# 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 nº 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**

**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**

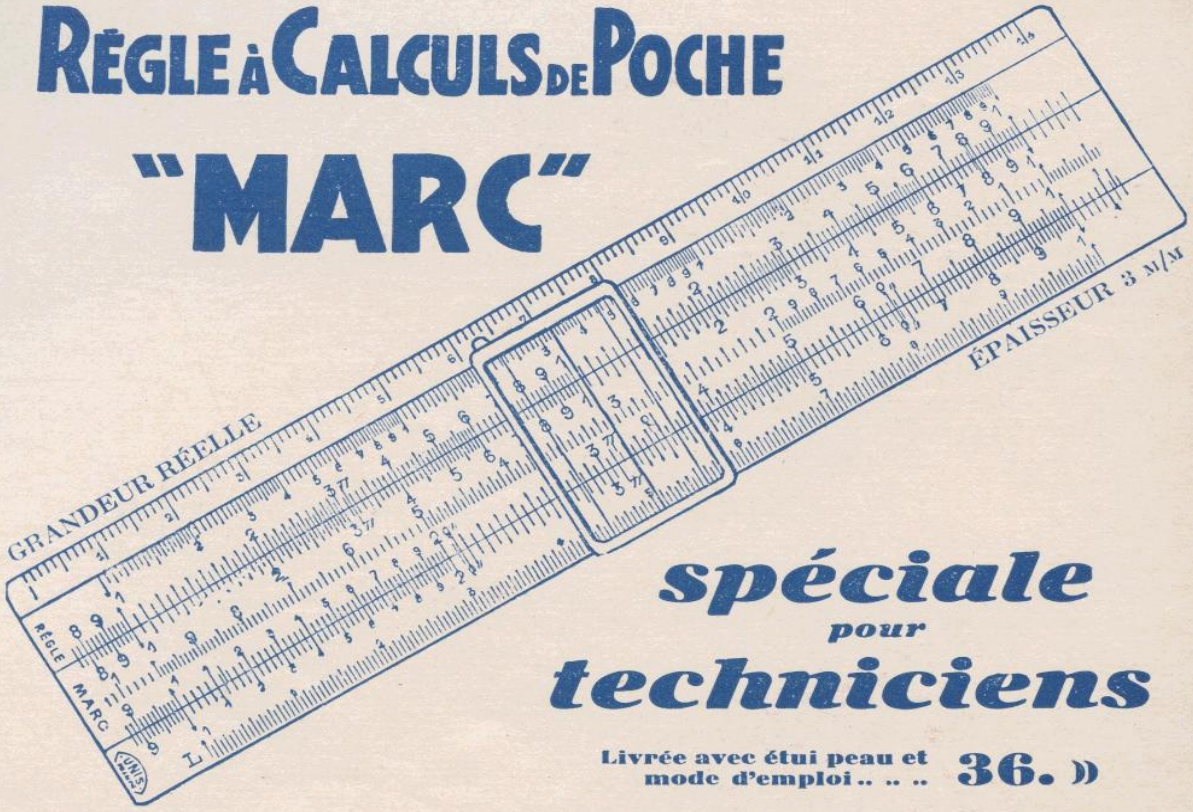
| Notice de la Revue | |
|---|---|
| Auteur(s) ou collectivité(s) | La science et la vie |
| Auteur(s) | [s.n.] |
| Titre | La science et la vie |
| Adresse | Paris : La science et la vie, 1913-1945 |
| Collation | