICEX tient les dents blanches.

NICEX tient les doigts propres.

NICEX protège le

cœur.

NICEX préserve les

poumons.

Les filtres se
conservent
longtemps. On
les retire seule-
ment quand ils
sont devenus brun foncé. Pour les désinfecter, il suffit qu'on les
expose au feu.

EN VENTE DANS LES DÉBITS DE TABAC

Si vous ne la trouvez pas, utilisez ce bulletin

Commande PIPE BUTTNER, SAINT-LOUIS (Haut-Rhin)

Pipe Buttner, av. filtre réserve, brune, noire, dr., courbée. 30. »

Nicex-Buttner, avec 12 filtres. 12.50

Nicex-Buttner dames, avec 12 filtres. 14. »

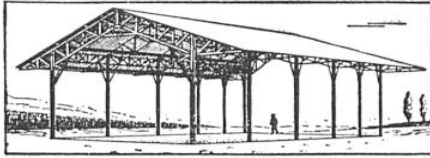
Nicex-Buttner pour cigares. 10. »

Pipe Buttner « La Petite », brune, mouchetée, droite. 20. »

Le montant de Fr. est versé à votre compte de
chèques postaux Strasbourg n° 24.321. L'envoi est à faire contre
remboursement, plus frais de recouvrement

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

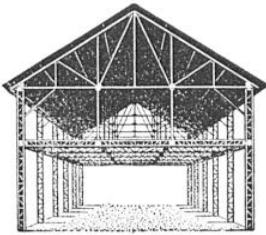
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



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



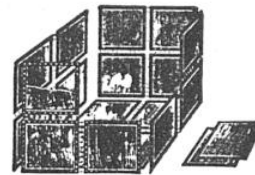
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



GRAND HANGAR de 28 m. x 9 m., à grenier calculé pour 500 kilos au mètre carré. La charpente coûtait 29.000 francs.



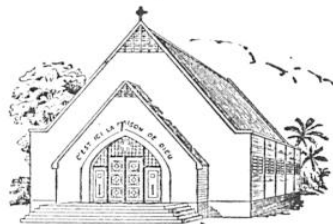
Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)



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



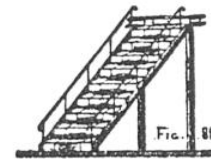
MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Notice 198)



ÉGLISES ET TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 centim. au mètre. (Notice 214).



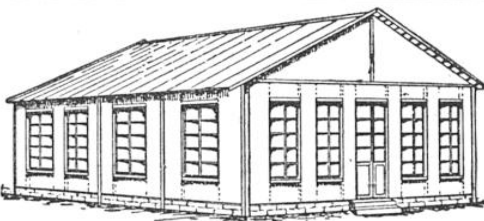
SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Notice 208).



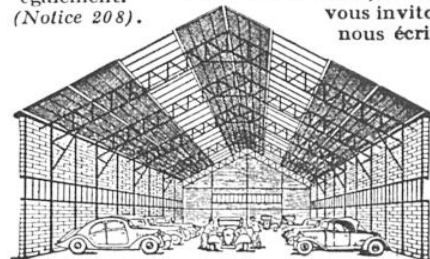
ESCALIERS MÉTALLIQUES. Nos escaliers ne se cataloguent pas, les besoins étant très variables, mais nous vous invitons à nous écrire.

Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.

Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



PAVILLON D'HABITATION A ÉDIFIER COMPLÈTEMENT SOI-MÊME. — 77 modèles distincts. — Fabrication en série. (Notice 205)



GARAGES ET ATELIERS Occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction pour la prochaine saison. (Notice 212)

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél.: 960.35 PETIT-QUEVILLY

AUX INVENTEURS

“La Science et la Vie”

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le Service Spécial de *La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour :

- 1° Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger ;
- 2° Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles ;
- 3° Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences ;
- 4° Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation et, quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions ; les jeux à prépaiement, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

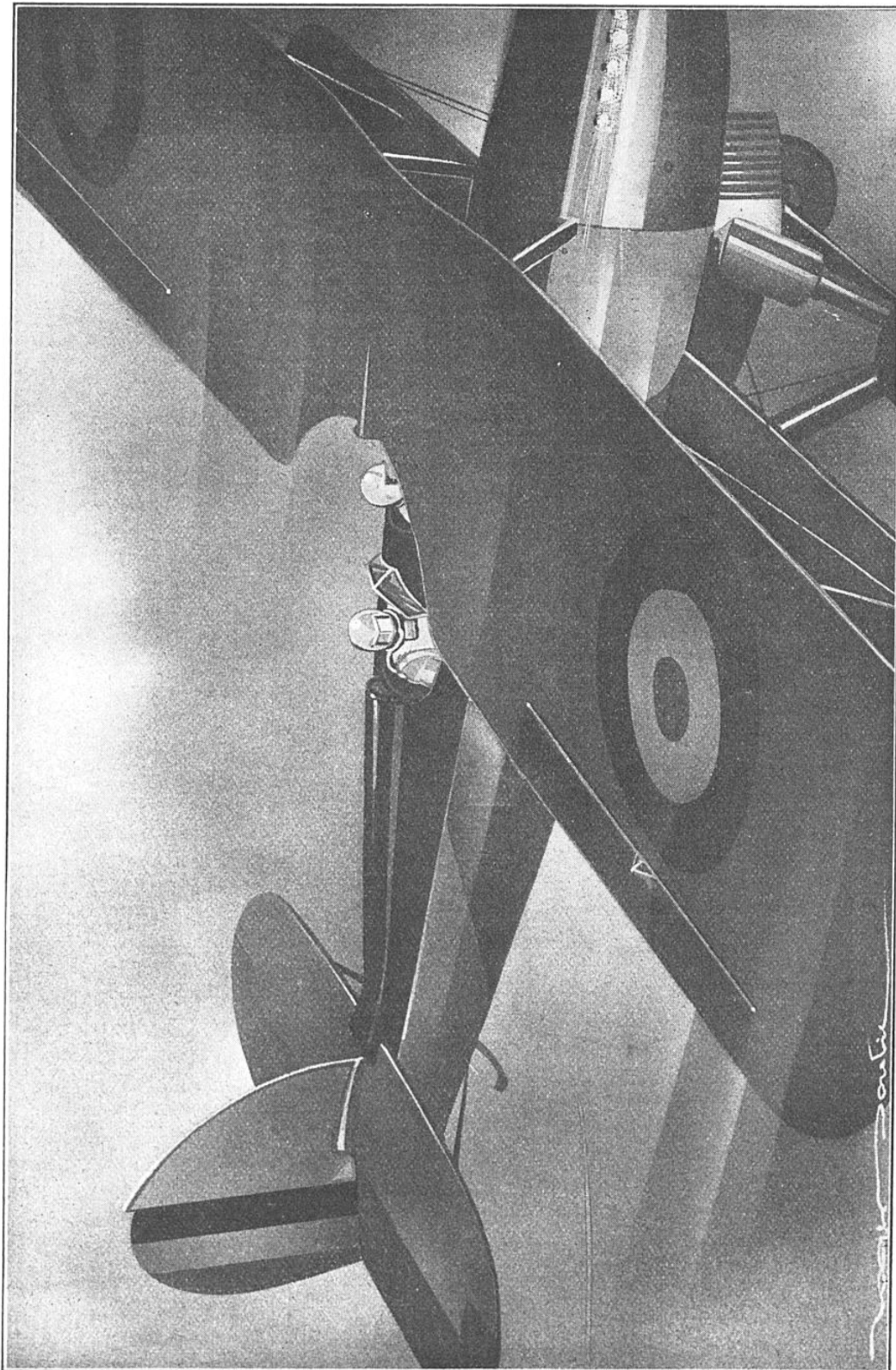
Une invention, si simple soit-elle (épingles de sûreté, ferret du lacet, diabolos), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le Service Spécial des Nouvelles Inventions de *La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : **Service Spécial des Nouvelles Inventions de “La Science et la Vie”**, 23, rue La Boétie, Paris (8^e).

Pour voler vite et loin il faut naviguer à haute altitude	Jean Labadié	435
<i>L'avenir de la locomotion aérienne réside dans le vol dans les hautes couches de l'atmosphère où la résistance à l'avancement diminue notablement. Pour les avions à passagers, la cabine étanche s'impose donc. Mais pour les appareils militaires et sportifs, voici le scaphandre « stratosphérique » mis au point en France tout récemment.</i>		
La précision de repérage par le son doit beaucoup à l'étude physique des bruits du canon.	L. Houllevigue	445
<i>Les ondes produites par un coup de canon sont complexes (onde de bouche, onde balistique). Les physiciens les ont minutieusement analysées. Dans le même ordre d'idées des études se poursuivent en vue de réaliser le repérage automatique des avions — qui sont eux-mêmes des projectiles — afin d'organiser scientifiquement la défense contre les attaques aériennes.</i>		
Comment la science rend aujourd'hui fructueuse la pêche maritime. Les conditions de la pêche sont étroitement liées aux propriétés physiques et chimiques des eaux. Cette répartition physico-chimique des eaux dépend elle-même des « transgressions océaniques », nouvelle hypothèse qui rend maintenant superflue la conception classique du Gulf Stream. Une carte générale de ces transgressions donnerait aux pêcheurs de précieuses indications sur la migration des poissons.	Charles Brachet.. . . .	451
Le cinéma en couleurs est-il à la veille de devenir pratique?	Jean Marchand	461
<i>Le problème du cinéma en couleurs, résolu pour l'amateur qui n'exige pas de « copies », présente de grandes difficultés au point de vue industriel. On procède à la mise au point de nouvelles méthodes découlant de divers principes qui paraissent appelés à donner des solutions pratiques.</i>		
La mobilisation industrielle de l'Allemagne est-elle commencée? L'Allemagne, qui dispose déjà d'un matériel de guerre moderne, pourrait, grâce à son potentiel industriel, atteindre, en quelques jours, le maximum de sa production dans les différentes branches de l'armement. Le grand homme d'Etat Churchill a reconnu récemment l'avance prise par le Reich à ce point de vue.	Lieut.-colonel Reboul .. .	469
Notre poste d'écoute	S. et V.	477
Le butane, le méthane, l'hydrogène peuvent remplacer l'essence dans nos moteurs	Jean Bodet	483
<i>Les nations dépourvues de terrains pétroliers cherchent à se libérer des onéreuses importations de combustibles liquides indispensables aujourd'hui en temps de paix comme en temps de guerre. L'hydrogénation du charbon coûte fort cher. Aussi a-t-on mis au point l'utilisation de carburants gazeux (butane, méthane, hydrogène) capables de remplacer l'essence.</i>		
Au Centre de contrôle de Bruxelles incombe maintenant la mission de maintenir l'ordre en radiodiffusion	C. Vinogradow.	492
<i>L'extrême précision obtenue aujourd'hui dans la mesure des fréquences permet au Centre de contrôle des ondes de Bruxelles d'éviter, désormais, les brouillages des émissions.</i>		
En électroculture, l'empirisme cède le pas à la méthode scientifique. Les dernières recherches effectuées au laboratoire ont démontré l'action bienfaisante de l'électricité sur le développement des végétaux et permettront d'orienter scientifiquement l'électroculture dans des voies nouvelles.	Roger Faillietaz	497
A travers notre courrier	S. et V.. . . .	503
Le chromage électrolytique a maintenant des applications industrielles. Pour l'hygiène et la présentation des produits alimentaires, voici le papier d'aluminium	Jules Martin.	505
Conseils aux sans-filistes	J. M.. . . .	509
Les « A côté » de la science	Géo Mousseron	512
Les jouets scientifiques.	V. Rubor.. . . .	514
Chez les éditeurs.. . . .	J. M.. . . .	518
	S. et V.. . . .	519

Les records de vitesse en aviation, qui nous paraissent magnifiques aujourd'hui, seront certainement dépassés lorsque l'on pratiquera demain le vol dans les hautes couches de l'atmosphère, où la résistance à l'avancement est beaucoup plus faible. L'alimentation des moteurs est maintenant au point. Reste à assurer la respiration normale des aviateurs. Le premier scaphandre « stratosphérique » français, représenté sur la couverture de ce numéro, résout le double problème de la respiration et de la liberté des mouvements du pilote (voir l'article page 435 de ce numéro).



POUR ATTEINDRE LES PLUS GRANDES VITESSES, L'AVION DOIT VOLER TRÈS HAUT DANS L'ATMOSPHÈRE. LES AVIATEURS DE DEMAIN SERONT-ILS MUNIS D'UN SCAPHANDRE LEUR ASSURANT UNE RESPIRATION NORMALE EN TOUTES CIRCONSTANCES ?

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Décembre 1935 - R. C. Seine 1161544

Tome XLVIII

Décembre 1935

Numéro 222

POUR VOLER VITE ET LOIN, IL FAUT NAVIGUER A HAUTE ALTITUDE Voici le scaphandre « stratosphérique »

Par Jean LABADIÉ

Le raid de l'Américain Wiley Post (1) a mis en valeur l'intérêt des hautes altitudes pour les vols à grande vitesse et à grande distance. Ceux-ci posent, en effet, deux problèmes principaux : l'alimentation du moteur, réalisée par la suralimentation (2) et l'équipement de l'avion pour permettre au pilote de respirer normalement. L'étude physiologique des échanges gazeux entre les poumons et l'air a démontré que le masque à oxygène, avec lequel ont été atteints les récents records d'altitude, ne saurait convenir pour un vol prolongé, tel que celui exigé par l'exploitation régulière d'une ligne aérienne. Il faut donc maintenir les aviateurs dans une atmosphère favorable. Deux moyens s'offrent pour résoudre ce problème : la cabine étanche et le scaphandre aérien. Rien ne s'oppose à la réalisation de cabines étanches pour les avions à passagers (ascension du professeur Piccard). Mais elles ne sauraient, par contre, convenir aux applications militaires. Quant au scaphandre, qui doit être souple, son utilisation présente de sérieuses difficultés. Tout d'abord, son alimentation en air à une pression convenable le gonfle et le rend rigide ; de plus, il doit protéger l'aviateur contre le froid des hautes altitudes. Ces deux difficultés viennent cependant d'être vaincues par les docteurs Rosenstiel et Garsaux : ils viennent de mettre au point un scaphandre à double paroi qui, tout en étant gonflé par la pression interne de l'air, autorise néanmoins tous les mouvements, même le saut en parachute, cet air emprisonné formant isolant calorifique. Ainsi, dans le caisson d'expériences du Bourget, le docteur Rosenstiel a pu atteindre expérimentalement l'altitude de 14.000 mètres sans éprouver aucun malaise.

L'aviation ne donnera toute sa mesure de rapidité et de rayon d'action qu'aux grandes altitudes

EN réalisant, au printemps dernier, sur une distance de 3.500 kilomètres, une vitesse qui atteignit, à certains moments, celle des records de l'année précédente (450 km à l'heure), Wiley Post (1) apportait la preuve définitive que le domaine du voyage rapide était bien dans la haute atmosphère. L'altitude moyenne de son vol, couvrant la plus grande partie du parcours

visé (Los Angeles-New York), aurait été supérieure à 6.000 mètres. La plus grande vitesse (environ 500 km à l'heure) aurait été atteinte vers 10.000 mètres. Le moteur était suralimenté d'après la technique exposée ici même (1), sur laquelle nous ne reviendrons pas. Quant à l'aviateur, il était revêtu d'un scaphandre.

Le scaphandre est un appareil essentiellement « respiratoire ». Celui qu'avait endossé Wiley Post était destiné à lui permettre de résister à la dépression atmosphérique des grandes altitudes. Il n'a pas très bien rempli son office, puisque le célèbre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 49.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 195.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 195.

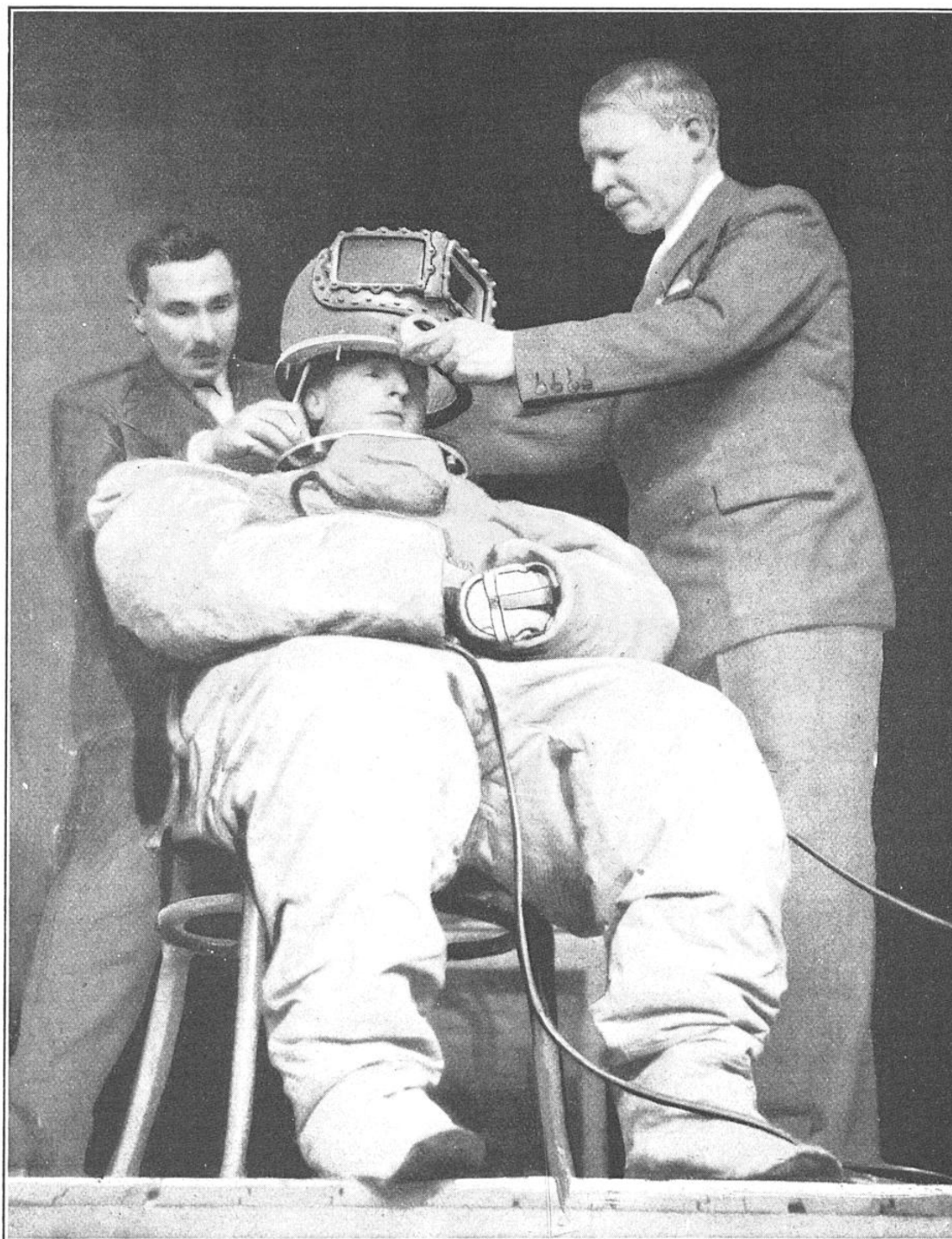


FIG. 1. — LE DOCTEUR ROSENSTIEL ACHÉVANT DE RÉVÊTIR LE SCAPHANDRE AÉRIEN DONT IL EST LE CRÉATEUR EN COLLABORATION AVEC LE DOCTEUR GARS AUX

Le scaphandre aérien a pour but de permettre les vols à haute altitude en maintenant l'aviateur dans une atmosphère convenable, malgré la raréfaction de l'air qui, d'autre part, autorise les plus grandes vitesses.

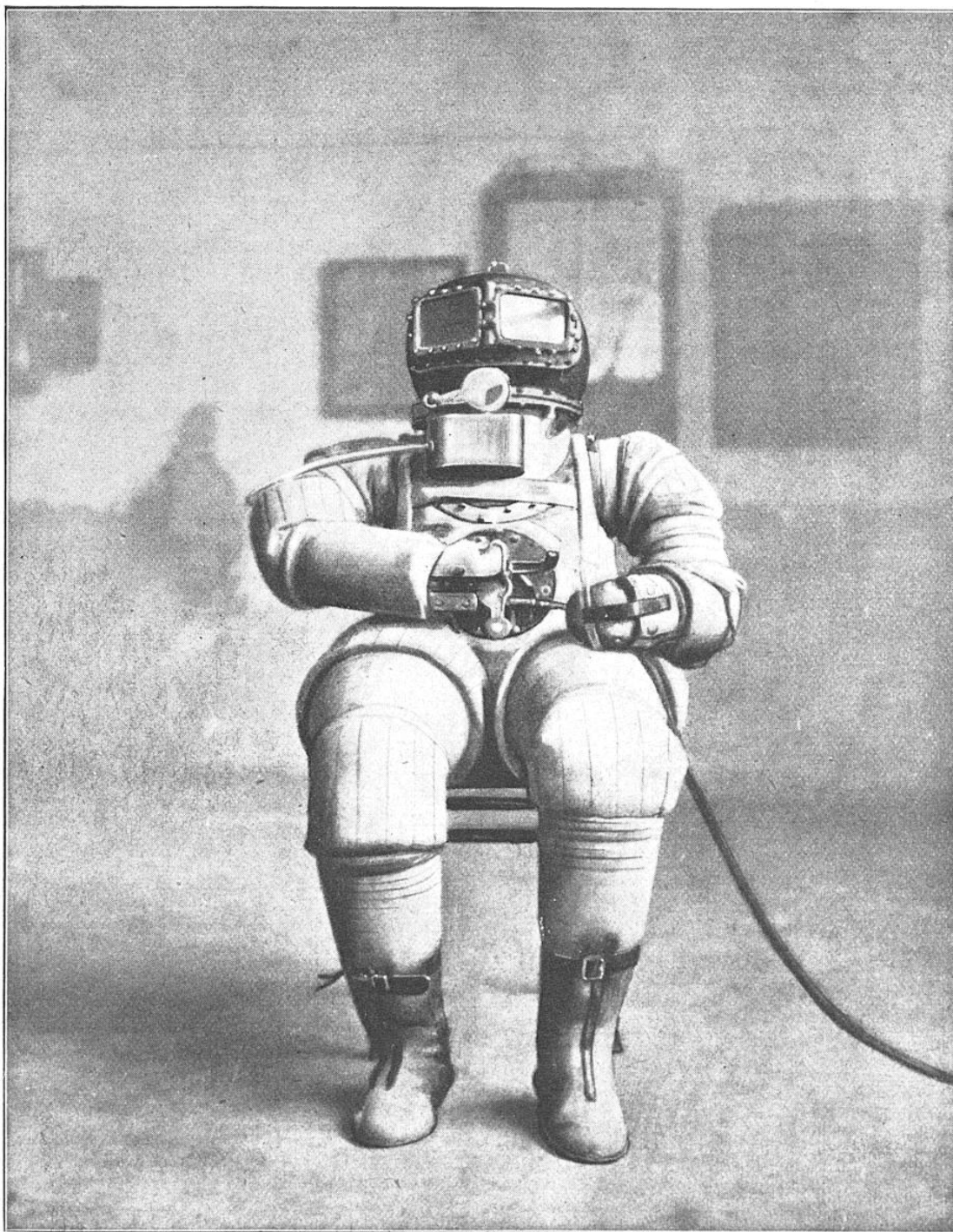


FIG. 2. — ON VOIT ICI LE SCAPHANDRE AÉRIEN GONFLÉ SOUS LA MÊME PRESSION « RELATIVE » A L'EXTÉRIEUR, QU'IL SERA AMENÉ A SUPPORTER AUX HAUTES ALTITUDES

Au centre de l'appareil, le dispositif de libération qui permet de se détacher de la conduite d'alimentation pour se brancher sur la réserve d'air comprimé visible sur la gorge. Malgré ce gonflement, le nouveau scaphandre autorise tous les mouvements nécessaires au pilotage de l'avion.

pilote a déclaré en atterrissant qu'il ne pouvait continuer son voyage jusqu'à New York, à cause du froid ressenti.

Le regretté pilote américain, disparu prématurément dans un accident banal, semblait vouloir se spécialiser dans le « voyage rapide » — qu'on ne saurait confondre, pour l'instant, avec le « record de distance », bien que l'un et l'autre soient nécessairement appelés à se rejoindre. Le brillant « demi-succès » de Wiley Post démontre la valeur de sa conception du voyage en altitude en scaphandre ; son « demi-échec » — c'est l'autre aspect de la performance — attire l'attention sur l'insuffisance de l'appareil. En sorte que la controverse demeure entière entre les partisans de la cabine étanche et ceux du scaphandre, comme moyen de réaliser une atmosphère artificielle supportable aux pilotes et passagers aériens de la haute atmosphère.

Le problème est inéluctable. Il se fait pressant. Il est même un cas dans lequel une solution rapide s'impose : c'est celui de l'aviation militaire.

On ne peut songer un instant à enfermer dans une cabine étanche le pilote militaire de chasse, ni même celui de bombardement, puisque le gros appareil doit également posséder, sur l'extérieur, des ouvertures parfaitement libres pour la manœuvre de ses armes défensives. Aussi bien, tous les états-majors aéronautiques du monde ont-ils mis à l'étude le problème du scaphandre. La réalisation qu'ont présentée, l'été dernier, les docteurs Rosentiel et Garsaux à notre ministère de l'Air semble particulièrement réussie, — et, pour tout dire, la plus réussie des solutions pratiques existant à l'heure présente.

Nous allons la présenter à nos lecteurs dans la mesure où il nous est permis de le faire, c'est-à-dire en exposant les difficultés qu'il s'agissait de résoudre et en cachant le détail de la technique qui a permis d'y parvenir.

Nos lecteurs nous excuseront de ces restrictions, qui importent, pour l'instant, à la conservation de l'avance acquise en la

matière par notre aviation militaire sur ses rivales de l'étranger.

Pourquoi l'ère du « masque à oxygène » est terminée

Voler en altitude, c'est voler dans un air « raréfié », c'est-à-dire dans une atmosphère à basse pression et, par surcroît, appauvrie en oxygène, — car l'oxygène se raréfie plus vite que l'azote à mesure que l'on s'élève.

On avait d'abord espéré que, pour suppléer au manque d'air respirable, il suffirait d'appliquer aux aviateurs un masque inhalateur d'oxygène. On parlait de ce principe que l'accroissement de la teneur en

oxygène pouvait suppléer à la pression dans le mélange gazeux offert aux poumons. Ce principe est faux, tout au moins insuffisant. Paul Bert s'était occupé de la question, à l'époque héroïque où le ballon sphérique *Zénith*, de Gaston Tissandier, asphyxia deux membres sur les trois qui formaient son équipage, lors de la dramatique ascension de 1875, à l'altitude de 8.400 mètres. Paul Bert avait déjà fait observer qu'il existait une *pression*

critique, au-dessous de laquelle le phénomène respiratoire devenait impossible. Il appelait « oxypression critique » cette pression minimum, qu'il situait vers 30 centimètres de mercure, — ce qui correspond à peu près à l'altitude fatale aux passagers du *Zénith* (8.000 mètres). Mais des expériences plus récentes ont montré que l'oxypression critique s'élève à mesure que s'élève également la proportion de l'oxygène contenu dans l'air respiré. En d'autres termes, si on accroît la teneur en oxygène, tandis que la pression décroît, cela n'avance pas les choses — puisque le poumon refuse d'absorber le gaz vivifiant.

Toutefois, aux basses pressions (de 15 à 30 centimètres de mercure), l'oxypression critique apparaît moindre que ne l'estimait Paul Bert : en sorte que la suralimentation pulmonaire en oxygène n'est pas absolument inefficace jusqu'aux altitudes correspondantes, de 8.000 à 12.000 mètres. Ceci explique le succès remporté jusqu'ici par

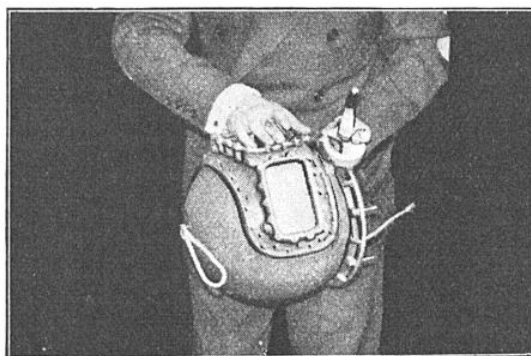


FIG. 3. — LE CASQUE DU SCAPHANDRE
Cette photographie montre la position du robinet « stabilisateur » (au-dessus de la main gauche du personnage) dont la fermeture à l'altitude choisie fixe la pression interne que l'appareil conservera dès lors automatiquement pendant le vol.

les inhalateurs d'oxygène (à l'air libre) auprès des recordmen et des recordwomen d'altitude. Il est indéniable que le masque à oxygène fut un auxiliaire indispensable au maintien de leur fonction respiratoire. Maryse Hilsz a battu les records féminins d'altitude à deux reprises (9.791 mètres et 11.800 mètres), avec un masque à oxygène. Donati est monté à 13.500 mètres avec

défaut de pression de l'oxygène inhalé. Il recevait bien une quantité d'oxygène suffisante en volume, mais il lui aurait fallu une plus forte pression. »

En d'autres termes, à l'altitude atteinte, « l'oxypression critique » de ce sujet d'élite se trouvait à peu près dépassée.

Il ne faut donc plus songer à grimper au-dessus de 13.000 mètres avec le seul

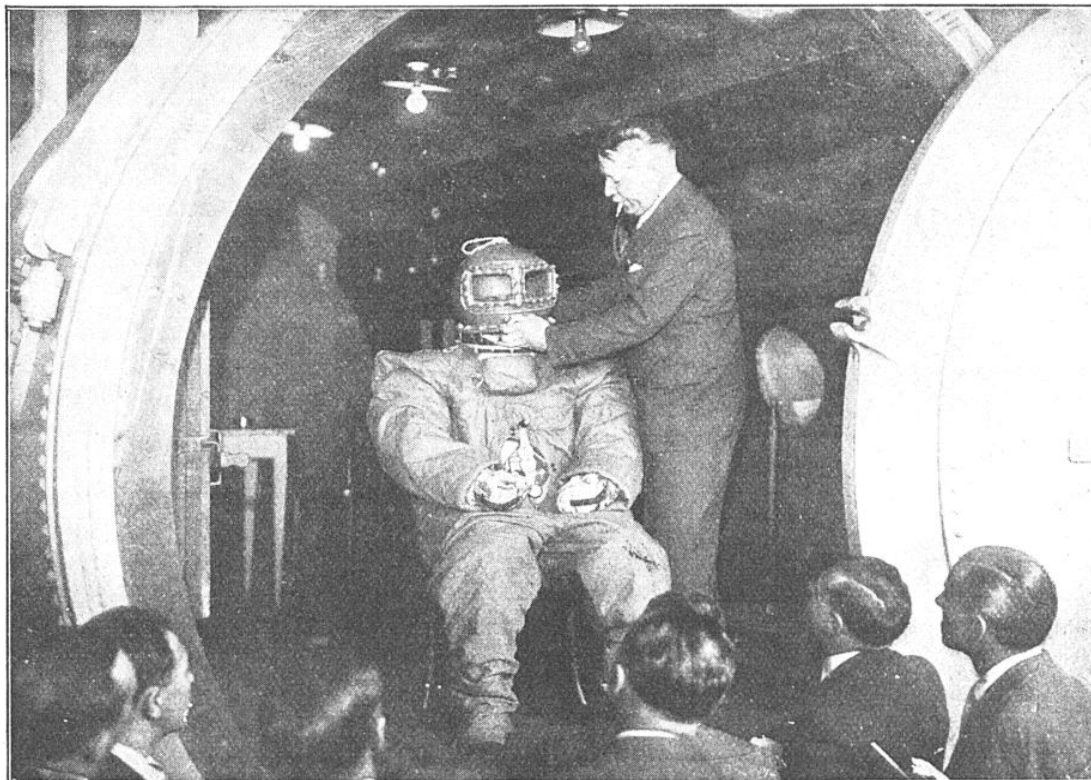


FIG. 4. — LE DOCTEUR GARSAUX COIFFE LE DOCTEUR ROSENSTIEL DU CASQUE
Celui-ci va effectuer la « montée » à 14.000 mètres dans le caisson pneumatique du Bourget, dans les mêmes conditions de vide et de froid que dans un vol réel à très haute altitude.

le masque. Il est donc certain que si les passagers du *Zénith* avaient été munis de tels masques, ils seraient redescendus indemnes.

Cependant, s'il n'est pas un auxiliaire négligeable pour battre des records, le masque est nettement insuffisant pour les passagers. La respiration — grâce à lui « possible » — demeure malaisée. Lors de son dernier record, l'Italien Donati, « sujet d'élite particulièrement entraîné, dut utiliser des doses d'oxygène considérables pour un séjour en haute altitude d'une durée insignifiante », observe le docteur Rosenstiel.

« Malgré ces conditions spéciales, il éprouva de nombreuses syncopes dues au

auxiliaire d'un masque. Autrement dit, même les brefs records d'altitude exigeront désormais, pour être réalisés, une technique respiratoire spéciale : le scaphandre ou la cabine étanche.

A plus forte raison, les longs voyages...

Les conditions de la respiration en altitude

L'alimentation du pilote et des passagers en oxygène, aux grandes altitudes, pose donc un problème aussi nécessaire que l'alimentation du moteur. Nous avons exposé ici les directives qui guident l'ingénieur du moteur dans l'établissement des

compresseurs d'alimentation. Il nous reste à comprendre les directives qui orientent le physiologiste dans la recherche du meilleur système respiratoire, véritablement pratique, — de longue haleine.

La question est un peu plus complexe que nous ne venons de l'entrevoir.

A côté de l'oxygène, il est un autre gaz « noble » de la respiration : c'est le gaz carbonique, dont la teneur réagit plus ou moins sur le bulbe cervical — lequel commande tout le phénomène respiratoire. La présence du gaz carbonique

dans le sang est un excitant nerveux nécessaire à la mise en marche de l'appareil pulmonaire. Un inhalateur d'oxygène ne pouvait pas à la régulation carbonique musculaire de la ventilation. Le réflexe pulmonaire se trouve détraqué. Ceci montre combien il est nécessaire de procurer à l'organisme une « atmosphère » respiratoire complète, dans laquelle il baigne, non une simple « inhalation ».

L'état des gaz dissous dans le sang est fonction de la composition et de la pression de l'atmosphère dans laquelle baigne la muqueuse pulmonaire. Celle-ci joue à la manière d'une paroi, de part et d'autre de laquelle les gaz intéressant la respiration se trouvent en équilibre de pression ou en déséquilibre. Ce phénomène

rappelle exactement « l'osmose » des solutions salines de part et d'autre d'une membrane.

Si l'équilibre est réalisé entre les deux côtés de la membrane, la pression extérieure marque, à ce moment, ce que nous avons appelé la « pression critique » à propos de l'oxygène. Mais il est évident, maintenant, qu'une pression critique doit également

apparaître pour le gaz carbonique (CO_2).

Si la tension de l'un ou l'autre gaz « nobles » de la respiration se trouve plus forte dans le sang que dans l'atmosphère extérieure, le sang se « dégaze » au profit de celle-ci. C'est précisément ce qu'il s'agit d'éviter.

C'est ainsi que deux expérimentateurs, MM. Beyne et Goiffon, faisant respirer un animal dans une atmosphère ne contenant que 0,4 % d'oxygène, ont trouvé l'air expiré plus riche que l'air inspiré !

De même, si l'on donne à respirer un air dont la tension en CO_2 dépasse

40 mm de mercure (qui est la tension normale de CO_2 dans le sang artériel), le gaz carbonique passe, en excès, dans le sang.

La muqueuse pulmonaire est donc perméable dans les deux sens, et les échanges gazeux qui s'effectuent à travers elle sont proportionnels : 1° à la différence des pressions ; 2° à la surface de cette muqueuse développée à chaque instant par le mouvement respiratoire. Tels sont l'appareil et les lois physiques de la respiration. Examinons maintenant comment il sert notre organisme.

Le corps humain exige environ 350 cm³ d'oxygène par minute, c'est-à-dire pendant 16 inspirations normales.

La pression de l'oxygène au sol est de 107 mm de mercure (chaque gaz de l'at-

mosphère se comportant comme s'il était seul). A 4.000 mètres, cette pression n'est plus que de 60 mm. La pression interne du sang est, en principe, demeurée la même qu'au sol. Donc, la supériorité de la pression extérieure a déchu. De ce fait, en vertu de nos explications, l'échange gazeux de l'extérieur vers l'intérieur devient extrêmement

Altitude	Température	Pression	TENEUR EN VOLUMES		
			Azote	Oxygène	CO ²
km	Degrés	mm	%	%	%
0	+ 15	763	78,03	20,99	0,03
10	— 50	198	81,3	18,1	0,015
20	— 54,8	41,6	84,4	15,1	0,0063
30	— 48,2	9,23	86,6	12,6	0,0023

TABLEAU I. — TABLEAU DES DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE A DIVERSES ALTITUDES

Ce tableau donne les pressions, les températures et la composition de l'atmosphère (en gaz intéressant la seule fonction respiratoire) aux différentes « hautes » altitudes, dites « stratosphériques », que l'aviation peut légitimement envisager. Les chiffres ci-dessus ont été obtenus par le moyen de sondages effectifs (ballons-sondes). (D'après M. Soreau.)

Altitude	Pression	Altitude	Pression	Altitude	Pression	Altitude	Pression
km	mm	km	mm	km	mm	km	mm
1	674,1	8	266,4	15	90,60	22	30,58
2	595	9	230	16	77,35	23	26,46
3	524,6	10	198	17	66,19	24	22,80
4	461,4	11	169,7	18	56,18	25	19,70
5	404,6	12	145,1	19	48,63	26	16,69
6	353,3	13	123,9	20	41,74	27	14,55
7	307,5	14	106	21	35,58	28	12,11

TABLEAU II. — DÉTAIL DES SONDAGES RELATIFS AUX SEULES VARIATIONS DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

pareseux. Le rythme de la respiration tend à baisser de fréquence. L'organisme semble vouloir lutter en prolongeant la durée du développement de la muqueuse, développement qui, nous l'avons dit, favorise l'échange. Fort bien ! Mais alors la quantité de 350 cm³ d'oxygène, prévue pour 16 inspirations à la minute, n'est plus obtenue. La syncope guette l'aviateur, dont l'impression subjective est celle-ci, suivant les termes dont se servit le malheureux Lemoine, autre recordman d'altitude : « On oublie de respirer ! »

Ajoutez, à cet effet purement quantitatif, la diminution de la teneur du sang en CO₂ à mesure que l'on s'élève. Nouveau motif pour que les centres nerveux délaissent

le rythme respiratoire normal de 16 par minute et favorisent la respiration lente.

Viendra un moment où l'ampleur de celle-ci ne compensera ni ce ralentissement, ni la pauvreté de l'échange gazeux.

C'est aux environs de 3.500 mètres que l'organisme passe par ce point critique où

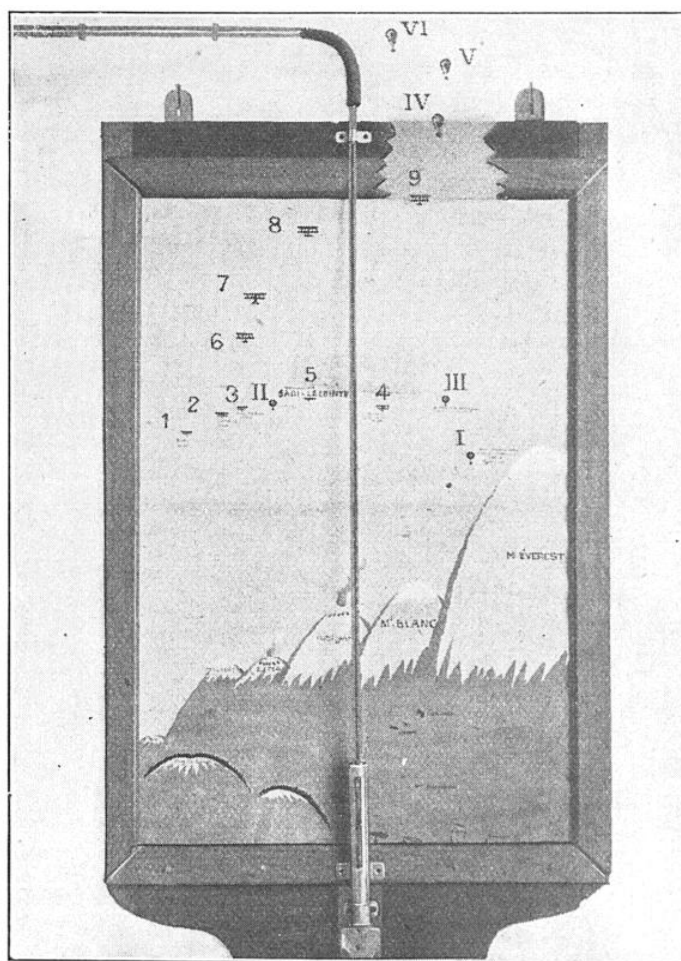


FIG. 5. — UN CADRE QUI ÉCLATE SOUS LA POUSSÉE DES RECORDS D'ALTITUDE ATTEINTS EN AVION ET EN BALLON

Ce tableau (établi au Bourget, avec un manomètre axial destiné à marquer les altitudes correspondantes atteintes dans le caisson pneumatique) porte les records d'altitude en avion (chiffres arabes) et en ballon (chiffres romains) jusqu'en 1928. Depuis, il faut en briser le cadre pour inscrire les nouveaux records. En 1925, Sadi Lecoq atteignait 11.145 mètres ; en 1932, Lemoine monte à 13.760 ; en 1934, Donati, à 14.434, — tandis que la comtesse Negroni porte à 12.093 mètres le record féminin tout récent que Maryse Hilsz détenait par 11.289 mètres. Quant aux ballons, désormais « stratosphériques », après le record d'A. Piccard (16.000 mètres en 1931), c'est son frère, J. Piccard, qui monte à 17.672 en octobre 1934, et Pokofiev et Bimbaun qui s'élèvent, en Russie, à 18.998 (octobre 1933).

même, alimenté par compression extérieure. Mais, n'étant pas rigide, il va, par cela même, se distendre à la manière d'un ballon. L'aviateur se trouvera à l'intérieur de l'un de ces « bibendums » chers à une grande marque de pneumatiques. Dès que la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du

sa « défense naturelle » commence à perdre pied.

Une atmosphère stable correspondant à cette altitude (pression : 556 mm de mercure), telle est la condition respiratoire minimum du voyage aérien.

Les difficultés pneumatiques du scaphandre aérien

Deux moyens de la réaliser : la cabine étanche et le scaphandre.

Si la cabine est étanche, quand l'altitude 3.500 est atteinte, on ferme toutes ses communications avec l'extérieur, — à l'exception de la ventilation assurée par le compresseur du moteur ou par un compresseur spécial. Le réglage de cette ventilation (entrée et sortie) est assuré de manière à ce que la pression choisie demeure stable.

Le scaphandre sera, de

scaphandre dépasse 5 à 10 grammes par cm², l'aviateur « est en extension forcée, bras et jambes tendus, la tête rejetée en arrière », — bref, en état de paralysie. L'inventeur doit venir à son secours, lui restituer toute la liberté et la souplesse de ses mouvements — sans lui enlever son scaphandre.

L'inventeur devra, tout d'abord, créer une articulation, *souple quoique sous pression*, spéciale pour les coudes et les genoux, les poignets et les chevilles, l'épaule et le cou. Ces articulations devront rester « molles » — sans aucun rappel, au cours des gestes, absolument quelconques, que pourra faire l'usager. C'est le tour de force qu'a réussi le docteur Rosenstiel en appliquant toutes les ressources de la cinématique à toutes les complexités de l'ossature humaine. « J'avouerai, écrit-il, que l'articulation de l'épaule, avec ses différents mouvements de rotation, d'adduction, d'abduction et de translation de l'humérus le long du corps, que l'articulation de la hanche, de par sa disposition anatomique située au-dessous de la naissance de la cuisse, nous ont coûté, pour leurs réalisations, de nombreux essais infructueux. »

Nous connaissons personnellement le détail de ces réalisations. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que le problème est un des plus divers que puisse offrir la cinématique de pièces rigides (les os, d'une part, donnés par la nature, et, d'autre part, les leviers imaginés par l'inventeur).

Finalement, le bibendum est devenu agile comme vous et moi, sans cesser d'être « ballonné ».

« Puis il a fallu étudier une toile imperméable aux gaz, à l'oxygène en particulier, qui puisse résister avec un coefficient de sécurité suffisant à l'éclatement lors de la mise en pression du scaphandre. Ces pressions, dont on ne se fait pas une idée bien nette lorsqu'on n'a pas étudié cette question de près, sont énormes. Selon les diamètres des différentes pièces du scaphandre, elles varient

de 45 à 200 kilogrammes à la déchirure, pour se chiffrer par 2 et 3 tonnes réparties sur l'ensemble de l'appareil, suivant l'altitude atteinte.

« Enfin, pour clore le chapitre sur les difficultés soulevées par l'augmentation de pression du scaphandre (avec l'altitude), nous avons dû réaliser un stabilisateur de pression indifférent aux quantités de gaz débitées dans le scaphandre, indifférent aux différences de pression auxquelles est soumis l'engin. Ce stabilisateur est l'organe vital de l'appareil. Grâce à lui, l'aviateur

peut puiser son oxygène dans une enceinte favorable à la respiration. Son réglage se fait au sol, et on peut, avant le départ et suivant l'altitude que l'on veut atteindre, déterminer son point de fermeture. »

Autres difficultés, d'ordre thermique

La question « pression » intérieure étant résolue, il restait celle « température ». Les hautes altitudes sont le royaume du froid. Quand il règne une température de 15° au sol, le thermomètre marque : — 50° à 10 km ; — 54° à 20 km ; — 48° à 30 km. Ce sont là les renseignements qu'ont rapportés les ballons-sondes, d'accord, jusqu'à 16 kilomètres, avec les observations du professeur Piccard. Or, si le scaphandre de Wiley Post semble l'avoir fatigué dans ses manœuvres, en lui ôtant, notamment, son assiette sur son siège de pilote, il n'en reste pas moins que l'aviateur américain fut, avant tout, obligé d'atterrir, parce qu'il se gelait.

Aux températures que nous venons d'évoquer, — dont l'acuité se fait sentir dès 6.000 et 8.000 mètres, — tous les organes du scaphandre, que l'on avait réglés avec précision au sol, se mettent à fonctionner de façon imparfaite. Le métal se rétracte, la vapeur d'eau se condense dans l'appareil et givre. Les canalisations s'obturent. La toile devient dure et cassante, perdant toute imperméabilité aux gaz. Les verres deviennent opaques. Le stabilisateur de pres-

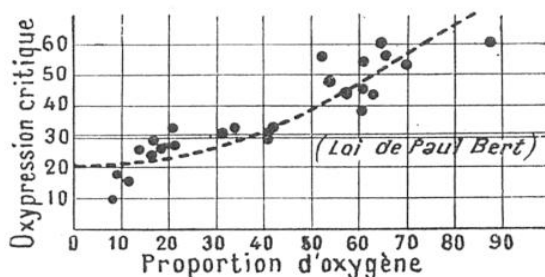


FIG. 6. — L'INSUFFISANCE DE LA LOI DE PAUL BERT SUR L'« OXYPRESSION » CRITIQUE

Paul Bert, à la suite de l'accident du Zénith, crut établir que la pression minimum au-dessous de laquelle les poumons n'absorbaient plus l'oxygène était celle de 30 cm de mercure (altitude approximative de 8.000 mètres atteinte par le ballon). Les expériences récentes montrent les proportions exactes d'oxygène que l'on peut absorber en atmosphère artificielle, au-dessus comme au-dessous de l'oxypression de Paul Bert. Comme on voit, la proportion de l'oxygène utile décroît avec la pression. D'où l'insuffisance finale des inhalateurs.

sion, minutieusement mis au point avant le départ, se ferme définitivement — ou s'ouvre en grand — suivant que les glaçons dus à la vapeur d'eau expirée maintiennent les soupapes en ouverture complète ou en fermeture.

En un mot, le froid qui attaquait l'homme attaque maintenant le scaphandre. Seulement, comme il est maître de ses matériaux inertes, c'est toujours l'inventeur qui triomphe. C'est ainsi que les verres du casque furent doublés à la manière des doubles vitres qui nous protègent, en hiver, de la buée intérieure, comme de la pénétration du froid extérieur. Un matelas d'air, il n'est pas de meilleur isolant thermique.

Cette idée, transposée à l'ensemble du vêtement, conduisit l'inventeur à établir son scaphandre avec une double paroi. Celle-ci, distendue, réalise en conséquence l'isolant recherché, inégalable comme légèreté propre. Mais il a fallu trois mois d'études et de nombreux essais au caisson du Bourget pour venir à bout de ce problème.

Et s'il faut sauter en parachute ?

Tous ces points détaillés étant acquis, voici donc l'appareil en vol. Le compresseur de l'avion (ou le compresseur spécialement affecté) assure la ventilation intérieure du scaphandre. Tout, dès lors, marche automatiquement. Le stabilisateur maintient la pression au taux prévu, sans que l'aviateur ait rien à faire. Mais supposons que celui-ci soit brusquement invité, par suite d'un accident quelconque, à quitter le bord en parachute.

Aucune hésitation possible. Il lui faut détacher son scaphandre du circuit de ventilation lié à l'avion. Le scaphandre doit devenir instantanément autonome et s'alimenter sur une bouteille d'air comprimé, de secours. La robinetterie assurant ce changement de « circuit » doit comporter des sécurités particulières et assurer la transition sans que le scaphandre sous pression puisse se dégonfler. Cette robinetterie, vous l'apercevez (sur notre photo page 437) au niveau de la ceinture du scaphandrier.

Le système était, d'ailleurs, nécessaire pour le service normal à bord des grands avions. Dans un avion de bombardement, les quatre ou cinq hommes composant l'équipage ne peuvent être irrévocablement enchaînés à la conduite d'aération de leur scaphandre. Le même mitrailleur peut avoir à servir deux tourelles ; le navigateur peut avoir à prendre la place du pilote. Les aléas du combat sont innombrables qui invitent

l'équipage à quitter leurs sièges, à changer de poste. Dans ce cas, une canalisation commune doit suffire, pourvu que chaque usager puisse *se brancher sur elle* en plusieurs points indifféremment. Le robinet spécial assure cette manœuvre de branchement et de débranchement avec une aisance remarquable dans le nouvel appareil.

Les essais en cours

C'est avec ce scaphandre que, sans entraînement, le docteur Rosenstiel a pu se faire « monter », par le caisson pneumatique du Bourget, à l'altitude théorique de 14.000 mètres sans éprouver aucun malaise. « Seule, écrit-il, l'usure de l'appareil, qui avait subi depuis plusieurs mois des essais nombreux, m'a empêché d'exécuter la montée à 17.000 mètres ainsi que je l'avais prévu. Il ne reste plus qu'à trouver l'avion capable d'atteindre cette altitude, pour la plus grande gloire des ailes françaises. »

Les records d'altitude n'ont plus, en effet, aucune raison de se limiter. Avec le scaphandre, ils seront vaincus plus rapidement que dans la cabine étanche. Celle-ci entraîne une lourdeur que n'admet pas l'appareil de record.

Avec le record d'altitude, c'est celui de la vitesse qui ne manquera pas de croître, à une allure dont, précisément, le voyage fulgurant de Wiley Post nous a fourni l'avant-goût.

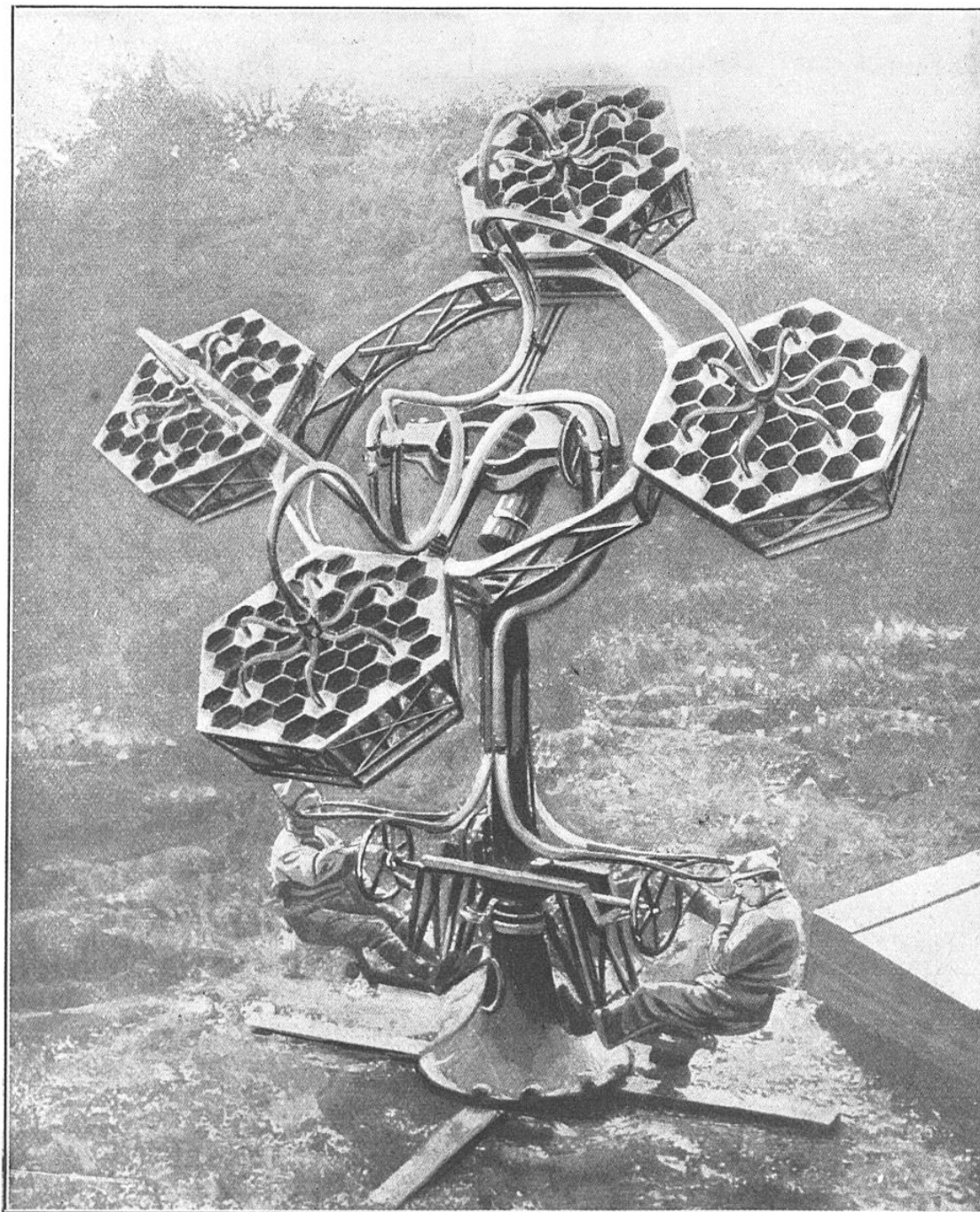
Que la cabine étanche soit la formule du grand avion à passagers civils, cela ne semble pas discutable. Mais le scaphandre demeurera toujours un appareil absolument indispensable aux pilotes militaires comme aux sportifs.

Même aux altitudes familières à l'aviation actuelle, la tactique militaire exige, surtout des pilotes de chasse, qu'ils se livrent parfois à des « piqués » extrêmement rapides, au cours desquels l'organisme passe, en quelques secondes, de la pression 400, par exemple, à 5.000 mètres, à la pression 600, à 2.000 mètres. De telles variations brusques de pression retentissent sur l'oreille interne au point d'infliger le vertige. Le scaphandre en préserve les pilotes.

Et les sportifs, ces pionniers du progrès, ne courront probablement pas en cabine étanche les grandes épreuves « stratosphériques » de l'avenir : la Coupe des Antipodes, ou quelque autre du même goût.

Le scaphandre apparaît donc comme l'accessoire essentiel de l'aviation future.

JEAN LABADIÉ.



VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL DIT « TÉLÉCINÉMÈTRE » UTILISÉ EN FRANCE POUR DÉCELER A DISTANCE, PAR L'ÉCOUTE, L'APPROCHE D'UNE ESCADRILLE D'AVIONS

Les quarante-deux alvéoles que l'on distingue sur chacune des quatre « oreilles géantes » sont de simples pavillons reliés, au moyen de tuyaux sonores, à des « écouteurs » que les observateurs placent à leurs oreilles. Les « oreilles » diamétralement opposées sont réunies entre elles. L'ensemble de l'appareil peut être orienté au moyen de volants, de sorte que chaque observateur entende le bruit de l'avion avec le maximum d'intensité. Les cadrans gradués permettent d'en déduire la direction de l'avion, sachant sa vitesse et sa direction de marche que l'on peut trouver par plusieurs observations.

LA PRÉCISION DU REPÉRAGE PAR LE SON DOIT BEAUCOUP A L'ÉTUDE PHYSIQUE DES BRUITS DU CANON

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le repérage, à 30 mètres près, de la pièce à longue portée qui, de Ham (Somme), bombardait Paris, en 1918, consacra le triomphe du repérage par le son, dont le domaine s'étend également au réglage du tir par temps bouché et au repérage des avions. Mais cette méthode n'a pu atteindre une précision suffisante que grâce à l'étude scientifique des sons émis par les bouches à feu, et, d'une façon générale, par tous les projectiles (l'avion étant, lui aussi, un projectile). Ainsi, on trouve tout d'abord l'« onde de bouche », bruit que l'on désignait improprement sous le nom de « coup de canon », donnant une impression sourde et complexe que l'oreille ne perçoit qu'à une distance relativement faible. C'est ensuite l'« onde balistique » produite par le projectile en marche et dont l'importance s'est considérablement accrue avec l'augmentation des vitesses des projectiles, qui dépassent celle du son (340 mètres par seconde). L'ébranlement de l'air qui résulte du passage du projectile, analogue au sillage des navires dans l'eau, a été étudié par notre éminent collaborateur, M. Esclangon, directeur de l'Observatoire de Paris, grâce à un ingénieux appareil, le « pulsographe », insensible aux lentes variations de la pression atmosphérique, mais dont le tracé enregistre, après le passage brutal de l'onde balistique, un certain nombre de vibrations que l'oreille traduit sous forme de sifflements divers. Ainsi, la physique moderne a apporté un précieux concours au repérage par le son, dont le rôle est de plus en plus capital dans l'organisation de la défense passive contre les avions. Actuellement, on poursuit, en France, la mise au point d'un système de repérage automatique et rapide qui, conjugué à la radiogoniométrie, permet d'effectuer avec précision des tirs de nuit sur des avions invisibles sans faire appel au projecteur. Le ministère de l'Air nous a invité à ne pas publier — du moins pour l'instant — de renseignements techniques à ce sujet.

Histoire d'une découverte

BIEN avant la Grande Guerre de 1914-1918, qui devait être la dernière des guerres, nos professeurs proposaient aux candidats bacheliers le problème suivant : Un canon, placé en O (fig. 1), produit un son bref, qui est écouté de trois stations, A_1 , A_2 , A_3 , et entendu à des instants différents, t_1 , t_2 , t_3 ; d'après ces données, déterminer la position du canon.

La solution de ce problème met en jeu des raisonnements simples, qu'on peut exposer en se reportant à la figure : la différence $t_2 - t_1$ du temps d'audition, multipliée par

340, vitesse du son dans l'air, mesure la différence $d_2 - d_1$ entre les distances des deux premières stations au point O ; d'où il résulte que le point O se trouve quelque part sur une branche d'hyperbole H , qu'on sait tracer, puis qu'on connaît ses deux foyers A_1 et A_2 , ainsi que la différence constante $d_2 - d_1$ des distances de tous les points de la courbe à ces deux foyers. De même, la différence $t_3 - t_1$, multipliée toujours par 340, s'égale à $d_3 - d_1$, ce qui permet de

tracer une seconde hyperbole H' , ayant pour foyers A_1 et A_3 , sur laquelle doit encore se trouver le point O ; celui-ci se trouve donc à l'intersec-

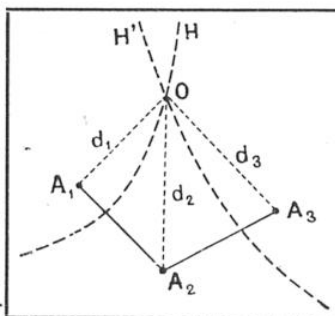


FIG. 1. — PRINCIPE DU REPÉRAGE PAR LE SON
Le bruit du canon étant entendu en trois points A_1 , A_2 , A_3 , à des instants connus, on en déduit graphiquement sa position à l'intersection des courbes H et H' (hyperboles), faciles à tracer.

tion de H avec H' , et la position du canon se trouve ainsi repérée par une construction graphique.

Ces notions étaient acquises dès le début des hostilités, mais personne ne songeait à en tirer parti ; en revanche, les artilleurs, des deux côtés du champ de bataille, s'ingéniaient à dissimuler leurs batteries ; ils avaient presque supprimé la lumière du coup de feu en additionnant la charge explosive d'une petite quantité d'un sel de

Dès le courant de 1915, on s'appliqua à améliorer ce système en substituant à l'observateur un enregistreur automatique qui ignore les erreurs personnelles ; tandis que M. Bull, savant collaborateur de Marey, utilisait le microphone, M. Dufour établissait un rupteur automatique de courant déclenché par le passage de l'onde sonore, et MM. Cotton et Weiss, utilisant ces appareils, en simplifiaient l'emploi, grâce à l'emploi du fluxmètre, qui, en remplaçant la

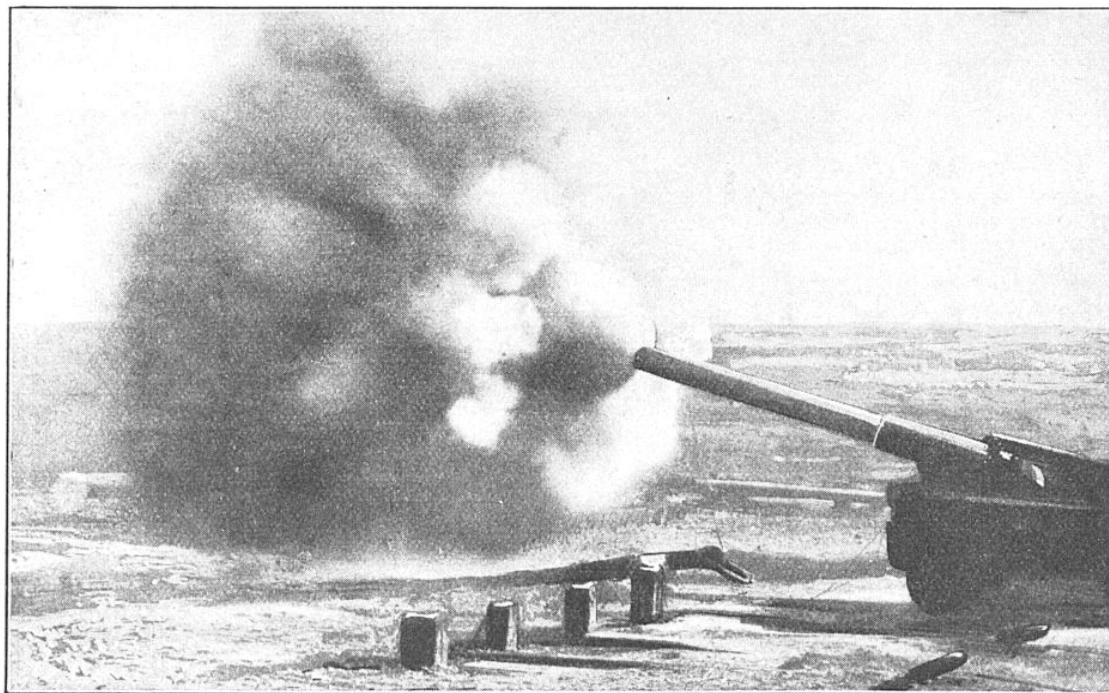


FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE DU DÉPART D'UN COUP DE CANON

potasse ou de soude, qui, par un mécanisme assez mal connu, empêche la combustion des gaz à la sortie du canon ; surtout, ils avaient appris à se défiler et à se camoufler, de telle sorte qu'il était presque impossible de les découvrir et de les contre-battre.

C'est alors qu'un astronome, M. Charles Nordmann, mobilisé au 5^e régiment d'artillerie, suggéra l'emploi de la méthode dont je viens d'exposer le principe. La mise en œuvre fut, d'abord, rudimentaire : des observateurs, postés en trois points reliés électriquement, tapaient sur un manipulateur Morse à l'instant où ils percevaient l'onde sonore ; les trois « tops » s'inscrivaient, avec les indications d'un chronomètre, sur une bande enfumée déroulée par un enregistreur.

mesure du temps par celle d'une quantité d'électricité, réduisait les opérations à une simple lecture.

Ainsi, dès le milieu de 1915, les artilleurs des armées alliées disposaient d'une méthode et d'une organisation de repérage sonore ; d'abord, ils en apprécèrent médiocrement les avantages, peut-être par esprit de routine, souvent aussi parce que les premières applications de cette méthode avaient donné lieu à de graves mécomptes. C'est que le bruit émis par une bouche à feu et son projectile est loin d'être aussi simple qu'on l'avait imaginé au début ; on ne tarda pas à reconnaître qu'il fallait reprendre le problème par sa base, en étudiant des phénomènes signalés autrefois par Mach, en Allemagne, et, en France, par le colonel Jour-

née, mais dont les artilleurs avaient méconnu l'importance.

On retourna donc au laboratoire, c'est-à-dire, loin du champ mouvant des batailles, dans les polygones d'artillerie de l'intérieur où il était possible d'observer méthodiquement ; c'est à quoi procédèrent, à Gâvres, M. Esclangon, actuellement directeur de l'Observatoire de Paris, et, à Fontainebleau, l'abbé Rousselot, connu par de remarquables

Dès le milieu de 1916, ces efforts conjugués portèrent des résultats décisifs ; les nouveaux écouteurs Dufour, mis en service aux armées françaises ; les écouteurs Bull-Tucker, adoptés par les Anglais, étaient des appareils d'une fidélité et d'une sensibilité incomparables ; et comme les recherches théoriques avaient permis d'interpréter leurs indications, le repérage par le son devenait une opération courante, rapide et « indus-



FIG. 3. — L'ONDE BALISTIQUE PRODUITE PAR UN PROJECTILE PEUT SE COMPARER AUX ONDES FORMÉES SUR UNE EAU CALME PAR LE SILLAGE D'UN NAVIRE

études sur l'acoustique. En même temps, les sections de repérage (S. R. S.) établies sur le front perfectionnaient leurs méthodes, formaient des techniciens avertis et, dès le courant de 1916, obtenaient régulièrement de bons résultats ; mais l'emploi de leurs méthodes exigeait une enquête préalable sur le calibre et la table de tir de la pièce ennemie ; de leur côté, les Allemands, avertis de l'existence des méthodes nouvelles, s'appliquaient à en rendre l'emploi plus difficile, soit en donnant plus de mobilité à leurs batteries, soit par des tirs fictifs, destinés à désorienter le plus possible les sections de repérage des armées ennemies.

trielle ». Les nouveaux dispositifs dénommés T. M. entrèrent en service pour la bataille de la Somme : quelques minutes suffisaient, après l'enregistrement de deux ou trois coups, pour que la position repérée fût signalée par téléphone au groupe chargé de la contrebattre ; par temps de brouillard, le repérage par le son était seul en état de renseigner le commandement, et son triomphe fut, en 1918, le repérage, à 30 mètres près, de la grosse Bertha, qui, de Ham, bombardait Paris.

Ainsi, depuis les tâtonnements du début jusqu'au succès final, la science française n'avait cessé de contribuer à la victoire

finale. D'ailleurs, le repérage par le son, ayant atteint le but en vue duquel il avait été institué, devait rendre de nouveaux services ; je m'en voudrais de passer sous silence une application intéressante, dont le mérite remonte à M. Scherechewsky, actuellement directeur de la Compagnie de Chauffage urbain : on sait que, pour régler le tir de l'artillerie, il est nécessaire d'évaluer la dérive produite par le vent et, par suite, de connaître la force et la direction des courants aériens dans les couches atmosphériques traversées par le projectile ; par ciel clair, on y pourvoit à l'aide de ballons-sondes, dont on suit, du sol, la trajectoire. Mais, par temps bouché, cette méthode est en défaut ; c'est alors qu'on imagina de munir les ballons de pétards et de les repérer au son avec les appareils de la S. R. S. ; les résultats s'avérèrent si efficaces que neuf sections, dénommées S. R. S. M., furent spécialisées dans ces opérations et apportèrent un utile concours aux opérations de l'année 1918.

Tout ceci vise le passé et l'artillerie ; pour l'avenir, on peut imaginer que les méthodes de repérage sonore auront un rôle à jouer dans un autre domaine, celui du repérage sonore des avions ; cette revue a déjà décrit (1) les méthodes de repérage optique, très précises, mises en œuvre par les Italiens à Desenzano ; mais il est probable que les grands raids des avions de guerre auront lieu de nuit et, en tout cas, dans des conditions où la visibilité sera très limitée ; c'est au son qu'il faudra finalement recourir pour situer les envahisseurs et leur

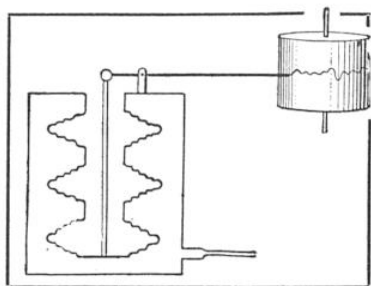


FIG. 4. — PRINCIPE DU PULSOGRAPHE IMAGINÉ PAR M. ESCLANGON

L'appareil comporte une série de coquilles métalliques analogues à celles des baromètres anéroïdes, mais dont l'intérieur communique avec l'air par un tube capillaire. Le passage des ondes s'inscrit sur un cylindre tournant.

barrer la route ; tâche nouvelle et très délicate, dont les données et les solutions ne sauraient être exposées ici pour l'instant, par suite du caractère confidentiel des études poursuivies actuellement.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 297.

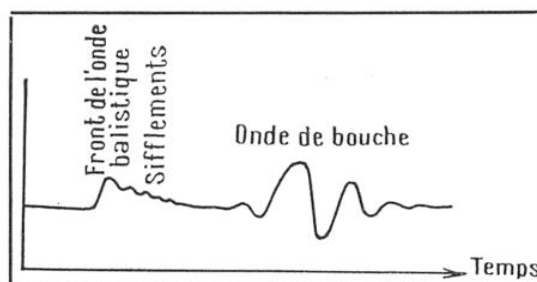


FIG. 5. — GRAPHIQUE DES ONDES D'UN COUP DE CANON, OBTENU AVEC LE PULSOGRAPHE

Cet exposé historique, nécessairement très abrégé, justifie l'intérêt présenté par l'étude scientifique des sons émis par les pièces d'artillerie et, d'une façon générale, par tous les projectiles en mouvement (car l'avion est aussi un projectile). Nous allons maintenant exposer, sur ce plan scientifique, les résultats obtenus.

Lorsqu'un projectile est lancé par une bouche à feu, les bruits émis peuvent se décomposer en trois parts : les premiers, produits au moment où le projectile sort du canon, donnent naissance à l'*onde de bouche* ; une seconde part a pour origine le projectile lui-même, au cours de sa trajectoire : c'est l'*onde balistique* ; enfin, le phénomène se conclut par l'explosion du projectile, s'il est détonant, ou, s'il s'agit d'un obus percutant, par le choc contre l'obstacle. Nous laisserons de côté cette ultime émission sonore, qui ne peut, en aucun cas, être confondue avec les deux autres et qui peut toujours, si besoin est, être étudiée à part, grâce aux méthodes actuellement mises en œuvre pour le repérage.

L'onde de bouche

C'est le bruit qu'on désignait, jadis, sous le nom de « coup de canon » et qu'on imaginait comme un choc sonore très bref, se propageant circulairement avec la vitesse du son. Les phénomènes réels sont plus complexes ; au moment où le projectile sort de la bouche à feu, il se produit d'abord une détente des gaz intérieurs et un refoulement brutal de l'air extérieur ; l'onde de choc qui prend alors naissance se propage d'abord (pendant une dizaine de mètres) avec une vitesse très supérieure à celle du son ; ce n'est que plus tard qu'elle se dégrade à l'état d'onde sonore, animée d'une vitesse constante de 340 mètres dans l'air.

Il arrive ensuite que les gaz combustibles et chauds qui sortent du canon s'enflamment au contact de l'air, et ce second effet

se traduit à son tour par un bruit d'explosion qui prolonge le premier ; tous ces phénomènes ont été décomposés et analysés grâce à la photographie instantanée (fig. 2). Au point de vue purement acoustique, le coup de canon donne une impression sourde, grave, traînante et parfois multiple, dont la complexité est encore accrue par les réflexions à la surface du sol et contre les obstacles voisins. L'oreille est, d'ailleurs, un instrument peu sensible pour les ondulations apériodiques ou à longue période qui forment l'onde de bouche, si bien qu'en règle ordinaire le bruit du canon ne s'entend qu'à faible distance ; cette constatation ne fut pas un des moindres étonnements des théoriciens appelés sur le front. Au contraire, la sensibilité de l'ouïe pour les vibrations périodiques rapides est extraordinaire : M. Abraham a montré qu'on pouvait entendre sans effort un son où les variations de pression n'atteignent pas 1 millionième de millimètre, et lord Rayleigh affirme, de son côté, que, dans une calorie, il y a assez d'énergie pour entretenir un son perceptible à l'oreille pendant une période de deux mille ans.

L'onde balistique

Le bruit produit par le projectile en marche présente une importance singulière, qui fut longtemps méconnue. Mais, ici, il convient de distinguer deux cas : si la vitesse du projectile est inférieure à celle du son, les phénomènes acoustiques sont assez insignifiants ; ils se réduisent à un sifflement plus ou moins accentué, qui commence à l'instant où le projectile sort de l'âme, et qui ne peut être entendu que par les observateurs peu éloignés du canon ; c'est ce qui explique pourquoi les artilleurs de la vieille école, qui n'utilisaient que des projectiles moins rapides que le son, n'avaient apporté aucune attention à ces phénomènes.

Il en va tout autrement lorsque la vitesse de l'obus dépasse celle du son, soit 340 mètres par seconde ; alors se produit, le long de sa trajectoire, un ébranlement, qu'on appelle fréquemment *onde de sillage*, parce que les phénomènes qui apparaissent dans l'air sont analogues à ceux qui produisent, à la

surface de l'eau, le sillage des navires ; M. Esclangon, qui les a soigneusement étudiés, a proposé le nom d'*onde balistique*, qui est employé par les techniciens.

Pour obtenir ces phénomènes, un des meilleurs dispositifs, le *pulsographe* de M. Esclangon, se compose, comme le montre la figure 4, d'une série de coquilles métalliques analogues à celles des baromètres anéroïdes ; mais l'intérieur de ces coquilles communique avec l'atmosphère par un tube capillaire : ainsi, l'appareil reste insensible aux variations lentes de la pression atmosphérique, mais les variations produites par le passage des ondes produisent une déformation des coquilles, ensuite amplifiée par un style enregistreur qui laisse un tracé

sur un cylindre tournant. On obtient ainsi un graphique dont l'aspect général, représenté par la figure 5, montre les effets produits successivement par l'onde balistique et par l'onde de bouche ; on remarque que la sensibilité de cet appareil, très différente de celle de l'oreille, exagère l'importance de cette dernière

onde, dont les vibrations affectent faiblement l'ouïe, tandis que le son strident de l'onde balistique produit une sensation violente, qu'on n'oublie pas quand on l'a une fois entendue. Essayons maintenant, en nous aidant de la figure 6, d'expliquer les phénomènes qui donnent naissance à cette onde balistique.

En chaque point O où passe le projectile, l'air est écrasé à l'avant, et il se produit un ébranlement qui se propage, par ondes sphériques, avec la vitesse du son, à partir de quelques mètres de son origine ; chaque point de la trajectoire devient, à son tour, un centre d'émission pour ces ondes, qui grandissent avec le temps ; leur ensemble se combine en une onde unique SOE , que les mathématiciens appellent leur *enveloppe*, affectant la forme d'un cône, dont le sommet coïncide, à chaque instant, avec la position de l'obus ; lorsque celui-ci est venu de O en O' , le cône d'onde balistique aura donc progressé en $S'O'E'$, et la figure montre qu'il se raccorde, en la coiffant, avec l'onde sphérique de bouche sortie du canon. Enfin, il résulte de la figure que le cône est

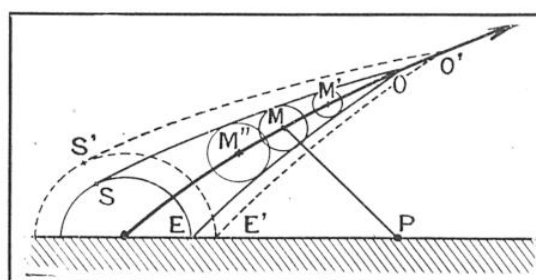


FIG. 6. — SCHÉMA DES PHÉNOMÈNES QUI DONNENT NAISSANCE À L'ONDE BALISTIQUE (Voir l'explication dans le texte de l'article.)

d'autant plus aigu que la vitesse du projectile est plus grande ; au contraire, à mesure que cette vitesse diminue, le cône s'évase progressivement jusqu'à se transformer, lorsque l'obus va juste aussi vite que le son, en un plan perpendiculaire à la trajectoire ; on constate, en même temps, que ces changements influent sur la puissance de l'onde balistique, celle-ci croissant avec la vitesse du projectile.

Considérons maintenant un observateur situé en P , au voisinage de la trajectoire ; il recevra d'abord l'onde de sillage, qui lui arrive dans la direction MP , en provenance du point M de la trajectoire ; cette onde lui parvient sous forme d'un claquement sec, qui correspond à la montée brusque inscrite par le pulsographe ; plus tard, et simultanément, parviennent à l'oreille les *ondes directes*, issues des points M' en avant sur la trajectoire, et les *ondes rétrogrades*, dont l'origine M'' se trouve en arrière, et qui, par suite, sont nées antérieurement ; enfin, si l'observateur est suffisamment éloigné du canon, il recevra l'onde de bouche, arrivée bonne dernière, si elle n'est pas suivie elle-même par le bruit d'éclatement du projectile.

Le tracé du pulsographe marque encore, après le passage brutal de l'onde balistique, un certain nombre de vibrations, que l'oreille traduit sous forme de sifflements, de miaulements, qu'accompagne parfois un bruit comparable à celui d'un échappe-

ment de vapeur ; tous ceux qui ont passé par le front se souviennent de la sûreté avec laquelle nos poilus savaient reconnaître la nature de chaque projectile d'après les caractères de ces bruits et de ces sons pseudo-musicaux.

Leur origine paraît multiple : en premier lieu, la zone de dépression située en arrière du projectile est occupée par des tourbillons, qui se propagent à leur tour derrière le front de l'onde balistique ; d'autres sons ont pour origine la rotation de l'obus autour de son axe, et aussi les mouvements de précession qui animent tout projectile non exactement centré. Enfin, il ne faut pas oublier que l'effet Doppler-Fizeau intervient pour rendre les sons plus aigus lorsque la source sonore se rapproche de l'auditeur, et plus graves lorsqu'elle s'éloigne.

On voit, d'après cet exposé très bref, et nécessairement incomplet, combien les premiers réalisateurs du repérage par le son étaient loin de la réalité en ne tenant compte que de l'onde de bouche, et quelle somme d'efforts, poursuivis à la fois sur le plan mathématique et par l'observation physique, ont été nécessaires pour étudier ce phénomène. Souhaitons que la science française, qui a pris là une précieuse avance, ne se laisse pas devancer par des étrangers plus tenaces, et mette au point la défense passive contre les avions par l'emploi des méthodes sonores, les seules qui soient pratiquement utilisables. L. HOULLEVIGUE.

Une enquête fort bien documentée ayant paru récemment sur le Japon (1) dans un grand journal français, on a pu se rendre compte des prix défiant vraiment toute concurrence auxquels étaient vendus la plupart des objets manufacturés : appareils et lampes de Radio, lampes à incandescence, appareils téléphoniques, bicyclettes, appareils ménagers, etc. Or, certains industriels français ont protesté contre la publication de ces prix inconnus chez nous et indiqués dans cette étude, sous prétexte que la clientèle française pouvait être ainsi mise en émoi par les résultats de la comparaison — au point de vue prix — entre nos produits manufacturés et ceux provenant des pays étrangers. Il est évident que certains lecteurs, plus ou moins avertis, peuvent faire des rapprochements qui ne sont pas à notre avantage, mais il faut tenir compte des conditions économiques et sociales fort dissemblables. Nous prions nos lecteurs de se reporter aux articles publiés dans *La Science et la Vie* (nos 201 et 206) sous la signature de M. Balet. Ces études constituent une mise au point impartiale et bien documentée sur le Nippon économique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 209 et n° 206, page 107.

COMMENT LA SCIENCE REND AUJOURD'HUI FRUCTUEUSE LA PÊCHE MARITIME

Par Charles BRACHET

Jusqu'au début du siècle, les pêcheurs exerçaient leur industrie d'après leur seule connaissance traditionnelle des fonds de pêche et des saisons que choisit le poisson pour les fréquenter. On a reconnu aujourd'hui que les conditions de la pêche sont en rapport étroit avec les phénomènes physiques (température, salinité) et physico-chimiques (oxygène et matières organiques, taux des phosphates et nitrates en solution). Le thermomètre (1) est donc le premier appareil nécessaire aux pêcheurs de l'océan. Mais le problème de la pêche rationnelle exige de plus que l'on dresse des cartes précises de la répartition physico-chimique des eaux et des variations périodiques de cette répartition, suivant le mécanisme des « transgressions océaniques » mis récemment en évidence par les observations du docteur Le Danois sur les navires-laboratoires Pourquoi-Pas ? et Président-Théodore-Tissier (2). La conception classique du Gulf-Stream — véritable fleuve d'eau chaude traversant du sud-ouest au nord-est l'océan Atlantique pour venir baigner et réchauffer de ses ramifications tout le nord de l'Europe — vient d'être reconnue fautive et M. Le Danois lui a substitué l'hypothèse, plus simple et plus rationnelle, d'une extension et contraction périodiques des eaux tropicales — non miscibles avec les eaux froides polaires et abyssales — suivant des périodes complexes de 1 an, 4,6 ans, 9,3 ans, 18,6 ans et 111 ans. Ces périodes sont liées aux mêmes causes astronomiques que les marées et correspondent également aux déplacements en latitude des taches solaires (période 111 ans). D'après le rythme et l'amplitude de ces transgressions et la configuration du relief sous-marin — déterminé par sondage ultra-sonore (3), — la science océanographique permet aujourd'hui de prévoir avec précision les variations dans la composition et la température de l'eau de mer, causes premières des migrations des espèces et d'entreprendre par suite des campagnes de pêche plus fructueuses parce que plus méthodiques.

LE magnifique bateau-laboratoire *Président-Théodore-Tissier* vient de terminer sa première campagne d'études océanographiques, au service de l'Office scientifique des Pêches Maritimes.

Ce petit navire prend dès maintenant l'aspect révolutionnaire d'un corsaire de la science.

Par cette expression imagée et audacieuse, je veux dire que le *Président-Théodore-Tissier* est en train de confirmer la théorie océanographique, la plus inattendue jusqu'à ces dernières années, qui affirme que le Gulf-Stream n'existe pas. Et comme ce n'est pas uniquement pour bousculer l'enseignement reçu dans notre enfance que le docteur Le Danois émet cette hypothèse voilà bientôt dix ans, mais afin de mieux connaître les migrations des poissons, leur apparition et leur disparition périodiques des parages que nos pêcheurs ont l'habitude de fré-

quenter, on aperçoit une fois de plus combien la science en apparence la plus éloignée de nos préoccupations immédiates rejoint tout à coup celles-ci, pour résoudre certains problèmes de première importance. En l'espèce, celui de la matière première dont vivent nos populations de pêcheurs, que transforme l'industrie des conserves et qui intéresse, par conséquent, tous les consommateurs de poisson.

L'appauvrissement des fonds de pêche est un phénomène surtout périodique qui dépend des facteurs

« température » et « salinité »

Jusqu'au début du siècle, les pêcheurs exerçaient leur industrie au hasard, ou tout au moins en se référant à la connaissance traditionnelle de certains fonds de pêche et aux saisons que choisit le poisson pour les fréquenter. L'intervention des grands chalutiers modernes a laissé craindre que la pêche ne devançât la reproduction de la faune marine comestible. Tantôt ceci est vrai : les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 495.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 492.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 377.

fonds de pêche s'appauvrissent réellement. Tantôt c'est insuffisamment exact : les poissons émigrent simplement suivant des conditions de température et de salinité de l'eau marine, conditions essentiellement variables et soumises à des variations périodiques qu'il était donc urgent de découvrir.

Dans les années qui précédèrent la guerre, il fut constaté que le poisson sédentaire par excellence de la mer du Nord, la *plie*, accusait une diminution quantitative des individus capturés, ainsi qu'une diminution marquée dans leur taille. La guerre donna un répit au poisson. Celui-ci se reproduisit en toute tranquillité, et la pêche d'après-guerre connut un âge d'or, mais de courte durée. Dans l'Atlantique, le dépeuplement portait semblablement, avant 1914, sur le *merlu* ; au lendemain de la guerre, les chalutiers connurent également de belles prises. En huit jours de pêche : 15 à 20.000 merlus ! Mais, dès 1921, la décroissance des prises recommença et ne cessa de continuer.

Ces exemples étant mis à part, qui démontrent la nécessité d'une réglementation de la pêche de certaines espèces, il n'en reste

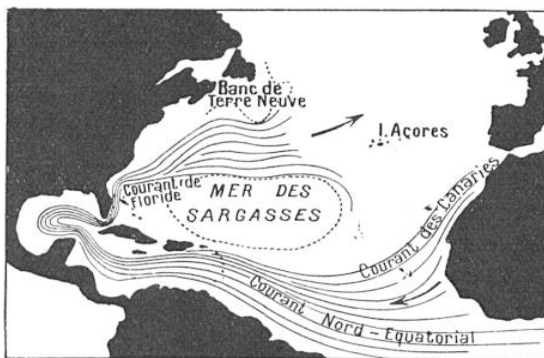


FIG. 1. — LE TRACÉ MODERNE DES COURANTS NORD-ÉQUATORIAL ET DU GULF-STREAM

Comme on voit, les fameuses « branches » européenne et arctique du Gulf-Stream ne sont plus admises sur la carte ci-dessus.

pas moins — et le pêcheur le plus ignorant l'admet — que les conditions de la pêche sont en rapport avec les phénomènes de température et de salinité qui régissent le milieu marin.

On sait, par exemple, que, suivant les parages, la *morue* fréquente des eaux dont la température varie de $+4^{\circ}$ à $+6^{\circ}$; que la *sardine* exige une température de $+12^{\circ}$ à $+14^{\circ}$; que le *maquereau* préfère un milieu thermique de $+11^{\circ}$; que là où se trouve le *germont*, on peut être certain que l'eau marine monte à près de 14° , etc., etc. En sorte que le thermomètre a pu être considéré comme le premier des appareils nécessaires aux pêcheurs de l'océan. Longtemps ridiculisée, la pêche au thermomètre a fini par s'imposer, et le commandant Laboureur, technicien bien connu de nos lecteurs, a mis au point pour l'Office des Pêches un appareil perfectionné permettant de renseigner à tout moment un capitaine de chalutier sur la température des eaux dans lesquelles il navigue — et surtout dans lesquelles il traîne, en profondeur, son chalut — par une simple lecture d'un cadran placé dans la chambre de veille du bateau.

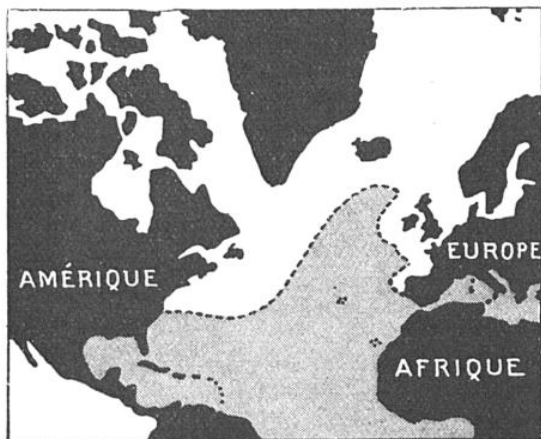


FIG. 2. — LA TRANSGRESSION MINIMUM DES EAUX TIÈDES DE L'Océan ATLANTIQUE

Rétractée à l'extrême, la masse de ces eaux n'atteint même pas la latitude de l'Islande.

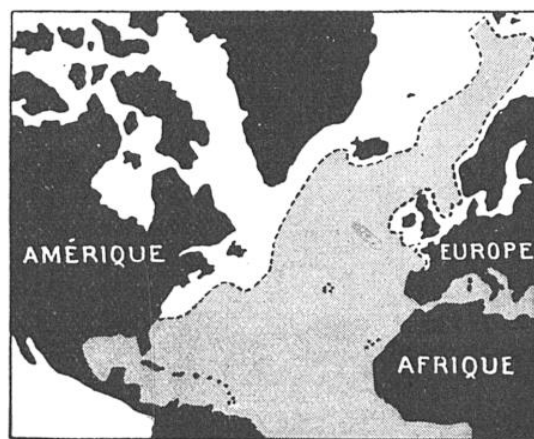


FIG. 3. — LA TRANSGRESSION MAXIMUM DES EAUX TIÈDES DE L'Océan ATLANTIQUE

Comme une tache d'huile, ces eaux tempérées s'étendent jusqu'au delà du cercle polaire.

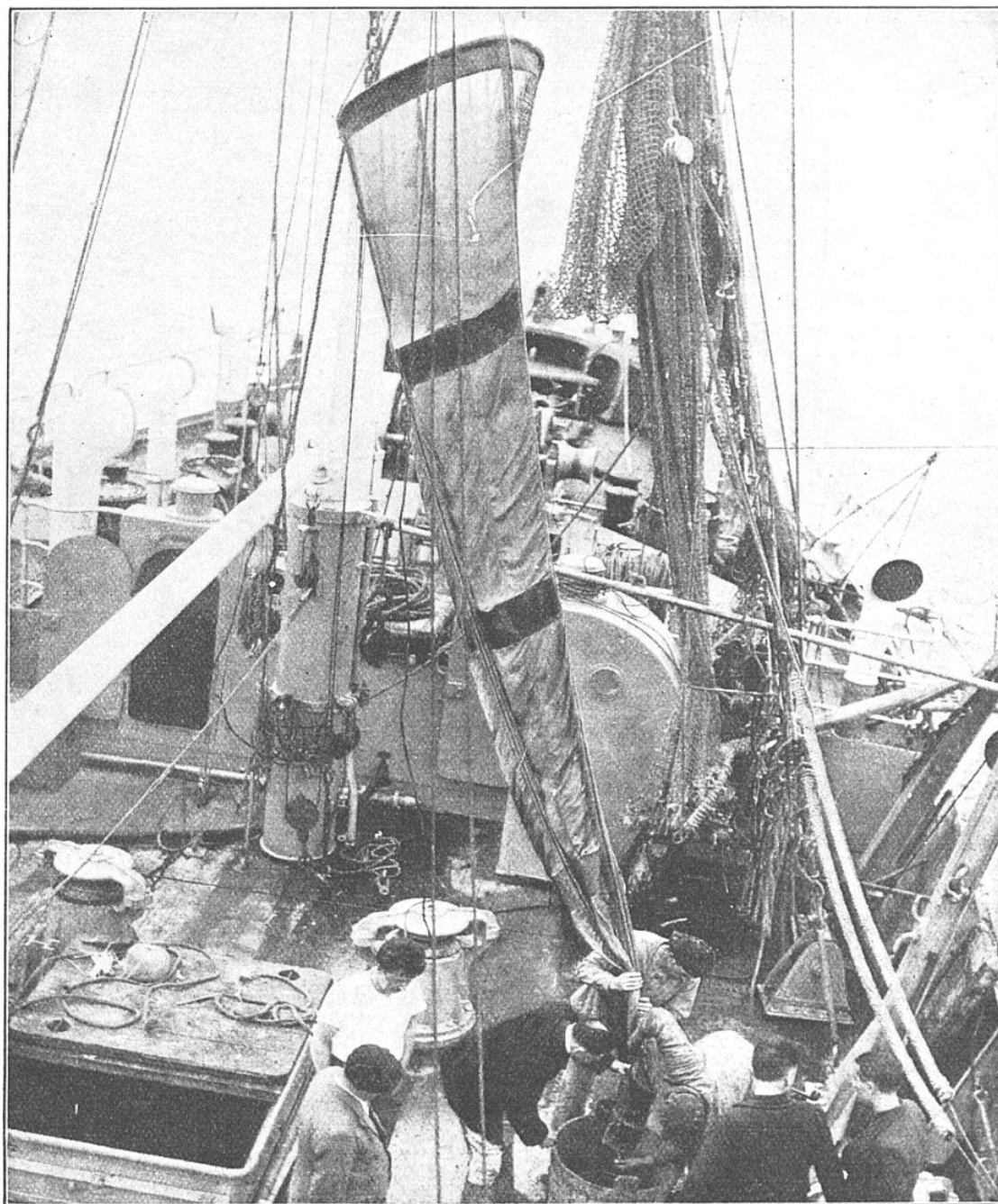


FIG. 4. — LE FILET A PLANCTON DU DOCTEUR SCHMIDT

Ce filet comporte trois doublures faisant office de filtres. On drague à vitesse réduite durant une ou deux heures, puis on recueille le contenu résiduel de la poche terminale ; c'est le « plancton », nourriture du poisson. Sa richesse en algues, crustacés, animalcules de toutes sortes, importe, on le conçoit, à la connaissance de la biologie marine. Le mot « plancton » a été créé par le professeur allemand Hensen, à la suite de l'expédition du Challenger, en 1887. Les micro-organismes qui composent le plancton flottent par bancs immenses en certaines régions où ils changent la coloration de la mer. Un mètre cube d'eau de mer en contient parfois jusqu'à trois millions. De ces animaux microscopiques, les uns sont végétariens (phytophages) et mangent les algues ; d'autres sont carnassiers et dévorent les premiers,

Le facteur température n'est d'ailleurs pas le seul qui conditionne l'absence ou la présence du poisson. Il y a la salinité. On sait aujourd'hui, grâce aux travaux de Knudsen et de Gabriel Bertrand, que l'« eau de morue » doit contenir environ 33 grammes par litre des sels constituant la minéralisation totale de la mer. Le merlu préfère une salinité de 35 pour 1.000.

D'autres facteurs *physico-chimiques* du milieu marin interviennent également dans la biologie du poisson. Ce sont la quantité d'oxygène et des matières organiques, le taux des phosphates et des nitrates en solution dans l'eau.

Le problème de la pêche rationnelle exige, en conséquence, que l'on mette à la disposition des pêcheurs des cartes de pêche indiquant les régions de l'océan qui réunissent les conditions que nous venons d'énoncer, — sans parler de la profondeur et de la nature des hauts-fonds sur lesquels ils auront à traîner leurs filets. Ainsi, la géographie sous-marine prend aux yeux du pêcheur non seulement l'allure classique d'une cotation du relief, mais encore celle d'une *répartition physico-chimique des eaux*.

Comment s'effectue cette répartition ? Et pourquoi la mer n'est-elle pas uniforme de salinité et de température ? Car si la latitude et, par conséquent, le climat peuvent être invoqués pour expliquer ces variations dans la composition de l'eau de mer, il devient absolument inexplicable qu'à la même latitude (comme, par exemple, sur les bancs de Terre-Neuve) l'eau de mer présente des « fronts froids » dont la largeur peut être précisée à quelques dizaines de mètres. Il y a là comme des murailles verticales invisibles, de part et d'autre desquelles l'eau marine possède des températures et des salinités nettement différentes.

Quelle est la cause de ce phénomène ?

Une découverte capitale : l'immixibilité des eaux marines

La mer est brassée par la houle et aussi par des courants superficiels. Pourtant,

depuis des millions d'années que ce brassage s'effectue, la masse marine du globe n'est pas encore arrivée à l'état de mélange homogène. Il faut même dire qu'elle n'y parviendra probablement jamais, en vertu d'une vérité scientifique aujourd'hui reconnue par d'éminents océanographes, et que le docteur Le Danois a le premier mis en évidence : *l'immixibilité des eaux marines*. Car, nous allons le voir, il existe différentes espèces d'eau de mer caractérisées par la température et la salinité (il y a même de l'eau fossile) et ces eaux ne se mélangent pas.

Dès 1909, des savants norvégiens : Nansen, Hellan-Hansen, le professeur Otto Pettersen, remarquaient que les eaux de l'Atlantique, à la hauteur de la presqu'île scandinave, pouvaient être divisées en deux espèces : 1° les eaux atlantiques, d'une salinité supérieure à 35 pour 1.000 ; 2° les eaux côtières, d'une salinité inférieure à ce taux.

Parmi les eaux côtières, il distinguait celles d'Europe, dont la salinité varie en raison de l'apport des fleuves et des pluies, et celles d'Asie et d'Amérique, dont les variations salines proviennent de la grande

banquise antarctique. Et dans ce dernier groupe, encore, les savants scandinaves furent amenés à distinguer une *eau de surface*, une *eau profonde*, ayant chacune leurs caractères, et une *eau intermédiaire*.

Ainsi analysée, la mer se présentait comme une cuvette sur laquelle flotteraient, se juxtaposant sans se mélanger, par exemple de l'eau pure, de l'huile, de l'alcool, etc.

Le Gulf-Stream devient une hypothèse superflue

Souvenez-vous maintenant que la mer est soumise à des fluctuations dont les causes sont astronomiques. Vous entrevoyez déjà combien peuvent être complexes, à travers les accidents géographiques des côtes et du relief sous-marin, les mouvements relatifs, les recouvrements, les extensions et les retraits de ces différentes sortes d'eaux, superficielles ou profondes, dont nous venons de constater l'existence et qui ont chacune, comme habitants, des poissons d'espèces différentes.

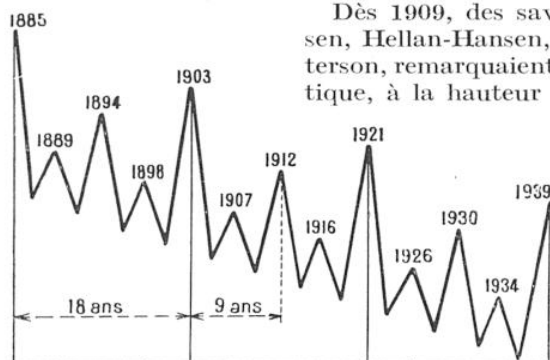


FIG. 5. — COURBE GÉNÉRALE DES TRANSGRESSIONS DES EAUX MARINES

On remarquera la décomposition des périodes principales (18 ans) en périodes secondaires, ou « harmoniques ». Cette courbe générale des transgressions doit être elle-même périodique et passer tous les 111 ans par un maximum absolu.

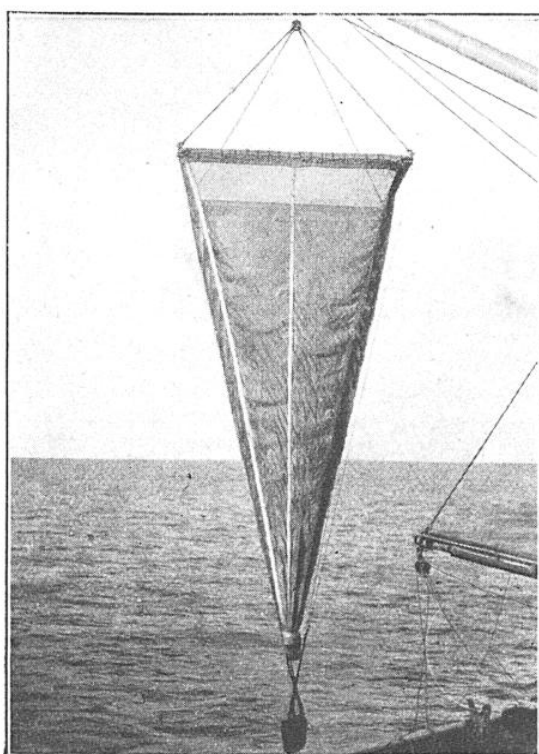
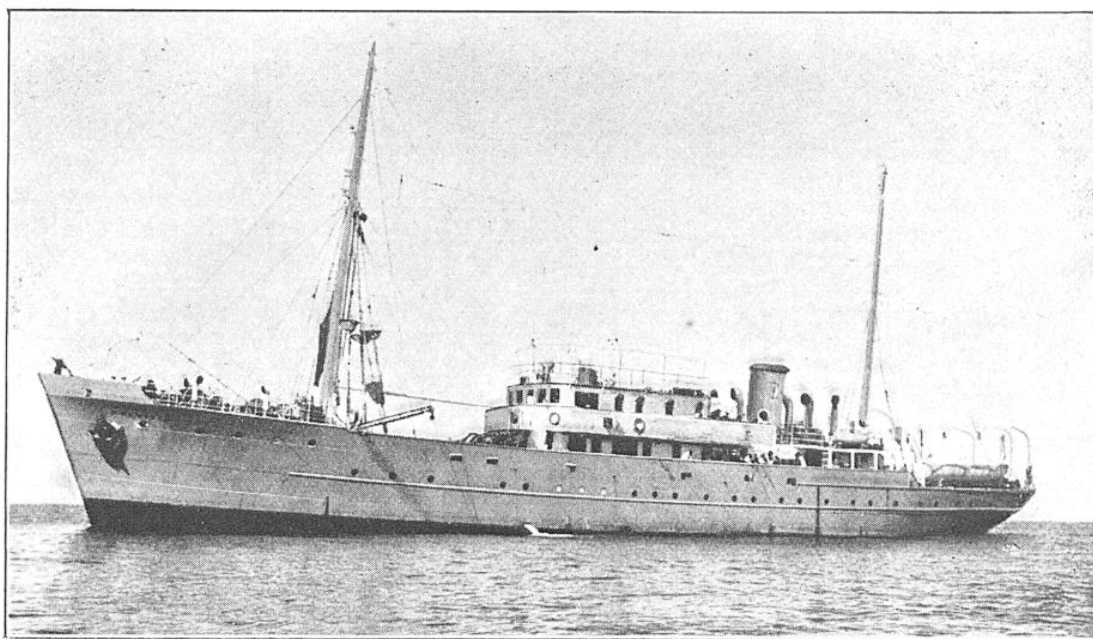


FIG. 6, 7 ET 8. — EN HAUT : LE « PRÉSIDENT-THÉODORE-TISSIER », NAVIRE-LABORATOIRE UTILISÉ PAR L'OFFICE NATIONAL DES PÊCHES. EN BAS À GAUCHE : LE GRAND CHALUT
 À droite : un flotteur de verre du chalut qui, immergé à 3.000 mètres, a été rempli par l'eau de mer devenue « douce » par filtrage à travers le verre. À la remontée, l'air comprimé à 300 atmosphères dans la sphère de verre l'a fait exploser en un point curieusement précis visible sur la photo.

Au cours de deux expéditions effectuées à l'île Jan-Mayen, à bord du *Pourquoi-pas?* avec le commandant Charcot, en vue d'étudier la migration des morues, le docteur Le Danois eut une intuition véritablement géniale. Mesurant avec précision la température et la salinité des différentes zones marines dans ces parages, il comprit que la ligne de démarcation des eaux arctiques et des eaux atlantiques, révélée par ces mesures, n'était pas — comme on le croyait généralement — la rive supérieure du fameux courant chaud, le « Gulf-Stream », mais bien la frontière mouvante de deux espèces d'eaux distinctes dont la mobilité n'avait pas grand'chose de commun avec celle d'un « fleuve » marin.

Le Gulf-Stream n'avait plus rien à voir dans ces parages ni probablement dans les parages inférieurs intéressants la Norvège, les Îles Britanniques et notre Bretagne. Bref, le Gulf-Stream, au moins en ce qui concerne l'Europe, devait n'être qu'un mythe. Il s'agissait de le démontrer, de l'expliquer.

Dans la conception classique des océanographes du XIX^e siècle, l'Atlantique était, en somme, divisé en deux régions : les eaux du Gulf-Stream, d'une part, et les autres. Le Gulf-Stream, comme on le sait, monopolisait soi-disant les eaux chaudes tropicales, qu'il conduisait depuis leur chaudière centrale, le golfe du Mexique, le long des côtes de Floride et de l'Amérique, jusque sur les côtes européennes où il se divisait en deux branches, divergeant l'une vers le nord, l'autre vers le sud. Le Gulf-Stream ne serait, d'ailleurs, lui-même que le prolongement du grand courant nord-équatorial dont les eaux atlantiques lèchent les Canaries, les côtes du continent sud-américain et s'engouffrent dans le golfe du Mexique, d'où le Gulf-Stream les remporte. L'ensemble de ce mouvement serait un tourbillon du type « cyclonique » et dont la cause pourrait être attribuée, comme celle des vents alisés, à la rotation terrestre. Au centre du cyclone liquide marin figure la mer des Sargasses où des algues flottent, immobiles, au-dessus

d'un plateau sous-marin aujourd'hui reconnu pour le centre de reproduction des anguilles européennes et américaines. Ce serait là le centre calme du tourbillon géant.

Mais a-t-on réellement repéré, mesuré, le courant du Gulf-Stream?

Pour relever un courant, le mieux est de lui confier des flotteurs. Ne se fiant plus aux légendes du moyen âge, d'après lesquelles les habitants de l'Ecosse recevaient d'Amérique, par la voie du Gulf-Stream, les épaves les plus hétéroclites, les océanographes modernes ont jeté à la mer des flotteurs donnant au vent le moins de prise possible. Le trajet suivi par ces flotteurs ne corres-

pond nullement au tracé du prétendu courant marin, sauf dans les parages immédiats du golfe du Mexique, notamment dans les détroits qui séparent la côte américaine des différentes Antilles.

Autre observation : durant la guerre, aucune des innombrables mines flottantes lancées par les belligérants sur les côtes européennes ne fut entraînée par le Gulf-Stream de retour. Aucune n'a ac-

compli le majestueux périple tourbillonnaire autour de la mer des Sargasses et n'a fait une apparition nouvelle sur les côtes septentrionales d'Europe.

En définitive, tout ce que l'on peut préciser du célèbre courant, c'est sa limite supérieure arctique et sa limite inférieure tropicale, — ces limites se déterminant, comme nous venons de le dire, par les différences de température et de salinité que releva l'expédition Charcot-Le Danois. Aucun mouvement de rotation d'ensemble ne se révélant à l'intérieur de la masse centrale des eaux atlantiques, il n'est donc pas besoin d'admettre l'hypothèse d'un courant, si une autre théorie permet d'expliquer, par des mouvements périodiques des eaux, les variations de température et de salinité que, précisément, un courant du genre Gulf-Stream n'explique pas dans tous les cas.

Cette théorie d'explication générale n'est autre que celle des « transgressions océaniques » du docteur Le Danois.

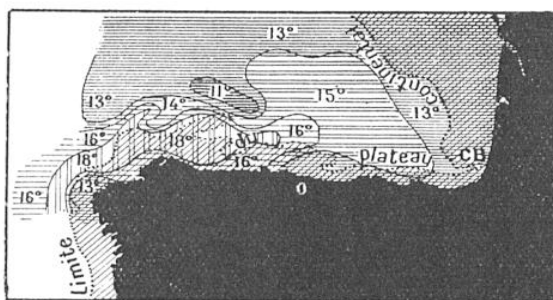


FIG. 9. — UN EXEMPLE DE LA NON-MIXIBILITÉ PERSISTANTE DES EAUX MARINES

La « borne » d'eau à 11° (hachurée foncée), isolée au milieu d'eau à 13°, a été observée nettement persistante, quoique légèrement déformée, durant plus d'un mois, par le docteur Le Danois, à bord du navire-laboratoire Président-Théodore-Tissier.

Voici le mécanisme des « transgressions océaniques »

Pour bien comprendre le mécanisme des transgressions suivant les conceptions de M. Le Danois, il convient de se représenter l'Atlantique comme une fosse relativement récente, dans l'évolution géologique.

A l'époque « éocène », l'Europe et l'Amérique ne formaient qu'un seul et même continent avec, au centre de leurs terres communes, une sorte de Méditerranée : la mer Eocène. C'est dans cette mer qu'auraient pris naissance la plupart des ancêtres

jours inférieure à 35 pour 1.000, représentent la partie *mobile, vivante, légère*, de l'océan. « Elles sont, écrit le docteur Le Danois, sans cesse en lutte contre la passivité des eaux de l'autre groupe, se glissant entre elles chaque fois que cela est possible, et, au besoin, empiétant sur elles. C'est cet empiètement, dont l'amplitude varie avec une périodicité déterminée, que nous avons appelé *transgression*, reprenant ainsi le terme géologique qui définit les empiètements des mers des âges successifs du passé. »

Quand les eaux d'origine tropicale s'étalent au maximum (par-dessus les eaux abyssales,

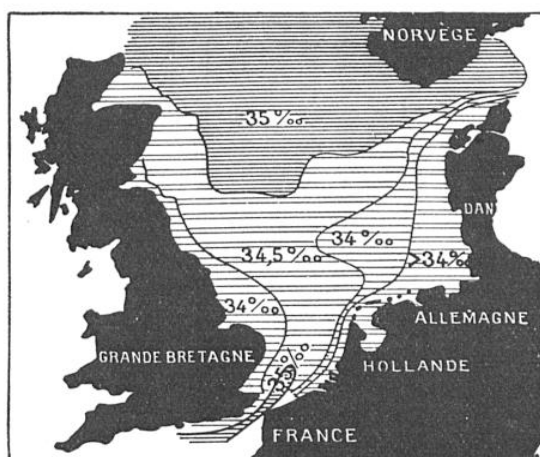


FIG. 10. — CERTAINES ANNÉES, LES EAUX DE SALINITÉ A 35 ‰ NE DESCENDENT PAS PLUS BAS QUE NE LE MONTRE CETTE CARTE. (LE POISSON SUIT CES VARIATIONS.)

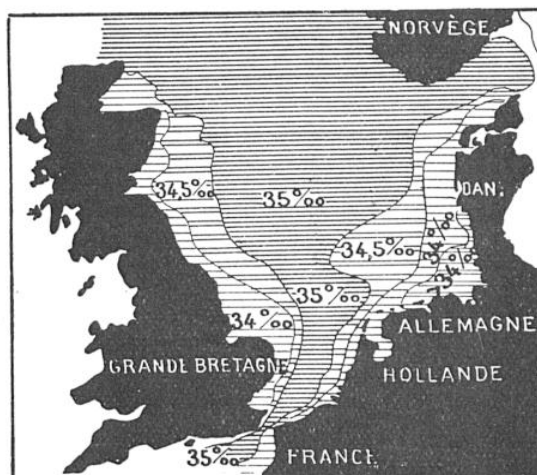


FIG. 11. — D'AUTRES ANNÉES, LES MÊMES EAUX A 35 ‰ ARRIVENT A FORCER LE DÉTROIT DE CALAIS ET A SE RELIER AINSI AVEC LES EAUX DE MÊME SALINITÉ VENANT DU SUD

de la faune, et même de la flore marine, qui peuplent l'Atlantique actuel.

Quand l'effondrement s'est produit, les eaux glaciales des deux océans polaires arctique et antarctique se sont rejointes *autour et au-dessous* de la mer Eocène, sans se mélanger avec elle, la supportant, en somme, comme une masse d'huile centrale est supportée dans la cuvette d'eau à laquelle je faisais allusion ci-dessus. On peut donc concevoir l'océan Atlantique actuel comme formant une véritable cuvette d'eaux polaires dans ses abîmes et dans le voisinage des côtes, avec, au centre de la cuvette, des eaux d'origine tropicale, les seules qui méritent véritablement le qualificatif d'Atlantiques et dont l'emplacement coïnciderait précisément avec celui de l'ancien continent disparu : l'Atlantide.

Ces eaux tropicales, d'une salinité tou-

lourdes et froides, d'origine polaire), c'est l'été de l'océan, lequel peut ne pas concorder avec l'été terrestre. A la contraction inverse correspond l'hiver océanique. Ce mouvement de va-et-vient annuel correspond finalement à ce que le professeur Petterson appelle la *diastole* et la *systole* de la mer, et que le savant norvégien attribuait encore au Gulf-Stream, c'est-à-dire à un élargissement périodique du célèbre courant que les observations océanographiques obligeaient déjà d'envisager.

Par analogie, on peut dire, en conséquence, que l'océan Atlantique possède « un cœur ». C'est à l'auscultation de ce cœur que le docteur Le Danois a consacré ses travaux. Elle est loin d'être simple.

Une oscillation annuelle ne suffit pas à la décrire, bien que le rythme annuel en soit l'aspect qui apparaît le premier

aux modernes observateurs océanographes.

On conçoit, en effet, qu'en hiver les eaux chaudes « centrales » se retirent du *plateau continental* (on appelle ainsi les contreforts qui prolongent, sous la mer, le relief des terres émergées). En été, les eaux chaudes reviennent. Et ceci suffit déjà à expliquer la disparition et le retour *annuels* de certaines espèces de poissons des parages côtiers. De plus, la canalisation que le dessin des côtes leur impose imprime à ces mouvements des variétés aussi grandes qu'en comportent les marées quotidiennes.

M. Le Danois a analysé les répercussions que les obstacles géographiques de surface et ceux du relief sous-marin imposent aux transgressions annuelles. Et ceci souligne l'importance de la carte de ce relief, encore bien sommaire et presque tout entière à créer.

Muni de ses appareils de sondage rapide, ultrasonore (« Florisson-Langevin »), le *Président-Théodore-Tissier* s'emploie à cette tâche, dont une conséquence pratique immédiate, bien que secondaire pour l'ensemble de la théorie, peut être la mise en évidence de nouveaux fonds de pêche. C'est ainsi qu'une véritable montagne sous-marine a été découverte, l'été dernier, dans le golfe de Gascogne, sur la côte nord de l'Espagne — malheureusement peu propice à la pêche au chalut, en raison d'accidents rocaillieux.

En 1933, le navire laboratoire a déterminé avec exactitude le mouvement transgressif tel qu'il se déroule annuellement au large des côtes du Maroc.

La périodicité complexe des transgressions océaniques

Détachons-nous maintenant du phénomène transgressif annuel pour l'envisager à sa véritable échelle de durée.

C'est une « pulsation », avons-nous dit, relevant par conséquent des lois générales du phénomène ondulatoire, lesquelles décomposent toujours une *onde fondamentale* de grande « période » en harmoniques de fréquence croissante.

Le mouvement transgressif annuel représente l'harmonique le plus aigu du phénomène total, comme la marée quotidienne représente l'harmonique le plus aigu du phénomène général des marées qui est mensuel et annuel. La « note fondamentale » la plus grave du phénomène des transgressions comporte une « période » d'au moins 111 ans.

Entre ces périodicités extrêmes : 1 et 111 viennent se loger d'autres périodicités

secondaires : 18,6 ans ; 9,3 ans ; 4,6 ans.

Ces nombres résultent de remarquables travaux mathématiques de MM. Lallemand et Prévot. Recherchant les causes de ces périodicités, ces savants les ont situées :

1^o Dans les révolutions de la ligne des « nœuds » que forme l'orbite lunaire avec le plan de l'écliptique ;

2^o Dans le déplacement en latitude des taches solaires dont la période totale est, effectivement, de 111 ans.

La composition de ces mouvements périodiques (par les calculs classiques) aboutit finalement à expliquer la courbe schématique des périodicités que nous présentons page 454. Cette courbe indique que, *tous les quatre ans environ*, la transgression des eaux marines centrales passe par un maximum ; que ce maximum est plus accentué *tous les neuf ans*, et encore plus accentué *tous les dix-huit ans*.

En réalité, les fractions d'années interviennent dans les calculs précédents. D'autre part, les coïncidences des maxima provenant des oscillations en latitude des taches solaires (111 ans) et des maxima absolus fournis par la révolution nodale de la lune (93 ans) ne se produisent qu'à de longs intervalles (tous les 10.323 ans). De ces coïncidences, des théoriciens ont déduit les dates géologiques des périodes glaciaires (avance et recul des glaces polaires), qu'ils assimilent également à des conséquences thermiques du phénomène de la transgression et qu'ils situent comme suit :

1 ^{re} glaciation ...	570.000 ans avant 1850
2 ^e — ...	460.000 — —
3 ^e — ...	210.000 — —
4 ^e — ...	98.000 — —

Ainsi, les périodes froides (glaciations) et les périodes chaudes (transgressions) qu'ont subies les calottes terrestres au cours de l'évolution géologique seraient liées aux mêmes causes qui provoquent aujourd'hui la migration de nos poissons comestibles, suivant le va-et-vient des eaux qu'ils ont choisies comme habitat et qui firent que le renne, aujourd'hui confiné en Laponie, fréquentait autrefois la vallée du Lot.

La prévisibilité des campagnes de pêche

De cette grandiose harmonie « pré-établie » de la science, ne retenons donc, en fin de compte, que le petit côté : le côté cuisine.

Du rythme des transgressions, M. Le Danois a pu, d'ores et déjà, tirer l'explication de la mauvaise campagne dont nos pêcheurs eurent à souffrir en 1922. En

août 1921, une transgression exceptionnelle (un maximum *octodécennal* de la courbe) avait été observée dans le golfe de Gascogne, concomitant avec une pénurie des harengs dans la mer du Nord : les harengs redoutent l'eau trop chaude et celle-ci avait envahi la mer du Nord, en forçant le détroit de Calais. La régression des nappes chaudes, en août 1922, laissait prévoir le retour aux conditions normales dans la mer du Nord. Cette remarque, confirmée, fut consignée aux comptes rendus de l'Académie.

La saison 1930-1931 correspondait à un nouveau maximum transgressif, mais, cette

— Où ? C'est tout le problème pratique. La réponse appartient aux océanographes.

La cartographie des transgressions

La tâche qui s'impose aux spécialistes de la mer sera donc, avant tout, de relever avec précision le relief sous-marin, afin de prévoir la répercussion de ce dernier sur le parcours des eaux transgressives. C'est à quoi s'emploie le *Président-Théodore-Tissier*, au moyen de ses appareils de sondage ultra-sonore et thermique et d'analyse saline.

La technique scientifique de ce travail ne manquerait pas d'intérêt si nous avions le

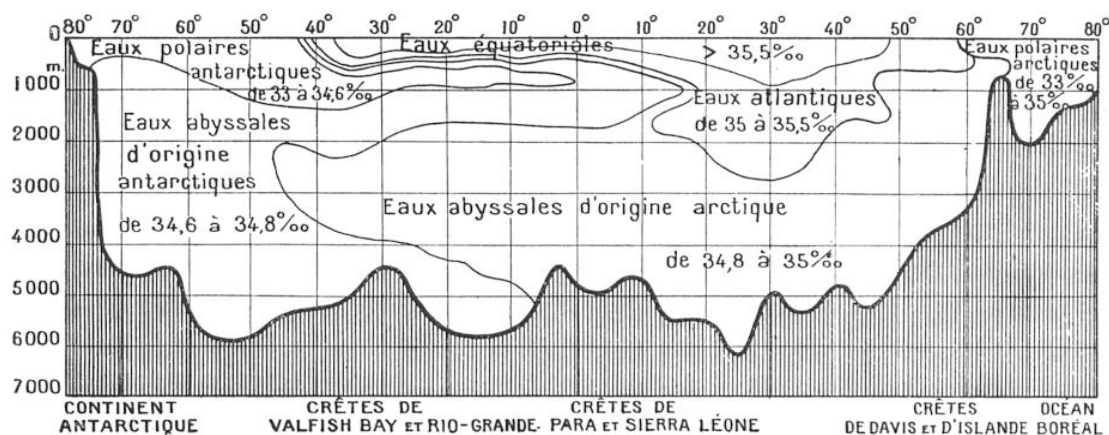


FIG. 12. — COUPE GÉNÉRALE DE LA FOSSE ATLANTIQUE, MONTRANT LA FORME DES DIFFÉRENTES LENTILLES D'EAU SUPERPOSÉES SUIVANT LEUR DEGRÉ DE SALINITÉ

On dirait autant de « mers » de liquides différents se surnageant mutuellement. L'immixtibilité de ces eaux est à peu près absolue, ainsi que des expériences l'ont démontré.

fois, moindre, puisque dérivant seulement d'une période *novennale* et que l'amplitude de la transgression est toujours en raison de la longueur de la « période » astronomique dont elle dérive. M. Le Gall, chef de laboratoire de l'Office des Pêches à Boulogne, et M. Le Danois ont aussitôt averti les Fécampoïses et les Boulonnais de leurs craintes pour la pêche harenguière. Les événements justifient cette appréhension.

La même prévisibilité s'applique aux autres espèces de poissons : il suffit de s'enquérir avec exactitude de leurs préférences thermiques et salines. C'est ainsi que, depuis 1921, M. Le Danois a déterminé la « loi biologique » du *thon blanc*. Celui-ci n'est présent que dans les eaux dont la température est supérieure à 14°, à 50 mètres de profondeur. Rien n'est donc plus simple que de renoncer à la pêche, quand le thermomètre indique que ces conditions ne sont pas remplies — et de chercher ailleurs.

loisir de la suivre en détail ; de voir comment on lance la sonde thermométrique, dont le thermomètre se casse et ouvre la bouteille d'échantillonnage aussitôt qu'est atteinte la température recherchée en profondeur ; de suivre les mouvements des divers chaluts, ceux qui recherchent les poissons et ceux qui filtrent le « plancton » dont ils font leur nourriture. Nous assisterions, en passant, à de curieux phénomènes comme le filtrage de l'eau de mer, par 3.000 mètres de profondeur, à travers la paroi intacte d'un flotteur de verre : en filtrant *à travers le verre*, sous l'effet des 300 atmosphères de pression, l'eau marine se dépouille de son sel et devient douce. Quand le flotteur remonte, il explose sous la pression de l'air demeuré prisonnier et comprimé.

Mais notons, en passant, ce renversement des rôles : des poissons (raies, plies, harengs) mesurés sont bagués et rejetés à la mer. Les pêcheurs retrouvent 30 % — taux

incroyable — de ces animaux qu'ils ont la consigne de signaler aux laboratoires régionaux de l'Office des Pêches. Cette reprise permet de déduire le parcours de l'animal — donc le mouvement de transgression de l'eau particulière à son espèce. Le poisson devient ainsi l'auxiliaire de l'océanographe.

D'ailleurs, les anguilles elles-mêmes ont, les premières, donné l'exemple de cette aide scientifique. Leurs fameuses migrations septennales (1), qui les mènent pondre de nos rivières dans la mer des Sargasses (*en suivant le fond sous-marin, donc les eaux froides abyssales*), semblent démontrer que ces animaux obéissent ainsi à un instinct plusieurs fois millénaire — celui qui pousse chaque espèce à revenir dans son habitat natal. La mer Eocène et le continent Atlantide qui la bordait auraient possédé les premières anguilles, ancêtres de celles que nous mangeons. Depuis les temps géologiques, les continents se sont déchirés, mais les anguilles continuent d'aller pondre au point précis qui était leur premier berceau. Et les algues superficielles flottant dans la mer des Sargasses, loin d'être réunies par le fameux tourbillonnement du Gulf-Stream et du courant équatorial conjugués, ne seraient, d'autre part, que des résidus de la végétation côtière du fabuleux continent englouti — ou, plus exactement, déchiré.

Ainsi, la paléozoologie vient se revivifier dans la théorie des transgressions. Les continents disparaissent, mais les mers fossiles surnagent et les poissons conservent leurs habitudes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 52, page 321.

Et pourtant, il y a des « courants » sur l'océan

La théorie grandiose et féconde que M. Le Danois a déduite des incidents de ses pêches scientifiques ouvre un jour singulier sur le passé et les survivances de la mer.

Le *Gulf-Stream*, dont la carte dressée par le bonhomme Franklin, à peine modifiée, fait foi dans nos écoles, le *Gulf-Stream* entre donc au cimetière des hypothèses ruinées. Toutefois, qu'on ne fasse pas dire à la théorie des transgressions ce qu'elle ne veut ni ne peut affirmer : à savoir l'inexistence des courants marins. De même que le va-et-vient de la marée diurne provoque des courants bien connus à travers le relief accidenté des côtes, de même le mouvement des transgressions océanes n'empêche pas et, plutôt, favorise l'existence de grands courants d'ensemble dont le courant équatorial et le *Gulf-Stream*, mais limité aux parages du Mexique et de la Floride.

Tout ce que demandent les océanographes qui adoptent la thèse de M. Le Danois, c'est qu'on ne vienne pas attribuer aux « calories » du *Gulf-Stream* (ou de branches plus ou moins vagues du fabuleux courant) la douceur du climat du Spitzberg méridional ou la maturation hâtive des petits pois de Roscoff. L'afflux des eaux chaudes atlantiques centrales suffit à expliquer le mécanisme saisonnier de ce qu'on a appelé « le chauffage central » de l'Europe, — dont les effets intéressent le climat de notre habitat et son approvisionnement en marée.

CHARLES BRACHET.

L'un de nos ingénieurs, de retour d'U. R. S. S., a été frappé par le mauvais rendement de certaines industries soviétiques. Cela tient surtout à l'absence — ou à l'infériorité — du personnel de maîtrise (outilleurs, précisionnistes, etc.) dont dépend — dans tous les pays — la *qualité* de l'usinage moderne. Le développement des machines-outils automatiques de haute précision nécessite, en effet, depuis déjà longtemps, la formation d'une main-d'œuvre *qualifiée* et entraînée que l'on rencontre maintenant dans les nations industrielles, telles que l'Allemagne, les Etats-Unis, la France. Ce personnel d'élite est long à former et, par suite, relativement peu nombreux. C'est ce qui explique qu'au moment où le gouvernement français a décidé d'intensifier les fabrications de guerre, on eut beaucoup de peine à trouver ce personnel de maîtrise sans lequel il n'y a ni fabrication, ni rendement parfait. L'U. R. S. S. s'en est rendu compte, et c'est pour cette raison qu'elle s'efforce de développer l'enseignement professionnel des spécialistes. Mais on ne crée pas une élite d'ouvriers spécialisés en quelques années...

LE CINÉMA EN COULEURS EST-IL A LA VEILLE DE DEVENIR PRATIQUE ?

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G., LICENCIÉ ÈS SCIENCES

La réalisation de projections cinématographiques en couleurs naturelles est fondée (1) sur le principe de la trichromie, énoncé dès 1868 par les physiciens français Charles Cros et Louis Ducos du Hauron : la superposition de trois couleurs convenablement choisies dans le spectre solaire permet la reconstitution de la lumière blanche. Sur ce principe ont été établis de nombreux procédés, dont les premiers (notamment celui de Gaumont) consistaient à prendre trois vues du sujet (chacune à travers un écran transparent teinté d'une des trois couleurs fondamentales) et à superposer les images sur l'écran en les projetant chacune à travers un « filtre » de la couleur correspondant à celui de la prise de vues. Les premiers résultats obtenus, quoique imparfaits, semblaient autoriser bien des espoirs. Cependant, la mise au point s'avéra fort délicate, et c'est alors que les brevets se multiplièrent. On sait qu'on peut ranger les différents procédés en deux grandes classes : les procédés additifs, où les couleurs sont obtenues par superposition des couleurs fondamentales (Gaumont, Audibert, Berthon, Francita, etc.), et les procédés soustractifs, dans lesquels l'image positive est teintée ou pigmentée (Technicolor, Kodachrome, etc.). Quant à la réalisation véritablement industrielle du cinéma en couleurs et à son exploitation commerciale, elles sont encore retardées soit par la nécessité d'utiliser un appareillage spécial et compliqué, soit par la difficulté de tirer des copies du film obtenu (notamment avec le film gaufré), soit par le prix de revient prohibitif des films. C'est pourquoi, si le problème peut être considéré comme résolu pour le film d'amateur (qui n'exige pas de copies), nous ne pourrions conclure, pour le film normal, avant d'avoir contrôlé les résultats définitifs des procédés destinés à être exploités dans les salles. Jusqu'ici, on peut retenir comme intéressantes les réalisations de Technicolor, Francita, en attendant la mise en application de nouveaux procédés qu'on nous annonce — depuis longtemps — comme devant être sensationnels.

Analyse, synthèse

LES recherches poursuivies pour la réalisation du film en couleurs naturelles et les nombreux procédés essayés dans ce but, qui, jusqu'à présent, n'ont pas encore abouti à une exploitation vraiment commerciale, — bien que le but paraisse s'approcher — suffisent à montrer les difficultés rencontrées.

En effet, devant l'impossibilité actuelle d'impressionner directement en couleurs une pellicule, pellicule qui devrait permettre d'obtenir des « tirages » également en couleurs, les chercheurs ont dû orienter leurs efforts vers des procédés utilisant le film s'impressionnant simplement en noir et blanc, tel que le livre l'industrie cinématographique.

Mais si un problème ne peut être résolu d'un seul coup, sa décomposition en plusieurs problèmes plus simples peut cependant donner des solutions acceptables. Nous

avons vu ce cas se produire pour la télévision (1), où la transmission globale de l'image a été remplacée par celle d'un grand nombre de points diversement éclairés sur l'écran de projection, de façon à permettre à l'œil de reconstituer cette image.

C'est également à l'analyse et à la synthèse que l'on s'est adressé pour le cinéma en couleurs naturelles. Nous ne disposons que de films s'impressionnant directement en noir et en blanc. Nous obtiendrons néanmoins des négatifs différents si chacun d'eux n'est impressionné que par une seule des couleurs du sujet à filmer. Nous réaliserons ainsi facilement les positifs correspondants. Enfin, si ces positifs sont projetés, d'une part en faisant coïncider rigoureusement les images sur l'écran, d'autre part en éclairant chacun d'eux par la couleur correspondant à la prise de vues, il est évident que la combinaison de ces couleurs reconstituera intégralement sur l'écran les couleurs naturelles.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 77, page 361.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 403.

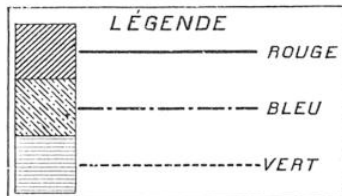
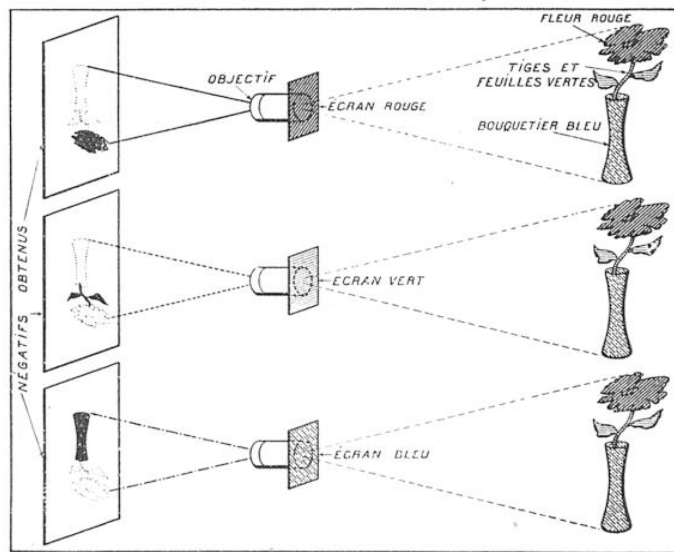


FIG. 1. — ANALYSE DE LA LUMIÈRE AU MOYEN DE TROIS ÉCRANS COLORÉS

Les écrans colorés transparents, interposés sur le trajet des rayons lumineux, filtrent la lumière transmise par l'objet et ne laissent

passer que les radiations correspondant à leurs couleurs. On obtient ainsi sur l'émulsion sensible trois négatifs différents.

Ce principe est fort simple. Son application ne l'est malheureusement pas.

Toutefois, remarquons tout d'abord qu'il n'est pas indispensable de photographier séparément toutes les couleurs du sujet, et, d'ailleurs, ce ne serait pas possible. En effet, la lumière blanche qui l'éclaire (la lumière solaire, par exemple, pour les « extérieurs ») se compose d'une infinité de radiations qui, réfléchies seulement en partie par le sujet, viennent frapper notre œil en nous donnant la sensation de la

couleur. Ainsi une fleur rouge ne réfléchit que les radiations rouges, tandis que le blanc les renvoie toutes et que le noir les absorbe toutes, au contraire. Mais on sait qu'en choisissant dans la gamme des couleurs un certain nombre de teintes, il est possible de reconstituer la lumière blanche. Ceci nous permettra donc de limiter le nombre des négatifs, à trois par exemple, l'un impressionné par le vert, l'autre par le bleu, le troisième par le rouge. C'est le procédé de trichromie utilisé notamment en imprimerie. (On sait que l'on obtient aussi des résultats intéressants avec deux couleurs seulement, quoique se rapprochant moins de la vérité).

A la projection, il suffira de projeter les trois positifs en les éclairant l'un en vert, l'autre en bleu, le troisième en rouge, et si les images coïncident sur l'écran les couleurs naturelles seront reconstituées. Ainsi, théoriquement, le problème se simplifie ; cependant, de grandes difficultés pratiques subsistent que l'on a cherché à vaincre par différents procédés. Il est, en effet, nécessaire

tout d'abord de prendre les trois vues d'un même point pour qu'elles soient identiques (défaut de parallaxe) et, en outre, de réaliser un repérage extrêmement précis pour que ces images coïncident à la projection.

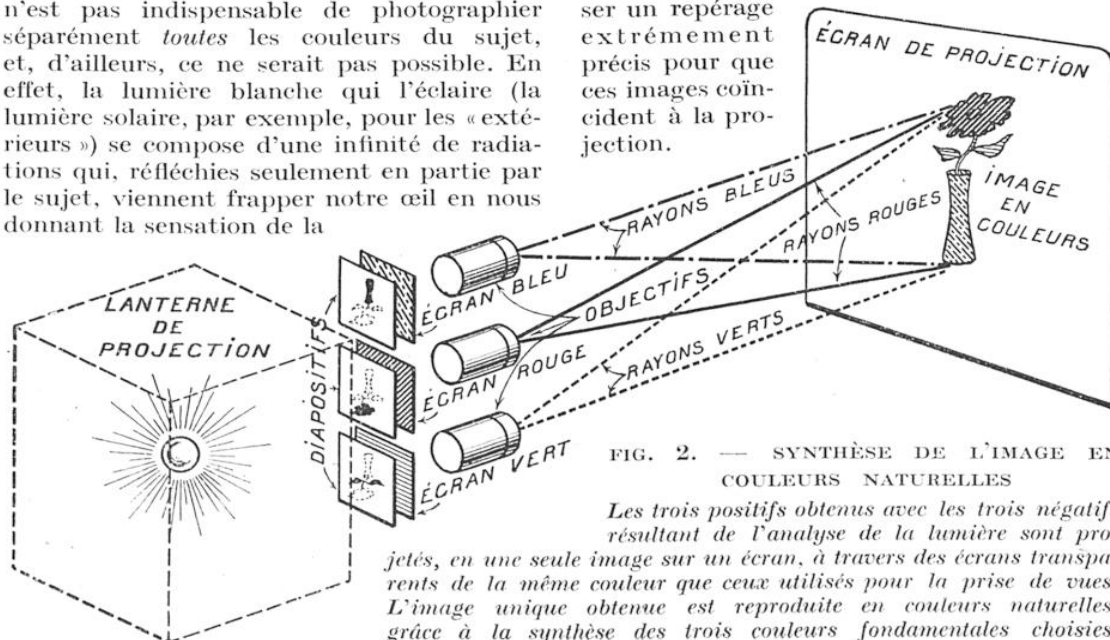


FIG. 2. — SYNTHÈSE DE L'IMAGE EN COULEURS NATURELLES

Les trois positifs obtenus avec les trois négatifs résultant de l'analyse de la lumière sont projetés, en une seule image sur un écran, à travers des écrans transparents de la même couleur que ceux utilisés pour la prise de vues. L'image unique obtenue est reproduite en couleurs naturelles, grâce à la synthèse des trois couleurs fondamentales choisies.

Les méthodes de cinéma en couleurs naturelles

Laissant de côté le procédé qui consistait à prendre un film ordinaire en noir et blanc, puis à le colorer au moyen de pochoirs, nous ne considérerons que ceux visant à reconstituer les couleurs elles-mêmes.

Au III^e Congrès de l'Association pour la Documentation photographique et cinématographique dans les sciences, qui s'est tenu récemment à Paris, M. Jean Painlevé rappelait que l'on pouvait diviser en deux grandes catégories les méthodes imaginées : les procédés *additifs* et les procédés *soustractifs*.

Dans les procédés soustractifs, l'image positive est teinte ou pigmentée. La couleur blanche résulte de l'absence de toute couleur ; le noir se présente partout où il se produit une coïncidence de deux (ou trois) images et aux points où les couleurs ont le plus d'intensité.

Dans les procédés additifs, l'image positive est en noir et blanc, mais passe à travers des écrans colorés et se compose en couleurs sur l'écran de projection.

Nous venons de parler d'écrans colorés. En effet, pour réaliser le principe que nous avons énoncé, — à savoir l'analyse des couleurs du sujet afin d'obtenir des négatifs différents impressionnés chacun par des radiations lumineuses différentes, — on utilise des écrans transparents colorés selon

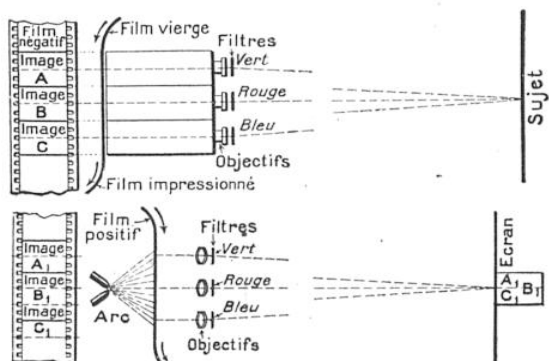


FIG. 3. — SCHÉMA DU PROCÉDÉ « GAUMONT »
Au-dessus, prise de vues à travers trois objectifs différents ; au-dessous, projection sur l'écran. Les objectifs prenant le sujet sous trois angles différents, la superposition des images à la projection ne peut être rigoureuse (parallaxe).

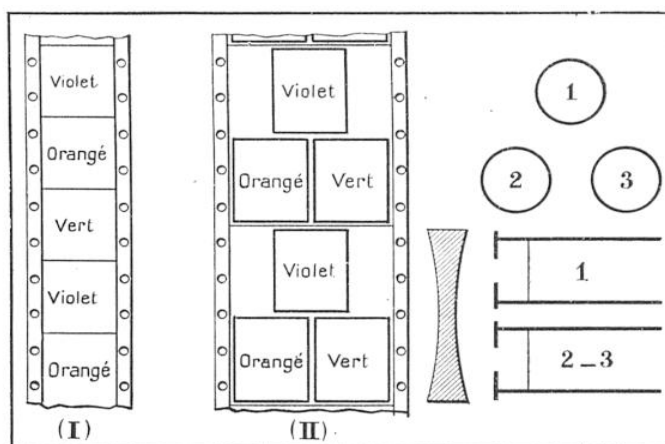


FIG. 4. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU PROCÉDÉ « AUDIBERT »

Ce procédé utilise également trois couleurs, mais les images sont disposées comme sur le film II (qui est plus large qu'un film normal). Le dispositif en triangle des trois objectifs permet de les masquer derrière une lentille et de corriger le défaut de parallaxe signalé dans la légende précédente (voir fig. 6).

les teintes fondamentales choisies. (Nous avons dit que le bleu, le rouge et le vert permettaient la reconstitution de toutes les couleurs.) L'écran bleu interposé sur le faisceau lumineux destiné à impressionner la pellicule arrête toutes les radiations du spectre, sauf les bleues. C'est d'ailleurs pourquoi il nous paraît de cette couleur. De même l'écran rouge ne laisse passer que le rouge, et le vert les radiations vertes. Les trois négatifs obtenus, chacun avec interposition d'un de ces écrans, sont évidemment incomplets quant aux valeurs correspondant aux teintes du sujet ; mais nous avons montré que la projection des positifs tirés avec ces négatifs, avec des lumières bleue, rouge et verte, devait redonner les couleurs naturelles.

Voici les principaux procédés imaginés pour le film en couleurs naturelles : le procédé Gaumont

Le principe du procédé Gaumont consiste à prendre simultanément, sur un même film, trois images, chacune avec un objectif distinct et à travers un écran coloré. L'appareil de prise de vues comprend donc trois objectifs fonctionnant en même temps, de façon à fournir trois images distinctes et représentant le sujet dans la même position. Les trois objectifs sont alignés verticalement. Il faudrait donc que la vitesse de passage du film soit trois fois plus grande que la vitesse habituelle, ce qui risquerait de détériorer la pellicule. Pour réduire cette

vitesse, on a diminué la hauteur des vues qui n'est plus que de 14 millimètres.

La projection des positifs s'effectue avec un appareil dont le système optique est tel que les trois images représentant la même fraction de mouvement — chacune projetée à travers un écran coloré — puissent se superposer sur l'écran de projection. Cependant certains décalages peuvent se produire, qui se traduisent par des franges colorées. Il faut donc corriger ces décalages pendant la projection.

Les résultats obtenus sont intéressants, mais la nécessité de disposer d'un appareillage spécial a entravé l'exploitation véritablement commerciale malgré les débuts prometteurs de ce procédé trichrome additif.



FIG. 5. — DANS CE FILM OBTENU PAR LE PROCÉDÉ « AUDIBERT », LES TROIS IMAGES SONT SITUÉES CÔTÉ À CÔTÉ

Le procédé Audibert

Ce procédé repose sur le même principe que le précédent ; mais les trois vues sélectionnées sont placées côte à côte, horizontalement, en utilisant un film large (53 mm). Les images ont les mêmes proportions que pour un film noir et blanc, mais un peu plus petites. Cependant, si on utilisait trois objectifs alignés pour la prise de vues, les images obtenues ne seraient pas identiques quant au dessin, le point de vue étant un peu différent pour chaque objectif. Il en résulterait un

effet de *parallaxe*, de sorte que les images ne seraient pas superposables rigoureusement, et des franges colorées apparaîtraient inévitablement, notamment sur les bords.

Voici comment cette difficulté a été

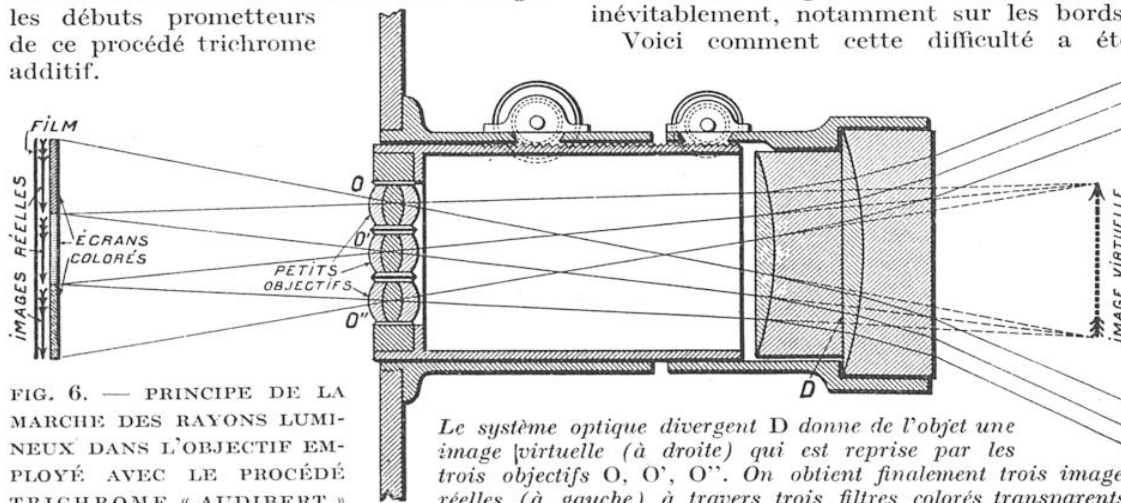


FIG. 6. — PRINCIPE DE LA MARCHÉ DES RAYONS LUMINEUX DANS L'OBJECTIF EMPLOYÉ AVEC LE PROCÉDÉ TRICHROME « AUDIBERT »

Le système optique divergent D donne de l'objet une image virtuelle (à droite) qui est reprise par les trois objectifs O, O', O''. On obtient finalement trois images réelles (à gauche) à travers trois filtres colorés transparents.

vaincue. Un système optique divergent fournit du sujet une image *virtuelle* (c'est-à-dire ne pouvant être reçue sur un écran), et cette image *plane, sans épaisseur*, est reprise par les trois objectifs munis d'écrans colorés destinés à fournir les trois images monochromes. La superposition peut, dès lors, être parfaite. Signalons que M. Audibert a réalisé un dispositif un peu différent, afin de loger les trois images sur un film de largeur normale. Dans ces conditions, les appareils existants peuvent être utilisés en changeant simplement l'objectif.

Le film gaufré

Ce procédé, inventé par M. Rodolphe Berthon, repose sur le principe suivant : un objectif photographique contient un filtre sélecteur formé de trois zones (verte, bleue et rouge). Si une lentille convergente, de dimensions microscopiques, est placée au foyer de cet objectif, elle donnera sur un verre dépoli, situé très près de la petite lentille, une image complète du filtre sélecteur, image indépendante de celle fournie du sujet à photographier par le grand objectif. Si, au lieu d'une petite lentille, nous imaginons un *réseau de lentilles microscopiques*, et si, pour simplifier, nous photographions un objet rouge, ce réseau ne projettera sur le verre dépoli que des bandes rouges ; aux autres zones du filtre ne correspondront que des bandes sombres.

Une émulsion panchromatique (sensible à toutes les couleurs) mise à la place du verre dépoli et impressionnée à travers le réseau de lentilles microscopiques n'enregistrera que les parties correspondant à la zone rouge du filtre sélecteur de l'objectif. Sur le

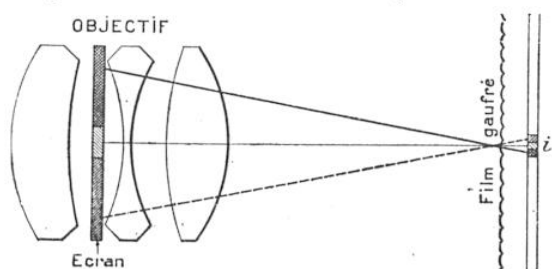


FIG. 7. — COMMENT SE FORME LE RÉSEAU SUR LA PARTIE SENSIBLE DU FILM GAUFRÉ

Chaque petit élément lenticulaire du film (côté non émulsionné) donne, sur la couche sensible, une image *i* de l'écran trichrome contenu dans l'objectif, image indépendante de celle du sujet fournie par l'objectif. À la projection, chaque zone de l'image est projetée par les éléments lenticulaires du film vers les zones correspondantes de l'écran trichrome, et les couleurs sont reconstituées.

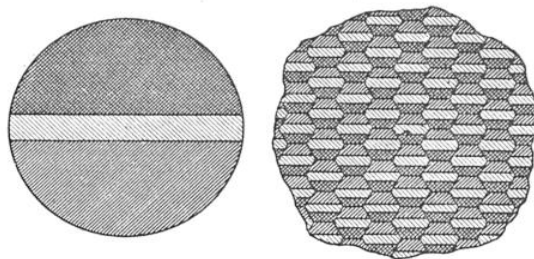


FIG. 8. — ÉCRAN SÉLECTEUR TRICHROME ET RÉSEAU FORMÉ PAR LES PETITES IMAGES DE L'ÉCRAN FOURNIES PAR LES LENTILLES MICROSCOPIQUES DU FILM GAUFRÉ

positif, cette partie impressionnée sera transparente, les autres (correspondant au bleu et au vert) seront opaques.

Projetons cette image, avec le même objectif muni de son filtre et à travers le même réseau de lentilles microscopiques, en l'éclairant par de la lumière blanche. Celle-ci ne traversera que les régions transparentes du positif et, en vertu de la *réversibilité de la marche des rayons lumineux*, chaque petite lentille dirigera les rayons vers la bande rouge du filtre de l'objectif. Sur l'écran, nous aurons reproduit l'image rouge.

Il en serait de même pour le bleu et le vert. Par conséquent, une teinte complexe, analysée par le filtre sélecteur de l'objectif, sera de même reconstituée à la projection.

Les films de ce genre peuvent avoir les mêmes dimensions que les films noir et blanc. Ils possèdent une couche sensible panchromatique, et le côté non émulsionné de la pellicule porte, gravé par un procédé de gaufrage spécial, le réseau de lentilles microscopiques qui doit être tourné vers l'objectif. Chaque élément lenticulaire doit être inférieur à $1/400^e$ de millimètre, ce qui exige des cylindres graveurs d'une précision extraordinaire.

On a pu simplifier un peu (« Pathé-Kodacolor ») en remplaçant les lentilles hexagonales par des lentilles cylindriques, ce qui a permis de réaliser des films réussis. Cependant, si ce procédé est excellent pour les films de format réduit (16 mm) d'amateur, — car ceux-ci ne demandent pas de tirer de multiples copies d'un film, — M. J. Painlevé constatait, au Congrès dont nous avons parlé, qu'il n'existait pas de film commercial gaufré en 35 mm.

En effet, quand on cherche à reproduire, par contact ou par projection, des films gaufrés, c'est-à-dire présentant un réseau lenticulaire, un phénomène bien connu se produit : c'est celui du *moirage* que les

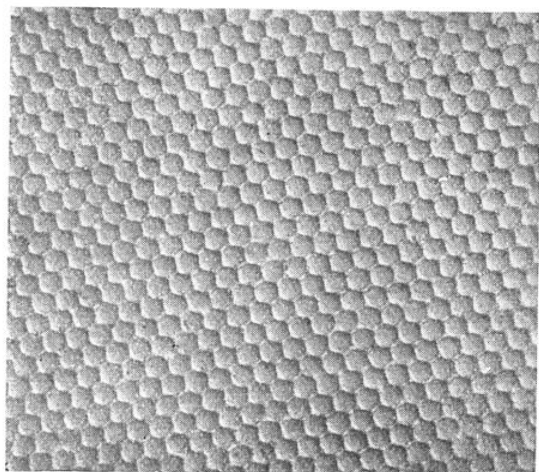


FIG. 9. — MICROPHOTOGRAPHIE D'UN FRAGMENT D'UN ANCIEN FILM GAUFRÉ À PICOTS MONTRANT LES PETITS ÉLÉMENTS LENTICULAIRES SPHÉRIQUES SITUÉS DU CÔTÉ NON ÉMULSIONNÉ

photograpeurs constatent lorsqu'ils veulent superposer deux *trames* (1). Ces *moires* alternativement sombres et claires s'enregistrent sur la pellicule et la rendent inutilisable, les images et les couleurs étant complètement faussées.

Avec le film gaufré, le moirage provient notamment de la superposition optique ou par contact de deux réseaux : le réseau lenticulaire du film original, le réseau lenticulaire du film copie. On sait que le moirage provient des interférences des rayons lumineux passant à travers ces réseaux. On pourrait donc le supprimer en décalant l'image des réseaux du film original par rapport au réseau du film copie. Optiquement, on peut y parvenir par l'interposition d'une lame à faces parallèles animée d'un léger mouvement de rotation, mais la netteté y perdrait. De même, si l'on imposait des vibrations au système optique. Mécaniquement, on peut croiser les trames de deux fils en plaçant le film copie un peu de biais. Mais ceci est au détriment de la vérité des couleurs, les images n'étant pas normales dans le film copie. Signalons que la firme Siemens possède des machines pour le tirage des copies, mais non exploitées encore. Enfin, la suppression de l'image du réseau

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 12, page 370.

lenticulaire du film original sur le film copie suffirait pour éviter le moirage, et par conséquent autoriser pratiquement la reproduction des films gaufrés. Un appareillage très simple permettrait, paraît-il, d'obtenir ce résultat. La primeur de sa description sera réservée à nos lecteurs dès que cela sera possible.

Le procédé « Technicolor »

Le procédé « Technicolor », avec lequel ont été tirés plusieurs films projetés à Paris, consiste à prendre trois négatifs séparés au moyen d'un appareil comportant des écrans jaune, bleu et rouge. On tire ensuite un positif de chaque négatif, et chaque positif est traité de sorte qu'il ne reste en relief de gélatine que la partie à colorer concernant l'image elle-même. Chaque positif est alors imprégné de sa couleur (correspondant à celle de l'écran de prises de vues), puis *imprimé* sur un seul positif. Celui-ci, grâce à la superposition des couleurs, reproduit alors les couleurs naturelles. Il est évident que le tirage et la reproduction par ce procédé, pour un film comportant des milliers d'images, demandent beaucoup plus de temps qu'avec les tireuses habituelles. Il faut, en effet, assurer une superposition rigoureuse des images. Néanmoins, on est parvenu à une production mécanique. Malheureusement, le prix d'un tel film est très élevé, et on évalue à 20 millions de francs le coût d'un film en couleurs présenté récemment à Paris.

Le procédé « Kodachrome »

Dans ce procédé soustractif, — mis au point pour des films de 16 mm, mais non

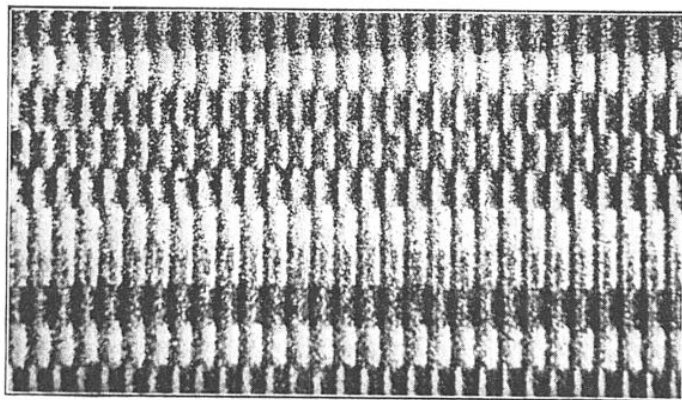


FIG. 10. — DANS LE PROCÉDÉ « KODACHROME », LE FILM GAUFRÉ PRÉSENTE DES ÉLÉMENTS LENTICULAIRES CYLINDRIQUES, CE QUI SIMPLIFIE LA FABRICATION

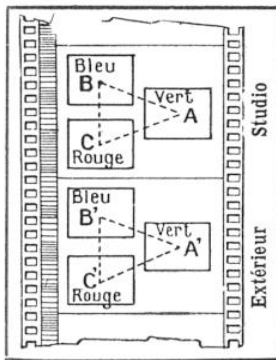


FIG. 11. — SCHÉMA DE FILM OBTENU PAR LE PROCÉDÉ « FRANCITA »

A gauche, piste sonore. Le film de largeur normale comprend trois images prises à travers trois objectifs et un système de prismes évitant la parallaxe. Quel que soit l'objectif employé (qui diffère pour les prises de vues au studio ou à l'extérieur), le triangle ABC doit rester identique en A' B' C'. Ceci nécessite une précision de 1 millième de millimètre dans le repérage des objectifs effectué au laboratoire.

commercial pour films de 35 mm, par suite de la difficulté de tirer des copies — on utilise un film comportant cinq revêtements : 1^o une émulsion sensible au bleu (contenant aussi une teinte jaune) ; 2^o une couche de gélatine ; 3^o une émulsion sensible au vert ; 4^o une couche de gélatine laissant passer le rouge ; 5^o une émulsion sensible au rouge.

Le film est impressionné : la couche 1 arrête le bleu ; la couche 3 n'enregistre que le vert, et les radiations rouges atteignent la couche 5. Le film négatif est ensuite inversé (développé, lavé, exposé à la lumière et redéveloppé). Une teinte bleu-vert apparaît sur les couches 1, 3 et 5, partout où l'argent des émulsions a été réduit. Le film est séché. On transpose le bleu-vert des couches 1 et 3 en rouge. Pour cela, on transforme les couches 1 et 3 en chlorure d'argent par une lessive spéciale, on expose à la lumière, et on développe avec un produit formant une couleur rouge sur les couches 1 et 3. On recommence pour la couche 1, pour

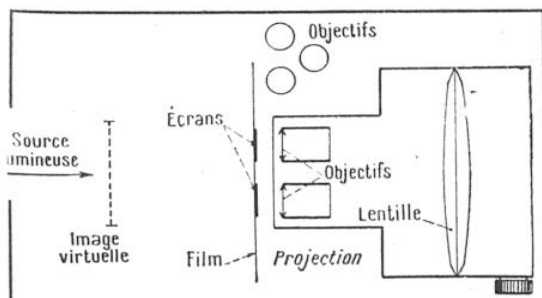


FIG. 12. — SCHÉMA DE LA PROJECTION DANS LE PROCÉDÉ « FRANCITA »

Les objectifs placés en triangle donnent une image virtuelle qui est reprise et projetée en image réelle sur l'écran par une lentille réglable.

obtenir une image jaune. L'argent étant enlevé, on a donc une image jaune, une image rouge et une image bleu-verte sur le film, qui peut être projeté sur l'écran (1).

Le procédé « Francita »

A l'étude depuis de nombreuses années, un nouveau procédé est actuellement exploité industriellement avec succès. Il est basé

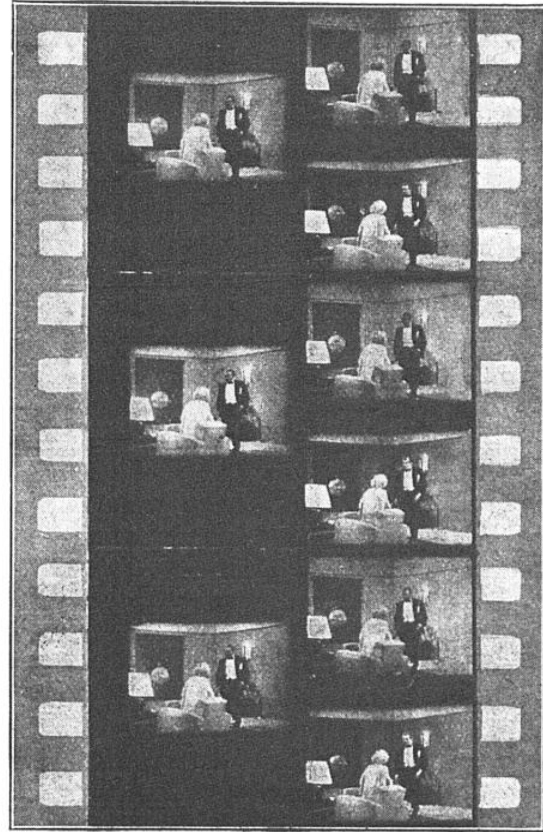


FIG. 13. — FRAGMENT DE FILM OBTENU PAR LE PROCÉDÉ « FRANCITA »

sur la trichromie, les couleurs fondamentales étant le bleu, le rouge et le vert. Il faut entendre par là que l'on a choisi dans le spectre solaire trois couleurs dont la superposition donne le blanc : une dans le bleu, une dans le rouge, une dans le vert. On utilise donc des écrans pour la formation des trois images prises *simultanément* par l'objectif spécial. Remarquons immédiatement que ces écrans devront être différents pour les prises de vues en plein air et celles en studio. En effet, le spectre de la lumière solaire est différent de celui des lampes à arc.

(1) Nous reparlerons bientôt de ce procédé.

Signalons tout d'abord que, dans ce procédé, les trois images sont disposées comme l'indique la figure 11, la piste sonore étant réservée à côté de l'image correspondant à l'écran vert (1). Les trois images réunies occupent sur le film le même emplacement qu'une image cinématographique ordinaire. Elles sont obtenues avec un objectif spécial et doivent être projetées avec un objectif également particulier. Mais, en dehors de ces deux objectifs, on peut utiliser n'importe quel film (*panchromatique*), *n'importe quel appareil de prise de vues*, *n'importe quel appareil de projection*.

On le conçoit, toute l'invention réside dans les objectifs spéciaux et un certain secret les entoure encore. En ce qui concerne la prise de vues, l'objectif comporte un système de lentilles et de prismes qui donne trois images simultanées et sans parallaxe. Une des images est prise à travers un écran bleu, la deuxième à travers un écran vert, la troisième à travers un écran rouge. Mais, bien entendu, au développement, le *négatif* de ces images apparaît en noir et blanc.

Pour la projection, un triple objectif donne des clichés *positifs* une image virtuelle unique qui est projetée sur l'écran au moyen d'une lentille. Les écrans bleu, vert et rouge, placés sur le trajet de rayons lumineux, font que l'image virtuelle unique résultant de la superposition des trois images positives bleue, verte et rouge apparaît en couleurs naturelles, de même que celle qui est projetée sur l'écran.

Tout cela est évidemment fort simple, en principe. Mais, outre la composition de l'objectif de prise de vues, une difficulté surgit : la superposition rigoureuse des images positives bleue, verte et rouge (1), de façon à donner une image virtuelle en couleurs correcte. Pour cela, il est indispensable que le triangle formé par la réunion de trois centres des images reste toujours identique à lui-même (fig. 11). Or, on sait qu'un film est pris toujours avec plusieurs appareils, que certaines parties sont « tournées » à l'extérieur, d'autres en studio. Il faut donc, d'une façon absolue, que les objectifs utilisés donnent exactement ce même triangle. Une simple erreur de 1/100^e de millimètre, grossie 600 fois à la projection, donnerait un décalage de 6 mm, into-

(1) Il va de soi que chaque fois que nous parlerons d'image verte, bleue ou rouge, il faudra entendre celle correspondant à l'écran vert, bleu ou rouge, les images étant toujours sur le film en noir et blanc.

léral. Il faut donc régler les objectifs au micron (millième de millimètre). D'ailleurs, ce triangle doit rester non seulement identique à lui-même en dimensions, mais aussi en orientation, c'est-à-dire que si, pour un système de trois images, un côté est vertical, les côtés homologues de tous les triangles correspondant aux autres groupes de trois images doivent être rigoureusement verticaux. Pour cela, les objectifs sont réglés au laboratoire en projetant sur un écran trois petites croix formées de traits extrêmement minces qui doivent coïncider exactement. Les objectifs de projection sont réglés une fois pour toutes. Seule, la lentille avant peut être changée suivant la distance de projection. Comme elle est mobile, on peut corriger le dérèglement provenant du rétrécissement du film qui se produit au cours des premières projections.

Signalons, enfin, que la Société Francita loue les objectifs de prise de vues, et que l'objectif de projection est loué en même temps que le film aux distributeurs.

Que faut-il penser du cinéma en couleurs ?

Le cinéma en couleurs, sonore bien entendu (ce qui est réalisé en laissant une piste sonore à côté de l'image ou des images du film), doit constituer un nouveau pas en avant vers la reproduction réelle de la vie sur l'écran, en attendant que le relief (1) soit complètement au point.

Mais, et M. Jean Painlevé le constatait, nous attendons encore le véritable film en couleurs commercialement exploitable. Par ce terme, il faut entendre un film susceptible d'être distribué dans de nombreuses salles, d'être projeté sur un grand écran et ne nécessitant pas un appareillage trop compliqué.

Pour cela, il faut que la prise de vues puisse bénéficier de la technique la plus moderne mise au point pour le film noir et blanc (truquages optiques, etc.), et que la projection donne des images nettes sans nécessiter de constants réglages.

On peut estimer que le problème est résolu en ce qui concerne le film de 16 mm, pour lequel on n'exige pas de copies ; mais pour le film normal, nous devons surtout enregistrer les réalisations Technicolor, Francita et les promesses du film gaufré.

JEAN MARCHAND.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 324.

LA MOBILISATION INDUSTRIELLE DE L'ALLEMAGNE EST-ELLE COMMENCÉE ?

Par le lieutenant-colonel REBOUL

Jusqu'en 1914, les méthodes stratégiques et tactiques ont joué un rôle prépondérant dans la conduite des opérations militaires. Ceci est encore vrai aujourd'hui ; mais, bien qu'il soit difficile de prévoir sous quelle forme se développerait un conflit armé, il est devenu impossible de concevoir une guerre moderne sans une mobilisation intégrale de toutes les forces économiques de la nation. Comme l'expérience de la dernière guerre nous l'a déjà enseigné, — certainement à une échelle plus réduite, — il faut, dès le temps de paix, mettre au point minutieusement les solutions des problèmes industriels d'importance capitale que posent la fabrication et l'entretien du matériel de guerre et le ravitaillement des armées. L'Allemagne l'a compris. Sa volonté de réarmer s'est affirmée depuis 1924, d'abord par la modernisation et le perfectionnement de son armement, puis par la reprise et l'intensification, sous l'influence nationale-socialiste, de ses fabrications de guerre. Elle dispose dès maintenant d'un matériel moderne — l'un des plus perfectionnés qui soit, — de stocks considérables de matières premières. Ses usines spécialisées sont déjà en activité et pourraient atteindre, en cas de guerre, leur production maximum en quelques jours seulement ! En France, les délais de « démarrage » pour les fabrications même déjà minutieusement prévues seraient cependant de deux à six mois. De l'organisation et de la rapidité de la mobilisation industrielle dépend la valeur du « potentiel militaire » d'un pays.

Les problèmes industriels de la dernière guerre

L'ALLEMAGNE, pas plus que la France, n'avait prévu, en 1914, que la guerre pourrait être de longue durée. Elle comptait, tout comme nous, que ses armées vivraient presque exclusivement sur leurs stocks du temps de paix. Quand elle se rendit compte de son erreur, elle se heurta aux mêmes difficultés que nous, difficultés qui furent encore accrues pour elle par l'impossibilité où elle se trouva rapidement de se procurer certaines matières premières. Elle put en triompher grâce à la puissance de son outillage industriel, et aussi grâce à la méthode qui présida à ses fabrications de guerre.

Un exemple le fera comprendre : la fabrication de son fusil de guerre, le Mauser modèle 98, à chargeur.

Le commandement allemand avait prévu que, dès la mobilisation, il aurait besoin de grosses quantités de fusils aussi bien pour armer toutes ses formations de réserve que pour remplacer l'armement détruit sur les champs de bataille. A cet effet, il avait constitué de gros stocks de Mauser et avait organisé des ateliers de réparation fortement outillés. Il compléta, du reste, ces ateliers, dès ses premiers succès, en créant

d'autres centres de réparation avec des machines-outils « réquisitionnées » en Belgique. De plus, il avait pris ses dispositions pour que les fabrications dans ses arsenaux reprennent dès le premier jour de la mobilisation. Leur production devait atteindre, dès le cinquième mois, 1.200 fusils par jour.

Malgré ces précautions, malgré l'utilisation dans certaines unités de fusils russes prélevés sur le matériel pris aux armées tsaristes, les troupes allemandes, dès le mois d'octobre 1914, manquent de fusils. Que faire ?

Au lieu d'augmenter coûte que coûte la production des manufactures existantes, le commandement allemand adopte une autre solution. Les usines spécialisées ne procéderont plus qu'au montage des fusils. Les pièces détachées leur seront fournies par d'autres établissements quelconques, étant entendu qu'une usine n'aura qu'une seule pièce à fabriquer. On facilite ainsi ses opérations et on accroît son rendement.

Le Mauser comprend soixante-sept pièces dont la plupart doivent être ajustées au dixième de millimètre, certaines même, dans la culasse mobile, au centième. L'usinage de cette arme nécessite au total plus de mille opérations. C'est presque autant de machines-outils qu'il faut créer ou

	FRANCE	ALLEMAGNE
Septembre 1914..	12	20
— 1915..	24	60
— 1916..	60	plus de 300
— 1917..	320	plus de 400
— 1918..	350	400

TABLEAU I. — CHIFFRES COMPARÉS, POUR LA FRANCE ET POUR L'ALLEMAGNE, DE LA PRODUCTION MENSUELLE EN PIÈCES NEUVES D'ARTILLERIE LOURDE DE 1914 A 1918

adapter à ce travail. Tous ces préparatifs sont longs, mais ce système présente le grand avantage suivant. Dès que la fabrication en série est lancée, elle satisfait immédiatement à tous les besoins. Elle atteindra presque de suite le chiffre de 250.000 fusils par mois. Il faudra la restreindre à partir d'août 1916.

La fabrication en grande série des mitrailleuses, qui est mise en marche en février 1917, donne des résultats analogues.

En France, après avoir d'abord suivi les mêmes errements qu'au début en Allemagne, nous devons, à partir de mai 1915, demander à l'industrie privée de collaborer à ces fabrications. Comme en Allemagne, le travail est réparti entre les divers groupements industriels, chaque usine ne produisant qu'un très petit nombre de pièces assemblées ensuite dans d'autres usines. Très rapidement, nous atteignons, en juillet 1916, notre plus grosse production mensuelle : 102.000 fusils.

Ces deux chiffres : 250.000 pour l'Allemagne et 102.000 pour la France, sont caractéristiques, car, dans toutes les études de détail auxquelles on peut se livrer sur les fabrications du matériel de guerre en France et en Allemagne pendant la période de 1914 à 1918, on arrive à des résultats comparables. Ils mesurent très sensiblement la puissance respective des industries des deux pays comme potentiel de guerre pendant ladite période (1). On arriverait, no-

(1) Qu'on ne voie pas, dans cette phrase, une critique quelconque à l'égard de notre industrie, qui a fourni pendant toute la guerre le maximum d'efforts. C'est une simple constatation de fait.

	FUSILS	CARABINES
Septembre 1915..	80.000	25.000
— 1916..	210.000	30.000
— 1917..	160.000	40.000
— 1918..	70.000	50.000

TABLEAU II. — LES LIVRAISONS MENSUELLES DE FUSILS ET DE CARABINES AUX ARMÉES ALLEMANDES PENDANT LA GUERRE DE 1914

tamment, pour les fabrications d'artillerie aux mêmes constatations.

Depuis combien de temps l'Allemagne a-t-elle mis en marche ses nouvelles fabrications de guerre ?

On croit, d'une manière générale, que les préparatifs de guerre de l'Allemagne datent de l'arrivée au pouvoir des nationaux-socialistes, c'est-à-dire du début de 1933. C'est une erreur, le gouvernement nazi les a seulement intensifiés ; mais depuis la signature du traité de paix — peut-on dire — le Reich s'outille pour la revanche.

Pendant cette période de seize ans (1919 à 1935), il est possible toutefois de distinguer diverses phases :

De 1919 à 1924, le Reich essaie, malgré nos commissions de contrôle, de conserver

Canons et obusiers de toutes catégories.....	16.000
Minenwerfer.....	30.000
Mitrailleuses.....	120.000
Armes portatives.....	2.500.000
Munitions d'artillerie (obus). — d'infanterie (cartouches).....	125.000.000 2.200.000.000

TABLEAU III. — LE MATÉRIEL DE GUERRE FABRIQUÉ PAR L'ALLEMAGNE ENTRE LE 1^{er} NOVEMBRE 1917 ET LE 31 OCTOBRE 1918

la plus grande quantité possible de son ancien matériel de guerre ;

De 1924 à 1931, il perfectionne son armement, crée des prototypes plus puissants, les met au point ;

A partir de 1931, il lance ses fabrications nouvelles, les intensifie en 1933, et décrète enfin, en 1935, une véritable mobilisation de son industrie.

Les progrès de l'armement allemand depuis 1924

L'armement actuel du Reich provient des recherches et expériences poursuivies sans arrêt par la Reichswehr depuis 1924. Le commandement allemand s'est tout d'abord efforcé d'augmenter la portée utile de son artillerie.

Celle de son 77 était de 5.500 mètres au début de la guerre. Divers perfectionnements l'avaient, au cours de la campagne, poussée jusqu'à 10.700 mètres. Elle dépasse actuellement 14.000 mètres. La portée utile de toutes les pièces de l'artillerie allemande a été améliorée à peu près dans les mêmes proportions

En même temps, la Reichswehr s'est efforcée de rendre ce matériel plus facilement transportable. A cet égard, les transformations qu'elle a fait subir à son canon de 10 cm sont caractéristiques. Les pièces de ce calibre dont elle dispose à son entrée en campagne datent de 1904. C'est un canon excellent, dont la portée maximum est de 11.200 mètres. Elle la trouve insuffisante et presse les essais d'un matériel dont le tube est porté à 35 calibres (1) au lieu de 30. Le 10 cm K-14 atteint ainsi 12.900 mètres. Elle estime cette portée encore insuffisante

tion du commandement allemand : recherche de la portée et de la puissance, accroissement des facilités de déplacement.

Cette dernière préoccupation entraîne le Reich à généraliser actuellement le remplacement de la traction hippomobile par la traction automobile pour son artillerie.

L'Allemagne nous a devancés de plusieurs années dans le problème de l'artillerie motorisée, tout comme dans celui du transport des troupes à travers tous terrains (1). En France, nous commençons à peine à envisager ces problèmes, bien que notre industrie

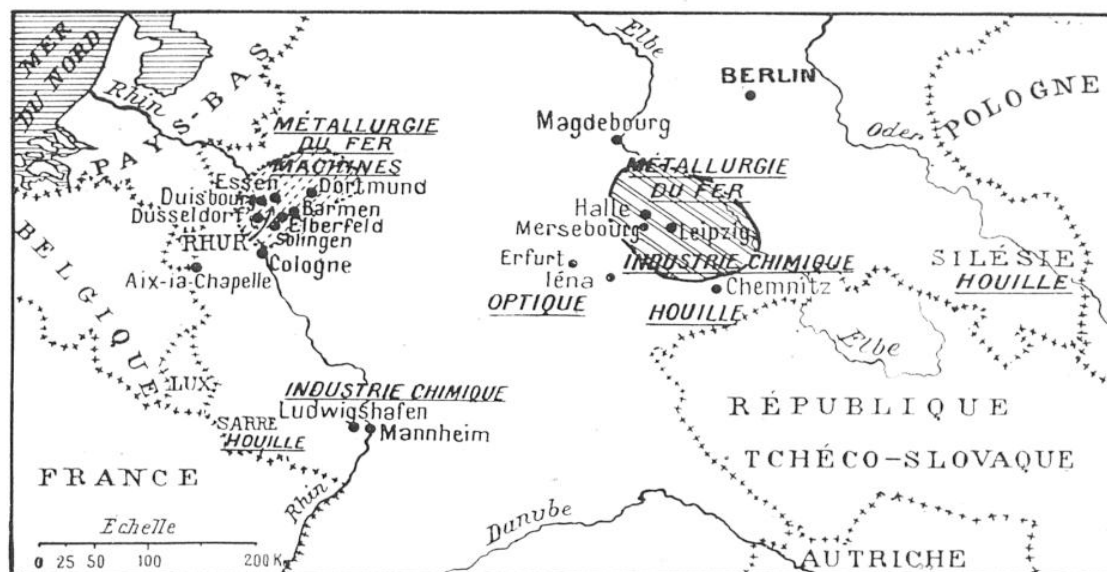


FIG. 1. — ON VOIT SUR CETTE CARTE SCHÉMATIQUE QUE LES INDUSTRIES DE GUERRE ALLEMANDES, AUTREFOIS GROUPEES DANS LA ZONE INDUSTRIELLE DE LA RUHR, SERONT, DANS UN CONFLIT FUTUR, CONCENTREES DANS LA REGION CENTRALE DE LA SAXE OU LES RAIDS D'AVIATION LES ATTEINDRONT PLUS DIFFICILEMENT

et crée un canon de 45 calibres qui tire à 14.100 mètres ; c'est le 10 cm K-17. Mais son poids est devenu trop considérable ; il nécessite sa séparation en deux charges pour le transport. Pour obvier à cet inconvénient, l'artillerie allemande place son dernier type de tube sur un affût du modèle de 1904 légèrement transformé, d'où son nom 10 cm K-17-04 ; la charge est ainsi réduite à 4 tonnes. En 1929, ce canon est encore allégé ; son poids est ramené à 3,5 tonnes, tandis que sa portée maximum est poussée à plus de 17.500 mètres. Avec ce matériel, on assiste aux transformations successives qui caractérisent les modifications de concep-

(1) Ceci veut dire que la longueur du tube est équivalente à 30 ou 35 fois son diamètre intérieur. Dans le cas envisagé, la longueur du tube passe donc de 3 mètres à 3 m 50.

soit en situation de nous fournir tous les véhicules nécessaires. Pendant longtemps, jusqu'à ce qu'elle ait osé jeter le masque, l'Allemagne déclarait que les matériels automobiles qu'elle expérimentait dans ce but étaient destinés au transport de matériaux à travers la campagne, notamment des poteaux pour les lignes aériennes de force, dont elle multipliait le nombre.

Pour accroître le rendement de son matériel de guerre, elle s'attache à perfectionner ses plus petits détails : par exemple ses fusées. En 1915, elle abandonne presque complètement celles qui, jusque là, armaient la plupart de ses projectiles, et qui étaient *fusantes*, pour en adopter d'autres, *instantanées*. Le bon fonctionnement d'un amor-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 35.

gage fusant dépend, en effet, de la régularité de la combustion de la composition fusante qui brûle pendant le trajet du projectile. Or, cette composition est, déjà en temps de paix, d'une fabrication difficile ; en temps de guerre, elle donne lieu à de nombreux mécomptes ; elle se détériore dans les dépôts de munitions ; elle est, enfin, très sensible aux variations atmosphériques ; elle n'est donc jamais la même dans deux lots différents de munitions.

Les premières fusées instantanées, d'un type trop simplifié, donnent lieu à de multiples accidents. Elles sont abandonnées, à la fin de 1917, pour d'autres qui sont munies d'un dispositif de sûreté. Celui-ci — « Spreng kapselsicherung » — est, à son tour, perfectionné après la guerre. Depuis 1930, les Allemands disposent aussi bien de fusées instantanées, qui explosent au moindre contact, que d'autres à retardement, dont l'emploi ne donne plus lieu au plus petit incident.

Mais les fusées instantanées ne peuvent pas résoudre tous les problèmes qui se posent aux artilleries sur le champ de bataille. Dans certains tirs, — contre avions, par exemple, — l'amorçage fusant reste indispensable. Dès 1917, les Allemands expérimentent une fusée mécanique ; l'explosion y est provoquée par un mécanisme d'horlogerie. C'est l'idéal pour les tirs à longue distance, mais cette fusée est d'une réalisation difficile. Krupp réussit à en fabriquer au début de 1918. L'artillerie antiaérienne allemande en reçoit dès le mois de mai. Elle allait être livrée aux batteries ordinaires d'artillerie lourde lorsque survint l'armistice.

Depuis, les Allemands se sont acharnés à la perfectionner. Ils disposent, depuis 1929, de deux modèles qui leur donnent toute satisfaction par leur précision. Avec elles, plus d'irrégularités dans les tirs ; donc, plus grande facilité d'observation, plus grande rapidité dans le déclenchement de tirs de précision, et par suite, moindre consommation de projectiles. Par suite, le rendement de l'artillerie est accru. Les batteries antiaériennes et les batteries d'artillerie lourde, pour leurs tirs à obus fusants, n'emploient plus que ces fusées. Elles seraient même distribuées aux batteries d'artillerie de campagne contre tous les objectifs lointains.

Les fabrications de guerre ont été reprises en Allemagne dès 1931

On peut admettre qu'à partir de 1931 tous les prototypes des armes nouvelles sont au point. Canon de 77 à grand champ

d'action, mitrailleuse de 20 et de 35 mm, « Einheitsgewehr » (fusil unique, substitué à la fois à l'ancien fusil et à l'ancienne carabine), voitures motorisées, tanks, avions de reconnaissance, de bombardement, de chasse ; en un mot, tout l'armement dont peuvent avoir besoin des armées mobilisées a été essayé minutieusement, tant au point de vue robustesse qu'au point de vue rendement. Il a été lentement et méthodiquement perfectionné. Il ne reste plus qu'à en ordonner la fabrication en série.

Dans l'attente de cette décision, les usines qui doivent en assurer l'exécution, sur l'ordre du Reich, conservent leurs ouvriers spécialisés. Elles les emploient à n'importe quels travaux, aussi bien à la fabrication de montres que de thermomètres, d'appareils électriques, d'instruments de mesure, etc. Peu importe le rendement de cette main-d'œuvre. Il s'agit de l'occuper, de la maintenir groupée, entraînée, prête à reprendre ses anciennes fabrications. Le Reich couvre le déficit de ces exploitations par des exemptions d'impôts, des ristournes sous toutes les formes.

A partir de l'été 1931, ces usines renoncent à tous les travaux secondaires ; certaines embauchent même du personnel. Les fabrications de guerre ont donc commencé ; elles se poursuivront désormais régulièrement. Les nouveaux matériels d'infanterie et d'artillerie commencent à sortir dès la fin de 1931. Les unités de la Reichswehr et de la schupo (« Schutzpolizei », forces de police enrégimentées, autorisées par le Traité de Versailles) sont entraînées à se servir de ces engins et à en tirer parti dans la bataille.

Si nous voulions concrétiser par des chiffres cet effort de l'industrie allemande, on peut dire que, pendant le deuxième semestre de 1931 et pendant toute l'année 1932, environ 30.000 hommes travaillent chaque jour, en Allemagne, pour refaire à son armée un armement nouveau, perfectionné.

Pendant toute cette période, à la suite des observations auxquelles a donné lieu la mise en service de ces armes dans les corps de troupe, des modifications importantes leur sont apportées, tant pour accroître leur rusticité que pour les rendre plus facilement maniables.

Toute l'industrie de guerre allemande est maintenant alertée

Lorsque les nationaux-socialistes prennent le pouvoir (février 1933), les fabrications

de guerre sont lancées, les prototypes définitivement arrêtés. A ce point de vue, ils n'ont donc pas innové. Ils estiment seulement que l'armement des armées allemandes se poursuit à un rythme trop ralenti. Leur premier souci est de l'accentuer. Ils veulent pouvoir fournir des armes à la nation tout entière mobilisée. A cet effet, ils poussent la fabrication des usines spécialisées ; ils y instaurent le travail à deux équipes. Ils poursuivent pendant toute l'année 1933 l'augmentation de la main-d'œuvre dans ces établissements. En ne considérant que

tions de dessins et de vérificateurs nécessaires. Il lui faut aussi, si possible, entraîner leur personnel, ou tout au moins leurs cadres, aux fabrications qui leur seront demandées.

C'est ce à quoi s'emploie l'Allemagne à partir du début de 1934. Elle répartit les diverses fabrications de guerre à raison d'un nombre déterminé et réduit de pièces pour chaque usine. Pour être sûre que, au premier jour de la mobilisation, elles pourront produire dans un minimum de temps, elle leur passe des commandes réduites. Les établis-

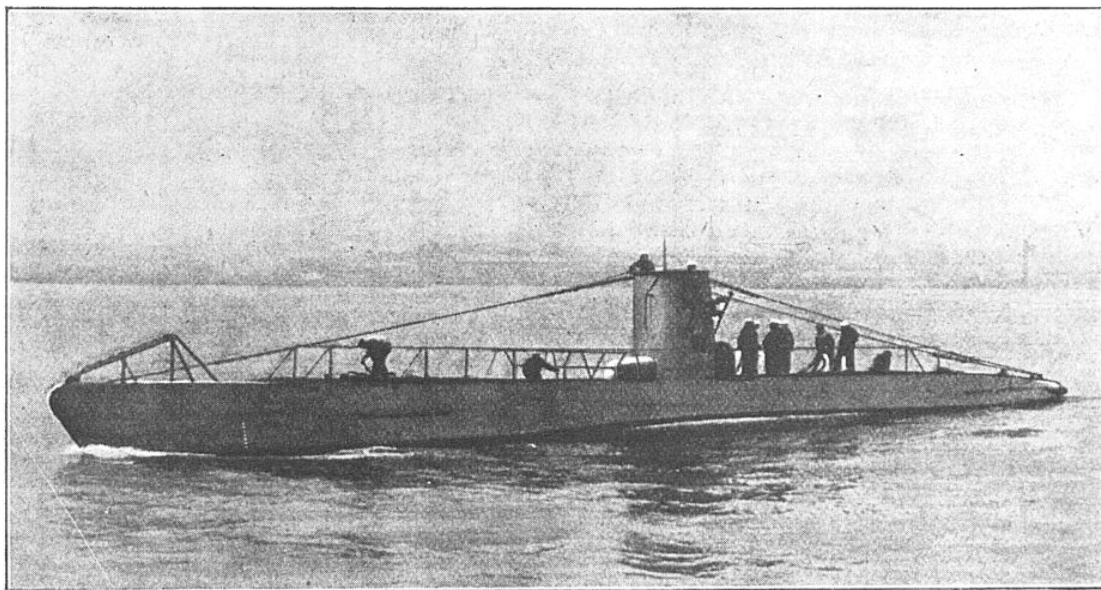


FIG. 2. — VOICI UN DES NOUVEAUX SOUS-MARINS ALLEMANDS DE PETIT TONNAGE (250 TONNES) INTERDITS PAR LE TRAITÉ DE VERSAILLES ET LANCÉS AU MOIS DE JUILLET DERNIER

les fabrications que nous avons envisagées précédemment, on peut admettre que, au 1^{er} janvier 1934, le nombre d'ouvriers travaillant au réarmement de l'Allemagne est de plus de 80.000.

Un autre problème se pose à elle. Nos commissions de contrôle, entre 1921 et 1926, malgré les entraves apportées à leur action, sont parvenues quand même à faire détruire, dans les usines non autorisées à travailler pour la Reichswehr, l'outillage indispensable pour les fabrications de guerre. Les machines qui ont pu être soustraites à leurs investigations ne sont plus adaptées aux nouvelles fabrications. Si l'Allemagne ne veut pas se trouver en situation difficile en cas de conflit, il lui faut donc, de toute nécessité, doter à nouveau toutes les usines qu'elle utiliserait de l'outillage, des collec-

sements spécialisés sont chargés de l'assemblage des pièces.

Cette façon de procéder se généralise au début de 1935. Le Reich, en effet, veut être prêt, militairement parlant, dans le temps minimum. De plus, pour combattre le chômage, il préfère multiplier les commandes de guerre.

Quoi qu'il en soit, à la fin du printemps de 1935, toute l'industrie de guerre allemande est alertée. Certaines de ses usines ont reçu des commandes à ce point importantes qu'elles ne peuvent plus accepter de livraisons à l'étranger, quelque rémunératrices que celles-ci puissent être, quelque intérêt qu'elles aient à les accepter pour ne pas perdre un marché extérieur. C'est le cas, notamment, de toutes les usines automobiles, de presque toutes les aciéries, de tou-

tes les fabriques de masques à gaz, etc.

Un chiffre pour fixer les idées. L'usine Krupp, d'Essen, occupe à elle seule 90.000 ouvriers pour ses fabrications de guerre ; ses dix hauts fourneaux fournissent, chaque mois, 100.000 tonnes de projectiles. Une grosse maison automobile de Rhénanie fabrique par mois 300 cars automobiles, pouvant transporter chacun 80 personnes et marcher à 100 kilomètres à l'heure ; elle les livre tout prêts à être utilisés par l'armée ; elle produit, en outre, un très grand nombre de véhicules à roues aptes à circuler à travers tous terrains.

Le Reich a déplacé en grande partie ses usines de guerre

A la fin de 1918, presque toute l'industrie de guerre du Reich était concentrée dans la Ruhr, à proximité des charbonnages et de la main-d'œuvre spécialisée qui s'y était rassemblée lentement depuis la naissance de l'industrie en Allemagne. Dans cette région, ce ne sont qu'usines ; elles se touchent les unes les autres, constituant ainsi des objectifs extrêmement vulnérables. Pendant la dernière guerre, bien que notre aviation fût obligée de partir de terrains éloignés de plus de 200 kilomètres de nos frontières actuelles, certains de ses raids leur causèrent des pertes graves.

Avec des appareils à plus grand rayon d'action, capables de porter un poids de bombes plus considérable et partant d'aérodromes situés en bordure même de la frontière, la situation du bassin de la Ruhr serait extrêmement critique. Aussi les principales industries de guerre ont-elles émigré en grande partie dans une zone qui, *a priori*, semble offrir plus de sécurité contre les bombardements aériens partant de nos aérodromes : c'est la Saxe.

Autour de Leuna, où s'élevaient déjà les formidables installations de l'I. G. (« Interessen Gemeinschaft », trust des industries chimiques), les usines se multiplient. De 1923 à 1930, ce ne sont que constructions nouvelles. Le voyageur qui emprunte les voies ferrées qui traversent cette région ne voit, pendant plusieurs dizaines de kilomètres, qu'un horizon de grandes cheminées qui se pressent les unes contre les autres et qui, toutes, fument. Dès le temps de paix, la Saxe est devenue un centre industriel comparable au bassin de la Ruhr. En temps de guerre, la plus grande partie des fabrications de guerre du Reich s'y réfugierait. Seules continueraient à fonctionner certaines usines dont l'importance est telle

qu'il est impossible de les déplacer — comme celles de Krupp à Essen — ou dont la situation — comme celle d'Oberndorf (Mausier), dans la Forêt Noire, — par leur emplacement, facilite le jeu de la D. C. A. et leur permettra vraisemblablement de fonctionner malgré les efforts de notre aviation.

Le ravitaillement de l'Allemagne en matières premières : caoutchouc et pétrole de synthèse

Pendant la guerre, l'Allemagne a durement souffert d'être privée de toute communication avec les pays étrangers qui lui fournissaient les matières premières que son territoire ne lui fournit pas, ou ne lui livre qu'en quantités insuffisantes, comme le caoutchouc (1) pour les premières ou l'essence et le cuivre pour les secondes. Elle a pu vaincre ces difficultés en organisant la contrebande à son profit, en rationnant sa population civile, en exigeant d'elle qu'elle lui verse toutes ses disponibilités en certains produits ou en leur substituant d'autres, d'origine synthétique, que lui procuraient ses laboratoires.

C'est surtout du manque de carburant et d'huiles de graissage (2) qu'elle a souffert pendant le conflit. Avant 1914, elle ne produisait que 70.000 tonnes de pétrole par an, à Limbourg, et 50.000 tonnes à Pechelbronn. Malgré un travail intense, ces deux exploitations ne peuvent, pendant la guerre, lui fournir plus de 12.000 tonnes par mois. Au printemps de 1917, elle se trouve réduite à ses 12.000 tonnes plus 7.000 tonnes que peut lui céder l'Autriche-Hongrie. Il lui en faudrait au moins 60.000 !

Elle a pu sortir un peu d'embarras en faisant appel au *benzol*, grâce à sa grosse richesse en charbon. En effet, une tonne de houille distillée à 1.000°, donne, dans les fours de cokerie, 40 litres de benzol-goudron ; dans les usines à gaz, 35 litres de benzol-goudron ; sa distillation vers 550° permet de doubler le rendement en benzol (3).

Elle a fait appel également à l'alcool synthétique en partant du carbure de calcium et du bois. Mais ce n'étaient là que des procédés de fortune. C'est son occupation de la Roumanie qui l'a sauvée.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 475.

(2) La difficulté de son ravitaillement en huile de graissage a autant gêné l'Allemagne, pendant la guerre, que son manque de carburant. Aussi, actuellement, mène-t-elle campagne, officiellement, pour que tous les usagers de moteurs utilisent des huiles *régénérées*. Un organisme officiel — « Société pour la surveillance de l'emploi des huiles minérales » — mène la lutte en ce sens.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 369.

Pour ne plus se trouver en difficulté, elle a — après de longs tâtonnements et d'énormes déboires — mis au point la fabrication du pétrole synthétique en partant de la houille, ou mieux des goudrons, que ceux-ci proviennent de la houille ou du lignite. C'est la réaction d'hydrogénation à haute pression de Bergius (1) et le procédé, aujourd'hui industrialisé, de l'hydrogénation à

Le Reich constitue d'énormes stocks de guerre

Quant aux produits naturels auxquels elle n'a pu substituer de nouveaux, l'Allemagne, depuis deux ans, les accumule près des usines qui auraient à les utiliser. Elle a constitué des stocks considérables, qui représentent des immobilisations invrai-

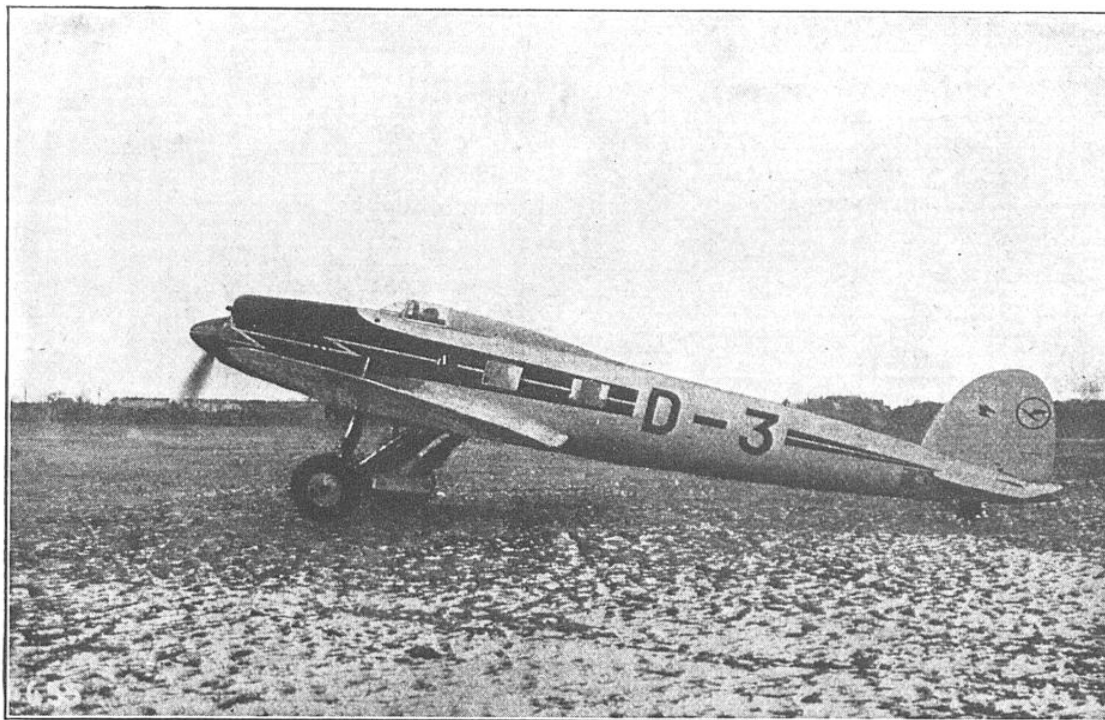


FIG. 3. — L'AVION DE BOMBARDEMENT LÉGER ET RAPIDE « HEINCKEL-70 »

Le He-70 est un monoplane à ailes elliptiques, pourvu d'un moteur B. M. W. de 630 ch, qui lui permet de réaliser une vitesse de 360 kilomètres à l'heure et de tenir une vitesse de route de 325 kilomètres à l'heure. Il monte à 1.000 mètres en 3 minutes, et à 5.000 mètres, avec une charge utile de 500 kilogrammes, en moins de 30 minutes. Le refroidissement de son moteur a été spécialement étudié de manière à ne jamais dépasser une température de 140°. En cours de vol, son train d'atterrissage et sa béquille se replient. Si le pilote réduit les gaz du moteur sans avoir abaissé, au préalable, le train d'atterrissage de l'avion, un signal sonore très puissant entre en action et l'avertit du danger qu'il court.

basse pression mis au point par les professeurs Fischer et Tropsch.

Bien que le produit ainsi obtenu coûte plus cher que l'essence importée, l'Allemagne, en 1935, couvre la moitié de ses besoins du temps de paix avec ce pétrole synthétique. Elle est sûre, de cette manière, en cas de conflit, de pouvoir immédiatement disposer de toutes les quantités d'essence nécessaires (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

(2) Dans le seul bassin de la Ruhr ont été créées trois usines d'hydrogénation (« Mines Fiscales », « Klöck-

semblables. Ses achats, hors de toute proportion avec ses besoins du temps de paix, ont contribué à faire monter le prix du cuivre. Elle dispose, d'ores et déjà, d'une quantité de minerai plus que suffisante pour subvenir à toutes les demandes de ses armées pendant plus de deux ans.

En France même, elle a effectué de grosses commandes (notamment à la « Ruhrchemie ») produisant chacune 30.000 tonnes d'essence par an. Dans le district de la Saxe la seule « Braunkohle Benzin A. G. » possède deux usines — l'une près de Leipzig, à Döhlen, l'autre à Magdebourg — qui doivent, en partant du lignite, produire, en fin 1935, au moins 100.000 tonnes d'essence

achats de produits qui lui seraient nécessaires en cas de conflit. Tel est le cas des résidus qui s'accumulent dans nos usines qui font des superphosphates. Elles ne parvenaient pas à s'en débarrasser, quand, brusquement, le Reich leur acheta en quelques semaines, en 1934, toutes leurs disponibilités. Il accumule de même, près de certaines de ses usines, des minerais de fer canadiens, qui sont fortement phosphoreux. Il s'assure ainsi les matières premières nécessaires pour la fabrication de ses produits incendiaires ou toxiques.

Il trouve toujours les ressources financières suffisantes pour ces acquisitions, quelque onéreuses qu'elles puissent être. Il cherche même à prendre des participations financières importantes dans certaines sociétés étrangères qui produisent les minerais ou les métaux dont il veut contrôler l'exploitation.

L'armée allemande peut disposer de plus de 2.000 avions

C'est dans le domaine de l'aéronautique qu'apparaissent plus nettement les résultats de cette mobilisation de l'industrie allemande déclenchée depuis janvier 1934.

Toutes les usines qui produisent pour l'aéronautique fournissent dès maintenant leur effort maximum. Toutes travaillent à deux équipes de huit heures, certaines à trois. Pour augmenter leur rendement, il suffira d'accroître leur main-d'œuvre. Quatorze maisons de construction d'avions — dont certaines sont extrêmement importantes — et sept maisons de moteurs tournent à plein rendement. A certains moments, leur travail a dû être ralenti, parce que certains métaux spéciaux ou certains alliages légers — comme l'*elektron*, qui leur est fourni par l'usine de Bitterfeld, de l'I. G. — ne leur étaient pas livrés en temps utile. Actuellement, les usines d'aviation reçoivent régulièrement les métaux qui leur sont nécessaires.

Au 1^{er} janvier 1932, la flotte aérienne allemande comptait 1.100 avions immatriculés, dont, au maximum, 400 pouvaient être utilisés pour des fins militaires, la plupart des autres étant uniquement destinés au sport. Ces 400 avions convenaient surtout au bombardement ; une cinquantaine pouvaient servir à la reconnaissance, et un plus petit nombre à la chasse.

Au 1^{er} juillet 1935, l'aéronautique allemande dispose de 1.750 appareils de guerre

absolument prêts, et tous de construction récente ; en outre, plus d'une centaine d'avions de la « Lufthansa » peuvent être transformés immédiatement pour le bombardement, et 200 autres rapides et légers pour la reconnaissance. L'Allemagne peut donc mettre en ligne plus de 2.000 avions. Chaque mois, ses usines produisent 150 nouveaux appareils. En deux ans et demi, sa flotte aérienne est passée de 400 appareils médiocres à 2.000 avions excellents, rapides et gros porteurs.

Elle continue à s'accroître régulièrement d'appareils soigneusement étudiés, comme le *Heinkel* de transport (*He-70*) qui convient parfaitement aux missions de bombardement de jour, avec ses caractéristiques imposées par la « Lufthansa » à ses constructeurs : vitesse maximum en vol au moins égale à 350 km à l'heure, vitesse d'atterrissage aux environs de 100 km à l'heure.

Tous les gros appareils allemands de bombardement sont pourvus d'un poste de pilotage automatique, qui permet à des pilotes, même moyennement entraînés, de suivre une route déterminée pour aboutir sûrement au-dessus de la zone qui leur est fixée comme objectif.

L'Allemagne est prête

Pendant la période de 1924 à 1930, l'Allemagne transforme son armement pour en accroître le rendement. A partir de 1931, elle commence ses fabrications de guerre, de manière à pouvoir en équiper toute sa jeunesse ; au début de 1934, elle lance, mais au ralenti, sa mobilisation industrielle, afin de disposer, en cas de conflit, de stocks énormes et d'usines qui pourraient, en quelques jours, arriver à leur production maximum, sans avoir à s'inquiéter des délais de démarrage qui, pour des fabrications même minutieusement prévues comme les nôtres en France, sont encore de l'ordre de deux à six mois.

Matériel de guerre moderne, possibilité d'atteindre en quelques jours le taux des fabrications de temps de guerre, telle est la situation actuelle du Reich. Il est certain que l'Allemagne, pour des raisons financières et économiques, ne pourra pas longtemps encore maintenir en pleine activité ses usines de guerre.

Les nazis n'auront-ils pas la tentation de tirer parti de cette supériorité matérielle momentanée ?

Lieutenant-colonel REBOUL.



PRENONS L'ÉCOUTE

LES « USINES-TÉMOINS » POUR RATIONALISER LA PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

Aux Etats-Unis, le gigantesque barrage de Boulder (1) (Nevada) — qui a coûté près de 3 milliards de francs ! — vient d'être inauguré par le président Roosevelt. Celui-ci a profité de cette occasion pour justifier sa politique de grands travaux publics productifs, qui contribuent non seulement à accroître l'activité industrielle privée, mais encore à augmenter la capacité d'achat des populations et à diminuer le chômage. Il a annoncé notamment qu'une usine hydroélectrique *fédérale* allait être construite pour permettre de contrôler les tarifs des sociétés privées productrices d'énergie électrique, qui — en Amérique comme en France — ont trop tendance à réaliser des bénéfices exagérés par rapport au prix de revient de cette énergie. Cette centrale fédérale aura pour mission d'établir des « tarifs types » de vente en tenant compte de tous les éléments qui entrent dans le prix à la production. Il en est de même, du reste, en Europe (Grande-Bretagne), où, depuis peu, les tarifs de l'électricité sont fixés par une commission d'Etat qui impose les adaptations nécessaires et les économies qui en découlent. Cette politique de rationalisation à la production pourrait bien être un jour envisagée également en France, à en juger par les récents décrets-lois concernant la tarification électrique.

LA LUTTE POUR LA VITESSE SUR MER

Il paraît que les Etats-Unis envisageraient de mettre en chantier, l'an prochain, deux paquebots « géants » dont le tonnage dépasserait celui de *Normandie* et la vitesse atteindrait 38 nœuds pour traverser l'Océan en moins de quatre jours ! On sait que le « liner » français a battu le record de la traversée de l'Atlantique, à la vitesse moyenne de 30,3 nœuds. De son côté, l'Allemagne a décidé d'augmenter la puissance de l'*Europa* et du *Bremen* pour rivaliser de vitesse avec les bâtiments les plus modernes de France et d'Angleterre : *Normandie* et *Queen Mary*. Quant à l'Italie, on sait qu'elle a détenu, avec le *Rex*, le « ruban bleu » qu'elle vient de remettre à la *Normandie*.

Pour revenir au projet américain, ajoutons que les armateurs estiment qu'un paquebot marchant à 38 nœuds et de l'ordre de 80 tonnes ne doit pas coûter aux Etats-Unis plus de 800 millions (en francs). Quant au paquebot *Normandie*, il a cessé depuis peu d'assurer le service entre Le Havre et New York, afin de subir les transformations qui s'imposent pour le rendre vraiment « habitable ». Nous tiendrons du reste nos lecteurs au courant de l'exécution de ces importants travaux, qui présentent un réel intérêt, non seulement pour les techniciens, mais aussi pour les passagers. Ceux-ci, en effet, ne se rendent pas toujours compte de la difficulté des problèmes à résoudre dans la construction des navires modernes, et c'est pour cette raison que nous comptons les leur exposer en détail ultérieurement.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 290.

LES SOUS-MARINS DE PETIT TONNAGE

Au mois de juin dernier, l'Allemagne, au mépris des traités, a annoncé au monde sa décision de réarmer sur mer et a fait suivre cette déclaration de la proclamation de son programme naval pour 1935-1936. Celui-ci comprend, en particulier : deux sous-marins de 750 tonnes, six sous-marins de 500 tonnes et vingt sous-marins de 250 tonnes (1). Un mois à peine après cette proclamation, deux sous-marins de 250 tonnes entraient déjà en service. Aux récentes manœuvres de septembre prenaient part six unités du même tonnage.

Ces sous-marins de 250 tonnes sont les plus petits qui soient actuellement en service, aucune puissance navale n'ayant encore construit d'unités modernes au-dessous de 600 tonnes. Leur construction a été entourée du plus grand secret et, pour que ces navires, d'apparence minuscule, puissent avoir une réelle valeur militaire, malgré leur déplacement réduit, il faut que de grands perfectionnements et de sérieuses économies de poids aient pu être réalisés sur leurs appareils moteurs. Les Allemands ne prétendent-ils pas avoir mis au point le « moteur unique », qui permettrait de supprimer les accumulateurs encombrants et lourds ? Ce moteur unique fonctionnerait en surface avec de l'huile lourde et en plongée avec de l'hydrogène (2).

Quoi qu'il en soit, dans toutes les marines du monde, on peut constater une tendance très accusée vers la diminution du tonnage des sous-marins appelés à évoluer au voisinage des côtes de la métropole et dans des mers peu étendues, où les services qu'ils peuvent rendre sont les mêmes que pour les unités de fort tonnage. L'Allemagne possédera dans deux ans, comme nous le disions précédemment, vingt-huit petits sous-marins ultra-modernes ; en Italie, tous les sous-marins mis en service en 1933 et 1934 sont des bâtiments de 600 tonnes pour petite croisière, et elle va en mettre en chantier dix nouveaux ; le Japon en construit deux de 700 tonnes, et la Grande-Bretagne quatre de 670 tonnes ; la France, enfin, a en service trois sous-marins de 570 tonnes et, en construction, cinq de 600 tonnes ; un programme nouveau serait à l'étude pour la construction de sous-marins de 350 à 400 tonnes, destinés à la défense des côtes de la métropole et des colonies. Beaucoup moins longs à construire et beaucoup moins coûteux que les sous-marins de grande croisière, de 1.500 tonnes et plus, ces petites unités — dont on pourrait sans grande dépense multiplier le nombre — conviendraient particulièrement bien pour une mission aussi limitée.

A PROPOS DES MANŒUVRES « MOTORISÉES » ET DE LA PUISSANCE DU FEU

La Science et la Vie (3) a montré, il y a déjà deux ans, l'immense consommation de matériel et de munitions que devait entraîner le développement des armes automatiques et des engins motorisés. Le ministre de la Guerre, à la suite des manœuvres 1935, vient d'appeler l'attention du gouvernement sur la difficulté des problèmes à résoudre pour le ravitaillement du champ de bataille. De notre « potentiel » industriel, de l'organisation de nos fabrications de l'armement dépend, en effet, le succès des opérations. Rappelons-nous la pénurie des armées françaises en matériel et approvisionnements d'artillerie en 1914 ! La mobilisation industrielle constitue donc un facteur primordial pour la réalisation des plans de l'état-major, qui doit pouvoir compter sur les ressources de l'arrière. La douzième direction du ministère de la Guerre, récemment créée, a précisément pour mission de préparer cette œuvre gigantesque. Elle nécessite des crédits énormes, des cadres techniques spécialisés dans leur tâche, une main-d'œuvre suffisante et qualifiée. Le corps des ingénieurs militaires nouvellement formé contribuera certainement à mettre sur pied un tel programme.

En effet, l'évolution des moyens de combat — avec la rapidité de déplacement

(1) Voir dans le présent numéro page 469. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 387. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 193. pages 19

des unités grâce à la traction automobile, et la puissance du feu grâce aux armes automatiques à grand rendement — a donné à la mécanique un rôle prépondérant, inconnu jusqu'ici. Il faut ne pas perdre de vue qu'en 1935 on fabrique couramment des mitrailleuses tirant plus de 1.000 coups à la minute et des canons automatiques de petit calibre (jusqu'à 37 mm), dont la cadence de tir est extrêmement rapide. C'est ainsi que la marine militaire, par exemple, envisagerait d'installer à bord de ses bâtiments de combat des dispositifs (pour la défense contre avions) groupant plusieurs pièces automatiques de petit calibre. Déjà l'amirauté anglaise a en service de tels ensembles de pièces jumelées. La consommation de projectiles des armes automatiques modernes doit donner à réfléchir à ceux à qui incombe la lourde charge d'approvisionner nos armées de terre, de mer et de l'air.

LES NOUVEAUX HYDRAVIONS TRANSOCÉANIQUES AMÉRICAINS

On sait que, pour l'exploitation des lignes aériennes « transocéaniques », les controverses techniques s'affrontent entre les partisans de l'avion et ceux de l'hydravion. En Amérique, notamment, après l'*Oriental-Clipper*, qui fait actuellement son troisième voyage d'études, on vient de construire un nouvel avion géant, le *China-Clipper*, que pilotera le colonel Lindbergh pour son premier voyage d'Amérique en Asie. Cet appareil, du poids de 25 tonnes, est équipé de quatre moteurs de 300 ch et peut couvrir, sans ravitaillement, plus de 6.000 kilomètres. D'autre part, l'hydroaviation de gros tonnage poursuit, en ce moment, un effort constructif qui s'est déjà manifesté par la réalisation de deux appareils géants de conception quelque peu différente : le *Martin M.-130* de la « Pan American Airways » et le *Sikorski S.-42*, qui seraient les prototypes d'un programme d'ensemble établi en accord avec le gouvernement américain. Déjà des bases aéro-maritimes sont en voie d'établissement pour l'exploitation d'une ligne reliant les côtes du Pacifique à la Chine, en six étapes, sur une distance totale d'environ 17.000 kilomètres. Ce vaste programme n'a pas seulement un but commercial, mais a aussi pour objet, du point de vue militaire, de relier les bases navales du Pacifique au continent en vue d'un conflit toujours à redouter entre les Etats-Unis et le Japon. Le premier de ces hydravions américains mesure 39 mètres d'envergure et pèse à vide près de 10.500 kilogrammes ; il peut emporter une charge de plus de 12 tonnes ; sa vitesse maximum est évaluée à 285 km à l'heure. Le second est un peu plus petit : il pèse 9 tonnes et peut emporter environ 8 tonnes. Sa puissance a été calculée pour atteindre 250 km à l'heure.

L'AVIATION COMMERCIALE AMÉRICAINE EST LA PREMIÈRE DU MONDE

L'aviation commerciale des Etats-Unis est la première du monde, tant au point de vue de la valeur technique de ses appareils qu'à celui du vaste et rapide développement de ses lignes de navigation aérienne : « 90 millions de kilomètres parcourus en un an, 75.000 passagers transportés en un mois, et cela à des vitesses moyennes de l'ordre de 300 kilomètres à l'heure ! » Après les missions officielles en Amérique de nos ingénieurs du ministère de l'Air (notamment du directeur des Constructions aériennes Volpert, du directeur de l'Aviation civile Couhé), pour se rendre compte des conditions de fabrication du matériel et d'exploitation des lignes aériennes (par les « Douglas » (1) en particulier), qui ont permis un si rapide essor, le célèbre aviateur Detroyat vient d'accomplir un voyage d'études dont il a exposé récemment les conclusions dans l'un de nos plus grands quotidiens. En 1934, le Gouvernement américain a dépensé plus de 3 milliards de francs pour organiser ses lignes intérieures,

(1) Les avions type *Douglas* ont une envergure de 26 mètres et une longueur de 19 mètres. Ils pèsent à vide 5 tonnes et en charge plus de 8 tonnes. Ils peuvent atteindre, à 3.800 mètres d'altitude, une vitesse de croisière de 336 km à l'heure.

près de 1 milliard pour l'exécution des infrastructures, et environ 2 milliards 300 millions rien que pour l'exploitation postale. Le nombre des aérodromes actuellement existants est de 2.353, dont près du tiers demeurent éclairés toute la nuit. Les appareils en service sont pour la plupart de construction récente (dans la proportion de 74 %) et sont au nombre de 748. Leur confort est fort appréciable (notamment sleeping « Curtiss-Condor » pour les voyages de nuit). En 1933, ces appareils ont, dans l'ensemble, parcouru un total de 90 millions de kilomètres, et déjà en 1935 (rien que pour le premier semestre), le chiffre atteint est de 39.424.000 kilomètres avec 319.454 passagers (statistique du département du Commerce des Etats-Unis récemment publiée). Ainsi, pour aller des côtes de l'Atlantique (aérodrome de Newark, près New-York) à celles du Pacifique (Miami), il faut aujourd'hui seize heures ; le trajet est d'environ cinq jours par chemin de fer.

Le service météorologique est parfaitement organisé et permet de renseigner, toutes les demi-heures, pilotes et passagers sur l'état de l'atmosphère (dépressions, brouillards, etc.). Ce service d'informations — unique au monde — permet donc à tout pilote d'être rigoureusement tenu au courant de la situation des autres avions ou dirigeables naviguant sur sa route. Enfin, il est juste de constater la supériorité incontestable des Etats-Unis dans les vols réguliers de nuit, grâce au balisage lumineux et au système de phares à *éclipse tournants* et *colorés* aujourd'hui partout employés. Ajoutons enfin que le pilotage sans visibilité a été particulièrement mis au point en Amérique et contribue, lui aussi, à accroître encore la sécurité des voyages aériens à laquelle les compagnies attachent une si grande et légitime importance.

UN NOUVEL AVION DE BOMBARDEMENT AMÉRICAIN

Le gouvernement américain a constitué récemment un concours entre les constructeurs, pour fixer son choix sur les meilleurs avions de bombardement répondant aux conditions suivantes : vitesse, 410 km à l'heure ; plafond, 7.500 mètres ; altitude d'utilisation, 3.500 mètres ; charge, 4 à 6 tonnes de bombes ; durée de vol sans atterrissage, 10 heures. Parmi les concurrents qui ont répondu à ce programme très exigeant, signalons le monoplane métallique à train escamotable *Boeing-299*, à quatre moteurs (poids total 15 tonnes), pouvant emporter 6 tonnes de projectiles, ce qui constitue, à ce jour, la plus grande puissance offensive. Comme sur d'autres appareils de l'aviation américaine, les moteurs sont des « Pratt et Whitney » de 700 ch, soit au total près de 3.000 ch. Bien entendu, les derniers perfectionnements techniques ont été adoptés : hélices métalliques à trois pales, pilotage automatique, etc. Malheureusement, un accident récent a détruit ce magnifique prototype.

A PROPOS DE L'ÉCHAUFFEMENT ANORMAL DE CERTAINS MOTEURS D'AVIONS

Il est exact que la catastrophe de Chartres, au printemps de 1935, où un avion militaire est tombé avec son équipage (quatre morts) est due à une défaillance du moteur. Celui-ci était du type « K-14 », de la célèbre firme « Gnôme et Rhône » qui, avec la Société « Hispano et Lorraine », sont les seules qui exportent des moteurs de notre fabrication à l'étranger. Le « Gnôme K-14 » (1) avait, lors de son apparition, autorisé bien des espérances. Malheureusement, sur certains de ces moteurs construits en grande série, on constate un échauffement anormal en vol, qui détermine, comme chacun sait, des accidents mécaniques graves et, par suite, un graissage insuffisant pouvant entraîner des catastrophes comme celle de Chartres. Cela n'a rien pour nous étonner, car l'un de nos collaborateurs, à bord d'un appareil

(1) Le moteur « Gnôme et Rhône K-14 » (type « KFR S-1 ») a une puissance nominale de 1.000 ch à 1.300 t/minute. La puissance disponible au décollage est (théoriquement) de 1.040 ch pendant cinq minutes. En vol, à 2.000 mètres d'altitude, sa puissance au régime nominal (2.400 tours) est de 1.025 ch. Il pèse à vide 565 kilogrammes et a 1 m 25 environ de longueur.

de la Compagnie « Air-France », actionné par un moteur de même marque, constatait récemment que, pendant son voyage aérien, un mécanicien, en plus de l'équipage normal, avait pour mission de surveiller constamment les thermomètres pour signaler la moindre élévation de température, signe clinique des circulations inquiétantes. Et, cependant, les Américains ont réalisé le « Pratt et Whitney », qui n'a encore causé aucun accident de ce genre. Ne saurions-nous pas faire en France des moteurs parfaits à refroidissement par air ?

Il importe, en tout cas, pour la sécurité du personnel navigant et la réputation de notre industrie aéronautique, que les services techniques du ministère de l'Air prennent toutes les mesures qui s'imposent pour le contrôle rigoureux et les essais de moteurs d'avions.

Déjà, le ministère de l'Air a cru devoir différer le voyage aérien France-U.R.S.S. sans escale que devait accomplir un nouvel avion de bombardement *Amiot*, équipé avec moteurs « Gnôme et Rhône », de façon à ce qu'aucun accident grave ne se produisît dans un raid de cette importance. Du reste, une circulaire récente a prescrit la révision des appareils équipés en « Gnôme K-14 » ; il est d'ailleurs officiellement interdit de les utiliser à une pression à l'admission supérieure à 735 mm, bien qu'ils aient été homologués pour 820 mm, ce qui représente une perte de puissance de 12 %.

Nous aurons du reste l'occasion d'examiner les causes d'échauffement anormal des moteurs, à propos d'une étude que nous préparons sur le refroidissement par air et le refroidissement par eau en aviation : deux problèmes différents qui ont chacun leurs partisans et leurs détracteurs.

A PROPOS D'UN RAPPORT SUR L'OFFICE DES INVENTIONS

La Science et la Vie — à plusieurs reprises — a signalé les abus auxquels donnaient lieu les « Offices » scientifiques et techniques, créés en si grand nombre depuis 1919, et que le président de la Commission des Finances du Sénat a portés à la tribune de la Haute Assemblée.

La Revue des Deux Mondes, dans son numéro du 15 octobre dernier, a consacré une magistrale étude à l'Office des Inventions, à propos du rapport de la Cour des Comptes concernant son budget. C'est un véritable réquisitoire contre l'Office des Inventions. Voilà l'un des cas les plus typiques de mauvais emploi des deniers publics. Le rédacteur — particulièrement qualifié — de *La Revue des Deux Mondes* expose, avec autant de verve que de précision, comment cet Office a coûté, en huit ans, plus de 30 millions à l'Etat, comment son budget annuel atteint 6 millions dont 5 proviennent de subventions du gouvernement ! Sur ces 6 millions, 5 vont au personnel qui, en huit ans, s'est accru d'un tiers ! Par contre, les redevances des usagers ont rapporté à l'Office moins de 60.000 francs ! Tout serait à reproduire dans ce vigoureux article, si bien documenté, où l'histoire de l'Office des Inventions — et de son « annexe », le « Salon des Arts Ménagers — a donné lieu à l'une des critiques les plus serrées publiées sur ce genre d'institutions, nées de la guerre, et qui se sont révélées — pour la plupart — aussi onéreuses qu'inutiles. L'auteur, d'accord avec la Cour des Comptes, demande donc qu'on mette un terme à la « mauvaise gestion, à l'obscurité des comptes, au gaspillage des fonds de l'Etat » qui — sous le signe de la science appliquée — constituent, jusqu'ici, le bilan de l'Office des Inventions.

LE DÉVELOPPEMENT DU CINÉMA DANS LE MONDE

D'après le ministère du Commerce des Etats-Unis, l'industrie — encore si récente — du cinéma aurait nécessité, dans le monde, l'investissement (jusqu'en 1934) de 30 milliards de francs et versé annuellement plus de 1.500 millions d'impôts. On estime à près de 300.000 personnes l'armée qu'elle mobilise pour ses différents emplois (figurants non compris). La moyenne des spectateurs est évalué à 200 millions

par semaine, répartis en un peu plus de 39.000 salles en Europe et environ 15.000 actuellement ouvertes en Amérique (plus de 3.000 salles ont été, en effet, fermées par suite de la crise économique).

Il a été, en outre, remarqué que le nombre des films documentaires (scientifiques, industriels) était beaucoup plus important en Allemagne et en U. R. S. S. que partout ailleurs. En France, nous sommes très en retard à ce point de vue, vis-à-vis des nations précitées : non seulement le nombre de ces films y est minime, mais leurs qualités technique et éducative ne sauraient être comparées aux films allemands et soviétiques, précieux auxiliaires de l'enseignement sous toutes ses formes.

LE « TRANSINDOCHINOIS » S'ACHÈVE

Actuellement s'achève en Indochine une grande œuvre dans le domaine des transports de notre domaine colonial. C'est le chemin de fer « transindochinois » qui, sur près de 2.000 kilomètres, reliera Saïgon à Langson et aux plateaux limitrophes de la Chine. Déjà des tronçons de voie ferrée ont été successivement mis en exploitation : Tounane-Quangngai, Quanghzui-Quinchon, puis bientôt jusqu'à Thuy-Hoa, et on estime qu'avant la fin de 1936 le réseau nord et le réseau sud seront réunis grâce au percement en cours de la région montagneuse qui les sépare. Alors, du delta de Mekong aux frontières de Chine, le rail fera une concurrence avantageuse aux transports par mer le long des côtes indochinoises. Cet aménagement de notre territoire colonial est appelé à modifier considérablement les échanges et migrations temporaires entre les régions du nord vers celles du sud, entre les terres peu fécondes et surpeuplées et celles plus riches, au contraire, où le développement économique nécessite une main-d'œuvre plus abondante (plantations de Cochinchine, par exemple).

Ainsi, peu à peu, — même en période de ralentissement de l'économie nationale pendant la crise mondiale, — l'équipement technique de nos colonies se poursuit pour le plus grand essor de l'industrie et de l'agriculture indigènes. Nous avons terminé récemment le « Congo-Océan » (1); voici que maintenant s'achève le « Trans-indochinois ».

L'AVIATION YOUGOSLAVE SE FOURNIT EN ANGLETERRE

Notre correspondant de Yougoslavie nous informe qu'après avoir examiné les différents modèles de moteurs pour avions présentés récemment par les constructeurs des grandes nations industrielles, le gouvernement de Belgrade avait décidé de passer commande à l'Angleterre pour la fourniture de moteurs « Rolls Royce », du type de ceux qui équipent les forces aériennes britanniques. Le montant de cet important marché s'élève à près de 20 millions de nos francs ! Après la fourniture par l'industrie anglaise de matériel d'aviation à l'armée belge, voici encore une puissance amie qui estime sans doute que la fabrication française n'est pas équivalente à celle de nos concurrents. Les critiques, parfois sévères, formulées fréquemment, dans certains de nos grands quotidiens, à l'égard de nos constructeurs, reçoivent ainsi une humiliante confirmation de la part des services techniques de pays étrangers, qui éprouvent cependant tant de sympathie pour « tout ce qui est français ». Mais l'industrie aéronautique, en France, ne saurait, sans doute, justifier un tel engouement, et pour cause !...

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 219.

LE BUTANE, LE METHANE, L'HYDROGÈNE PEUVENT REMPLACER L'ESSENCE DANS NOS MOTEURS

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Les importations de combustibles liquides (essence, diesel-oil, fuel-oil ou pétrole brut) constituent une lourde charge pour l'économie nationale des pays dépourvus — ou presque — de terrains pétrolifères. Aujourd'hui, grâce à l'hydrogénation directe du charbon (1) ou, indirectement, des goudrons provenant d'une distillation préalable, on sait fabriquer, par voie de synthèse, les hydrocarbures légers et lourds indispensables à une nation moderne. De puissantes usines appliquent depuis peu, sur le plan industriel, — en Allemagne et en Angleterre — ces méthodes. Malheureusement, leur prix de revient est encore beaucoup trop élevé par rapport aux produits naturels, qui conservent — en temps de paix — un avantage économique indéniabie. Aussi, c'est du côté des carburants de remplacement que l'on cherche aujourd'hui la solution du problème du carburant vraiment national, abondant et bon marché. L'alcool et le benzol (2) apparaissent au premier rang parmi les succédanés de l'essence, avec laquelle ils forment des mélanges appréciés (supercarburants). D'autre part, les combustibles solides (bois, charbon de bois, charbon de terre) peuvent donner, par carbonisation dans des gazogènes (3) logés sur les véhicules mêmes, un gaz pauvre convenant parfaitement aux moteurs à explosions. Ces derniers s'accommodent aussi fort bien des gaz combustibles les plus variés : gaz liquéfiables sous faible pression tels que butane (4), propane (5), ou gaz comprimés sous haute pression : gaz d'éclairage (6), gaz de fours à coke, méthane, etc. Dans cet ordre d'idées, des recherches toutes nouvelles ont permis la mise au point du moteur à hydrogène (7), dont les réalisations pratiques sont encore rares. Qui dit que l'hydrogène ne sera pas, pour la France, le carburant national idéal, fabriqué à peu de frais par électrolyse de l'eau, grâce à l'aménagement rationnel de nos puissantes réserves hydrauliques ?

Le problème des carburants de remplacement, que pose dans presque tous les pays du monde l'absence complète ou partielle de ressources naturelles en pétrole brut — et par suite en essence — a reçu jusqu'à présent un certain nombre de solutions plus ou moins satisfaisantes. Elles sont malheureusement de portée limitée, au moins dans les conditions présentes. Il sera peut-être possible un jour, grâce à l'hydrogénation du charbon, dont les gisements sont répartis d'une manière plus équitable que ceux de pétrole, de faire passer au second plan la question du ravitaillement national en essence, en huiles lourdes et en huiles de graissage. Déjà, l'Allemagne, par exemple, a entrepris la construction de deux usines

d'hydrogénation, qui pourront livrer au total 225.000 tonnes d'hydrocarbures par an ; mais leur prix de revient sera fort élevé, et il faut songer, en outre, que la consommation de ce pays, rien que pour l'essence, dépasse de beaucoup le million de tonnes.

En attendant la réalisation tout à fait pratique et économique, sur le plan industriel, de la synthèse des hydrocarbures dérivés du pétrole, resterons-nous entièrement tributaires de l'étranger ?

Heureusement, les moteurs thermiques que nous utilisons, moteurs à explosions ou moteurs à combustion interne, sont fort accommodants, beaucoup plus qu'on ne pourrait s'y attendre. C'est ainsi que le moteur Diesel supporte facilement, au prix de quelques modifications de détails, que l'on substitue à l'huile relativement légère qui porte son nom (diesel-oil) et qui est son combustible normal, des huiles beaucoup plus lourdes et jusqu'à des goudrons. On est même parvenu, comme *La Science et la Vie*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 315.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 374.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 342.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 233.

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

(7) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 387.

l'a montré récemment (1), à réaliser de véritables moteurs Diesel brûlant dans leurs cylindres du charbon pulvérisé, suivant la conception originale du célèbre ingénieur.

De son côté, le moteur à explosions, conçu et mis au point pour l'essence seule, s'accommode fort bien d'une gamme de carburants très variée, comprenant non seulement des liquides, mais encore des gaz.

Les succédanés de l'essence

Parmi les premiers, les mélanges en proportions variables d'essence, de benzol et d'alcool éthylique sont aujourd'hui courants. (On sait qu'une loi fait une obligation aux distributeurs d'essence d'incorporer une certaine proportion d'alcool dans l'essence : c'est le *carburant poids lourds*. L'essence dite *tourisme* est aussi très fréquemment additionnée d'alcool.) Certains de ces carburants « ternaires », d'une grande résistance à la détonation, permettent d'augmenter le taux de compression du moteur et par là d'accroître sa puissance et son rendement. Le benzol présente, en effet, de remarquables qualités antidétonantes, et comme il forme avec l'essence des mélanges stables en toutes proportions (surpencarburants), et qu'il peut même stabiliser certains mélanges essence-alcool normalement instables, on doit le regarder comme un carburant de tout premier choix. Les propriétés « antiknock » des carburants permettent d'envisager la fabrication de moteurs très poussés à taux de compression élevé. Théoriquement, en passant d'un taux de compression de 3 (moteur peu poussé) à 7 (moteur très poussé), tous autres éléments restant semblables, la puissance du moteur augmente de 60 %. Le benzol et l'alcool sont des carburants « nationaux » ; le premier, malheureusement, n'est disponible qu'en quantité limitée, car, étant un sous-produit de la distillation de la houille (on en récupère 30 kilogrammes par tonne de houille), on ne peut accroître à volonté sa production.

On peut dire, d'autre part, que tous les gaz combustibles conviennent pour l'alimentation des moteurs à explosions. La plupart du temps, il suffit, pour transformer un moteur à essence en un moteur à gaz, d'apporter les modifications nécessaires au dispositif d'alimentation ; la puissance développée alors sera naturellement fonction du pouvoir calorifique du nouveau carburant.

Nous ne reviendrons pas ici sur les véhicules à gazogènes (2) dont il existe de nom-

breux modèles parfaitement au point ; le gaz pauvre fourni au moteur est fabriqué sur le châssis même à partir de bois, de charbon de bois ou de charbon minéral. Ce pourrait être là le carburant national idéal ; cependant, il est à craindre que la question du ravitaillement ne vienne à se poser d'une manière délicate, si les automobiles à gazogène se multipliaient.

Nous ne citerons aussi que pour mémoire l'emploi du gaz d'éclairage sur les automobiles, dont *La Science et la Vie* a exposé récemment les derniers progrès (1). La première application en fut faite il y a quarante-cinq ans, en Angleterre, et, pendant la dernière guerre, près de 5.000 camions utilisèrent ce combustible en Grande-Bretagne. Le dernier Rallye des Carburants Nationaux a démontré, une fois de plus en France, l'excellence de cette solution.

On a expérimenté par ailleurs les gaz combustibles les plus divers. C'est ainsi qu'en Angleterre encore, on a pu alimenter des moteurs d'automobiles avec du gaz de haut-fourneau soit pur, soit, pour que son pouvoir calorifique soit amélioré, enrichi par des vapeurs de benzol. Ce procédé, qui ne pourrait évidemment être généralisé, présente un intérêt certain pour les véhicules appelés à circuler au voisinage des centres métallurgiques.

D'autres carburants gazeux, qui sont susceptibles de jouer un rôle particulièrement important, ont attiré ces dernières années l'attention des techniciens. Ce sont, d'une part, des hydrocarbures comme le butane ou le propane (que l'on liquéfie facilement et met en réserve sous la forme liquide), ou comme le méthane (que l'on comprime dans des bouteilles spéciales ainsi qu'on fait pour le gaz de ville) ; d'autre part, un gaz pur éminemment combustible : l'hydrogène.

Butane et propane dans les moteurs

Le propane et surtout le butane sont bien connus à l'heure actuelle par leurs nombreuses applications, tant industrielles que domestiques (2) : cuisine, chauffage, soudure, brasage, découpage des métaux, éclairage des signaux maritimes, etc., le butane étant plus particulièrement réservé aux emplois à faible consommation. La fabrication de ces deux gaz, extraits à l'origine du gaz naturel combustible dont les Etats-Unis possèdent de grandes réserves, a pris en

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 233 et n° 208, page 342.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 208.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 374.

quelques années un développement considérable. Jusqu'en 1927, la consommation de butane et propane liquifiés en Amérique n'a pas dépassé 2.000 mètres cubes. En 1933, elle atteignait 200.000 mètres cubes, ce qui équivaut à 300 millions de mètres cubes de gaz de ville (gaz d'éclairage).

On fabrique aujourd'hui le butane et le propane, non seulement à partir du gaz naturel (d'où est extraite, par ailleurs, la « gazoline » américaine), mais aussi par le raffinage et le « cracking » des pétroles (1), dont les gaz sont soumis à la condensation fractionnée.

ture ordinaire, mais ils se liquéfient facilement sous une pression peu élevée (1,5 kg par cm^2 pour le butane) et peuvent être conservés à l'état liquide — donc sous un faible volume — dans des récipients légers à parois minces et soudées. Leur pouvoir calorifique est très élevé : il atteint, pour le propane, 11.900 calories par kilogramme ou 23.300 calories par mètre cube et, pour le butane, 11.750 calories par kilogramme ou 30.400 calories par mètre cube.

C'est aux Etats-Unis (Californie) et en Allemagne (Ruhr), que l'emploi de ces gaz

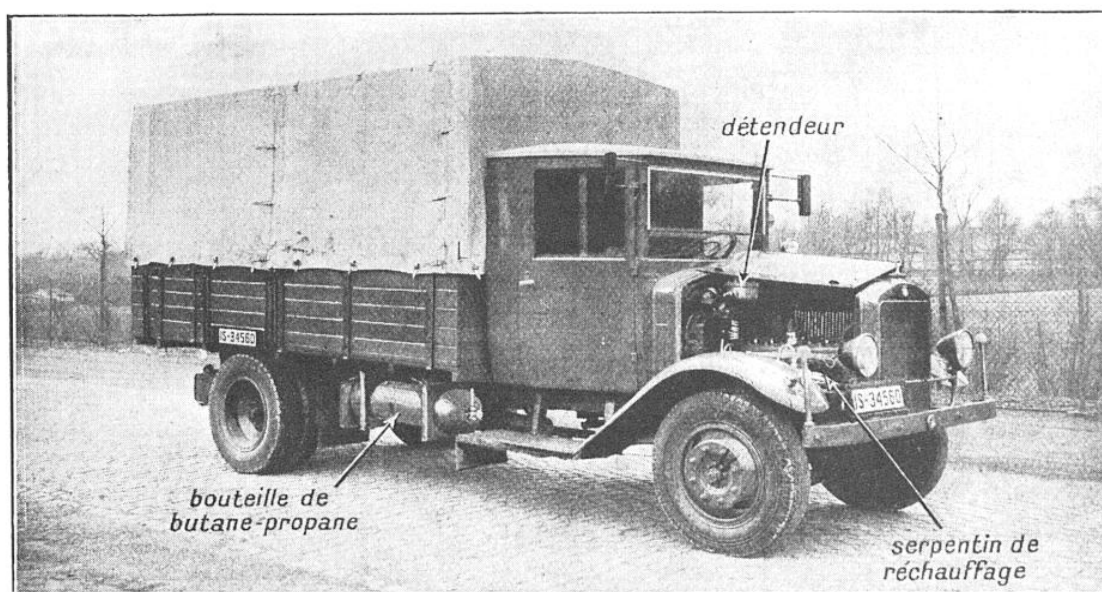


FIG. 1. — VOICI UN CAMION DE LIVRAISON QUI FONCTIONNE RÉGULIÈREMENT EN ALLEMAGNE AVEC UN MÉLANGE DE BUTANE ET PROPANE LIQUÉFIÉS SOUS FAIBLE PRESSION

On peut les obtenir, d'autre part, en traitant par lavage les gaz sortant des chambres de réaction de l'hydrogénation du charbon. Le trust allemand des industries chimiques parvient ainsi à obtenir environ 10.000 tonnes de propane par an. Le même trust aurait mis au point la fabrication synthétique directe du butane et du propane par hydrogénation du charbon : le rendement atteindrait, en poids, 65 % avec la houille et 60 % avec le lignite.

Butane et propane appartiennent à la grande famille des *carbures aliphatiques* ou « paraffines » et, à ce titre, ont peu d'affinité chimique pour tous les autres corps, à l'exception de l'oxygène, du chlore et du brome. En particulier, ils n'attaquent pas les métaux, sont très stables et non toxiques. Ils sont normalement gazeux à la tempéra-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485.

liquifiés sur les automobiles a été mis au point. La « Los Angeles Railway Co » a formé le projet de mettre en service, à Los Angeles et à Hollywood, près de 200 autobus alimentés au propane. En Allemagne, dans la Ruhr, 60 véhicules de toutes puissances, jusqu'à des autocars de 110 chevaux, utilisent régulièrement le « Ruhrgasol », mélange de gaz combustibles liquéfiés sous pression (butylène, propylène, butane et propane). La Compagnie des Autobus de Berlin a transformé récemment un autobus de 75 places, équipé d'un moteur 6 cylindres de 85 ch, pour l'utilisation du butane et du propane. De même, la Compagnie Saxonne des Transports automobiles a décidé de transformer son parc de 660 véhicules, autobus et camions, pour l'emploi du butane.

La figure 2 montre le schéma d'un dispositif réalisé en Allemagne pour l'alimentation des moteurs à explosions d'automobiles à l'aide de gaz liquéfiés, propane et butane en proportions variables. Les vapeurs émises par le liquide, conservé dans des bouteilles-réservoirs sous une pression de 12 atmosphères, traversent d'abord un serpentin chauffé par les gaz d'échappement du moteur, puis un robinet manœuvré par le conducteur du véhicule. Elles parviennent alors au régulateur de pression logé, comme tous les organes suivants, sous le capot. La pression des gaz est abaissée ainsi à 30 millimètres de hauteur d'eau. Le papillon du carburateur normal, qui règle l'admission d'air et est commandé par la pédale d'accélération, est conjugué avec une soupape de régulation qui contrôle la quantité de gaz à admettre. Le mélange d'air et de gaz s'effectue ensuite dans le mélangeur avant de parvenir aux cylindres. On voit que, grâce à la présence d'un carburateur habituel, la voiture peut être alimentée également bien avec de l'essence.

Le passage d'un carburant à l'autre s'effectue à volonté, sans même arrêter le moteur, en manœuvrant les robinets d'admission disposés sur le tableau de bord.

Chaque bouteille réservoir pèse environ 32 kilogrammes vide et peut contenir 22 litres de gaz liquéfié. Elle renferme donc l'équivalent de 38 litres d'essence. Les camions transformés pour fonctionner aux gaz liquéfiés sont munis généralement de quatre bouteilles, soit deux de chaque côté, logées sous des panneaux de la carrosserie. Ils peuvent ainsi emporter une provision suffisante pour parcourir 400 kilomètres.

Les gaz liquéfiés ne constituent pas un carburant à très bon marché. Ils ne sauraient, en particulier, concurrencer l'huile pour moteurs Diesel. Comme, d'autre part ils sont surtout livrés jusqu'à maintenant par les raffineries du pétrole, on conçoit que leur emploi en automobile, où ils viennent concurrencer l'essence, reste très limité. L'Allemagne, en particulier, soucieuse de limiter ses importations, et dont les ressources en pétrole, sans être très

étendues, sont cependant appréciables, trouve un intérêt évident à développer ce procédé. Les progrès de la technique de l'hydrogénation dans les prochaines années permettront peut-être à d'autres pays, dépourvus d'hydrocarbures naturels, de suivre son exemple.

En France, rien n'a été fait jusqu'à présent pour utiliser les gaz butane ou propane liquéfiés sur les automobiles. Pourtant, étant donné l'essor récent de l'industrie du raffinage dans notre pays, il y aurait un intérêt national des plus évidents à développer les applications de ces hydrocarbures, maintenant produits sur notre territoire, à l'alimentation des moteurs. La consommation

d'essence s'en trouverait réduite d'autant et, par conséquent, nos importations d'huiles brutes.

L'essence peut être remplacée par le méthane comprimé sous 200 atmosphères

L'emploi du méthane comme carburant sur les automobiles se rapproche beaucoup de celui du gaz d'éclairage. On les comprime fortement

de la même manière l'un et l'autre dans des bouteilles spéciales, soit en acier à très haute résistance, soit en alliage léger. Les progrès de la métallurgie ont permis de réaliser des bouteilles de plus en plus légères, rendant ainsi possible, du point de vue économique, le transport du gaz comprimé.

Par l'emploi de l'acier doux pour la fabrication de bouteilles capables de contenir du gaz sous 150 ou 200 atmosphères, le poids mort s'élevait à 12 kilogrammes par mètre cube de gaz (mesuré à la pression ordinaire, c'est-à-dire pour 5 litres de gaz comprimé). L'acier spécial au chrome-nickel donne seulement 6 kilogrammes par mètre cube. Avec l'alliage léger du type *alumag* (93 % d'aluminium et 6,5 % de magnésium (1), plus de faibles quantités de manganèse et de molybdène), on arrive seulement à 4 kilogrammes ; enfin, avec des bouteilles spéciales en *alumag*, frettées par un fil d'acier à haute résistance, dit « corde à piano », le poids mort ne dépasse plus 3 kilogrammes par mètre cube de gaz.

Le méthane est un gaz à haut pouvoir

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 25

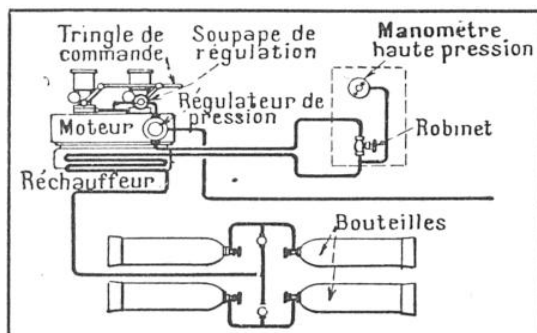


FIG. 2. — SCHÉMA DES CANALISATIONS POUR L'EMPLOI DES GAZ LIQUÉFIÉS (BUTANE, PROPANE) SUR UNE AUTOMOBILE

calorifique, dont la combustion dans les moteurs s'effectue dans de bonnes conditions et sans présenter de difficultés particulières, parce que sa vitesse d'inflammation est faible. On le rencontre en très forte proportion (jusqu'à 65 %) dans les gaz provenant du « cracking » du pétrole. Les gaz de fours à coke, qui contiennent environ 50 % d'hydrogène, renferment également 27 % en moyenne de méthane que l'on isole

les boues de sédimentation provenant du traitement des eaux usées de la ville sont réunies dans de grandes cuves où s'effectue leur « digestion », accompagnée d'un abondant dégagement de gaz riche en méthane, gaz dont le pouvoir calorifique atteint 6.000 calories par mètre cube. Cette opération a lieu, à l'usine de Saltley, voisine de Birmingham, où parviennent les eaux usées de 900.000 habitants, dans des cuves de



FIG. 3. — EN ALLEMAGNE, PLUSIEURS CENTAINES DE VÉHICULES UTILISENT MAINTENANT COMME CARBURANT LE MÉTHANE MIS EN BOUTEILLES SOUS HAUTE PRESSION

Voici un camion du service municipal de la ville d'Essen (dans la Ruhr), dont le moteur à explosions, du type courant, a été muni du dispositif spécial permettant l'alimentation en méthane.

par liquéfaction à basse température. Ce dernier gaz peut donc constituer un sous-produit très abondant de la fabrication synthétique de l'ammoniaque à partir de l'hydrogène des fours à coke et, à ce titre, jouer un rôle important parmi les carburants de remplacement dans les pays européens industriels.

Le méthane, appelé autrefois gaz des marais, prend naissance également dans la fermentation de certaines matières organiques, et il est intéressant de signaler la très curieuse application qui en a été faite depuis peu d'années dans différents pays et, en particulier, en Angleterre.

C'est ainsi qu'à Birmingham, par exemple,

3 m 60 de profondeur, sur lesquelles flottent 600 collecteurs de gaz en béton armé, mesurant chacun 6 mètres sur 3 mètres. Le gaz recueilli (plus de 5 millions de mètres cubes par an) alimente un moteur de 950 ch entraînant un alternateur. Une partie de l'énergie électrique produite est livrée à une usine voisine, le reste servant à la manutention des eaux et des boues. Les gaz d'échappement du moteur sortent à 600 degrés, et leur chaleur est récupérée pour le réchauffage des cuves de fermentation.

Les mélanges riches en méthane, utilisés couramment pour l'alimentation des moteurs d'automobiles, sont extraits des gaz de fours

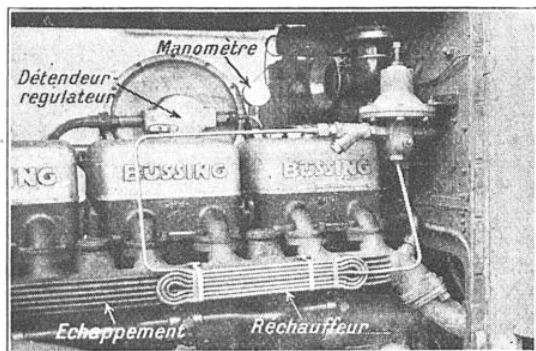


FIG. 4. — MOTEUR DE CAMION TRANSFORMÉ POUR L'EMPLOI DU MÉTHANE SOUS PRESSION

à coke et enrichis au besoin par des vapeurs d'hydrocarbures plus lourds ; ils possèdent ainsi un pouvoir calorifique élevé, environ 10.000 calories par mètre cube, de sorte qu'on peut dire que 1 mètre cube de méthane, à la pression ordinaire, équivaut sensiblement à 1 litre d'essence du commerce. Les moteurs d'automobile existants peuvent, sans grands frais, recevoir les dispositifs d'alimentation supplémentaires leur permettant de brûler soit le gaz d'éclairage, soit le méthane. En plus des bouteilles-réservoirs spéciales, renfermant la provision de gaz sous 200 atmosphères, ces dispositifs comprennent par exemple (fig. 5) un manomètre, un robinet manœuvré par le conducteur, un serpentin de réchauffage (indispensable, car le gaz en se détendant, se refroidit), un détendeur-régulateur de pression et enfin un mélangeur commandé par la pédale d'accélération.

Quelques véhicules alimentés au méthane sont actuellement en fonctionnement régulier. Le plus grand nombre se trouve en Allemagne, à Duisburg et Oberhausen où, depuis plusieurs années, une trentaine de voitures du service municipal : camions, balayeuses, omnibus, etc., marchent au méthane comprimé.

Le moteur à hydrogène est au point

La plus grande partie de tout l'hydrogène fabriqué industriellement à l'heure actuelle sert à la synthèse de l'ammoniaque, point de départ de nombreuses fabrications d'une très grande importance, au premier rang desquelles vient l'industrie des engrais (1). L'hydrogénation (2) des huiles de pétroles, des goudrons et du charbon dans certains pays en absorbe également de grandes quantités. En tant que combus-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 369.

tible, son unique application jusqu'à présent est la soudure, à l'hydrogène atomique (1) ou au chalumeau oxyhydrique. Il est possible, cependant, de l'employer comme carburant dans les moteurs à explosions (2) soit seul, soit en mélange avec d'autres carburants comme l'essence ou les huiles lourdes.

La principale difficulté réside dans sa grande vitesse d'inflammation qui atteint 2.400 mètres par seconde contre 10 mètres par seconde seulement pour le mélange classique d'air et d'essence dans les conditions de combustion normales (pendant la « détonation », cette vitesse est beaucoup plus grande). Mais, moyennant quelques précautions, l'adaptation à l'hydrogène des moteurs à explosions du type normal est relativement simple. Il suffit d'ajouter une troisième soupape pour l'admission des gaz.

Le réglage de la puissance fournie s'effectue en modifiant la composition du mélange d'hydrogène et d'air fourni aux cylindres.

Il peut être avantageux de suralimenter légèrement le moteur en profitant de la haute pression sous laquelle est emmagasiné l'hydrogène (200 atmosphères) pour l'admettre dans les cylindres à la fin (et non plus au début) de la compression. Par ailleurs, on augmente notablement la puissance en adoptant des taux de compression très élevés (jusqu'à 12) que supportent sans risque de détonation les mélanges d'air et d'hydrogène.

Le rendement thermique du moteur à explosion est légèrement amélioré par l'emploi de l'hydrogène ; de plus, il est sensiblement constant quelle que soit la charge, ce qui est avantageux pour les automobiles où

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 124.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 387.

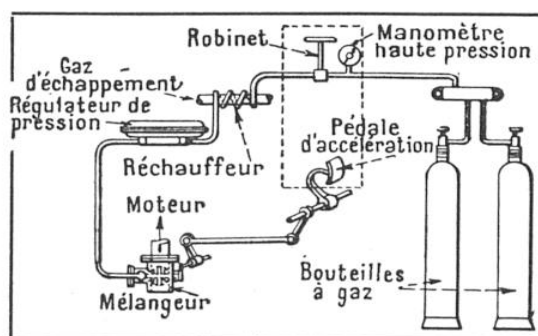


FIG. 5. — SCHÉMA DES CANALISATIONS POUR L'ALIMENTATION D'UN MOTEUR D'AUTOMOBILE PAR GAZ COMBUSTIBLE SOUS HAUTE PRESSION (MÉTHANE, PAR EXEMPLE)

le moteur ne fonctionne à pleine charge que pendant des périodes relativement courtes. Enfin, la combustion s'effectuant dans le cylindre d'une manière pratiquement instantanée, l'huile de graissage ne peut brûler et puisque, par ailleurs, elle ne se dilue pas comme avec l'essence, on réalise ainsi une économie substantielle qui peut atteindre 70 % des dépenses de lubrifiants.

Les gaz d'échappement sont parfaitement inodores et sans fumée et ne contiennent aucun produit nocif puisqu'ils se composent uniquement de vapeur d'eau (résultant de

d'alimenter le moteur avec un mélange non plus d'hydrogène et d'air, mais d'hydrogène et d'oxygène en proportions convenables : deux volumes d'hydrogène pour un volume d'oxygène. Les gaz d'échappement se composent alors uniquement de vapeur d'eau, facilement condensable, de sorte que, pour les sous-marins et les torpilles, par exemple, aucun dégagement de bulles ne trahirait leur présence. On a là une solution simple du problème de la torpille invisible.

Puisque le même moteur à explosions peut être aussi bien alimenté avec de l'huile

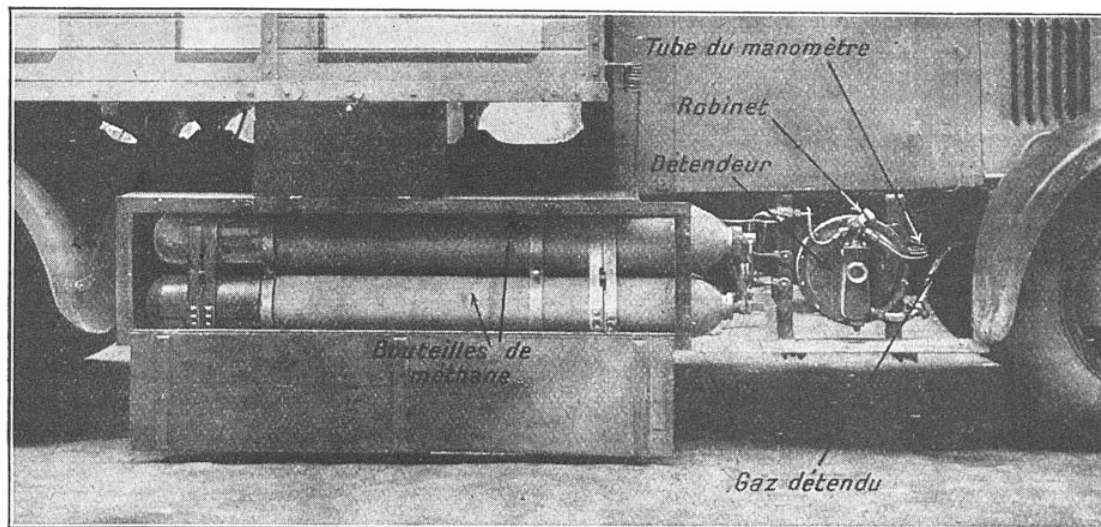


FIG. 6. — COMMENT SONT DISPOSÉES, SOUS UN CHASSIS D'AUTOMOBILE (« LATIL »), LES BOUTEILLES SPÉCIALES CONTENANT DU GAZ MÉTHANE SOUS HAUTE PRESSION

la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène de l'air) et d'oxygène et d'azote provenant de l'air d'alimentation. Le véhicule à hydrogène conviendra donc bien au trafic dans les villes et surtout dans les tunnels où la ventilation est difficile. Pour le tunnel sous le Mont-Blanc, actuellement à l'étude, on a envisagé, pour cette même raison, de remorquer électriquement les automobiles, solution très onéreuse.

Comme pour les autres gaz comprimés, le poids mort des bouteilles-réservoirs joue un rôle important. Pour une provision d'hydrogène équivalente à 100 litres d'essence, il faut compter environ 210 kilogrammes, soit le triple du poids de l'essence.

La torpille invisible et le sous-marin à moteur unique

Il est avantageux, dans certains cas, locomotives de mines, sous-marins, torpilles,

lourde (additionnée d'un peu d'hydrogène, comme nous verrons plus loin), ou avec de l'hydrogène seul, on pourrait ainsi, à bord d'un sous-marin, n'avoir plus qu'un seul moteur et supprimer les accumulateurs. Pendant la marche en surface, le moteur, fonctionnant avec de l'huile lourde, fabriquerait de l'hydrogène par électrolyse de l'eau. En plongée, il brûlerait cet hydrogène emmagasiné sous pression.

Grâce à l'hydrogène, les moteurs à explosions pourraient brûler de l'huile lourde

L'oxygène et l'hydrogène purs donnent par leur combinaison une température très élevée ; aussi admet-on dans les cylindres du moteur en même temps que les deux gaz, de la vapeur d'eau jouant le rôle de diluant ; cette vapeur d'eau est fournie par le fonctionnement même du moteur.

En mélange avec d'autres combustibles lourds, l'hydrogène peut aussi jouer un rôle important comme accélérateur de la combustion ou plutôt de l'inflammation. Il serait ainsi possible de brûler, dans les moteurs à explosions, les combustibles lourds difficilement inflammables qu'utilisent seuls les moteurs à combustion interne.

L'avantage n'est pas moins grand avec l'essence ordinaire. En effet, contrairement à ce que l'on pourrait croire, la combustion dans les moteurs d'automobile est loin d'être parfaite. On a mesuré, à Londres, que les gaz d'échappement des autobus en service courant contenaient en moyenne 6,5% d'oxyde de carbone, encore susceptible de brûler en donnant du gaz carbonique. Il y aurait donc intérêt à ajouter à la charge normale d'air carburé un peu d'hydrogène qui, permettant une propagation rapide de l'allumage, assurerait une combustion

plus complète, d'où, en définitive, une économie de combustible. On a même été jusqu'à envisager de disposer sur les châssis des autobus une petite installation spéciale d'électrolyse de l'eau à haute pression, pour fabriquer ainsi, à bord, la faible quantité d'hydrogène nécessaire pour améliorer la combustion de l'essence. Un litre d'essence pourrait ainsi être remplacé par 0,72 litre d'essence avec 0,2 mètre cube d'hydrogène.

Les réalisations pratiques de moteurs à hydrogène sont encore rares. Signalons en particulier que les chemins de fer allemands utilisent depuis plusieurs années un moteur

d'une centaine de chevaux alimenté à l'hydrogène, et qui semble donner toute satisfaction. L'Etat allemand, d'ailleurs, s'intéresse directement à ce type de moteurs.

L'hydrogène sera-t-il le carburant de l'avenir ?

A l'heure actuelle, les principales sources industrielles d'hydrogène sont, d'une part,

les gaz de fours à coke, d'autre part, le gaz à l'eau (procédé Haber) : dans les deux cas, c'est le charbon qui se trouve à la base de la fabrication.

On peut l'obtenir, d'autre part, très simplement, par électrolyse de l'eau, procédé en usage en Norvège, aux usines de Notoden et de Rjukan, en Italie (Merano) et en France, dans les Pyrénées, à Pierrefitte-Nestalas et Soulom. Il faut compter entre 5 et 6 kilowatts-heure par mètre cube d'hydrogène, ce qui représente une quantité d'énergie assez

considérable, quatre ou cinq fois plus grande que par le procédé Haber. Aussi ne peut-on utiliser dans ce but que de l'énergie hydraulique à très bon marché. Mais, puisque, comme nous venons de le voir, l'hydrogène constitue pour ces moteurs un carburant de choix, sa préparation en grande quantité par électrolyse de l'eau nous fournit un moyen très simple d'emmagasiner l'énergie électrique des heures « creuses ». Le rendement général de l'opération ne sera jamais très élevé, puisque celui des moteurs thermiques les meilleurs ne dépasse pas 35 %. Ses avantages, pourtant, sont si grands que le professeur J.-B.-S. Hal-

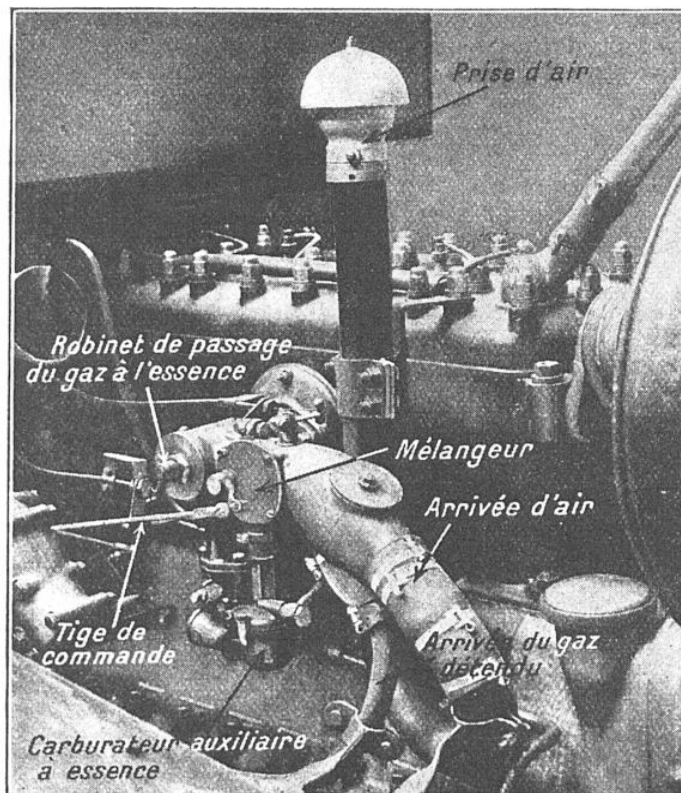


FIG. 7. — LE DISPOSITIF D'ALIMENTATION D'UN MOTEUR D'AUTOMOBILE (« LATIL ») CAPABLE D'UTILISER, A VOLONTÉ, DES GAZ RICHES EN MÉTHANE OU DE L'ESSENCE ORDINAIRE

dane a pu prophétiser que, lorsque les ressources mondiales de charbon et de pétrole seront épuisées, le combustible futur serait l'hydrogène, préparé par électrolyse de l'eau.

En attendant que l'énergie électrique puisse être fournie, comme il le prévoit, par les moulins à vent qui porteront alors le nom de centrales éoliennes, on peut envisager dès maintenant l'utilisation systématique de l'énergie bon marché des heures creuses, fournie non seulement par les usines hydrauliques, mais encore par les grandes centrales thermiques, dont l'exploitation deviendrait plus économique puisqu'elles fonctionneraient toujours à pleine charge.

Le problème du ravitaillement des véhicules et du transport du combustible se trouverait résolu d'une manière très élégante, puisqu'il est possible de fabriquer de l'hydrogène électrolytique partout où existe un réseau de distribution d'électricité et de l'eau. Il faut signaler à cet égard les progrès accomplis dans la technique de l'électrolyse sous pression (plusieurs centaines d'atmosphères) qui évite l'emploi de compresseurs de gaz et élève le rendement. Les électrolyseurs actuels, d'un fonctionne-

ment simple et sûr, permettraient déjà aux entreprises qui disposent d'énergie excédentaire à bon marché de fabriquer elles-mêmes à peu de frais le carburant nécessaire à leurs services de transports ou de livraisons.

Parmi les carburants gazeux que nous avons passés en revue, c'est donc l'hydrogène qui paraît — au moins du point de vue théorique — offrir les possibilités les plus étendues pour une fabrication à la fois économique et en très grande quantité. A l'heure actuelle, cependant, tout reste à faire au point de vue des applications pratiques dans ce domaine particulier.

Si le problème des carburants de remplacement ne peut encore recevoir pour l'instant de solution d'ensemble, du moins pouvons-nous espérer par une application judicieuse et rationnelle des solutions partielles (carburants nationaux liquides, solides (1) et même gazeux), aujourd'hui parfaitement au point, diminuer, sinon supprimer entièrement la lourde charge qu'infligent à notre économie les importations de combustibles liquides étrangers.

J. BODÉT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 375

Le projet des véritables autoroutes — comparables aux autostrades d'Allemagne, d'Italie (1) — vient d'être encore ajourné en France par suite du manque de crédits. Sur les 900 millions de travaux immédiatement réalisables, le ministère des Travaux Publics n'a pu obtenir que 600 millions pour l'amélioration des grands itinéraires (suppression des passages à niveau, évitement des agglomérations à traversées dangereuses, réfection de chaussées non moins dangereuses par dérapages, virages à relever, etc). Cette politique, qui peut se justifier par le souci de ménager les deniers publics tout en atténuant le chômage, n'a rien par contre d'un programme d'envergure favorable au développement de l'automobile en France, susceptible d'assurer à l'automobiliste sécurité et vitesse dans les mêmes conditions que celles réalisées sur les grands réseaux autoroutiers étrangers. Nous ne discuterons pas ici les raisons qui ont fait adopter ce plan de « demi-mesures » par notre administration responsable. Qu'on ne tente pas, du moins, de nous faire croire qu'on a fait beaucoup pour l'usager qui, cependant, verse à l'Etat français plus de 7 milliards par an (2). Lorsque le touriste étranger pénétrera sur notre sol, après avoir parcouru l'Allemagne ou l'Italie, la comparaison ne sera certes pas à notre avantage : la France n'est pas assez riche pour posséder des autoroutes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 293.

(2) D'après les statistiques Michelin en 1934, les automobilistes ont versé à l'Etat environ 7 milliards sous forme de taxes et impôts, alors que, pour la construction et l'entretien des routes (nationales, départementales et communales), il a été dépensé à peine 4 milliards. Il sera intéressant de comparer l'année 1936 à la précédente, qui n'a subi que partiellement l'incidence du nouveau régime supprimant les taxes à la circulation et maintenant par contre l'impôt sur le carburant.

AU CENTRE DE CONTROLE DE BRUXELLES INCOMBE MAINTENANT LA MISSION DE MAINTENIR L'ORDRE EN RADIODIFFUSION

Par C. VINOGRADOW
INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

La modulation de la fréquence (1) de l'onde fondamentale d'une station de radiodiffusion entraîne, nous l'avons dit, l'émission d'ondes de fréquences voisines. Pour éviter les brouillages pouvant résulter de l'emploi par divers émetteurs de fréquences trop rapprochées, il a donc fallu laisser aux stations une certaine marge de part et d'autre de leur fréquence fondamentale. Ce fut l'œuvre du plan de Lucerne (2), qui attribua à chaque station une bande de fréquences de 9 kilocycles (3). Mais cette organisation serait sans portée si chaque station ne s'astreignait à respecter rigoureusement les limites du plan de Lucerne. Un contrôle impartial des émissions est donc nécessaire. Il a été confié à l'Union internationale de Radiodiffusion, dont les laboratoires, installés à Bruxelles, vérifient chaque jour plus de trois cents émissions avec une remarquable précision, atteignant, dans certains cas, 1 période par seconde, soit 1 cycle. Les taux de modulation des ondes (qui influent sur la bande d'émission), les intensités des champs électromagnétiques (qui, sous peine de gêne, ne doivent pas atteindre une valeur trop élevée) sont également contrôlés grâce à des instruments aussi précis que délicats, récemment mis au point. Ainsi le Centre de contrôle de Bruxelles peut avertir toutes les stations des anomalies constatées, afin de maintenir l'ordre indispensable au bon fonctionnement de la radiodiffusion internationale.

DEVANT le nombre sans cesse croissant des stations de radiodiffusion, une réglementation des longueurs d'ondes affectées aux divers pays s'est imposée. En effet, on sait qu'une station n'émet pas une fréquence unique, mais que la modulation de l'onde fondamentale entraîne l'émission d'un faisceau de fréquences voisines. Il faut donc donner à chaque émetteur une certaine zone de fréquences autour de celle de l'onde fondamentale. Pour assurer une reproduction fidèle de la musique, on a adopté pour chaque poste une marge de

9 kilocycles (1) que la fréquence de chaque station doit respecter sous peine de provoquer des brouillages avec les émetteurs de fréquences voisines. La fréquence de chaque station doit donc être contrôlée par un organisme spécial bien outillé dans ce but. C'est au laboratoire de mesures de l'Union Internationale de Radiodiffusion (U. I. R.), installé à Bruxelles et dirigé avec une grande compétence par M. Braillard, qu'incombe cette tâche. Chaque jour, plus de trois cents longueurs d'ondes (2) sont mesurées avec pré-

cision et les stations déréglées sont prévenues d'urgence, télégraphiquement ou même téléphoniquement. Bien que ne comportant aucun caractère impé-

(1) La fréquence est le nombre de périodes par seconde. Elle s'évalue en cycles et kilocycles. Le Comité électrotechnique international vient d'adopter le hertz et le kilohertz comme unité de fréquence.

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

(3) C'est pourquoi une sélectivité à 9 kilocycles près s'impose pour les appareils récepteurs.

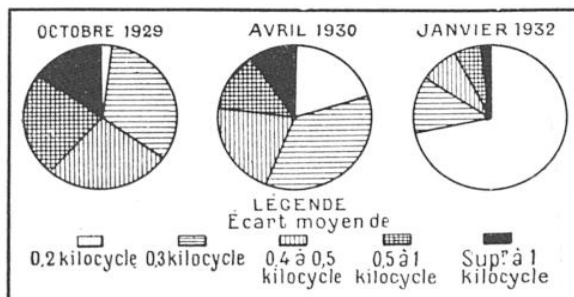


FIG. 1. — GRAPHIQUE MONTRANT L'AMÉLIORATION RÉALISÉE DANS LA STABILITÉ DES FRÉQUENCES DES STATIONS EUROPÉENNES

(1) Un kilocycle correspond à une fréquence de 1.000 périodes par seconde.

(2) La longueur d'onde est égale à la vitesse de propagation des ondes divisée par la fréquence.

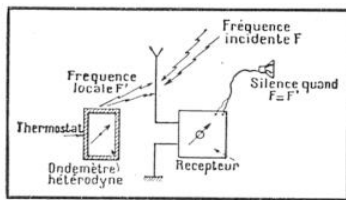


FIG. 2. — MESURE DES FRÉQUENCES AVEC UNE PRÉCISION MOYENNE

On accorde le récepteur sur la fréquence à mesurer, puis l'ondemètre sur la même fréquence. Tant que la fréquence de l'ondemètre hétérodyne n'est pas égale à la fréquence incidente, le haut-parleur accuse un sifflement dû à l'interférence. Au moment du silence, la fréquence de l'hétérodyne est égale à la fréquence de l'oscillation incidente à mesurer.

Pour la mesure des fréquences, les stations sont divisées en deux grandes catégories

I. — Mesures de moyenne précision

Certaines stations n'étant pas trop fortement gênées par d'autres, soit par suite de leur situation géographique ou de la faiblesse de leur puissance, ainsi que de celle des stations de longueurs d'ondes voisines, ne s'astreignent pas à conserver une stabilité absolue à leur fréquence. Celle-ci est alors mesurée avec une précision de ± 25 cycles (25 périodes par seconde).

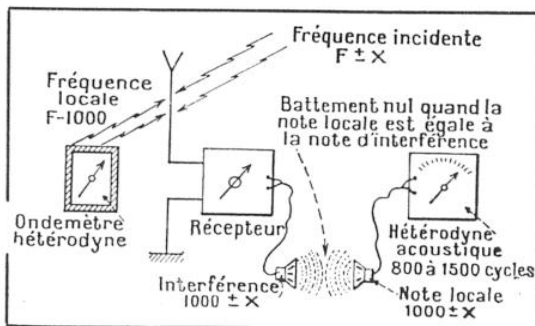


FIG. 3. — MESURES DE HAUTE PRÉCISION (A 1 CYCLE PRÈS)

Si la station doit émettre la fréquence F , on règle l'ondemètre hétérodyne sur la fréquence $F-1.000$. Si la station émet une fréquence incorrecte $F \pm X$, le haut-parleur fera entendre une note dont la hauteur sera $(F \pm X) - (F-1.000) = 1.000 \pm X$. On doit déterminer X . Pour cela, on compare le son dû à l'interférence avec un son connu produit par une hétérodyne acoustique locale.

ratif, ces indications sont le plus souvent suivies d'une rectification des écarts constatés, les émetteurs ayant parfaitement compris que l'intérêt général de la radiodiffusion est en jeu. Le désordre dans les émissions éloignerait en effet très rapidement les auditeurs.

D'autres postes, au contraire, doivent posséder une fréquence remarquablement constante, comme nous le verrons plus loin. On contrôle alors leur fréquence à 1 cycle près. Pour une onde de 300 mètres, qui correspond à une fréquence de un million de cycles, c'est donc à un millionième près que la fréquence doit être mesurée !

Pour les stations de première catégorie, le Centre de Contrôle de Bruxelles dispose d'un certain nombre d'ondemètres oscillateurs capables d'émettre, à faible puissance, des ondes couvrant toute la gamme de la radiodiffusion. Deux de ces appareils sont spécialement affectés aux grandes ondes, quatre autres sont utilisés pour les ondes de 200 à 550 mètres, chacun d'eux ne couvrant qu'une gamme de 100 kilocycles. Dans ces conditions, on peut les étalonner avec précision, chaque

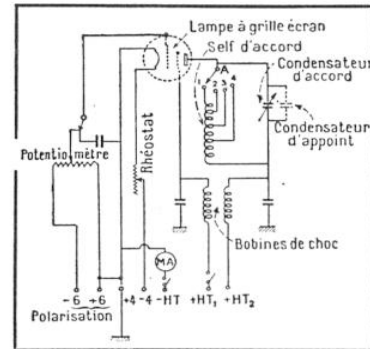


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'ONDEMÈTRE HÉTÉRODYNE

Le Centre de Bruxelles utilise six ondemètres pour couvrir les fréquences de Broadcasting. Chaque ondemètre possède quatre gammes pouvant être choisies au moyen du commutateur A. Chaque gamme est très courte et couvre environ 100 kilocycles seulement.

division du cadran indicateur de l'ondemètre ne correspondant qu'à 1.000 cycles. Un vernier permet de lire à $1/20^e$ de division près, soit à 25 cycles près au-dessus et au-dessous de la fréquence exacte

Voici comment on procède à une mesure : l'émission à contrôler est reçue sur un poste direct comportant quatre circuits accordés. Un étage de détection et un amplificateur le réunissent à un haut-parleur. Le récepteur étant réglé, on fait fonctionner l'ondemètre sur une longueur d'onde assez voisine de l'onde de la station pour produire un sifflement dans le haut-parleur, résultant de l'interférence des deux ondes. On règle alors l'ondemètre pour rendre le sifflement de plus en plus grave. Celui-ci cesse dès que les deux ondes (celle de l'ondemètre et celle de la station) sont égales. On lit alors l'indication de l'ondemètre (fig. 2).

La précision de la mesure est limitée,

d'abord par le défaut de sensibilité de l'oreille au moment où le sifflement devient très grave, puis, comme nous l'avons dit, par l'imprécision de la lecture.

II. — Mesures de haute précision

Nous avons dit que, dans certains cas, la fréquence d'émission devait être maintenue absolument constante, notamment si deux ou plusieurs stations travaillent sur une onde commune. La grande sensibilité des

Si F est la fréquence nominale de la station, on règle donc l'ondemètre sur la fréquence $F - 1.000$, et on le fait interférer avec l'onde de la station, dans un récepteur. La fréquence du son résultant (autrement dit sa hauteur dans la gamme acoustique) est égale à la différence des deux fréquences reçues par le récepteur, c'est-à-dire $F - (F - 1.000) = 1.000$, si la station travaille exactement sur la fréquence F .

Si, au contraire, celle-ci est un peu déré-

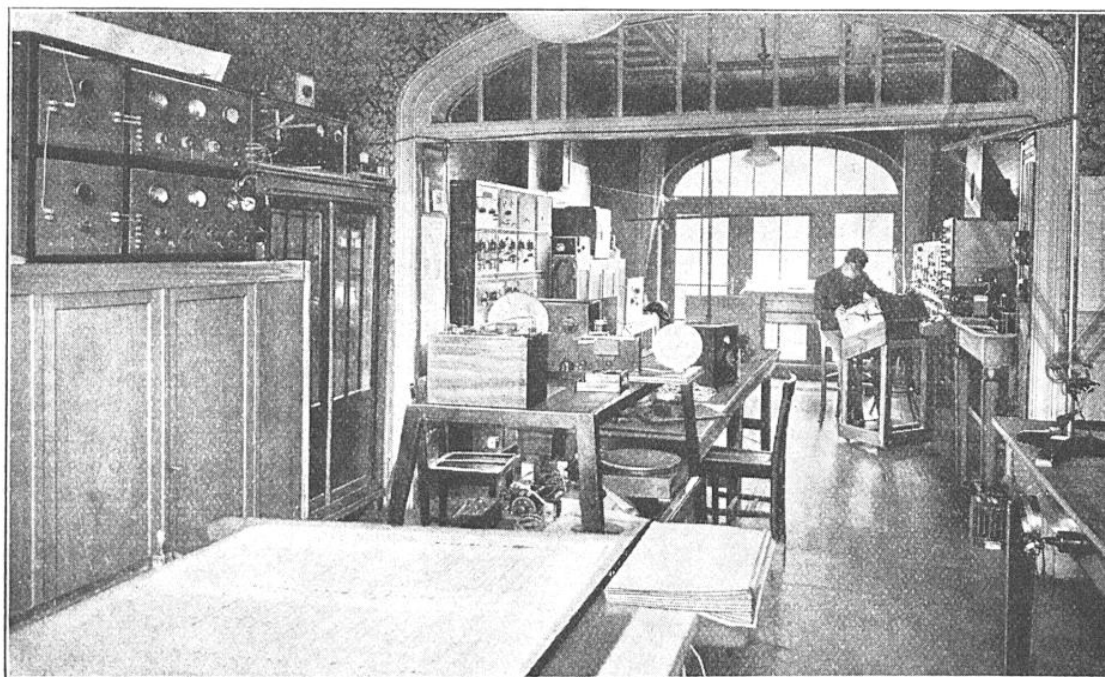


FIG. 5. — VUE D'ENSEMBLE DES LABORATOIRES DU CENTRE DE CONTROLE DES ONDES DE L'UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION, A BRUXELLES

récepteurs modernes permettant de les entendre en même temps, une différence entre leurs fréquences, correspondant à une fréquence audible, produit dans le récepteur un sifflement désagréable. La précision du contrôle doit donc être elle-même accrue.

Pour cela, on utilise encore un ondemètre, mais celui-ci est accordé à l'avance sur une fréquence inférieure de 1.000 cycles à celle de la station que l'on veut contrôler. Cet accord est réalisé au moyen d'un multivibrateur, appareil permettant de reproduire une fréquence quelconque supérieure à sa fréquence fondamentale et multiple de cette dernière. Celle du multivibrateur de Bruxelles étant de 1.000 cycles, cet appareil peut donc reproduire toutes les fréquences contenant un nombre entier de kilocycles.

glée, elle rayonne une fréquence différant de F d'une certaine quantité, soit X , en plus ou en moins de F . Le son résultant de l'interférence aura donc une fréquence de $F \pm X - (F - 1.000) = 1.000 \pm X$. Il s'agit de déterminer cet écart X entre le son perçu et celui que l'on devrait entendre si la station était parfaitement réglée sur la fréquence F .

On utilise dans ce but la méthode des « battements acoustiques ». On dispose pour cela d'un oscillateur acoustique soigneusement étalonné. Le son provenant de l'oscillateur se combine avec celui dû à l'interférence pour produire un son résultant présentant des renforcements et des affaiblissements périodiques. On règle alors l'oscillateur jusqu'à ce que ces battements s'annulent. A ce moment, les deux sons ont la

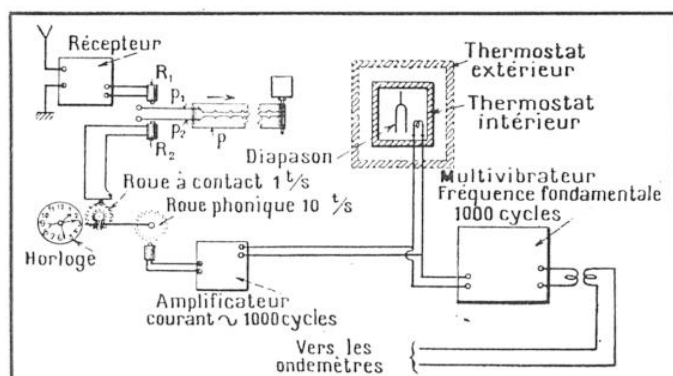


FIG. 6. — VÉRIFICATION DE LA FRÉQUENCE DU DIAPASON

Le courant à 1.000 périodes/seconde engendré par le diapason fait tourner la roue phonique. Le nombre de dents de cette dernière est choisi de façon à lui faire faire 10 tours/seconde. La roue à contact ne fait que 1 tour/seconde. Chaque contact est enregistré sur la bande de papier p à l'aide de la plume p_2 et du relais R_2 . Le récepteur A reçoit les signaux de Rugby (Angleterre). Par l'intermédiaire du relais R_1 et de la plume p_1 , ces signaux sont inscrits sur la même bande.

même fréquence ($1.000 \pm X$), que l'on peut lire sur le cadran de l'oscillateur. On connaît ainsi l'écart X . Cette méthode étant appliquée à des stations stables, on peut se contenter d'un oscillateur ne couvrant qu'une faible gamme autour de 1.000 ; d'où une grande précision dans la lecture permettant d'apprécier aisément des différences de fréquence de 1 cycle (1 période par seconde) (fig. 3).

Comment on veille à l'exactitude des appareils de mesure

Une méthode aussi précise serait inopérante si les appareils de mesure (ondemètres et multivibrateurs) n'étaient eux-mêmes exacts. Aussi les ondemètres sont-ils vérifiés chaque matin, à l'aide d'un multivibrateur, par la méthode que nous venons de décrire. La gamme couverte par chacun d'eux étant divisée en quatre petites gammes, on peut admettre que, pour chacune d'elles, la courbe de variation de la fréquence, en fonction de la capacité d'accord, est une ligne droite. En cas de dérèglement, il suffit de resserrer un petit condensateur pour parfaire le réglage (fig. 4)

Quant au multivibrateur, qui sert de base à toutes les mesures, on doit vérifier que sa fréquence fondamentale est bien égale à 1.000 cycles. Un diapason, à 1.000 périodes par seconde, électriquement entretenu et vibrant devant une bobine (fig. 6), produit dans l'enroulement de cette dernière un courant alternatif à 1.000 cycles qui, après

amplification, est transmis au multivibrateur. Ce diapason est soustrait à toute influence extérieure par un coffret hermétique, dans lequel une pompe maintient un vide de 80 millimètres de mercure et un thermostat règle la température à $1/50^{\circ}$ de degré près. Ce coffret est lui-même enfermé dans une boîte isolée thermiquement, et un deuxième thermostat, moins sensible que le précédent, maintient à peu près uniforme la température entre les deux parois. Dans ces conditions, les variations de fréquence de l'oscillateur à diapason ne dépassent pas $1/1.000^{\circ}$ de cycle. Il faut, néanmoins, vérifier l'appareil et, au besoin, en modifier le réglage, en agissant sur la température du coffret intérieur (1).

Pour ce contrôle, on se base, comme nous allons le voir, sur le « temps astronomique » comme unité de comparaison de haute précision.

Le courant produit par le diapason fait tourner une roue phonique (2) faisant 10 tours par seconde (fig. 6). Celle-ci entraîne, d'une part, un mouvement d'horlogerie comportant un cadran et des aiguilles ordinaires, et, d'autre part, une roue ne faisant que 1 tour par seconde. Cette dernière porte un contact qui, à chaque tour, ferme un circuit commandant une plume qui trace un crochet sur la bande d'un enregistreur automatique. Si le diapason est bien réglé, ces crochets se suivent exactement à une cadence de 1 par seconde ou 60 par minute.

D'autre part, une deuxième plume enregistre sur la même bande les signaux horaires

(1) La fréquence varie de 0,0018 cycle par degré C de température.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 30.

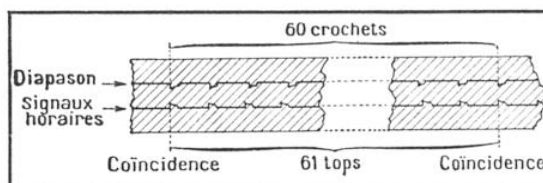


FIG. 7. — VÉRIFICATION DE LA FRÉQUENCE DU DIAPASON PAR LES SIGNAUX HORAIRES

Le diapason fait enregistrer, si sa fréquence est juste, 60 crochets pendant une seconde. Pendant la même seconde, les signaux horaires donnent 61 tops. Si la fréquence de diapason est juste, les dents coïncident au bout de chaque minute.

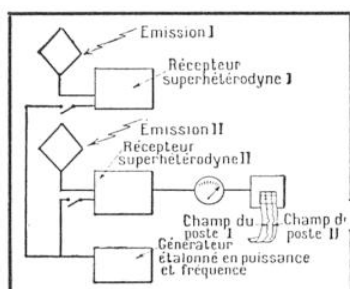


FIG. 8. — MESURE DU CHAMP
Un générateur local, dont l'émission est étalonée en puissance et en fréquence, permet à son tour d'étalonner un récepteur ultra-sensible. Ce dernier reçoit sur cadre. La déviation du milliampèremètre et l'enregistrement automatique permettent ainsi de relever la courbe du champ. Pour éviter les erreurs dues à l'absorption locale, on procède à l'enregistrement de deux postes à la fois.

tops). On peut ainsi régler la fréquence du diapason à 3 dix-millionièmes près (fig. 7).

En résumé, la fréquence d'émission d'une station est contrôlée d'après les observations astronomiques les plus précises !

Autres mesures : champ, modulation

Toujours pour éviter les brouillages, il faut que la puissance des stations reste dans les limites prévues par les ententes internationales. Le Centre de Contrôle de Bruxelles vérifie donc l'intensité du champ électromagnétique et veille à ce qu'il ne puisse gêner la réception des autres émetteurs, soit par suite d'un accroissement de puissance, soit par l'installation d'une antenne plus efficace. Les mesures de champ sont effectuées au moyen d'un récepteur superhétérodyne suivi d'un milliampèremètre enregistreur. Pour éviter toute erreur,

émis par la station anglaise de Rugby et constitués par des tops envoyés à raison de 61 par minute. On déplace le contact de la roue tournant à 1 tour par seconde de façon à faire coïncider un crochet et un top. La même coïncidence doit se reproduire au bout d'une minute (60 crochets, 61

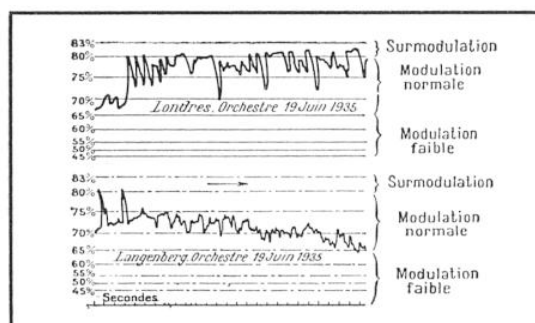


FIG. 9. — SURVEILLANCE DE LA MODULATION
La profondeur de la modulation est inscrite automatiquement. Elle ne doit pas dépasser 80 % pour ne pas gêner la réception des stations voisines. Les deux enregistrements ci-dessus ont été pris par l'auteur dans la matinée du 19 juin 1935.

le Centre dispose de deux ensembles complets de mesures de champ, et ces dernières sont effectuées simultanément pour deux émetteurs différents (fig. 8).

Il faut aussi mesurer la modulation qui, on le sait, agit sur l'onde porteuse en faisant varier son amplitude. Une modulation trop profonde, qui accroît la puissance à la réception, risquerait de provoquer des brouillages. Sa limite légale est de 80 % et les stations modernes adoptent généralement 75 %.

L'installation de mesure comporte un appareil qui trace automatiquement sur une bande de papier une courbe proportionnelle à la modulation (fig. 9).

Enfin, sous la direction de M. Braillard, les services techniques du Centre de Bruxelles étudient les résultats obtenus, afin d'élaborer les modifications nécessaires aux règlements de la radiodiffusion, afin d'assurer aux auditeurs la meilleure qualité dans la réception. Tâche ardue, mais indispensable pour le maintien de l'ordre dans le domaine des ondes hertziennes.

C. VINOGRADOW.

Comparons ces chiffres : en Allemagne, le nombre de naissances s'est accru de plus de 23 %, alors qu'en France, la natalité va sans cesse en décroissant, à tel point que l'excédent des décès sur les naissances a dépassé chez nous 33.000 rien que pendant le premier trimestre de 1935 ! Au cours de la même période de 1934, cet excédent atteignait seulement 12.000, ce qui constituait déjà une situation fort inquiétante. Rappelons à ce propos l'affirmation de l'Allemand Rommel, spécialisé dans les études démographiques, qui, vers 1900, signalait déjà que la « dépression » qui se produit par suite du voisinage d'un peuple prolifique et d'un peuple dont la natalité est en régression amène — un jour ou l'autre — un mouvement d'expansion du premier vers le second. Ce sont ces courants périodiques qui, au cours de l'histoire des nations, constituent les invasions où la loi du plus fort se substitue à la loi morale.

EN ÉLECTROCULTURE, L'EMPIRISME CÈDE LE PAS A LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

Par Roger FAILLETTAZ

Depuis longtemps déjà, on a cherché à accélérer et à favoriser la germination des graines, la croissance des plantes, au moyen de l'électricité (1). On a essayé, tout d'abord, de mettre en œuvre l'électricité atmosphérique, qui ne coûtait rien, au moyen de dispositifs installés un peu au hasard. Passant ensuite à une méthode opposée, on a utilisé des courants électriques sous haute tension (plusieurs milliers de volts). Mais l'augmentation de rendement obtenue ne compensait pas le prix de revient de l'installation et de l'énergie consommée. Des études de laboratoire, notamment celles de M. Marinesco, sur le mécanisme d'ascension de la sève qui provoque une différence de potentiel dans la tige, ont montré qu'un champ électrique pouvait accélérer cette ascension. Des recherches effectuées en Russie, à l'Institut agronomique de Leningrad, ont complété et illustré les théories de M. Marinesco. Ainsi on a démontré que le fait de recouvrir le sol par de la paille ou des feuilles mortes, comme on le fait dans le but de protéger les plantes, accroît notablement le champ électrique atmosphérique, car l'ionisation de l'air, due aux substances radioactives du sol, est diminuée. Les résultats expérimentaux ont donc prouvé l'action bienfaisante de l'électricité sur le développement des végétaux. Grâce aux connaissances précises ainsi acquises, on pourra désormais orienter scientifiquement l'électroculture.

La période empirique

DE nombreux chercheurs ont essayé de favoriser la germination des graines, d'accélérer la croissance des plantes, d'augmenter le rendement des récoltes ou d'améliorer les espèces par l'électricité.

Des techniques variées furent utilisées; certains chercheurs se livrèrent à des expériences souvent fort originales, mais dont les bases manquaient de solidité. C'est ainsi qu'on vit de braves agriculteurs installer de place en place, au milieu de leurs cultures, de véritables paratonnerres, persuadés que, de cette façon, ils augmentaient le champ électrique de l'atmosphère, alors qu'ils faisaient exactement le contraire et plongeaient les végétaux dans un champ de valeur nulle ! On en vit d'autres placer des circuits métalliques autour de chaque tige de plante et supposer que les rayons cosmiques allaient tout faire pousser comme par enchantement !

L'électroculture, dès ses débuts, a eu nombre de ces adeptes trop zélés, ce qui a fait grand tort à une science naissante digne d'intérêt. Heureusement, des recherches plus sérieuses furent effectuées dans différents instituts agronomiques ou de recherches scientifiques appliquées à l'agriculture, en France, en Angleterre et aux Etats-Unis notamment. Le procédé généralement adopté

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 11, page 237.

consistait à disposer au-dessus des plantations un réseau de fils métalliques, isolé électriquement du sol et parcouru par un courant de très haute tension (plusieurs milliers de volts). On obtint presque toujours des résultats favorables; les augmentations de récolte atteignaient ou dépassaient 50 %.

Mais les moyens mis en œuvre étaient très onéreux, d'un prix hors de proportion avec l'amélioration des récoltes.

Une théorie de l'électroculture

Plusieurs années durant, l'électroculture sembla tomber dans l'oubli; mais des recherches de laboratoire très récentes et des expériences culturales méthodiques viennent de lui donner un regain d'activité.

Dans une thèse de doctorat, il y a quelques années déjà, V. Oswald montra les différents problèmes qui doivent être préalablement résolus si l'on veut arriver à trouver une électroculture rationnelle. Il signala entre autres qu'il faut arriver à préciser nos connaissances : sur l'action de la plante sur la conductibilité de l'atmosphère, car un renforcement du champ se produit au voisinage des parties pointues de la plante (épis, poils, feuilles); sur l'action du champ électrique sur la constitution de l'air (les effets chimiques de la décharge lente sont encore mal précisés, surtout en ce qui concerne l'anhydride carbonique); sur l'action du champ

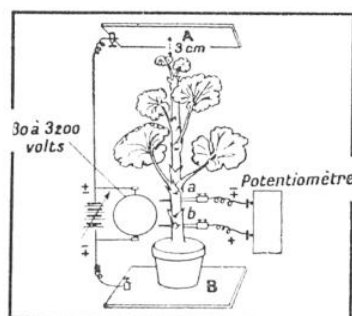


FIG. 1. — DISPOSITIF UTILISÉ POUR L'ÉTUDE DE L'ACTION D'UN CHAMP ÉLECTRIQUE CONTINU SUR UNE PLANTE A et B, plaques métalliques reliées à une source de courant électrique.

Marinesco, de l'Institut de Biologie physico-chimique de Paris, a effectué, en 1932-1933, une série de remarquables expériences sur l'influence des facteurs électriques sur la végétation (1). Grâce à lui, le problème de l'électroculture peut être repris sur des bases nouvelles et précises.

Les recherches de M. Marinesco ont porté essentiellement sur le mécanisme de l'ascension de la sève. Il est, en effet, surprenant que des arbres extrêmement élevés, comme, par exemple, les eucalyptus d'Australie, puissent prospérer normalement et montrer une grande activité végétative jusqu'à leur sommet, alors que les théories sur la capillarité, le vide ou la pression osmotique sont incapables d'expliquer une ascension de sève aussi importante.

M. Marinesco est parti des phénomènes d'osmose électrique dans les capillaires renfermant des solutions ioniques, pour lesquels il a été démontré que le débit électroosmotique est proportionnel au gradient de potentiel appliqué. En assimilant les tubes ligneux de la plante à de fins capillaires et la sève brute constituant la solution ionique, il a pu reconstituer le processus des systèmes électroosmotiques et vérifier leurs lois.

M. Marinesco a tout d'abord établi que la plante est réellement le siège d'un courant d'osmose électrique ; en faisant deux prises le long d'une tige de géranium ou d'araucaria, il a mesuré des différences de potentiel de 20 à 50 millivolts par centimètre, la prise supérieure se trouvant à un potentiel négatif par rapport à la prise inférieure. Or, cette différence de potentiel est provoquée pas l'as-

électrique sur la transpiration. V. Oswald conclut en disant qu'il n'est pas utile d'introduire l'électroculture dans la pratique agricole, tant que ces études n'auront pas été achevées.

Un pas important vient d'être fait dans cette voie. M. Ma-

cension de la sève dans la tige, comme il a été aisé de le confirmer en accélérant la vitesse d'ascension de la sève par la transpiration ou par une aspiration mécanique. Dans les deux cas, la différence de potentiel, ou potentiel de filtration, s'est trouvée nettement accrue. Au contraire, dans une atmosphère humide, ce potentiel de filtration diminue.

Mais le phénomène est, en quelque sorte, réversible ; sous l'action d'un champ électrostatique de valeur appropriée, le débit de la sève est accéléré. Ce champ doit être de signe positif au sommet de la plante pour que la sève, qui retient des charges négatives, puisse être attirée vers le haut.

Il n'est pas nécessaire d'appliquer le champ sur la tige par contacts ; on obtient des phénomènes identiques en plaçant sous les racines de la plante et au-dessus du sommet des plateaux métalliques portés à des potentiels convenables.

Enfin, un champ exciteur, non plus continu, mais alternatif de haute fréquence, agit de même manière, car — phénomène remarquable — la tige de la plante joue le rôle de détecteur et redresse l'alternance positive du courant plus que l'alternance négative.

La figure 1 montre le dispositif utilisé pour l'étude de l'action d'un champ électrique continu sur la plante. La courbe de la figure 2 montre l'effet détecteur de la tige de la plante, dans le cas de l'application d'un champ exciteur alternatif.

La figure 3 complète la figure 1 : le champ

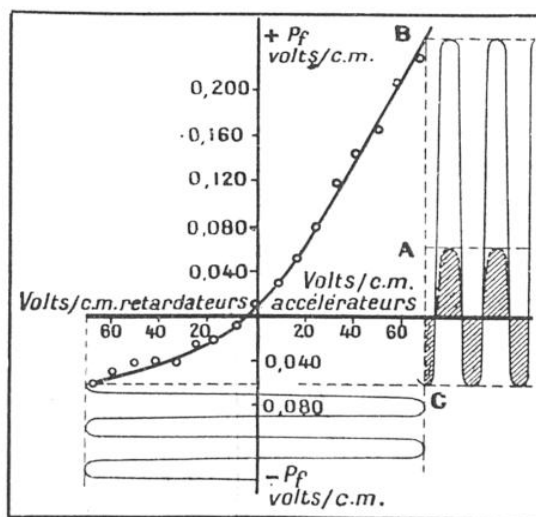


FIG. 2. — COURBE MONTRANT L'EFFET DÉTECTEUR DE LA TIGE DE LA PLANTE, DANS LE CAS DE L'APPLICATION D'UN COURANT ALTERNATIF ENTRE LES RACINES ET LE SOMMET

(1) *Influences des facteurs électriques sur la végétation*, par NÉDA MARINESCO ; Paris, Herman et C^{ie}, éditeurs, 5, rue de la Sorbonne, 1932.

excitateur est mesuré en V et est appliqué entre les plateaux A et B . Les conducteurs a et b sont reliés au potentiomètre P et aux prises en platine enfoncées dans la tige du géranium Gr (1).

Il faut tirer une première déduction des expériences de M. Marinesco : l'atmosphère est le siège d'un champ électrique permanent qui, sous nos latitudes, près du sol, peut atteindre 150 volts par mètre ; ce champ est dirigé de haut en bas, c'est-à-dire qu'il est positif en haut et négatif en bas ; or, nous venons de le voir, un champ de telle nature réagit sur le mécanisme d'ascension de la sève : la montée du flux nutritif dans la tige de la plante est liée au champ électrique de l'atmosphère.

Il est aussi très légitime d'admettre que c'est grâce à ce facteur électrique que la sève peut atteindre le sommet des espèces végétales les plus élevées, car, pour des arbres qui dépassent 20 mètres de hauteur, le champ électrique excitateur prend des valeurs très fortes ; et ces valeurs sont suffisantes pour expliquer une ascension électroosmotique de la sève jusqu'à ces hauteurs.

Une remarque, toutefois, s'impose ; le champ électrique ne paraît pas indispensable au développement normal de certains végétaux. En effet, ceux qui croissent dans les forêts, dans les serres, ou simplement au voisinage immédiat des habitations ou des obstacles élevés, sont pratiquement privés de champ électrique, par suite de la déformation des lignes équipotentiels ; néanmoins, ils vivent dans de bonnes conditions ; mais il est facile de rétorquer que les végétaux qui sont dans ce cas sont précisément ceux de

petite taille, ceux pour lesquels l'ascension de la sève peut s'expliquer par la capillarité, le vide, l'osmose ou la théorie physiologique de sir J. Bose.

A propos de cette remarque, on peut rappeler que L. Plantefol, en 1923, à l'Institut des Recherches et Inventions de Bellevue, essaya de soustraire à l'action du champ électrique de l'atmosphère la végétation d'une parcelle de terrain, et il ne constata aucune différence par rapport à une parcelle témoin. Au contraire, Grandeau, pour du blé, du

maïs et du tabac, constate un retard très net dans la fructification. Il y a donc désaccord sur ce point, et il faudra de nouvelles expériences pour compléter la théorie de l'influence des facteurs électriques sur la végétation.

Un autre point important reste encore à établir ; le champ électrique de l'atmosphère change parfois de signe, en particulier par chute de pluie ou de neige. Cette inversion du champ s'ac-

compagne-t-elle d'un arrêt ou d'un ralentissement dans la montée de la sève ? S'il en est bien ainsi, la théorie de M. Marinesco recevra une nouvelle confirmation.

Georges Truffaut et son collaborateur Pastac ont répété les expériences de M. Marinesco en appliquant sur des arbres fruitiers, par contact, des courants continus de différentes intensités. Les résultats qu'ils ont obtenus sont en parfait accord avec ceux dont M. Marinesco a rendu compte dans diverses publications.

Cette électrification des végétaux par contact est-elle une solution rationnelle ? Nous ne le croyons pas, si l'on envisage une électroculture susceptible d'applications réellement pratiques. Car il est évident que si chaque arbre, ou plante, doit être inséré dans un circuit indépendant et muni d'un appareil

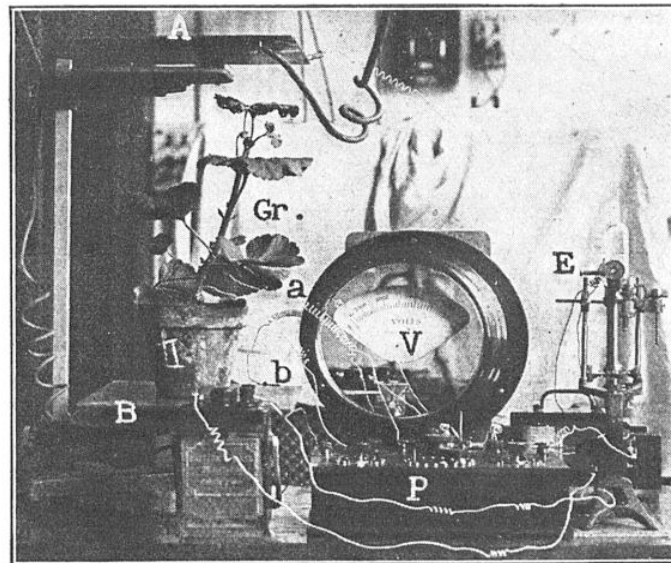


FIG. 3. — VUE DE L'EXPÉRIENCE D'ÉLECTROCULTURE SCHÉMATISÉE FIGURE 1 SUR UNE PLANTE DE GÉRANIUM Gr , géranium ; A et B , plateaux électrisés ; V , voltmètre ; a et b , conducteurs reliés au potentiomètre P .

(1) Les photographies et dessins des figures 1, 2 et 3 nous ont été obligeamment prêtées par Hermann et C^{ie}, éditeurs, avec l'autorisation de M. Marinesco.

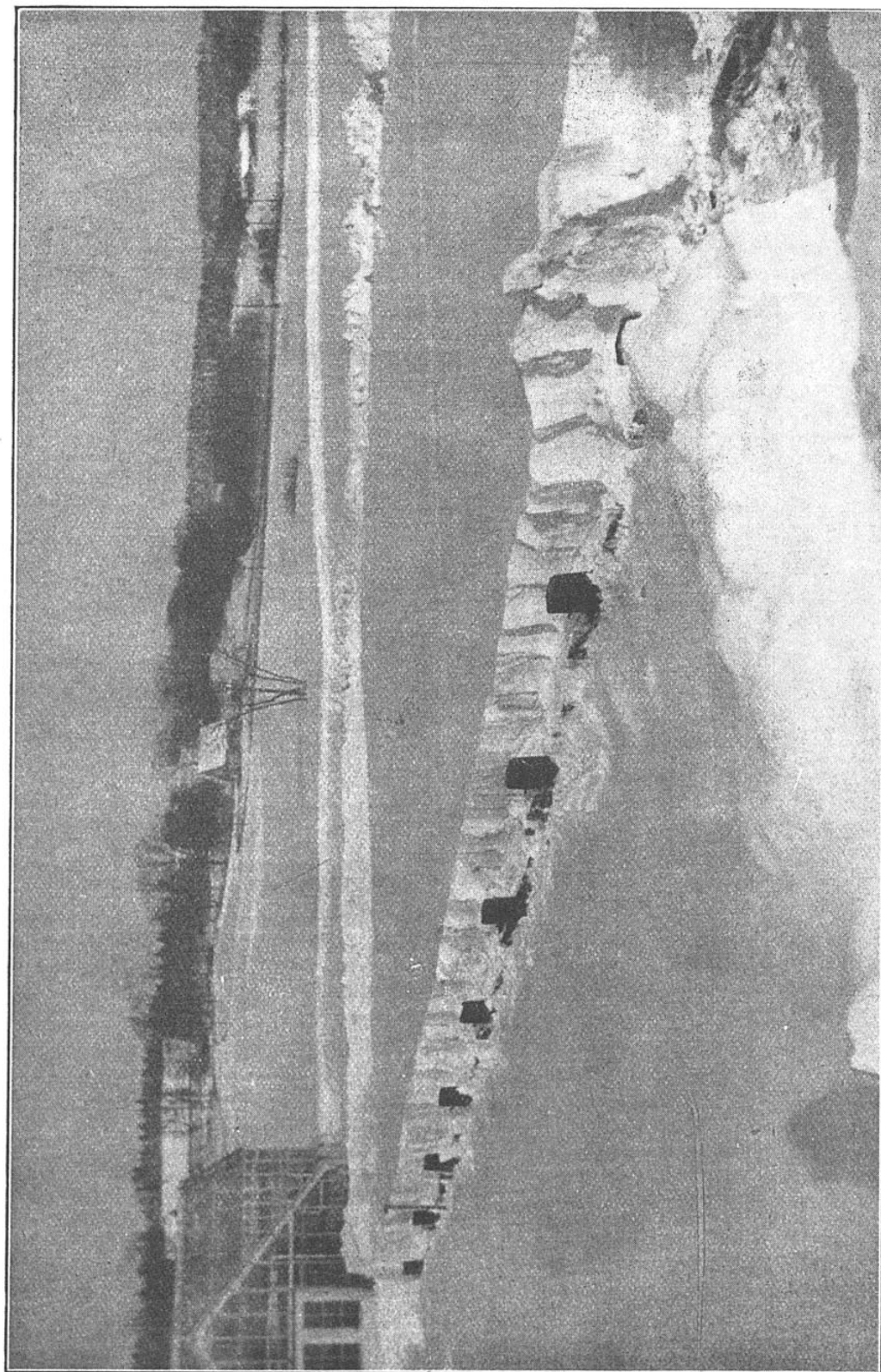


FIG. 4. — DANS CE CHAMP DE NEIGE, AUX ENVIRONS D'OSLO (NORVÈGE), ON A CREUSÉ UNE TRANCHÉE POUR MONTRER LES COMPTEURS ÉLECTRIQUES MESURANT LE COURANT ALIMENTANT DES CONDUCTEURS SOUTERRAINS POUR CHAUFFER LE SOL DE SERRES ENTERRÉES

de mesure pour contrôler l'intensité du courant, la complication du procédé est grande et le prix de revient élevé; en outre, la fixation des contacts blesse la plante et le passage du courant peut provoquer des brûlures.

Une solution inattendue

Des recherches effectuées en Russie, à l'Institut Agronomique de Leningrad, par J. Musso, viennent compléter et illustrer

on; dans certains cas, c'était aussi maintenir utilement une atmosphère humide prolongée autour de la plante. Mais des mesures comparatives précises de température et d'humidité effectuées par J. Musso ont montré que ces facteurs sont faiblement influencés et qu'en général ils ne suffisent pas pour expliquer la suractivité végétative observée.

Le fait de recouvrir ainsi le sol a une autre conséquence, une conséquence à laquelle on



FIG. 5. — L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DE L'HORTICULTURE EN NORVÈGE

Un important horticulteur d'Oslo exploite 4.000 mètres carrés de serres de surface ou souterraines. Le sol est chauffé électriquement par un courant d'une intensité de 200 ampères sous 25 volts envoyé dans des fils conducteurs de 3 à 4 centimètres de diamètre, placés à 10 ou 15 centimètres de profondeur. On peut ainsi récolter des melons trois mois seulement après les avoir semés. En Norvège, l'électricité ne coûte que 4 centimes le kilowatt-heure, ce qui permet de rendre cette exploitation économique.

admirablement les théories de M. Marinenco.

Dans les *Bioclimatische Beiblätter der Meteorologischen Zeitschrift*, cet auteur russe relate ses expériences; nous les résumerons très brièvement.

En culture maraîchère, on a fréquemment l'habitude de recouvrir le sol, de protéger la base de certaines plantes avec de la paille, des feuilles mortes, etc. Or, sans s'en douter, les agriculteurs qui procèdent ainsi font de l'électroculture !

Protéger la base des plantes par de la paille ou des feuilles mortes, c'était les protéger contre le froid, contre la gelée, pensait-

était loin de s'attendre : le champ électrique qui baigne la plante est augmenté dans de notables proportions.

Comment cet accroissement du champ électrique peut-il se produire? L'explication est simple, la raison évidente, mais personne n'y avait songé avant Musso. Nous savons que le sol émet des corpuscules électrisés, par l'intermédiaire des substances radioactives qu'il contient; ces corpuscules sont, pour une part, responsables de l'ionisation de l'air. Plus l'air est ionisé, meilleure est sa conductibilité électrique; mais une bonne conductibilité électrique diminue la valeur

du champ électrique de l'atmosphère, puisque le courant vertical qui tend à neutraliser les charges de signe contraire prend plus d'importance. Au contraire, une ionisation faible diminue la conductibilité et augmente le champ électrique. Or, l'ionisation de l'air par les substances radioactives du sol est en partie entravée si le sol est recouvert de paille ou de feuilles ; la substance de recouvrement arrête les ions, la conductibilité de l'air diminue et le champ électrique augmente. Ce résultat est précieux, puisque nous avons vu qu'un champ électrique élevé est favorable à l'ascension de la sève, donc à la nutrition de la plante.

Ces vues auraient pu paraître un peu théoriques ; mais il n'en est rien, car J. Musso a vérifié leur exactitude dans la pratique ; il a recouvert le sol de différentes substances et a mesuré le champ électrique à l'aide de l'électromètre unifilaire de Lutz (précision 1/10^e de volt), pour des hauteurs variables au-dessus de la plante. Il a trouvé, par exemple, pour du papier bitumé, que le champ, à 25 centimètres de hauteur, a une valeur de + 8,5 volts, alors que, sans recou-

Il est bien évident que, par temps de pluie ou par temps très humide, ces écarts dans la valeur du champ électrique n'auraient pu être enregistrés, car la conductibilité de l'air aurait été trop forte. Mais, pour des conditions normales de l'état hygrométrique, on

voit que le simple fait de recouvrir le sol à l'aide de certains matériaux entraîne une modification de l'ambiance électrique de la plante, modification favorable à son développement.

Le même auteur a fait une autre série d'expériences qui mettent bien en évidence l'intérêt qu'il faut attacher au traitement des plantes par l'électricité.

Les essais ont porté sur des salades ; le dispositif utilisé était analogue au dispositif de la figure 1, expérimenté par M. Marinesco. Des analyses chimiques précises ont permis de déceler l'action du courant sur les différents éléments constitutifs des plantes traitées par l'électroculture et des plantes témoins.

Le tableau B donne les valeurs en %.

L'action stimulante de l'électricité sur les plantes est donc clairement démontrée. Les résultats acquis par des auteurs qui igno-

Hauteurs au-dessus de la plante de la mesure du champ	Sol recouvert de papier bitumé	Sol non recouvert	Sol recouvert de papier blanc
(Centimètres)			
1	+ 0,4	- 0,3	+ 0,4
2	+ 0,8	- 0,2	+ 0,6
4	+ 2,3	- 0,2	+ 1,5
10	+ 4,4	+ 0,6	+ 2,3
25	+ 8,5	+ 4,1	+ 5,7

TABLEAU A DONNANT LES VALEURS DU CHAMP ÉLECTRIQUE TROUVÉES PAR J. MUSSO, A LÉNINGRAD

Signe du champ.....	1 ^{er} essai		2 ^e essai		3 ^e essai		4 ^e essai		Contrôles	
	+	-	+	-	+	-	+	-	1	2
Albumines.....	184	154	160	137	187	145	186	178	100	38
Graisses.....	200	213	256	170	320	332	275	300	100	120
Hydrates de carbone.	36	33	36	36	34	33	36	36	100	34
K ₂ O + N ₂ O.....	164	152	144	120	167	148	178	132	100	34
Récolte.....	272	230	160	155	207	234	272	274	100	»

TABLEAU B MONTRANT COMPARATIVEMENT L'ACTION DU COURANT ÉLECTRIQUE SUR LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES PLANTES TRAITÉES ET DES PLANTES TÉMOINS

vrement du sol, le champ est de + 4,1 volts seulement. Cette différence de plus de 4 volts est importante, si l'on se rappelle que, d'après les expériences de M. Marinesco, l'ascension de la sève est accélérée dans d'importantes proportions par des champs électriques relativement faibles.

Le tableau A résume les valeurs du champ trouvées par J. Musso, le 16 août 1933, à 14 heures.

raient leurs travaux respectifs se complètent d'une manière très heureuse. L'électroculture est sortie de la voie empirique ; non seulement nous avons des connaissances précises sur la nature des phénomènes essentiels de l'électroculture, mais encore nous sommes renseignés sur l'orientation qu'il faut donner aux méthodes les plus susceptibles d'entrer dans la pratique agricole.

ROGER FAILLETAZ.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

Gaz, eau, électricité (Décrets-lois de juillet-août 1935)

EN ce qui concerne l'application des décrets-lois (juillet et août 1935) à la distribution du gaz, voici la réponse d'après le *Journal officiel* : « Les économies réalisées par les concessionnaires, relatives à la rémunération du personnel et aux charges des emprunts, devront bénéficier, dans la proportion d'au moins 80 %, aux usagers par voie d'abaissement de tarifs. Indépendamment des réductions du prix du gaz, des tarifs dégressifs accorderont des bonifications supplémentaires aux abonnés, en raison de l'importance de la consommation. » (1).

D'autre part, en ce qui concerne la *Compagnie Générale des eaux* — qui intéresse plus spécialement la région parisienne, — voici où en était l'application des décrets-lois au moment où nous répondons à la question posée par de nombreux lecteurs : aucune mesure n'avait encore été prise dans ce domaine (au début de novembre), et les barèmes anciens demeuraient en vigueur. Par contre, la Société n'avait pas manqué d'appliquer immédiatement la réduction de 10 % prévue par les décrets-lois de juillet sur les salaires de son personnel (services publics) et sur les coupons de ses obligataires.

Quant à la vente de l'électricité, nous avons déjà exposé tout au long notre manière de voir, dans notre article paru dans le numéro de décembre 1934, avant qu'il fût question de décrets-lois réglementant la vente de l'électricité. Nous aurons cependant à y revenir prochainement, car, dans de nombreuses régions, le prix de vente de l'électricité est encore trop élevé, grevant ainsi lourdement les exploitations industrielles et rurales. Ajoutons qu'au point de vue du petit consommateur français, son budget pour l'éclairage (nous laissons de côté les applications ménagères) est plus chargé en France que dans certains pays étrangers.

(1) Le Conseil municipal de Paris doit statuer sur le nouveau régime auquel seraient soumises la production et la distribution du gaz (régie intéressée). D'après la future convention, le mètre cube de gaz coûterait désormais, à Paris, 0 fr 796 (compte tenu des décrets-lois de juillet 1935). C'est une diminution de 0 fr 16 par rapport au prix actuel (novembre 1935).

Le record de vitesse *des avions terrestres*

IL est exact que la France a perdu, cette année, le record de vitesse des avions terrestres, que détenait le pilote français Delmotte (505 km 848 à l'heure, le 25 décembre 1934). Actuellement, c'est l'Américain Howard Hugues qui a réalisé la vitesse record de 566 km 490 à l'heure, sur monoplan à ailes basses. L'ingénieur Palmer, qui l'a conçu, a adopté le fuselage métallique (monocoque) avec ailes en bois et métal. Le train d'atterrissage est à éclipse et à freins oléo-pneumatiques. Le moteur unique, à 14 cylindres en étoile, atteint la puissance de 1.000 ch, et son hélice est à pas variable et constant, de façon à réaliser le meilleur rendement quel que soit le régime du moteur. Construit par Pratt et Whitney, c'est certainement le meilleur moteur en étoile (à deux rangs de cylindres) qui existe actuellement.

Le moteur à air liquide *est-il réalisable ?*

LES Japonais auraient, paraît-il, imaginé un moteur à air liquide (fonctionnant à une température de 200 degrés au-dessous de zéro) destiné à être essayé sur un avion.

La réalisation d'un tel moteur n'a, théoriquement, rien d'impossible. On a pu assister, il y a plus de trente ans, en France et en Angleterre, à la démonstration de véhicules propulsés par des moteurs à air liquide. On sait, en effet, que l'air liquide placé en vase clos peut, sous l'action de la chaleur ambiante, développer des pressions considérables (1), utilisables dans les moteurs. Mais, ainsi que l'a fait remarquer M. Georges Claude, il est inexact de considérer l'air liquide comme un accumulateur d'énergie : c'est, en somme, de l'air *refroidi* c'est-à-dire auquel on a soustrait une certaine quantité de chaleur — donc d'énergie — pour l'amener à l'état liquide. Le travail

(1) Au début de la guerre de 1914, on essaya même d'employer les bombes à air liquide. Les essais n'eurent pas de suite à cause du danger de manipulation.

que fournissent les moteurs qu'il actionne ne provient donc, en fin de compte, que du milieu ambiant, air ou eau, suivant les cas. Ce travail est d'ailleurs assez faible, puisque la détente totale, à la température ordinaire, de 1 kilogramme d'air liquide donne au plus $1/5^e$ de ch-heure. L'air liquide apparaît donc comme un agent moteur fort peu avantageux, beaucoup moins, par exemple, que l'essence et les huiles lourdes. Il est, par suite, peu probable que ses applications à la production de force motrice s'étendent beaucoup, en dehors de quelques cas spéciaux tels que locomotives de mines, moteurs de sous-marins, etc., où la suppression des gaz brûlés d'échappement et leur remplacement par de l'air respirable constitue un avantage incontestable.

A propos de la télédiffusion ou radiodistribution

VOICI, à la suite de l'étude publiée dans le dernier numéro (1), quelques précisions sur l'état actuel de ce mode original de radiodiffusion dans quelques pays européens. On sait que la radiodistribution consiste dans la diffusion des programmes radiophoniques par lignes métalliques.

En Allemagne. — La radiodistribution fut introduite en Allemagne le 1^{er} octobre 1924, tout d'abord à Munich, après des recherches qui remontent à 1911. Des lignes aboutissent à des centres de distribution des centraux téléphoniques. Les lignes d'abonnés ordinaires transmettent enfin les programmes. Les non abonnés au téléphone sont reliés par un circuit d'écoute spécial. La puissance transmise correspond à l'écoute au casque, pour ne pas gêner l'exploitation téléphonique. Si l'abonné veut écouter en haut-parleur, il doit utiliser un amplificateur spécial chez lui.

Cette précaution évite, d'une part, la transmission des programmes sur les lignes téléphoniques voisines (diaphonie) et, d'autre part, la possibilité pour un abonné d'écouter les conversations téléphoniques échangées sur les lignes voisines (diaphonie amplifiée).

Actuellement, 230 réseaux téléphoniques urbains sont équipés, en Allemagne, pour la radiodistribution.

En Suisse. — La densité des voies ferrées électrifiées et des lignes à haute tension causant une gêne importante pour les auditions radiophoniques, et les vallées encaissées étant des lieux de mauvaise réception, la Suisse a adopté, depuis 1931, la radiodistribution par fils. Deux systèmes sont utilisés dans ce but. Le premier repose sur l'installation d'un réseau privé (nous l'avons appelé « rediffusion »). Les émissions sont transmises par fil, depuis les studios, à une centrale possédant les amplificateurs néces-

saires pour la retransmission aux différents quartiers où des amplificateurs secondaires alimentent chacun un groupe d'abonnés munis de haut-parleurs. Le deuxième système (« téléprogramme ») utilise le réseau téléphonique existant. Trois genres d'abonnements sont prévus : raccordements individuels (pour les abonnés au téléphone), raccordements collectifs (plusieurs récepteurs sur une ligne d'abonné au téléphone), raccordements de groupes. Au début de cette année, on comptait 38.690 abonnés à la radiodistribution.

Aux Pays-Bas. — Les premières installations, par des sociétés privées et par le service téléphonique municipal, furent effectuées à La Haye en 1924. Trois systèmes se sont surtout développés aux Pays-Bas.

Dans un premier système, on transmet sur un réseau distinct du réseau téléphonique une énergie élevée pour l'alimentation directe des haut-parleurs. Au centre de distribution se trouvent des amplificateurs de branchement, alimentés par des récepteurs radiophoniques. L'abonné choisit son programme au moyen d'un commutateur. Plus de 700 centres de distribution sont en fonctionnement.

Dans un deuxième système, la transmission des programmes aux abonnés disposant d'un appareil téléphonique automatique se fait par le réseau téléphonique. L'abonné doit disposer d'un amplificateur pour l'audition en haut-parleur.

Enfin, dans un troisième système analogue au précédent, on a réservé, pour les quatre programmes retransmis, quatre paires de conducteurs dans les câbles, pour former quatre réseaux séparés.

Actuellement, 822 centrales de radiodistribution sont en exploitation aux Pays-Bas. Le nombre d'abonnés atteint 350.000, dont plus de 70.000 à Amsterdam, 15.000 dans la commune de Rotterdam et plus de 6.000 dans le réseau téléphonique municipal de La Haye.

L'ozone sèche couleurs et vernis

ON attache aujourd'hui une attention particulière à l'emploi de l'ozone pour activer le séchage des couleurs et vernis. Ce résultat est dû, en effet, à l'absorption par l'huile de ces produits d'une grande quantité d'oxygène apportée par l'ozone, qui a pour effet de solidifier les composants gras. L'action de l'ozone se fait sentir dès la température de 20° C. et, à 60° C, la durée du séchage a pu être ramenée au tiers de la durée normale.

D'importantes machines ont été mises au point pour cette opération. Elles comportent, en principe, un ventilateur qui envoie l'air sur le générateur d'ozone (action de l'effluve électrique sur l'air). L'ozone formé vient frapper les pièces disposées pour le séchage.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 417.

LE CHROMAGE ELECTROLYTIQUE A MAINTENANT DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Par Jules MARTIN

Le chromage a été surtout utilisé, jusqu'à aujourd'hui, pour la décoration. Cependant, les propriétés physiques et chimiques du chrome (dureté, résistance aux agents chimiques) permettent de l'utiliser en mécanique, soit pour améliorer le frottement, soit pour recharger des pièces usées, soit pour revêtir l'intérieur de moules, etc. On verra ici les principaux résultats obtenus par le chromage électrolytique dans ce nouveau champ de ses applications.

PAR son bel aspect d'un blanc légèrement bleuté, par le poli qu'il est susceptible de recevoir, par son inoxydabilité, le chrome a, depuis quelques années, remplacé le nickel dans de nombreuses applications : automobile, robinetterie, etc. Le dépôt de chrome par électrolyse, c'est-à-dire par décomposition d'une solution d'un sel de chrome par un courant électrique, a été surtout mis en pratique pour la décoration et la réalisation de revêtements protecteurs, mais là ne se limitent pas ses applications.

On sait que si l'on place dans un bain de sel de chrome deux conducteurs reliés à une source de courant continu, le chrome pur se dépose sur la cathode (reliée au pôle négatif). Il suffit donc de constituer cette cathode par l'objet à recouvrir lui-même pour obtenir le dépôt du métal protecteur.

Ceci est parfait en principe. Cependant, pour que le dépôt de chrome adhère parfai-

tement à la pièce, certaines conditions indispensables sont à observer.

Tout d'abord, il est indispensable de dégraisser les pièces à chromer, la moindre impureté grasse provoquant un défaut d'adhérence dans le dépôt métallique. Les pièces sont ensuite lavées avant d'être trempées dans le bain de chromage. De plus, pour que ces opérations soient réellement efficaces, il faut éviter tout contact manuel avec les pièces, les doigts étant toujours recouverts d'une faible couche grasseuse. Aussi procède-t-on, dans un atelier vraiment moderne, de la façon suivante :

Les pièces ne sont manipulées qu'au moment d'être

attachées sur leur support servant d'arrivée du courant. Elles sont ensuite trempées mécaniquement (au moyen d'un palan, par exemple) dans le bain spécial de dégraissage sous courant, puis lavées, et enfin trempées dans le bain de chromage dont

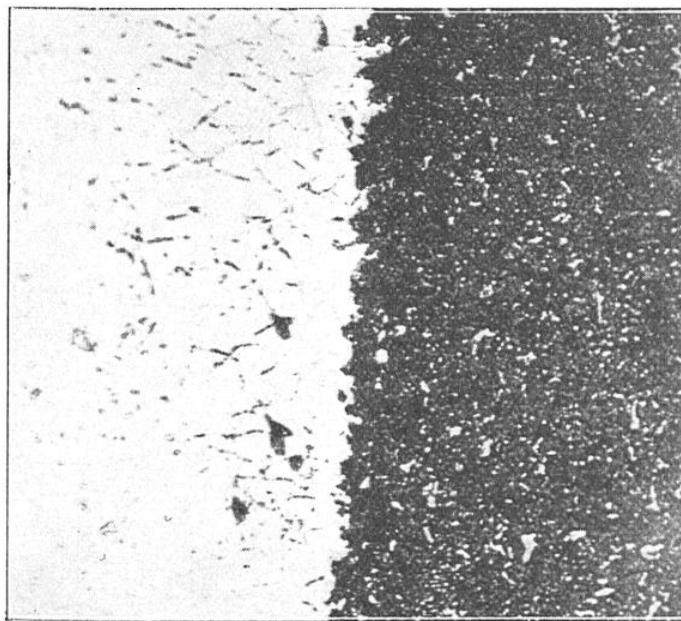


FIG. 1. — CETTE MICROPHOTOGRAPHIE DE LA SECTION D'UNE PIÈCE D'ACIER RECOUVERTE DE CHROME PAR ÉLECTROLYSE MONTRE PARFAITEMENT L'INTERPÉNÉTRATION DU CHROME (A GAUCHE) ET DE L'ACIER (A DROITE)

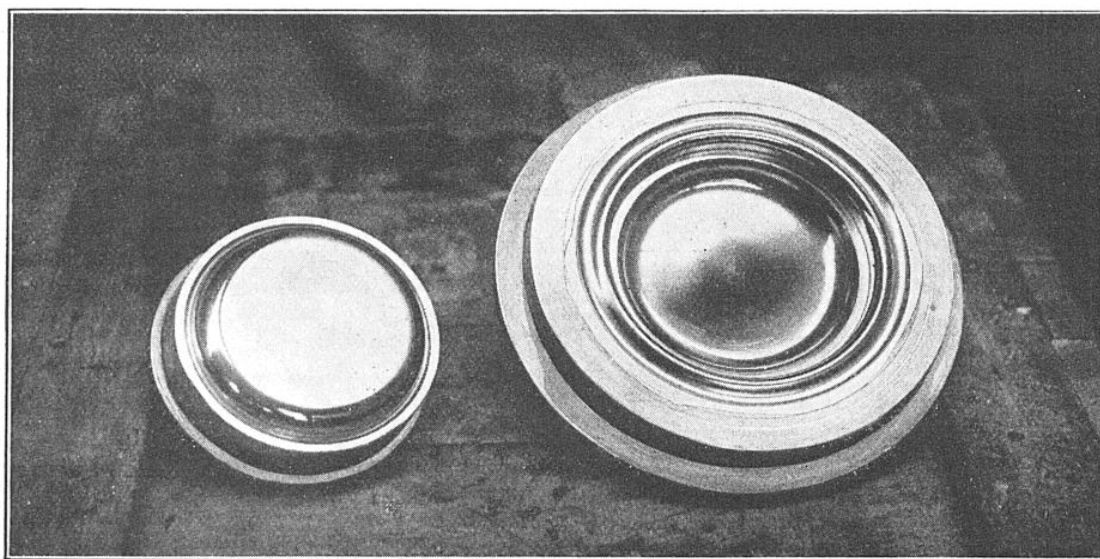


FIG. 2. — UN MOULE RECOUVERT DE CHROME PRÉSENTE UN BEL ASPECT DE POLI

la température est maintenue constante. La densité de courant électrique (intensité par unité de surface) doit être étudiée pour que le dépôt de chrome soit parfaitement régulier et adhérent.

Il était, par conséquent, tout naturel que, partant du fait que les dépôts électrolytiques se faisaient par apport, on cherchât à employer ces dépôts comme couche de protection d'une pièce mécanique.

Le chromage en mécanique

Les propriétés remarquables du chrome, tant au point de vue de sa dureté qu'à celui de sa résistance aux agents chimiques, devaient étendre le champ d'application du chromage dans le domaine de la mécanique, application peu connue encore.

C'est surtout vers l'amélioration des frottements que les meilleurs résultats ont été obtenus.

Cette amélioration des qualités de frottement de deux

pièces travaillant au contact l'une de l'autre peut se résumer dans les trois conditions suivantes :

1^o Avoir, pour l'une des deux pièces au moins, un métal le plus dur possible ;

2^o Avoir, pour les pièces en contact, le poli le plus parfait possible ;

3^o Mettre en contact des métaux dont le coefficient de frottement, l'un par rapport à l'autre, soit le meilleur possible.

Enfin, pouvoir améliorer le frottement, quel que soit l'état de la pièce, c'est-à-dire pouvoir donner à une pièce usée toutes les

qualités d'une pièce neuve, quel que soit son degré d'usure.

Le chrome est un métal très dur, 68 en échelle Rockwell C. Dureté, 7 de l'échelle de Mohr.

Le poli que prend le chrome est parfait ; c'est peut-être là sa qualité la plus connue. Son brillant est utilisé en carrosserie pour enjoliver les voitures, pour les meubles, pour la décoration. Ce poli

ACIER CHROMÉ				Après :	ACIER NITRURÉ			
Pertes de poids		Diminution d'épaisseur			Pertes de poids		Diminution d'épaisseur	
A chaque 1.000 tours	Moy. par 1.000 tours	A chaque 1.000 tours	Moy. par 1.000 tours		A chaque 1.000 tours	Moy. par 1.000 tours	A chaque 1.000 tours	Moy. par 1.000 tours
					tours			
1,8	1,8			1.000	7,4	7,4		
2,4	2,1	— 2,6	— 1,3	2.000	3,7	5,55	— 0,5	— 0,25
0,6	1,6			3.000	3,9	5		
0,8	1,4	— 0,2	— 0,7	4.000	4,2	4,8	+ 0,3	— 0,05
1	1,3			5.000	6,2	5,1		
2,9	1,6	— 0,5	— 0,55	6.000	8,2	5,6	— 0,1	— 0,05
0,3	1,4			7.000	1	4,95		
0,5	1,3	+ 1,1	— 0,27	8.000	3,8	4,8	+ 0,4	+ 0,01
0,7	1,2			9.000	2,6	4,55		
1,6	1,25	+ 4	0,2	10.000	4,8	4,6	+ 0,05	+ 0,015

L'acier nitruré a été choisi comme terme de comparaison parce qu'il est très dur. Mais ses applications sont différentes.

L'acier nitruré a été choisi comme terme de comparaison parce qu'il est très dur. Mais ses applications sont différentes.

RÉSULTATS D'ESSAIS A L'USURE D'UN ÉCHANTILLON D'ACIER RECOUVERT DE CHROME ET D'UN ÉCHANTILLON D'ACIER NITRURÉ (DURCI SUPERFICIELLEMENT PAR ACTION DE L'AZOTE)

peut être obtenu très facilement quelle que soit l'épaisseur de la couche de chrome déposée, en rectifiant d'abord, en polissant ensuite très facilement avec un tampon.

Ce poli améliore considérablement le coefficient de frottement.

Pour mettre en valeur cette résistance à l'usure, la *Société Allion*, spécialiste dans les dépôts de chrome à forte épaisseur, a fait l'expérience suivante :

Rapport d'essai n° S. 4581

ME 53 du Laboratoire du Bureau Véritas

« Caractéristiques des échantillons : deux parallélépipèdes de $60 \times 40 \times 10$ millimètres.

1° Acier nitruré ;

« 2° Acier R. U. S. chromé par les soins du client.

« Les deux éprouvettes ont été soumises à l'essai d'usure sur une machine du type Dorry.

« Elles posent à plat, par une surface de 60×40 mm, sur une meule de fonte lisse à axe vertical, en deux points diamétralement opposés ; la meule tourne à raison de 2.000 tours à l'heure ; 1.000 tours correspondent pour chaque centre d'éprouvette à un chemin parcouru de l'ordre de 1.620 mètres.

« L'essai a été poursuivi pendant 10.000 tours. Tous les 1.000 tours, les deux éprouvettes étaient inversées après avoir été pesées ; tous les 2.000 tours, les deux éprouvettes étaient mesurées à l'optimètre horizontal Zeiss.

« Les résultats de ces observations sont indiqués dans le tableau de la page ci-contre où sont inscrites les observations successives relatives aux pertes de poids exprimées en milligrammes et aux diminutions d'épaisseur exprimées en microns (les diminutions d'épaisseur négatives correspondent à des augmentations d'épaisseur).

On remarque sur le tableau, ou sur les graphiques que l'on peut tracer d'après les chiffres, que la perte de poids, aussi bien pour l'acier nitruré que pour l'acier chromé, présente des variations périodiques dues probablement aux variations de température dues à l'interruption de l'expérience pendant la nuit. De même, il est curieux de constater qu'à certains moments, les réductions d'épaisseur ont été négatives, par suite, sans doute, de dilatations dues à l'échauffement.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ces essais que le revêtement de chrome donne aux pièces traitées une remarquable résistance.

Au point de vue de son inaltérabilité, le chrome présente également de remarquables propriétés qui l'ont fait choisir, comme nous le disions plus haut, pour le revêtement décoratif. En effet, à froid, l'oxydation du chrome n'est pas appréciable ; il résiste jusqu'à 800° (il fond à 1.500°) ; mais, en outre, le chrome offre une excel-

lente résistance aux matières plastiques, à l'urée, au phénol, aux composés du soufre, aux acides des fruits, aux gaz nitrés, et même à l'action corrosive de la déflagration des poudres.

Ainsi, après huit mois de séjour à la mer, des boulons nickelés et chromés placés sur un sous-marin, c'est-à-dire alternativement exposés à l'action de l'air et de l'eau, n'ont présenté aucune trace de corrosion : le dépôt de chrome n'a pas été attaqué.

Cette inaltération du chrome a d'ailleurs une grande importance dans les problèmes d'usure, qui sont complexes parce que, presque toujours, des corrosions chimiques se superposent à l'action du frottement. En effet, le frottement produit toujours de l'électricité statique qui facilite la corrosion.

La position du chrome dans la chaîne

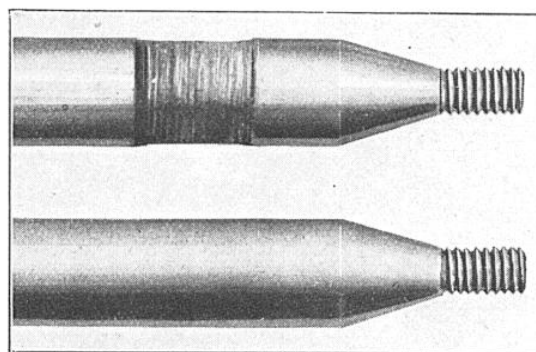


FIG. 3. — UNE PIÈCE USÉE EST REMISE A NEUF PAR UN DÉPÔT DE CHROME

électrique des métaux fait qu'il est très difficile de déposer, même par électrolyse, du métal sur du chrome.

Il semble que le chrome repousse tout ce qui est mis sur lui : polopaste, bakélite, peinture, calamine. C'est cette propriété, jointe à son poli et à sa résistance aux agents chimiques, qui fait que les pièces moulées, par exemple, se démoulent si facilement, améliorant, de ce fait, la production par le pourcentage élevé de pièces bonnes, la facilité du polissage de la pièce dé-moulée — cette pièce sortant polie — et la grande résistance du moule.

D'ailleurs, des phénomènes électriques, bien difficiles à étudier, semblent jouer également dans tous les frottements.

C'est ainsi que, dans une matrice d'éti-rage étirant du cuivre, il n'y a jamais d'encuvrage.

Les filières à filer le plomb ne périssent jamais, de même, par adhérence du métal à filer. Il y a, comme dans le moule, une répulsion des deux métaux. C'est ce qui explique aussi la grande résistance que représente une portée chromée tournant dans un palier, chacun des deux métaux en

contact ayant tendance à s'éloigner de l'autre, évitant ainsi le grippage.

Le chrome se révèle donc comme un protecteur puissant, aussi bien contre le frottement que contre toute altération.

La pratique du chromage

Mais il est bien entendu que ces propriétés du chromage exigent que le dépôt de chrome soit effectué dans les meilleures conditions techniques, qui ont été particulièrement étudiées par M. du Chatenet.

Voici quelques remarques à ce sujet :

1^o Tout d'abord le dépôt de chrome s'effectue à froid, du moins au point de vue métallurgique, c'est-à-dire que la température est toujours bien inférieure à 100°. Dans ces conditions, les pièces ne subissent aucune des déformations que l'on constate à la suite des traitements thermiques. Les pièces mécaniques destinées au chromage étant livrées usinées aux cotes exactes d'utilisation, on doit donc diminuer légèrement leurs dimensions, d'une part, en fonction du travail qu'elles devront effectuer, d'autre part en fonction de l'épaisseur de chrome déposé. Il suffira de les rectifier à la meule après chromage, puisque le centrage des pièces n'aura pas été modifié par le traitement à froid. Le prix de revient se trouvera donc ainsi diminué ;

2^o Une couche trop mince de chrome risquerait de s'user trop vite, et la disparition de certaines parties chromées entraînerait la formation de sillons profonds. Il

faut donc que la couche de chrome soit assez épaisse. D'autre part, la couche de chrome, malgré sa dureté, subit un certain écrouissage pendant le travail. Cet écrouissage, qui augmente la dureté, rend le métal plus homogène, mais nécessite une couche de chrome assez épaisse.

La surépaisseur obtenue pouvant dépasser le millimètre, on voit qu'il est possible également de recharger les pièces usées et de les réajuster aux cotes primitives, cette opération pouvant même leur donner une durée supérieure à celle qu'elles auraient eue à l'état neuf ;

3^o L'adhérence du dépôt doit être parfaite, car le moindre écaillage constituerait un véritable abrasif qui détruirait les pièces en traitement. Répétons que la Société Allion est arrivée, dans ce domaine, à d'excellents résultats ;

4^o Enfin, il faut que l'épaisseur de la couche déposée soit uniforme. On peut contrôler facilement cette épaisseur.

Toutes ces conditions étant remplies, — et la technique moderne le permet — les pièces chromées, destinées à des usages mécaniques, sont susceptibles de donner ainsi un travail auquel une pièce non chromée ne peut prétendre. Mais il est bon d'insister ici sur le fait que cette technique spéciale doit donner lieu, pour obtenir le résultat qu'on peut en attendre, à une collaboration étroite entre les industriels utilisateurs et la maison spécialisée dans ces dépôts.

J. MARTIN.

Le Conseil supérieur de l'Electricité, récemment constitué, a pour but de coordonner les projets relatifs à l'électrification du territoire. Quelle sera l'orientation de cette politique économique instaurée par l'Etat et mise en application par un organisme où, pour la première fois, il est réservé une large place aux représentants des usagers ? Nous ne croyons pas beaucoup à l'efficacité de ces assemblées délibérantes, où le nombre des « conseillers » est vraiment impressionnant. Immédiatement, un sous-comité vient d'être créé, avec mission de légiférer. Il rappelle trop les anciennes commissions condamnées comme stériles par les décrets-lois du 16 juillet 1935. L'exposé des motifs n'était pas tendre pour les commissaires. Nous redoutons que la jeune assemblée perpétue les errements des anciennes, souvent condamnées ici comme néfastes à l'intérêt national. En effet, le combustible étranger nécessaire à nos Diesels se répand de plus en plus en France, parce que l'énergie électrique y est encore vendue trop cher. Alors beaucoup d'industriels en sont réduits à produire eux-mêmes leur électricité au moyen du moteur à combustion interne. Pendant ce temps, notre production hydroélectrique ne trouve pas à s'utiliser. Ainsi le vaste et grandiose programme des fameux barrages de Kembs (1) s'arrête à sa première étape ! Les décrets-lois du 31 octobre dernier sont venus préciser les dispositions prises au mois de juillet en ce qui concerne la production, le transport et la distribution de l'électricité ; mais, de toute cette réglementation, rien ne découle de particulièrement avantageux pour le consommateur. Nous aurons l'occasion d'expliquer pourquoi lorsque les décrets auront reçu un commencement d'exécution.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 67.

POUR L'HYGIÈNE ET LA PRÉSENTATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES, VOICI LE PAPIER D'ALUMINIUM

LA recherche d'une plus grande hygiène et d'une présentation attrayante pour les produits alimentaires constitue, avec juste raison, une des principales préoccupations des commerçants.

La généralisation des vitrines pour l'étalage a constitué un important progrès. Toutefois, à chaque ouverture de la vitrine correspond une rentrée de poussières, et de plus chaque objet n'est pas individuellement protégé.

Comment doit être réalisée cette protection individuelle ? Evidemment, toutes les denrées ne sont pas périssables de la même façon. Certaines, comme les fruits, ne doivent pas être privées d'air. D'autres, au contraire, s'altèrent à l'air. Leur enveloppement doit donc être tel qu'il s'adapte non seulement à la forme générale de l'objet, mais encore qu'il épouse parfaitement ses formes en se moulant en quelque sorte sur lui.

La matière d'enveloppement doit donc être à la fois souple et résistante, tant au point de vue mécanique que chimique. De plus, elle doit présenter une innocuité absolue. C'est le papier, sous forme de feuilles sèches et minces, qui s'est donc imposé.

Les principaux types d'emballages

On peut diviser en quatre types les papiers utilisés actuellement pour l'enve-

loppement des diverses denrées alimentaires :

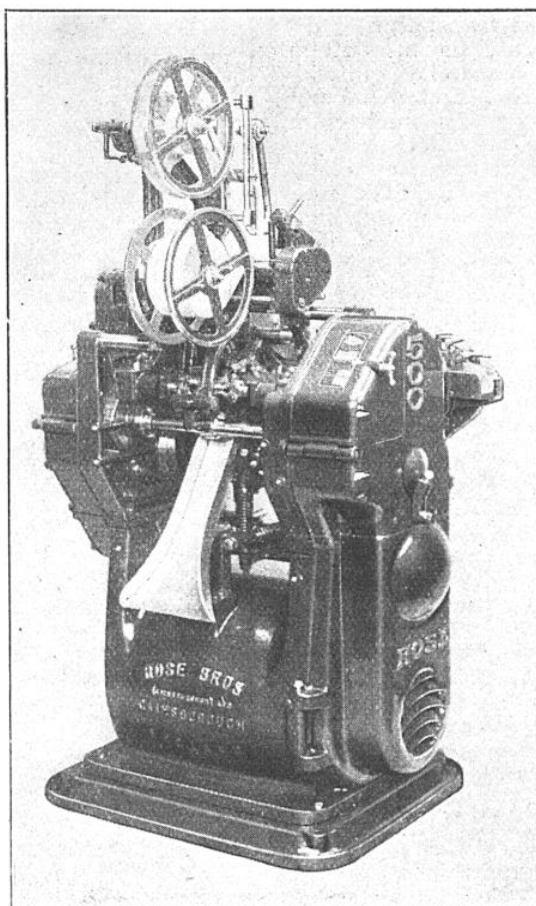
- Les papiers non imperméables ;
- Les papiers imperméabilisés ;
- Les papiers transparents ;
- Les papiers métalliques.

Il est évident que les *papiers non imperméables* ne peuvent assurer qu'une protection de courte durée. Ils doivent être considérés

comme un emballage de manipulation et de transport (sacs, boîtes de carton).

Comme leur nom l'indique, les *papiers imperméabilisés* mettent les denrées à l'abri de l'humidité et de l'air et constituent donc un véritable enveloppement. On sait que l'on emploie surtout, dans ce but, le papier paraffiné, excellent en principe, car la paraffine est une matière incolore, inodore si elle est pure, insoluble dans la plupart des liquides de l'alimentation, non toxique et économique. Il faut cependant signaler la sensation grasse de son toucher, sa sensibilité aux températures extrêmes (elle fond de 50 à 65° C, se craquelle sous l'action du froid) et qu'elle brûle facilement.

Quant aux *papiers transparents*, on sait qu'ils sont constitués par des feuilles de cellulose, de viscose ou autre matière analogue. Ils peuvent être incolores ou recevoir les teintes les plus diverses. Ces papiers conviennent parfaitement pour la constitution de sacs transparents, de couvercles



(Communiqué par les E^{ts} Beaupain.)

FIG. 1. — PLIEUSE « ROSE BROS » PERMETTANT L'ENVELOPPEMENT PLASTIQUE EN PAILLOTTES DE 500 BONBONS PAR MINUTE, AU MOYEN DE PAPIER D'ALUMINIUM DOUBLÉ DE PAPIER PARAFFINÉ

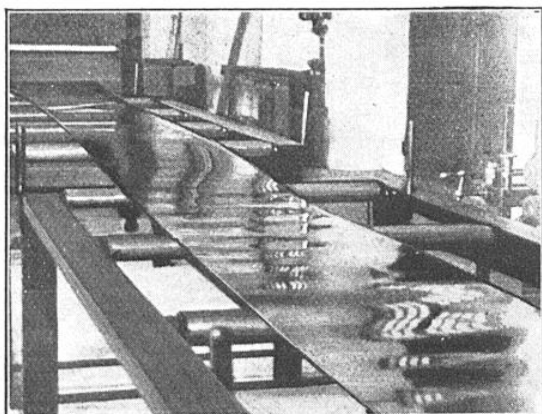


FIG. 2. — LAMINAGE D'UNE BANDE D'ALUMINIUM DE 400 MILLIMÈTRES DE LARGE

transparentes, d'enveloppes transparentes de bouteilles, etc. Cependant, ils présentent une certaine élasticité naturelle qui les empêche de se mouler très exactement sur des formes étroites et de s'y maintenir. De plus, leur étanchéité, complète à l'air, n'est pas totale à l'eau. Il suffit, en effet, de mouiller une face du papier avec une goutte d'eau pour sentir, en glissant un doigt sur l'autre face, une adhérence due à une humidité suffisante pour la faire coller sur une surface gommée. Enfin, ces papiers sont généralement combustibles et propagent la flamme.

Leur champ d'application n'en demeure pas moins très vaste, notamment dans l'alimentation et la pharmacie.

Pour les *papers métalliques* (ainsi dénommés à cause de leur faible épaisseur, analogue à celle d'une feuille de papier), ils ne sont pratiquement obtenus qu'à partir de deux métaux : l'étain et l'aluminium. Celui-ci tend d'ailleurs à se substituer à celui-là, parce que plus économique et plus léger. En effet, d'une part, le kilogramme d'étain coûte environ deux fois plus cher que le kilogramme d'aluminium. D'autre part, pour une épaisseur de feuille de $1/100^{\text{e}}$ de millimètre, le kilogramme d'aluminium permet d'obtenir une surface d'enveloppement de 37 mètres carrés, alors qu'elle n'est que de 14 mètres carrés pour le kilogramme d'étain.

Le papier d'aluminium

Examinons donc, en toute objectivité, les qualités du papier d'aluminium, dont la vogue est de plus en plus grande, par rapport aux conditions que nous avons exigées d'un bon enveloppement.

Tout d'abord, sans qu'il soit besoin d'aucune imprégnation, le papier d'aluminium présente une étanchéité complète. La même expérience dont nous parlions plus haut suffit pour s'en convaincre. Mouillée d'un

côté, une feuille d'aluminium ne devient pas humide de l'autre et n'adhère pas à un papier gommé.

Par ailleurs, la malléabilité de ce métal permet d'obtenir des feuilles dont l'épaisseur minimum peut atteindre $5/1.000^{\text{e}}$ de millimètre, sans parler des épaisseurs plus faibles encore obtenues avec l'aluminium battu en feuilles ; ces feuilles sont extrêmement souples, l'aluminium n'ayant qu'une très faible élasticité. La feuille obtenue se moulera donc intégralement sur la forme la plus minime et la plus complexe. Cependant, le papier d'aluminium se « tient » par lui-même et l'absence d'élasticité lui fait conserver une forme, garder un pliage sans collage, etc.

En outre, le papier d'aluminium n'est pas combustible et ses qualités ne sont modifiées ni par une exposition au soleil ou le voisinage d'une source de chaleur, ni par le froid. Il ne propage pas la flamme. Evidemment, il fond, ou, plus exactement, se racornit, s'oxyde et tombe en poussière sous l'action d'une température très élevée ; mais il ne brûle pas au sens courant de ce terme. Mieux même, on peut dire que son pouvoir réfléchissant met les objets partiellement à l'abri des radiations lumineuses et calorifiques, et que sa conductibilité fait dissiper éventuellement les calories reçues en un point.

Enfin, son éclat métallique et la vivacité des coloris variés et des impressions dont il peut constituer le support, assurent aux objets un remarquable attrait de présentation.

On a pu reprocher au papier d'aluminium son opacité, qui cache le produit enveloppé et empêche de vérifier son état. Cependant, il faut bien s'entendre : d'une part, cette objection n'a vraiment de valeur que pour des produits évoluant en maturité ou susceptibles d'être véreux, comme les fruits.

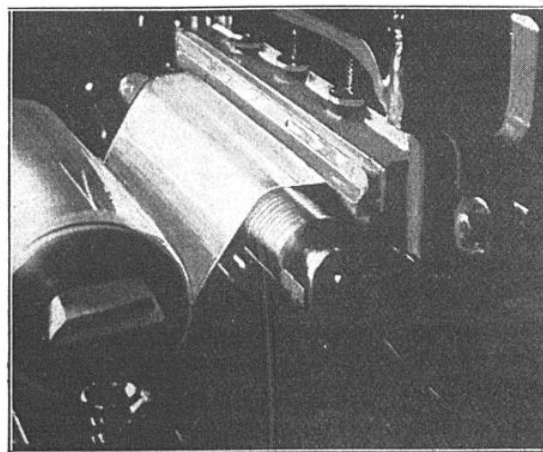


FIG. 3. — UNE PHASE PLUS AVANCÉE DE LA PRÉPARATION DU PAPIER D'ALUMINIUM. LA FEUILLE S'AMINCIT DE PLUS EN PLUS

Mais, l'enveloppement avec du papier d'aluminium ne s'applique à ces fruits que partiellement pour leur présentation, une aération leur étant nécessaire. D'autre part, l'emploi économique du papier d'aluminium sous forme de bandes exige une manipulation mécanique qui n'est pratiquement réalisée que par des maisons importantes, bien organisées. Or, celles-ci, soucieuses du bon renom de leurs marques, exercent un contrôle sévère de leurs produits, garantie plus efficace que celle résultant de la simple vue du produit.

On a reproché aussi au papier d'aluminium la facilité avec laquelle il se froisse et se déchire. Mais n'est-ce pas là plutôt une qualité, puisque cette propriété interdit toute réutilisation d'un papier.

Pour nous résumer, les avantages marquants du papier d'aluminium sont :

- sa légèreté ;
- son inaltérabilité ;
- ses qualités calorifuges ;
- son innocuité ;
- sa présentation attrayante.

Aussi l'usage du papier d'aluminium se développe-t-il constamment ; c'est par milliers de tonnes que ce papier est actuellement utilisé chaque année dans le monde.

Il ne faudrait pas croire, toutefois, que le problème du meilleur enveloppement des produits alimentaires ne possède qu'une solution. Le plus souvent, c'est à une judicieuse combinaison des papiers (ordinaires, imperméabilisés, transparents ou métalliques) que l'on s'adresse.

Quelques utilisations du papier d'aluminium

Chocolaterie. — C'est l'industrie où l'usage de ce papier s'est le plus généralisé. Le chocolat demande, en effet, une protection efficace à cause de sa vente au détail des tablettes et des nombreuses manipulations qu'elles subissent. C'est une matière délicate, aisément soluble, fusible à la simple chaleur de la main, qui doit donc être conservée à l'abri de l'air, de l'humidité, de la chaleur et même de la lumière. Aussi utilise-t-on environ 400 tonnes de ce papier en France, et environ 4.000 tonnes dans le monde.

Pâtisserie et biscuiterie. — Le papier d'aluminium est surtout réservé aux gâteaux qu'il s'agit de conserver assez longtemps à l'abri, soit d'une évaporation de l'alcool, dont ils peuvent être imprégnés soit d'une altération par l'humidité. Ainsi, le pain d'épice gagne beaucoup à être enveloppé d'un papier métallique ou métallisé.

Pour les biscuits, une grande marque a adopté la solution suivante : chaque paquet de biscuits est enveloppé de papier d'aluminium. L'aluminium qui porte l'impression est placé entre deux papiers paraffinés, dont l'extérieur laisse deviner l'éclat du métal et ne sert que pour la présentation, tandis que

l'intérieur, doublant réellement le papier métallique, forme avec lui une double garantie de protection.

Confiserie. — La confiserie emploie de plus en plus le papier d'aluminium ou, tout au moins, un papier métallisé pour leur enveloppement. Des machines spéciales débitent en grande quantité (jusqu'à 750 par minute) des bonbons enveloppés de toutes formes.

Ces machines peuvent ainsi utiliser au moins 60 mètres carrés de bande d'aluminium (soit 1 kg 600 sous 1/100^e de millimètre d'épaisseur) par heure de travail.

Charcuterie et épicerie. — Dans ce domaine également, l'emploi de papier d'aluminium tend à se généraliser.

L'emballage des saucissons et des jambons, des extraits de bouillon sec avec ce papier leur assure une excellente conservation.

Les thés, cafés et cacao, qui perdent par évaporation la majeure partie de leur arôme et de leurs qualités, forment, dès maintenant, un très important débouché de l'industrie du papier d'aluminium.

Cigarettes. — A l'étranger comme en France, on utilise sur une très grande échelle le papier d'aluminium pour la présentation des cigarettes et du tabac, et pour leur préservation contre l'humidité et la dessiccation. On réalise de la sorte, à peu de frais, une protection à la fois efficace et d'aspect agréable.

En France, les cigarettes « Balto », « Celtique », pour ne citer que les plus connues, sont livrées sous cet emballage.

Beurres, margarines et fromages. — Pour les beurres et margarines, qui sont couramment emballés avec des papiers paraffinés, la conservation du produit est mal assurée. Des essais faits récemment ont démontré que les papiers d'aluminium doublés de papier sulfurisé donnaient des résultats excellents.

Après trois ou quatre semaines, le beurre emballé dans ces conditions a la même saveur et le même aspect qu'un beurre enveloppé suivant le mode ordinaire au bout de trois jours, c'est-à-dire qu'il ne jaunit pas, ne rancit pas. Etant complètement à l'abri de la lumière et de l'humidité, les bactéries ne peuvent s'y développer, du moins pendant un temps assez long que l'on peut évaluer à quatre ou cinq fois supérieur à la durée de protection par le papier paraffiné ordinaire.

Pour certains fromages cuits, comme les crèmes de gruyère, par exemple, l'emballage avec le papier d'aluminium a prouvé l'efficacité de ce procédé pour la bonne conservation du produit.

Ainsi la pratique si recommandable de l'enveloppement des produits alimentaires a donné lieu à une véritable industrie qui, mettant en œuvre les propriétés de ce métal léger et d'une innocuité absolue — l'aluminium — fournit une solution rationnelle à tous les problèmes posés par le souci de l'hygiène et de la présentation. J. M.

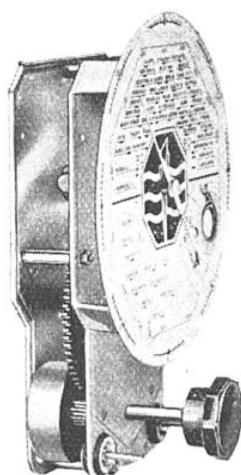
CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

La commande à compas gyroscopique

DEPUIS que les ondes courtes sont reçues sur un seul et même appareil avec les moyennes et les grandes, les constructeurs ont vivement senti la nécessité d'avoir une commande de cadran à la fois très démultipliée et très rapide.



LE CADRAN A COMMANDE GYROSCOPIQUE

Voici un dispositif qui résout parfaitement le problème.

La manœuvre de n'importe quelle commande de condensateur fait sentir immédiatement une résistance à l'avancement. Puis la rotation commence, mais ne tarde pas à dépasser le point désiré. Revenir en arrière ? C'est évident, mais le même phénomène va se reproduire. Il faut donc une commande très démultipliée et, en même temps, très rapide, si besoin est, pour parcourir tout le cadran. C'est ce que permet la commande à compas

gyroscopique d'un principe nouveau. Entre le pouce et l'index, vous avez lancé le bouton de commande, puis l'avez lâché. Le condensateur tourne seul, par sa force d'inertie, du début à la fin du cadran. Cela, c'est la variation rapide. Freinez avec un coup de pouce, et vous voilà réglé, approximativement. Maintenant, si l'on reprend la commande et si l'on tourne *mais sans lancer*, on réalise instantanément la grande démultiplication, douce, stable et précise. Cette précision est vraiment remarquable et permet de réaliser un accord extrêmement exact, même sur les ondes courtes. Un véritable petit « miracle », dû à une application scientifique, qu'il fallait signaler à nos lecteurs toujours avides de nouveautés intéressantes et pratiques.

N. D. L. R. — Nous savons que des conversations sont engagées avec d'importantes firmes étrangères pour obtenir la licence d'importation dans leur pays.

Ce qu'un radiorécepteur doit comporter

Si l'on désire monter un poste avec les dernières lampes européennes, celles-ci doivent être utilisées avec plus d'attention que les autres. La première condition de toutes consiste à ne pas laisser promener la haute fréquence là où elle n'a que faire. D'où il ressort que les condensateurs avec lesquels on « découple » sont insuffisants. Non par leur valeur, mais par leur quantité. Ainsi, ces deux lampes MF, dont les écrans respectifs sont réunis pour aller sur un diviseur de tension, sont certainement mal montées. Ce n'est pas un condensateur, mais deux qu'il faut : *un à chaque écran*. Dès lors, le découplage est réel, complet et *intégral*. On peut alors « pousser » davantage la lampe et obtenir le rendement d'un 7 lampes avec 6. C'est la bonne formule.

Mais la puissance ne suffit pas ; il ne faut pas oublier la netteté. Le montage B F idéal est le push-pull. Encore faut-il qu'il ne nécessite pas de transfo spéciaux, lourds et chers. Utilisez donc le *push-pull acoustique*, où l'équilibre est obtenu sur un haut-parleur à prise intermédiaire. Voulez-vous réellement une impression de réalité musicale ? C'est le double haut-parleur qui s'impose. Ces deux reproducteurs en série vous fournissent une prise intermédiaire toute trouvée. On peut ainsi réaliser le *relief stéréophonique* tant goûté des oreilles délicates. Ce relief ne sera obtenu que grâce à deux haut-parleurs *semblables*. Je m'explique : la dissemblance est indispensable pour obtenir le relief musical utile, tout comme un léger décalage est nécessaire aux deux vues stéréoscopiques. Ce décalage est obtenu à l'aide d'une capacité de fuite *sur l'une* des lampes BF. Et les deux HP de même résistance assurent un équilibre électrique indispensable à la véritable reproduction naturelle.

La régulation automatique s'applique ici pour « garder » l'émission lointaine, qui s'évanouit, puis revient pour repartir aussitôt. Un réglage visuel accompagne cet ensemble.

Le transfo d'alimentation doit être prévu pour toutes les tensions courantes des réseaux alternatifs : 110, 130, 220 ou 240 volts.

Ce sont là des points essentiels susceptibles de fournir au récepteur les qualités que l'on est en droit d'en exiger.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS. DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

La plus grande machine à calculer du monde

Les calculs simples que chacun de nous effectue chaque jour se réduisent à l'application des « quatre règles » que nous a enseignées l'école primaire. Pour aller plus vite — ou pour avoir moins de chances de nous tromper — nous avons à notre disposition, d'une part, la « règle à calcul », chère aux ingénieurs ; d'autre part, la « machine à calculer », qu'emploient les calculateurs et les comptables.

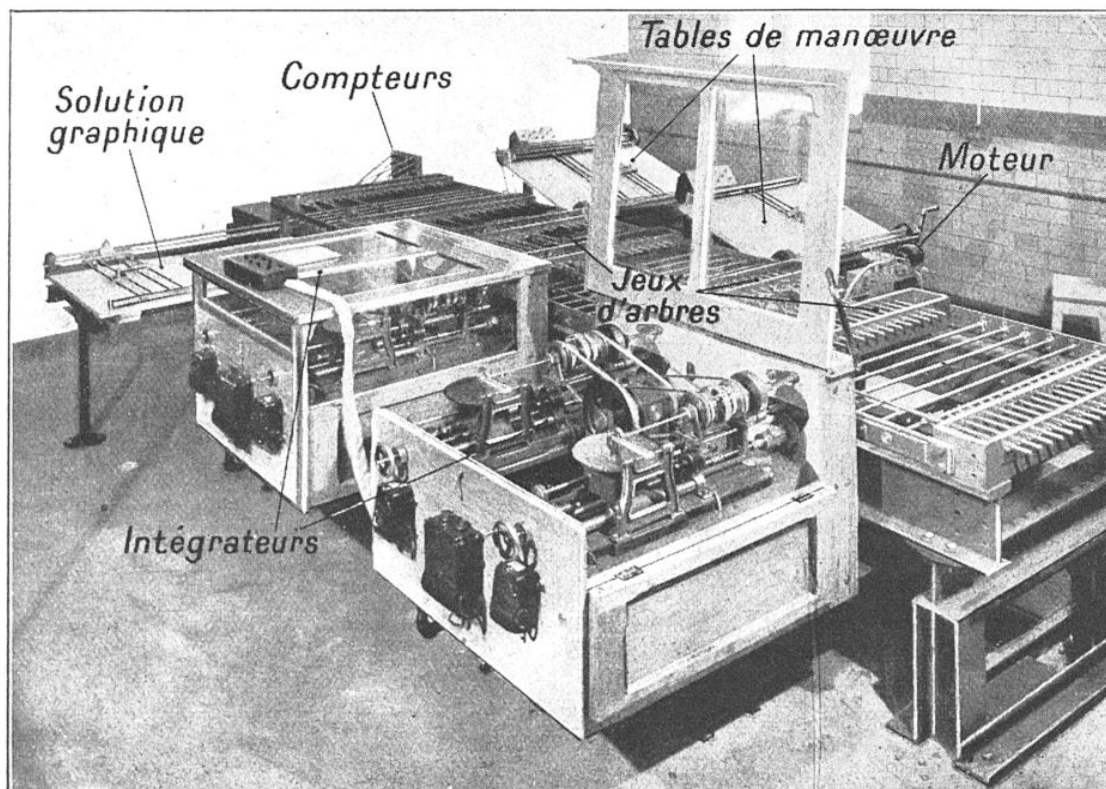
Mais il est des problèmes que l'on ne peut résoudre par de simples opérations arithmétiques. Tels sont ceux qui se posent la plupart du temps aux ingénieurs et aux physi-

ciens, problèmes qui conduisent à ce que les mathématiciens appellent des *équations différentielles*.

Ce sont des problèmes de cet ordre que rencontrent les ingénieurs quand ils veulent, par exemple, prévoir par le calcul les phénomènes transitoires dont les circuits électriques de caractéristiques diverses peuvent être le siège, ou bien étudier les vibrations de corps petits ou grands sous l'action de forces variables, ou bien encore établir des mécanismes commandés automatiquement ; ils se posent également aux physiciens qui étudient la propagation des ondes hertziennes dans la haute atmosphère (1), la théorie de l'aurore boréale (2), les radiations cos-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 129.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 383.



ENSEMBLE DE LA MACHINE A RÉSOUDRE LES « ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES » QUI VIENT D'ÊTRE CONSTRUITE POUR L'UNIVERSITÉ DE MANCHESTER (GRANDE-BRETAGNE)

miques (1), ou la structure des atomes (2), ou encore aux astronomes qui établissent les lois de l'équilibre des structures stellaires, etc.

En dehors de quelques cas simples et tout à fait exceptionnels, la solution de ces problèmes ne peut être obtenue que par des méthodes graphiques, fort imprécises, ou par des méthodes numériques, extraordinairement longues et laborieuses, et qui deviennent rapidement inextricables pour peu que l'équation se complique.

La machine qui est représentée page 514 donne dans un temps très court, de l'ordre d'un quart d'heure, la solution de ces problèmes. Il est vrai que rien que pour en « poser » les données, c'est-à-dire régler les mécanismes de la machine pour une « équation » déterminée, il faut parfois plus d'une journée.

Nous n'entreprendrons pas ici de décrire en détails le fonctionnement de cette machine. Disons seulement qu'elle comporte un certain nombre d'arbres entraînés par des moteurs électriques et reliés entre eux par des trains d'engrenages des plus divers, additifs ou « différentiels » — comme sur une automobile. Pour certains organes, les « intégrateurs », la liaison entre arbres, assurée par la « friction » de deux disques orthogonaux, peut varier d'une manière continue par simple déplacement du point de contact des disques. Pour éviter tout glissement dans l'entraînement du mécanisme, un « amplificateur de couple » multiplie par 10.000 l'effort qui s'exerce entre les disques.

La solution des équations peut être obtenue, soit sous forme graphique sur une table à dessin, soit sous forme numérique, grâce à un appareil photographique qui à intervalles réguliers photographie des compteurs.

De telles machines, extrêmement délicates à réaliser et très coûteuses, existent en très petit nombre. Deux seulement sont terminées dans le monde. La première (3) a été construite à l'Institut de Technologie du Massachusetts, à Cambridge (Etats-Unis). La deuxième, représentée page 514, vient d'être achevée à l'Université de Manchester (Grande-Bretagne). Deux autres sont en construction, l'une à l'Université de Pennsylvanie (Etats-Unis), l'autre à l'Institut d'astrophysique d'Oslo (Norvège). Quand la science française disposera-t-elle d'instruments de travail aussi précis et puissants ?

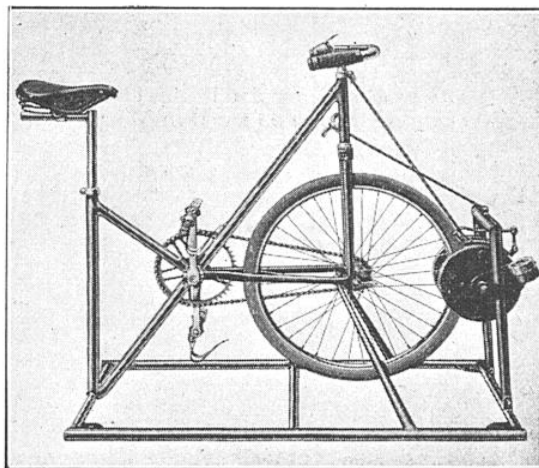
La gymnastique et la bicyclette chez soi

Si la saison des vacances est particulièrement propice au mouvement de plein air, favorable à la santé, l'hiver, au contraire, nous contraint — du moins pour la grande majorité — à une existence sédentaire, incompatible avec l'évacuation ration-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 183.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 293.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 56.

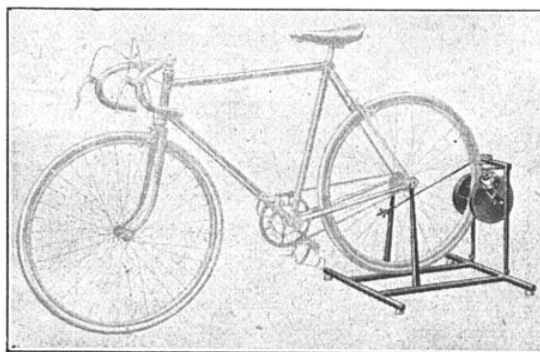


POUR FAIRE DE LA BICYCLETTE CHEZ SOI

nelle des déchets de l'organisme. Aussi tous les médecins s'accordent-ils pour préconiser l'exercice en chambre, quand le mauvais temps empêche de sortir.

C'est pour remédier à cet inconvénient grave qu'ont été imaginées des machines permettant d'effectuer dans un intérieur les mouvements répondant le mieux à une saine hygiène.

Nous signalons aujourd'hui l'appareil inventé par M. Sylvain Albert, assurant la pratique de la bicyclette chez soi dans toutes les conditions : roue libre ou pignon fixe (ce qui, grâce à l'entraînement forcé des jambes, constitue une excellente mécanothérapie); frein manœuvrable depuis le guidon, afin de varier l'effort demandé au sujet comme sur la route; une rampe, dont on pourrait régler à volonté le pourcentage (un compteur et un indicateur font connaître la distance fictivement parcourue et la vitesse). Un autre modèle muni d'un dispositif spécial permet l'entraînement des bras. Dans ces conditions, tous les muscles du tronc sont appelés à travailler, notamment les muscles abdominaux et dorsaux. Or, on



LA BICYCLETTE ET SON « ENTRAINEUR »

sait que la ceinture abdominale naturelle ainsi constituée est le meilleur remède contre l'obésité.

D'ailleurs, cet appareil n'a qu'un faible encombrement (0 m 95 sur 0 m 47 et 1 mètre) et peut être logé partout.

Mentionnons qu'un dispositif spécial, l'*Entraîneur*, peut s'adapter instantanément à toute bicyclette pour adultes ou pour enfants. D'une stabilité absolue, il est également muni d'un frein réglable et d'un compteur comme le précédent appareil. Il permet aux professionnels de poursuivre leur entraînement pendant la mauvaise saison, et aux amateurs de pratiquer leur sport favori. Cet *Entraîneur*, ne pesant que 14 kilogrammes, a un très faible encombrement (0 m 57 × 0 m 54 × 0 m 43).

Enfin, la construction soignée de ces appareils leur donne une robustesse qui permet de les considérer comme de véritables engins de sport, et non comme de simples jouets.

SYLVAIN ALBERT, 20, avenue Secrétan, Paris (19^e).

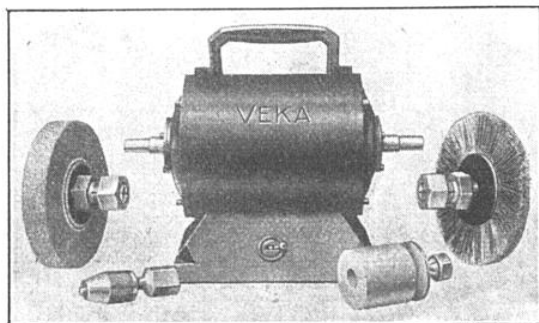
Nouveau moteur d'établi

LES ÉTABLISSEMENTS VEKA, spécialistes du petit matériel électrique, viennent de mettre au point un moteur d'établi, type TA-24, dont les applications multiples présentent un intérêt considérable pour l'artisan et la petite mécanique.

Ce moteur fonctionne sur courant lumière alternatif 50 périodes ; il est du type asynchrone, c'est-à-dire sans balais ni collecteur, donc ne produit aucun parasite en T. S. F. Facilement transportable, il peut être utilisé à proximité du travail à exécuter. Monté sur roulement à billes, à réserve de graisse pour 2.000 heures, il ne nécessite aucun entretien.

Deux bouts d'arbres lisses autorisent le montage instantané, avec des montages à pinces, des divers accessoires prévus : meule, brosse à polir, mandrin, poulie, flexible.

Il permet les travaux les plus divers et peut entraîner de petites perceuses ou tours d'établi. Des dispositifs spéciaux sont pré-



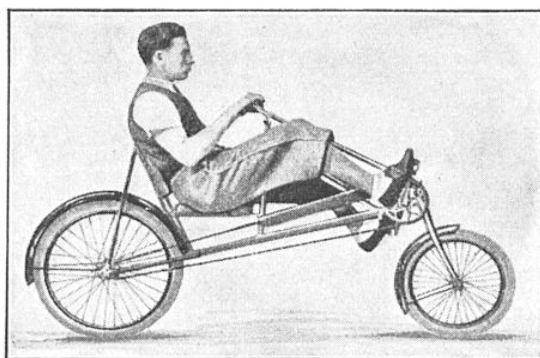
LE NOUVEAU MOTEUR D'ÉTABLI

vus pour la rectification des soupapes ; de même, une scie circulaire est prévue pour divers travaux.

ETABLISSEMENTS VEKA, 78, rue d'Alsace-Lorraine, Parc-Saint-Maur (Seine).

La bicyclette à pédalage horizontal

NOUS avons eu l'occasion de signaler à nos lecteurs, dès sa parution, ce nouveau système de pédalage horizontal qui a vu le jour il y a quelques années, au moment où la bicyclette semblait avoir atteint sa forme définitive. En effet, seul



ENSEMBLE DU « VÉLORIZONTAL »

le changement de multiplication a modifié la technique du cycle, et, depuis peu, l'emploi d'alliages légers (1). Rappelons les caractéristiques du pédalage horizontal : tout d'abord, un siège rembourré rend la position assise confortable ; la position renversée tend à bomber le torse au lieu de creuser la poitrine ; le dossier du siège formant point d'appui, le cycliste dispose de toute sa force ; le centre de gravité étant très bas, la stabilité est grande ; de plus, la facilité de mettre le pied à terre diminue les risques de chutes et rend aisé l'apprentissage ; enfin, la visibilité en avant est parfaite.

On sait en outre que des records de vitesse ont été battus avec une bicyclette horizontale *Vélocar*, dont le *Vélorizantal* utilise les mêmes principes tout en n'exigeant qu'un prix d'achat peu élevé pour un engin muni de pneus ballon, garde-boue, cache-chaîne, guidon en duralumin. Son cadre est en tube d'acier soudé à l'autogène. Mentionnons le frein à tambour avec gaine imperméable, les manivelles, pédales et moyeux chromés, la tige de direction, les sièges garnis en rubbererin.

ETABLISSEMENTS VÉLORIZONTAL, 66, rue Roquette-Fillol, Puteaux (Seine).

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 220, page 329.

Le dessin à la portée de tous

Nous attachons d'autant plus d'importance à nos souvenirs qu'ils sont plus personnels. C'est pourquoi l'amateur photographe préférera toujours les vues prises par lui (même si elles sont moins bien) aux plus belles cartes postales que chacun peut se procurer. Ce sentiment est encore plus vif s'il s'agit de dessins. Mais, dira-t-on, tout le monde ne sait pas dessiner. Si, répondrons-nous, si l'on veut bien utiliser un appareil peu encombrant qui permet de reproduire, aussi bien d'après nature que d'après photo, n'importe quel dessin à l'échelle désirée, n'importe quel paysage, n'importe quel portrait, etc.

Cet appareil, c'est la chambre claire que M. Berville a réalisée, d'un usage pratique, sous le nom de *Chambre Claire Universelle*. On sait que son système optique très simple permet à l'œil de voir, en plein jour, sur le papier, le sujet à reproduire. Il suffit alors d'en suivre les détails avec un crayon. Selon la position du prisme, on réalise à volonté *réductions, copies ou agrandissements*.

Signalons encore le *Dessineur*, dérivé de la *Chambre Claire*, d'une construction plus économique, quoique possédant la plupart des qualités de son aînée et qui est très appréciée par la jeunesse.

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, Paris (9^e).

Pour encadrer instantanément gravures, dessins, photos

Nous avons signalé déjà (n° 215, page 435) le *Sousverremétal*, permettant d'encadrer, sans aucun apprentissage, les gravures, dessins et photos, en utilisant de simples baguettes que l'on coupe à la longueur voulue avec des ciseaux et qui sont maintenues par quatre coins munis d'un système simple de fixation.

Signalons que ce dispositif est très pratique, notamment pour les annonces publicitaires, pour l'encadrement d'affiches ou de panneaux pour étalages.

SOUSVERREMÉTAL, 49, rue de la Victoire, Paris (9^e).

Les radiateurs soufflants

Nous avons déjà signalé (n° 220, page 342) que, pour obtenir le chauffage uniforme d'une pièce, il faut, en quelque sorte, projeter horizontalement et largement les calories produites par l'appareil de chauffage. Ainsi, l'air chaud, en

montant, réchauffe toute l'atmosphère de la pièce. Cette remarque s'applique aux radiateurs paraboliques qui distribuent la chaleur dans un cône étroit. Les radiateurs soufflants *Calor* agissent différemment. Le ventilateur à régime lent et silencieux qu'ils comportent oblige tout l'air de la pièce à passer, d'une manière ininterrompue et plusieurs fois par heure, sur l'élément chauffant. Cet air est ensuite projeté en nappe horizontale. Rappelons qu'un bouton de réglage permet d'obtenir trois allures de chauffe, le régime moyen suffisant dès que la température désirée est atteinte.

CALOR, place de Monplaisir, Lyon.

La science et la cuisson sous pression

MONSIEUR CAMILLE HAUTIER, président adjoint et ingénieur-expert de la Société des Savants et Inventeurs de France, a procédé depuis plusieurs années, dans les laboratoires de cette société, à des essais comparatifs sur la conservation des vitamines et des sels minéraux dans les aliments cuits.

Se servant de l'appareil *Auto-Thermos*, sur les côtés duquel deux fenêtres, munies de glaces épaisses, avaient été encastrées, M. Hautier a pu suivre les diverses phases de la cuisson sous pression.

Par ailleurs, des corps fusibles à diverses températures avaient été placés à intervalles réguliers, depuis le centre jusqu'à la surface, dans les morceaux d'aliments divers.

De ces expériences, il résulte que la cuisson des aliments sous basse pression (1 kg 500 au maximum, correspondant à une température de 125°) et sans ébullition n'apporte aucune altération dans la composition des sels minéraux propres à ces aliments, alors que ces sels sont, pour la plupart, désagregés par la cuisson avec les ustensiles ordinaires.

De même les vitamines A, B², B³, C résistent mieux à un surchauffage rapide, même sous pression, qu'à une longue exposition à la chaleur à l'air libre.

Enfin, les gastronomes appelés à juger cette cuisson au point de vue de la saveur des aliments, et parmi lesquels il faut citer M. Prosper Montagné, ont donné à l'unanimité un avis favorable. L'économie considérable réalisée par la cuisson sous pression lui assigne un rôle important dans l'avenir.

AUTO-THERMOS, 68, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (9^e).

V. RUBOR.

SANS-FILISTES, n'hésitez pas à consulter le service technique de *La Science et la Vie* avant d'acquérir un appareil récepteur. Particulièrement qualifié, il vous renseignera en toute impartialité, sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, dépendent de l'importance des budgets de publicité distribués par les constructeurs et faussent le jugement.

LES JOUETS SCIENTIFIQUES

Pour l'enfant constructeur et mécanicien

LES jouets de construction sont particulièrement aimés des enfants, pendant les journées d'hiver où les sorties sont interdites par le mauvais temps. Ils permettent, en effet, de nombreuses transformations qui en rendent l'aspect toujours nouveau et attrayant, et procurent à l'enfant la joie de faire preuve d'initiative. Pour rendre celle-ci la plus complète possible, on a créé un jouet dans lequel les pièces constitutives sont *fabriquées* au fur et à mesure des besoins pour traduire au mieux la conception du constructeur. C'est le *Forgeacier*.

Ce jouet met à la disposition de l'enfant un véritable petit atelier comprenant des machines-outils perfectionnées en acier trempé : cisaille, poinçonneuse, plieuse, cintrreuse pour façonner les éléments métalliques : bandes, cornières, tringles nécessaires à la construction. Une *règle-gabarit*, invention du *Jouet de Paris*, comme *Forgeacier*, permet de couper les pièces à la dimension voulue, de les plier à l'angle désiré, de percer des trous aux points exacts où c'est nécessaire; en un mot, de réaliser une construction précise dont l'assemblage s'effectue au moyen de boulons ou de rivets.

En outre, grâce à l'emploi de certaines pièces : roues dentées, poulies, pignons dentés, on peut animer les machines montées.

Ainsi, les deux boîtes de *Forgeacier* (la boîte-atelier et la boîte complémentaire), qui peuvent d'ailleurs se combiner avec les jouets à bandes perforées, permettent d'établir des machines, véhicules, ponts, viaducs. Les trains *Jep* mécaniques ou électriques, robustes, puissants et rapides, y circuleront aisément dans les combinaisons de circuits les plus variées.

L'enfant y trouve non seulement un amusement, mais encore un moyen de développer à la fois son intelligence et son habileté manuelle.

Les nouveaux trains « Jep »

LE jouet « scientifique » est certainement en passe de remplacer tous les autres jouets chez l'enfant moderne. C'est un résultat du progrès mécanique, aussi inévitable que les automobiles aérodynamiques ou que l'étrave de *Normandie*. Mais le jouet scientifique est souvent trop cher. Cependant, une grande maison française, *Le Jouet de Paris*, s'est spécialisée depuis de longues années dans la fabrica-

tion en série des jouets mécaniques les plus perfectionnés à des prix accessibles. Cette année, *Le Jouet de Paris* présente une série de trains mécaniques et électriques, munis de perfectionnements inédits. Ainsi, les trains mécaniques possèdent un éclairage électrique alimenté par une petite pile disposée dans le tender; un changement de marche automatique à distance, établi d'après un principe nouveau, permet de faire manœuvrer de loin, et d'une façon parfaite, les trains électriques, par la simple manipulation d'une manette; toujours au courant des dernières inventions, cette maison vient également d'établir une nouvelle automotrice électrique, articulée, avec phares avant et arrière, qui est véritablement remarquable. Ajoutons à ceci une série de nouveaux accessoires de trains, qui complètent le réseau « Jep ». Celui-ci a vraiment mérité les nombreuses médailles d'or et les récompenses qui lui ont été décernées aux expositions universelles.

Les jouets « Meccano »

DEPUIS les premières années de son existence, *Meccano* a subi de nombreux perfectionnements (1); la présentation de certaines pièces a été améliorée (les pièces, qui étaient autrefois nickelées, sont actuellement finies en émail de couleurs vives et attrayantes); de nouvelles pièces se sont ajoutées à celles qui formaient au début le noyau du système.

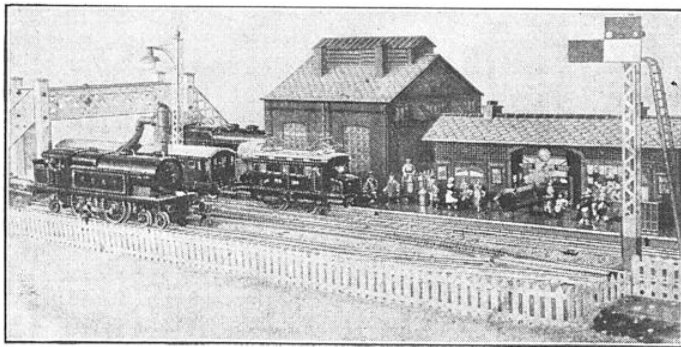
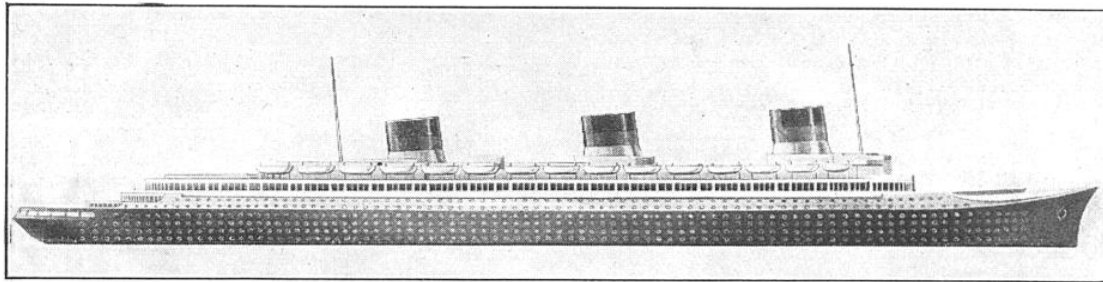
Les Etablissements Meccano ont créé également d'autres jouets bien connus.

Ce sont, en premier lieu, les *Trains Hornby*, qui, avec un jeu complet de rails et d'accessoires de toute sorte qui les accompagnent, permettent de constituer de véritables réseaux de chemin de fer en miniature où rien ne manque. Ensuite, les *Boîtes Meccano Constructeur d'avions et constructeur d'automobiles*, qui contiennent des pièces spéciales (toutes interchangeables avec les pièces ordinaires Meccano) pour le montage de modèles d'avions de tous systèmes et d'autos de types les plus variés.

Les *Boîtes Meccano Elektron* mettent entre les mains des jeunes gens un jeu complet de pièces destinées à l'exécution d'une série progressive d'expériences électriques, de même que les boîtes *Meccano Kemex* contiennent tout ce qu'il faut pour installer chez soi un vrai laboratoire de chimie. Toutes les expériences qu'elles permettent de faire sont absolument sans danger.

Il faut citer également les *Canots de course*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 517.



LE PAQUEBOT « NORMANDIE » ET UNE GARE MODÈLE
ÉTABLIS AVEC LES JOUETS « MECCANO »

Hornby, qui, exécutés en cinq modèles différents, réalisent sur l'eau des vitesses très élevées et couvrent, à chaque remontage de leur moteur, des distances considérables.

Ajoutons que toutes les boîtes Meccano sont accompagnées de manuels d'instructions illustrés, dans lesquels les débutants trouvent toutes les explications nécessaires pour monter de nombreux modèles avant de passer à l'invention de nouveaux modèles.

Savoir manier un tournevis et une clef à écrous, voilà tout ce qu'il faut pour débiter dans l'art de la construction des modèles Meccano.

Notre aperçu ne saurait être complet, si nous ne disions quelques mots sur les

Dinky Toys, ces jouets métalliques en miniature qui comprennent : personnages, animaux, avions, autos, autorails, trains, paquebots, etc., permettant de constituer des scènes vraiment vivantes.

La réalité d'un avion à la portée d'un enfant

PARMI les nombreux jouets scientifiques actuellement répandus, plusieurs revêtent un réel caractère de nouveauté ; entre autres, nous remarquons spécialement le *Gyroplane*.

C'est un jouet vraiment merveilleux que le *Gyroplane*. Actionné par l'intermédiaire d'un gyroscope classique, mais de forme appropriée à l'emploi, un bel avion en aluminium décoré, reproduisant par ses formes modernes les dernières créations de la science de l'air, évolue gracieusement autour d'un support, montant, descendant, tel un véritable appareil, puisqu'il reproduit même le bruit du moteur.

Ce jouet scientifique et moderne est fabriqué par les usines *Mécavion*, dont les jeux de constructions aéronautiques sont bien connus pour leur présentation et leur solidité. Construit en grande série, il est établi en deux tailles : le *Gyroplane* est ainsi à la portée de toutes les bourses.

J. M.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Géographie économique, par Marcel Dubois et J.-G. Kergomard. Prix franco : France, 92 francs ; étranger, 95 francs.

Voici un ouvrage, fort bien documenté et mis à jour, sur la géographie économique qui intéresse aujourd'hui tous ceux qui cherchent à pénétrer l'évolution des condi-

tions d'existence des grands pays industriels et agricoles. Les auteurs, particulièrement qualifiés, ont su exposer tout d'abord le développement et les conditions économiques de la France pour son agriculture, son industrie, ses voies de communications et ses transports. Dans l'Europe du nord-ouest, nous trouvons tout ce qui intéresse la Grande-Bretagne, l'État d'Irlande, le Royaume de Belgique, le Grand-Duché de Luxembourg, le Royaume de Néerlande. L'Europe centrale

⁽¹⁾ Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

comprend les nations suivantes : Allemagne, Suisse, Autriche, Hongrie, Tchécoslovaquie, Pologne. Dans l'Europe méridionale, nous trouvons les Etats de la Péninsule Ibérique, le Royaume d'Italie, les Balkans (Yougoslavie, Bulgarie, Grèce, Albanie). Quant à l'Europe septentrionale, elle comprend, logiquement, les Etats Scandinaves (Suède, Norvège), le Danemark, les Pays Baltes (Lituanie, Lettonie, Esthonie). Enfin, dans l'Europe orientale, voici la Roumanie et la République des Soviets. Nous passons ensuite à l'Asie russe, la Sibirie, l'Afghanistan, le Béloutchistan, la Perse, l'Arabie, la Mésopotamie, la Syrie, Chypre, la Turquie, la Transcaucasie. Un chapitre spécial est réservé à l'Inde, à Ceylan, à l'Indochine. Quant à l'Asie orientale, elle comprend la Chine, la Mandchourie, la Corée, le Japon. Les chapitres suivants traitent de l'Océanie (Australie, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Guinée); l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Soudan, Ethiopie, Congo Belge, A. E. F., Cameroun). Enfin, l'Amérique comprend les pays suivants : Canada, Etats-Unis, Mexique, Antilles (grandes et petites), Colombie, Venezuela, Ecuador, Bolivie, Pérou, Chili, Brésil, Argentine, Paraguay, Uruguay.

Cette imposante énumération suffit à démontrer que la géographie économique universelle est à la fois variée et complexe, puisqu'elle intéresse toutes les productions du sol, du sous-sol et de la mer.

Les auteurs ont su, sous une forme analytique d'abord et synthétique ensuite, dégager les idées générales qui permettent de s'élever au-dessus des simples statistiques et dresser ainsi l'inventaire des richesses humaines.

Applications agricoles et rurales de l'électricité, par Vignerot, Patria et Dabat. Prix franco : France, 41 fr. 80 ; étranger, 45 francs.

Depuis une quinzaine d'années, l'électrification rurale a pris en France un développement susceptible de modifier les conditions mêmes de nos exploitations agricoles. Mais l'électrification de nos campagnes n'aura pleinement rempli son but qu'au moment où les agriculteurs pourront utiliser à bon compte, et dans tous les domaines, l'électricité à la ferme comme au champ. Les auteurs spécialisés dans le génie rural ont rassemblé, dans le présent ouvrage, tout ce qui concerne l'éclairage électrique à la campagne, le chauffage électrique, l'électricité comme force motrice agricole, etc.

Nous souhaitons que les applications agricoles et rurales de l'électricité prospèrent en France ; mais, pour cela, il est indispensable que les distributeurs d'énergie se mettent à la portée de la clientèle en répondant non seulement à ses besoins, mais à ses moyens financiers. Là comme ailleurs, l'électricité est encore vendue trop chère.

Nous signalons à nos lecteurs une brochure fort bien faite qui vient de paraître et qui intéresse tous les cyclistes : **Comment le duralumin a renouvelé le cycle**. Tout le monde connaît les qualités du duralumin et les services qu'il rend dans l'aviation, notamment. Beaucoup ignorent que le duralumin, cet alliage léger et résistant, a contribué à mettre au point la formule de construction de la bicyclette moderne.

On peut se procurer cette brochure, sur demande, à la SOCIÉTÉ DU DURALUMIN, 23 bis, rue de Balzac, Paris (8^e).

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

DES CADEAUX UTILES

Paris-Rhône et les appareils électriques ménagers

IL serait superflu de s'étendre sur la généralisation de l'emploi de l'électricité pour la plupart des travaux ménagers. Parmi ceux-ci, on peut placer au premier plan le nettoyage par aspiration et l'entretien des parquets et carrelages. « Paris-Rhône » a étudié tout particulièrement ces deux questions et réussi à mettre au point des appareils suscep-

susceptibles de donner satisfaction à tous, tant au point de vue de la construction que des prix. Voici quelques renseignements sur certains de ces appareils.



L'ASPIRON « DIAMANT »

Cet appareil est du type dit « à seau », le plus répandu et considéré comme le plus pratique. Il permet, en effet, de dépoussiérer aisément aussi bien les grandes surfaces dépourvues de meubles que les dessous d'armoires basses, les dessous de lits, les parois verticales, les plafonds, les sculptures, les meubles, etc.

Le traineau ou berceau qui l'accompagne permet de déplacer celui-ci très facilement.

L'Aspiron « Bijou », bien qu'un peu plus réduit que le dépoussiéreur « Aspiron VI-Excelsior », est d'une maniabilité parfaite et d'un prix très raisonnable, et il présente toutes les qualités des appareils plus importants. Il faut signaler son fonctionnement parfait et silencieux et sa grande robustesse garantie. Le moteur, âme de tout aspirateur électrique, est d'une construction particulièrement soignée.

L'Aspiron « Bijou » est laqué blanc; il comporte une embouchure pour le soufflage, un sac à poussières facilement accessible; un interrupteur de mise en marche et tous les accessoires indispensables aux dépoussiéreurs.

L'Aspiron « Diamant »

Ce dépoussiéreur, qui dérive du précédent, a été tout spécialement établi pour ceux qui désirent un appareil un peu plus important et luxueux, avec des accessoires plus nombreux. L'Aspiron « Diamant », de forme « aérodynamique », laqué bleu, avec ses deux capots chromés, trouve sa place partout.

Il est aussi maniable que l'Aspiron « Bijou », possède un sac à poussières d'une contenance supérieure, facile à vider, grâce à un dispositif particulier.

Le moteur, très soigné et extrêmement

robuste, est à faible consommation et muni d'un dispositif antiparasites supprimant les troubles aux auditions de radiophonie.

Bien entendu, cet appareil permet le soufflage aussi bien que l'aspiration. Il est livré avec un tube souple gainé de 1 m 75, un tube rigide en deux parties de 1 m 15, une brosse ovale, un suceur en bakélite, un suceur plat nickelé, une brosse ronde et une petite brosse spéciale pour bibliothèques, radiateurs et bibelots. Toutes les brosses sont munies d'une bande de caoutchouc évitant les rayures sur les meubles, plinthes, tapisseries, etc.

Sa faible consommation permet de le brancher sur les plus petits compteurs.

La cireuse « Bijou »

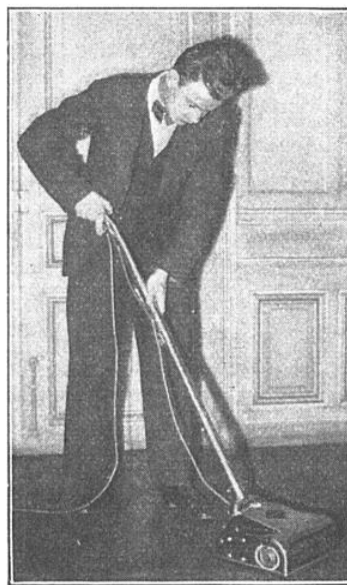
La Société Paris-Rhône a estimé, avec juste raison, qu'une cireuse devait compléter le dépoussiéreur électrique. Ainsi est née la Cireuse « Bijou », dotée d'un moteur sérieusement calculé, robuste, puissant, consommant peu, muni d'un dispositif antiparasites. L'entraînement de la brosse se fait toujours normalement, même sur les parquets les plus résistants. Signalons que l'aspiration des poussières se fait facilement pendant le travail au moyen de l'Aspiron « Bijou » ou autre, fonctionnant en même temps que la cireuse et dont le tube souple est relié à cette dernière.

Grâce à sa brosse cylindrique spéciale et à son extrême maniabilité, la Cireuse « Bijou » se prête à toutes les inégalités des parquets, passe facilement sous les meubles et atteint tous les recoins.

L'appareil comporte un moteur universel entraînant, par deux courroies trapézoïdales sans fin inextensibles, une brosse cylindrique d'une seule pièce, amovible. La brosse, en tournant, entraîne légèrement la main qui dirige la cireuse, ce qui la rend extrêmement maniable.

L'ensemble moteur et brosse est enfermé sous un carter chromé supporté par deux roulettes.

En résumé, ces appareils, dont la réputation n'est plus à faire, constitueront un cadeau fort utile et des plus appréciés.



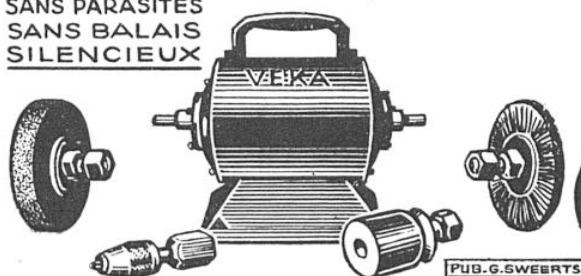
LA CIREUSE « BIJOU »

Techniciens! Halte!

VOICI UN OUTIL MODERNE
CRÉÉ SPÉCIALEMENT POUR VOUS
LE MOTEUR D'ÉTABLI
VEKA TYPE
TA-24

Puissance 1/4 CV. VIT. 2800 T.M.
Poids 7 kg. Fonctionne unique-
ment sur courant lumière
110 ou 220 volts - 50 périodes.
CET APPAREIL EST LIVRÉ
ARBRES NUS SUR SOCLE
AVEC INTERRUPTEUR ET
PRISE DE COURANT

SANS COLLECTEUR
SANS PARASITES
SANS BALAIS
SILENCIEUX



PUB. G. SWEERTS

375
FRS

Ce moteur répond à tous les
besoins de la petite industrie
et permet :

L'AFFUTAGE
LE POLISSAGE
L'ÉBARBAGE

Il est équipé des accessoires
dont prix ci-dessous :

PRIX DES ACCESSOIRES
doville à pince comprise

MEULE 100 m/m	45 fr.
BROSSE ACIER 100 m/m	45 fr.
MOUFLE 100 m/m	35 fr.
PLATEAU LAPIDAIRE	70 fr.
MANDRIN 6 m/m	25 fr.
POULIE	40 fr.
MEULE DE RECHANGE	
SANS MONTAGE	25 fr.

VEKA
78, R. D'ALSACE LORRAINE
TÉL: GRAVELLE 06-93
PARC ST MAUR
(Seine)

un ensemble unique

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS - PHOTOS
RETOUCHES

pour

ÉTABLISSEMENTS
LAUREYS F^{RES}

illustrer vos
Publicités

17, R. D'ENGHIEN, PARIS

L'AVEZ-VOUS ENTENDU ?

Le premier récepteur à "**HAUTE FIDÉLITÉ**" d'une musicalité prodigieuse et vendu au prix d'un appareil ordinaire ? **SAVIEZ-VOUS** que seul un diffuseur dynamique d'un diamètre de 25-30 cm. peut rendre fidèlement toutes les fréquences acoustiques ?

RADIO-SÉBASTOPOL

s'inspirant des données de la technique américaine présente son fameux châssis

ULTRAMERIC VIII (8 lampes + valve)

PUSH-PULL — TOUTES ONDES 17-2.000 MÈTRES

équipé d'un diffuseur électrodynamique
de **30** $\frac{cm}{m}$ **modulant 6-8 watts** — Marque américaine "**JENSSEN**"

REPRODUCTION MUSICALE INÉGALÉE !

CARACTÉRISTIQUES DU CHASSIS ULTRAMERIC VIII

SUPER 9 LAMPES 110-250 v. alt. PUSH-PULL CATHODINE TOUTES ONDES 17-2.000 mètres. **SÉLECTIVITÉ VARIABLE AUTOMATIQUE**, BOBINAGES feruniv avec présélection à poudre de fer. — 9 circuits accordés. — Commande spéciale de sensibilité variable. — Démultiplication de précision à double transmission. — CADRAN PULL-VISION à 4 éclairages différents, étalonnés en longueurs d'ondes et stations, même pour les ondes courtes. — LAMPE de silence commandée par potentiomètre et permettant l'élimination complète des parasites, interférences., etc. - Réglage visuel par synthonisateur optique. - ANTIFADING amplifié 100 %. - Hermetic blindage. - Contrôle de tonalité, etc.

RÉCEPTION GARANTIE DE PLUS DE 120 STATIONS

ainsi que des ONDES TRÈS COURTES sur antenne de fortune
TOULOUSE, MOSCOU et tous les étrangers en plein jour

PRIX DU CHASSIS monté, câblé, avec son jeu de 9 lampes ainsi que le réglage visuel **1.075 fr.**
Diffuseur électrodynamique de 24 cm. exponentiel, 4 watts **115. »**
Diffuseur électrodynamique de 30 cm. spécial, 8 watts **225. »**
Poste complet avec dispositif spécial. Relief vision.. .. **1.650. »**

CHASSIS A L'ESSAI dans toute la France

DEMANDEZ CONDITIONS ET NOTICE SPÉCIALE. — VENTE A CRÉDIT

Demandez la documentation complète détaillée, Réf. 901, env. gratuit sur simple demande.

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS — **UNIQUE EN FRANCE**
ULTRAMERIC, construction française, technique américaine

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **TURBIGO 98-70** **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** Téléphone : **TURBIGO 98-70**

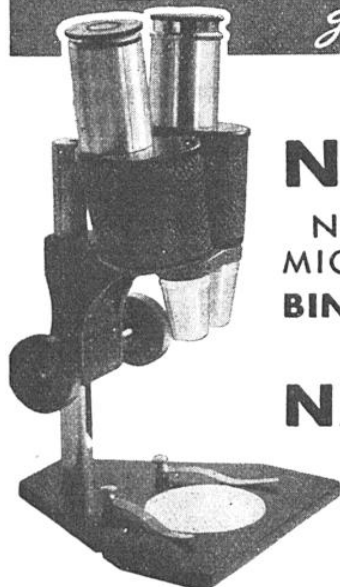
A 25 mètres des Grands Boulevards. — A 5 minutes Gare du Nord et Gare de l'Est. — Métro : Réaumur-Sébastopol
Magasin ouvert tous les jours sans interruption de 9 h. à 19 h. 30. Dimanche et Fêtes jusqu'à midi.

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28
VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.
MAISON DE CONFIANCE

LA MICROSCOPIE en **RELIEF** *grâce*



AU
NACOR
NOUVEAU
MICROSCOPE
BINOCULAIRE
de
NACHET

Aussi simple à manœuvrer qu'une jumelle à prismes, le NACOR, donne une vue stéréoscopique avec un relief saisissant des objets examinés. Chacun, sans aucune connaissance spéciale, sans préparation, peut aujourd'hui se distraire et s'instruire en découvrant le monde des infiniment petits.

Le NACOR a un grossissement qui peut varier de 12 à 40 fois et son champ permet d'étudier en une seule observation un objet d'une longueur de 13 à 5 %.

NACHET, qui depuis près de 100 ans, est le fournisseur de toutes les facultés et laboratoires officiels, a conçu et fabriqué le NACOR avec le même soin et la même précision que ses instruments scientifiques.

Demandez la notice descriptive illustrée du NACOR et les conditions spéciales pour vente à l'essai ou par versements échelonnés



PRIX AU COMPTANT 580 frs

MICROSCOPES
NACHET
17 BIS, RUE SAINT-SÉVERIN - PARIS (V°)

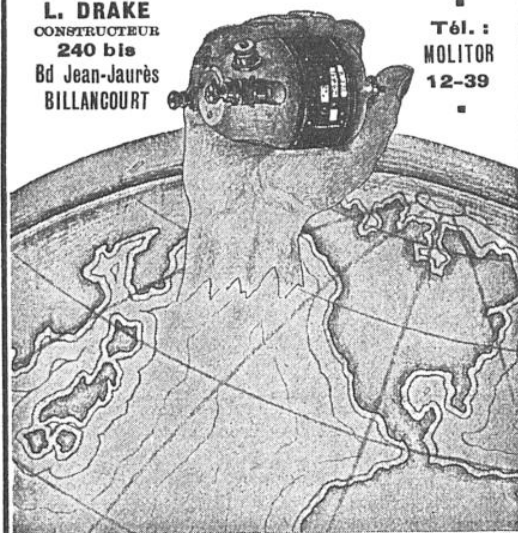
"MICRODYNE"

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
de 1/100 à 1/10 ch.

L. DRAKE
CONSTRUCTEUR
240 bis
Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT

Tél. :
MOLITOR
12-39



Les Bobinages F. E. G.

qui fabriquent pour vous les MILLE ENROULEMENTS
nécessaires aux appareils modernes

PRÉSENTENT

Un nouveau JEU pour Supers équipés
en lampes EUROPÉENNES

- ◆ Enroulements à air de haute qualité,
spéciaux pour ondes très courtes.
- ◆ M.F. accordées sur 118 kilocycles.
SÉLECTIVITÉ VARIABLE.

La variation de sélectivité se fait au moyen d'une commutation permettant trois positions, ainsi que l'ajustage exact de la fréquence intermédiaire et de la forme de la courbe de réponse pour chacune de ces positions. La sélectivité ou la musicalité du récepteur peuvent ainsi être respectivement poussées au maximum permis par la technique actuelle, tandis qu'une position moyenne correspond aux conditions normales de réception.

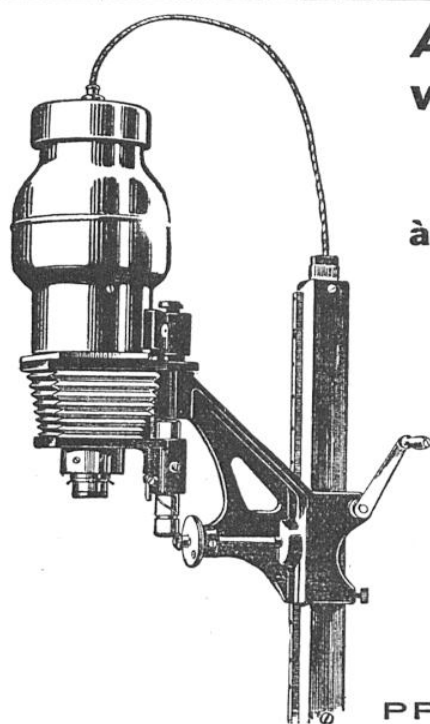
Aucun décalage de fréquence.

Fonctionnement parfait en ondes courtes.

DEMANDEZ NOTICE TECHNIQUE
ET SCHÉMAS DE MONTAGE AUX

Etablissements F. E. G.
15, rue du Parc, à LA BARRE (S.-et-O.)

Téléphone : Enghien 447



Agrandissez vous-mêmes vos bons clichés avec le "NOXA" à mise au point AUTOMATIQUE (Modèles 1936)

La mise au point du NOXA automatique se fait par une came cylindrique à vitesse de rotation constante sans interposition de leviers ou de câbles.

Un dispositif de débrayage permet de passer instantanément de la commande automatique à la commande à la main et vice versa, et permet l'utilisation d'objectifs supplémentaires.

Serrage du film par pression du condensateur. Lanterne escamotable. Objectif fixé sur une douille à monture à baïonnette.

NOXA n° 14, agrandissant les négatifs 4×4, 3×4, 24×36 mm de 2 fois 1/2 à 12 fois.

NOXA n° 15, agrandissant les négatifs 6×9 et plus petits de 1 fois 1/2 à 5 fois.

NOXA n° 16, agrandissant les négatifs 9×12 et plus petits de 1 fois 1/2 à 4 fois.

PRIX (sans optique)

N° 14

N° 15

N° 16

980. » ou 12 mens. de **86. »**
Avec KYNOR ROUSSEL 2,9 de
50 % **1.180. »**
ou 12 mensualités de. **104. »**

1.180. » ou 12 mens. de **104. »**
Avec TRYLOR ROUSSEL 6,8 de
100 % **1.280. »**
ou 12 mensualités de. **112. »**

1.380. » ou 12 mens. de **121. »**
Avec TRYLOR ROUSSEL 6,8 de
135 % **1.480. »**
ou 12 mensualités de. **130. »**

PRIX DES OBJECTIFS

POUR NOXA n° 14 (4×4)	POUR NOXA n° 15 (6×9)	POUR NOXA n° 16 (9×12)	SUPPLÉMENTAIRES POUR NOXA n° 15 ET 16
50 % Kynor F : 3/9 .. 200. »	100 % Tylor F : 6/8.. 100. »	135 % Tylor F : 6/8.. 100. »	85 % Tylor F : 6/8 .. 100. »
50 % Stylor F : 4/5 .. 264. »	100 % Stylor F : 6/3.. 207. »	135 % Stylor F : 6/3.. 255. »	85 % Stylor F : 6/3 .. 207. »
54 % Flor F : 4/5 .. 330. »	105 % Stylor F : 4/5 .. 303. »	135 % Flor F : 4/5 .. 425. »	85 % Stylor F : 4/5 .. 291. »
	105 % Flor F : 4/5 .. 385. »	135 % Saphir F : 4/5.. 390. »	85 % Flor F : 4/5 .. 350. »
	105 % Saphir F : 4/5.. 305. »		85 % Saphir F : 4/5 .. 290. »
	105 % Saphir F : 6/3.. 235. »		85 % Saphir F : 6/3 .. 210. »

VENTE ET DÉMONSTRATIONS AUX ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

35, 37, 39, RUE LA FAYETTE - PARIS-Opéra

SUCCURSALES

142, rue de Rennes, PARIS-Montparnasse
104, rue de Richelieu, PARIS-Bourse
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.), Gare St-Lazare
6, place de la Porte-Champerret, PARIS-17^e

CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1935 GRATIS ET FRANCO

Toutes les marques en stock : KODAK, ZEISS-IKON
AGFA, VOIGTLANDER, LEICA, ROLLEIFLEX,
LUMIÈRE, PATHÉ-BABY, etc.

Expéditions en province à domicile
franco de port et d'emballage

Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS
Téléphone : Provence 18-35 à 37

Appareils stroboscopiques **STROBORAMA** à grande puissance



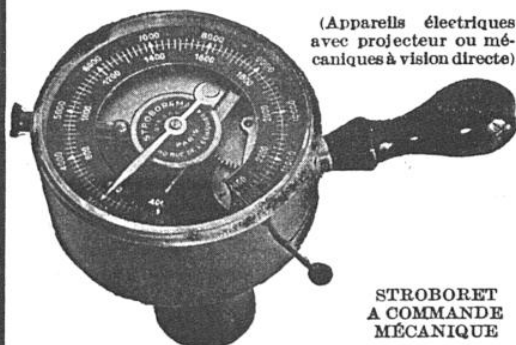
STROBORAMA TYPE A
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE au millionième de seconde

ETUDES STROBOSCOPIQUES A FORFAIT

Téletachymètres Stroborama

pour MESURE et CONTRÔLE des VITESSES
à distance et sans contact



(Appareils électriques
avec projecteur ou mé-
caniques à vision directe)

STROBORAMA
A COMMANDE
MECANIQUE

RÉGULATEURS SÉPARÉS pour Moteurs électriques et

MOTEURS A RÉGULATEUR
donnant sans rhéostat une parfaite
constance de vitesse à tous les régimes

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

JEUNES OU VIEUX DES DEUX SEXES
demandez-la à l'

ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE REPRÉSENTATION ET DE COMMERCE

fondée par les industriels de
L'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR,
seuls qualifiés pour vous donner
diplôme et situation de représentant,
directeur ou ingénieur commercial.

ON GAGNE EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Tous les élèves sont pourvus de situations

« SI J'AVAIS SU, quand j'étais jeune ! mais j'ai dû
apprendre seul pendant 30 ou 40 ans à mes dépens »,
disent les hommes d'affaires, les agents commerciaux
qui ont végété longtemps ou toujours, et même ceux
qui ont eu des dons suffisants pour se former seuls.
Ne perdez pas vos meilleures années. Plusieurs milliers
de représentants incapables sont à remplacer.

Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.
3 bis, rue d'Athènes, PARIS

SOURDS



ACHETEZ UN APPAREIL
avec lequel vous pouvez
entendre immédiatement.

Les appareils à conduction os-
seuse **AUDIOS** peuvent conve-
nir à tous les degrés de surdité,
grâce au **Multiplicateur Audios**
CRÉATION NOUVELLE DE NOS INGÉNIEURS.

Demandez le livre illustré du Docteur **RAJAU**
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e
(Joindre 3 francs en timbres-poste)

SOYEZ MODERNES ! AYEZ UN **VÉLORIZONTAL** LICENCE VÉLOCAR



Plus rapide et plus confortable
qu'une bicyclette classique.

Demandez notice à
VÉLORIZONTAL
66, rue Roque-de-
Fillol, PUTEAUX
(Seine)

595
FRANCS



Le poste n'a pas d'égal car

LE "FERRODYNE ULTIMA"

possède des caractéristiques telles que sa technique dépasse de plusieurs années la meilleure technique actuelle. Ce récepteur comporte, en effet, de nouveaux bobinages **Ferro-Quartz** à noyau de fer pulvérulent et à cylindre de Quartz assurant une sensibilité et une surpuissance qui n'ont pas encore trouvé d'équivalents.

6 lampes type américain ou européen. — 4 gammes d'ondes, dont une d'ultra courtes (16-45, 30-90, 197-570, 900-2.000). — Secteur alternatif 110-220 et 42-50 périodes. — Antifading total. — Synthonisateur visuel automatique d'accord. — Prise P.-U., télévision et prise additionnelle de H.-P. — Présentation haut luxe, cadran large lecture incliné, musicalité extrêmement étudiée et poussée au point extrême de la vérité musicale.

Prix complet, comptant 1.195 fr.
GARANTIE : UN AN

Le châssis câblé, compl. av. lampes et dynam. **1.085. »**

En pièces détachées **985. »**

VENTE A CRÉDIT
Demander conditions
ENVOI FRANCO DE NOTRE CATALOGUE SUR DEMANDE

RADIO - HOTEL - DE - VILLE, 13, rue du Temple, 13 — PARIS
Maison fondée en 1914 Métro : HOTEL-DE-VILLE
Ouvert Dimanches et Fêtes Expéditions immédiates en province

UN RÉCEPTEUR MODERNE... DOIT ASSURER LA RÉCEPTION DES ONDES COURTES

Il nécessite de ce fait une amplification MF la plus élevée possible. Il est donc indispensable de pouvoir obtenir des lampes utilisées le maximum de rendement. Or, le câblage normal d'un châssis entraîne obligatoirement des capacités et inductions parasites rendant impossible l'obtention de ces résultats.

Seul le **DÉCOUPLAGE INTÉGRAL** rend impossible toute radiation HF nuisible au bon fonctionnement d'un récepteur et permet d'employer dans les meilleures conditions possibles des lampes à grand coefficient d'amplification telle que la nouvelle série **TRANSCONTINENTALES PHILIPS**

Le **DÉCOUPLAGE INTÉGRAL** est appliqué à nos 12 châssis de 4 à 8 lampes (pour courants alternatifs ou pour tous courants). Parmi ces 12 châssis, nous vous recommandons particulièrement le **VA 73** (7 lampes dont une valve), équipé avec lampes Philips **AK 2, AF 3, ABC 1, AC 2, AL 2, AL 2 et 1561**. Antifading automatique et commandé. 5 watts modulés (les 2 lampes **AL 2** alimentent soit 2 dynamiques, — 1 grave et 1 aigu, — ce qui permet d'obtenir un relief musical de tout premier ordre, soit un seul dynamique avec transformateur push-pull).

NOS CHÂSSIS et RÉCEPTEURS sont livrés avec un Bulletin de Garantie d'une année.

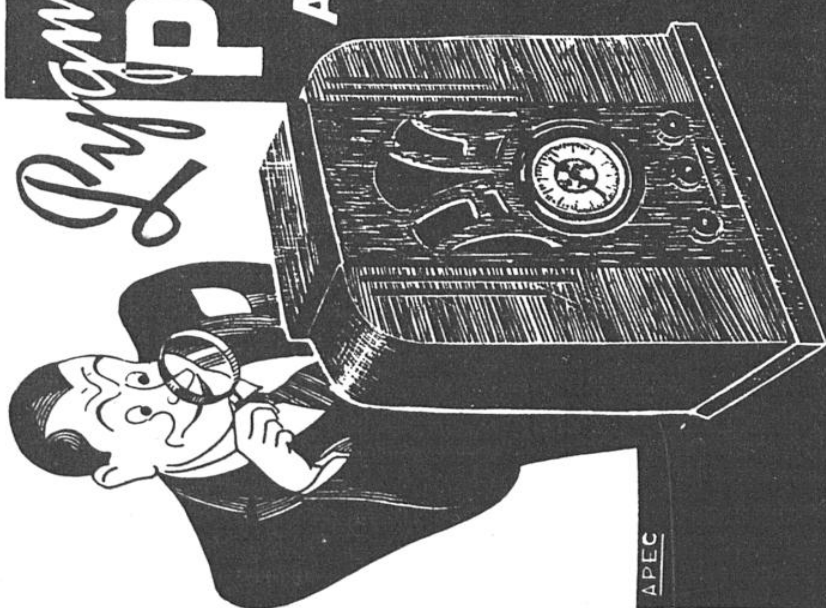
La documentation complète des châssis, les vues des différents récepteurs complets, les conditions de vente et d'essai vous seront adressées gracieusement sur simple demande.

DÉMONSTRATIONS ET VENTE :

RADIO-VULCAIN, 12, Boulevard de la Villette
PARIS - 19^e

Métro : BELLEVILLE — Téléphone : BOTZARIS 46-20

Ouvert tous les jours sauf le Dimanche de 9 h. à 12 h. et de 14 h. à 20 h. 30



Pygmy présente son...

PYGMYLUX

A ONDES COURTES (18 à 2000^m)

**LE TRIOMPHE DE LA
TECHNIQUE AMÉRICAINE**

Récepteur de haute qualité
au prix le plus bas !

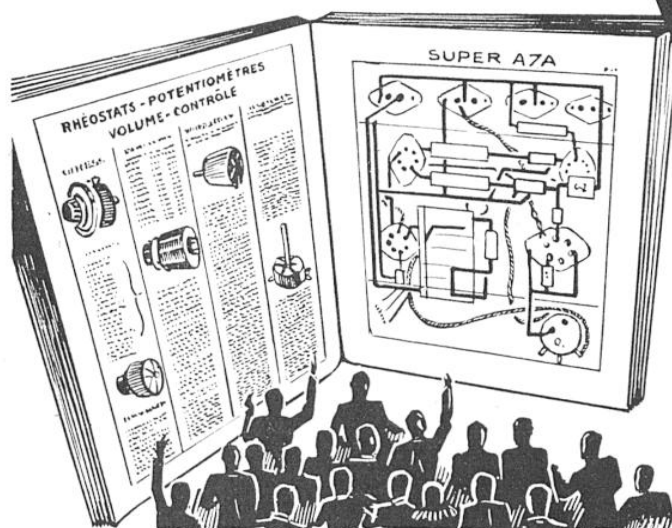
31, RUE LA BOÉTIE, 31 — PARIS (8^e)
Téléphone : ÉLYSÉES 15-56 et 57

QUELQUES AGENCES ENCORE DISPONIBLES

APEC

TOUT LE MONDE L'ATTENDAIT...

et le voici :



LE NOUVEAU CATALOGUE DU PIGEON VOYAGEUR 1936

la plus formidable

DOCUMENTATION GÉNÉRALE de la RADIO

Cette documentation, éditée à grands frais par la plus ancienne et la plus puissante firme spécialisée dans la pièce détachée, loin de ressembler aux catalogues commerciaux, constitue une **VÉRITABLE ENCYCLOPÉDIE DE LA RADIO 1936** que le technicien et l'amateur consultera tous les jours avec profit. Son but n'est pas de "faire acheter", mais de documenter sur la technique actuelle et de guider à travers ses nouvelles branches telles que : LA RÉCEPTION ET L'ÉMISSION DES ONDES COURTES ET ULTRA-COURTES, L'UTILISATION DES OSCILLOGRAPHES CATHODIQUES ; ET TOUT LE NOUVEAU MATÉRIEL.

En supplément : Photo et Cinéma d'Amateur.

PRIME :

En utilisant le bon ci-contre, vous recevrez, joint au catalogue, 9 schémas et plans de cablage grande dimension avec devis à prix nets sensationnels.

- 80 pages illustrées
- 400 dessins, schémas et photographies
- 15 pages de tableaux avec caractéristiques et culots de toutes les lampes actuelles, même métalliques
- 12 pages traitant les ondes courtes et ultra courtes

BON à découper et à retourner

AU PIGEON VOYAGEUR

252 bis, Bd. St-Germain, Paris-7°

pour recevoir

LA DOCUMENTATION GÉNÉRALE DE LA RADIO avec en prime, 9 schémas et plan de cablage.

Nom

Adresse

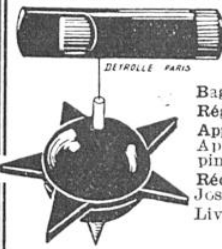
Joindre **2.50** en timbres poste pour frais d'expédition.

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES
◀ FILTRE ▶
 MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
 et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

INVENTEURS
 POUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN
 L. DENÈS Ing. Cons.
 35, rue de la Lune, Paris 2^e

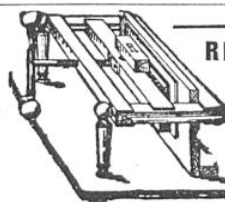
RADIESTHÉSIE



Pendules, modèles déposés, de Joseph Treyve, Larvaron, Voillaume, D^r Regnault, D^r vétérinaire Martin, H. Mager, etc...

Baguettes "Radies" en baleine. Règlette millimétrique de Voillaume. Appareils de contrôle : Neutraliseur, Appareil de profondeur, Radio cam-pimètre. Récepteur des effluves vitales de Joseph Treyve, pour télé-radiesthésie. Livres - Trousses - Témoins - Tableaux "Catalogue D sur demande"

LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE
 46, rue du Bac, Paris

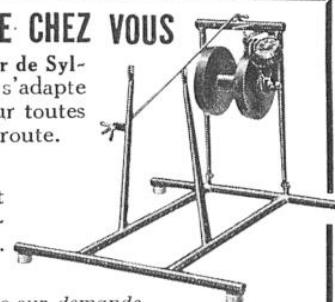


RELIER tout SOI-MÊME
 avec la *Relieuse-Mèredieu*
 est une distraction
 à la portée de tous
 Outillage et Fournitures générales
 Notice illustrée franco : 1 fr.
 V. FOUGERE & LAJRENT, à ANGOULÈME

LA BICYCLETTE CHEZ VOUS

grâce à l'entraîneur de Syl-vain ALBERT qui s'adapte instantanément sur toutes bicyclettes de route.

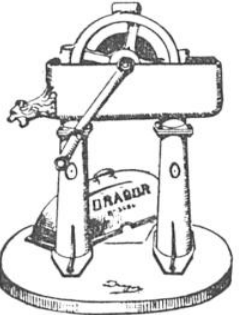
Bicyclettes et machines à ra-mer de chambre.



Brochure SV franco sur demande.

S. ALBERT, 20, av. Secrétan. Paris - Combat 14-02

DRAGOR
 Elevateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.



Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
 Pour la Belgique :
 39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.

SOUSVERREMÉTAL

permet d'encadrer instantanément en **NICKEL**, ou **CHROMÉ**, ou **COLORIS**
PHOTOS
DESSINS
GRAVURES

1 m. de baguette en 1 $\frac{1}{16}$ de large. 3 fr.
 4 coins légers d'assemblage. 3 fr.

49, rue de la Victoire, PARIS (9^e)
 et chez les Revendeurs

TELEVISION MAGAZINE

LA PREMIÈRE REVUE MENSUELLE DE VULGARISATION

vous permettra de comprendre et de réaliser la TÉLÉVISION

LES MEILLEURS TECHNICIENS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS Y COLLABORENT

EN VENTE A PARIS : dans les kiosques et librairies, ou à l'Administration, 19, rue Debelleye, Paris (3^e).

LE NUMÉRO : 4 francs

Timbres-poste acceptés en paiement

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES⁽¹⁾

La fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales. La mission peut se résumer ainsi :

- 1^o Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2^o Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3^o Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4^o Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatiques, etc.) est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants, d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.

imbattable!...

Peugeot

LIVRE LA CONDUITE
INTERIEURE 4 PLACES

201

A ROUES AVANT INDEPENDANTES • MOTEUR SELF-AMORTI • ETC...
DOTÉE DE TOUS LES PERFECTIONNEMENTS 1936
BOITE DE VITESSES SILENCIEUSE SYNCHROMESH • GRAISSAGE INTERNE
DES LAMES DE RESSORTS • MOTEUR PLUS PUISSANT • NOUVELLES ROUES • ETC...

13.900 FRs.

LA QUALITE QU'ON NE DISCUTE PAS

DAMOUR PHOTO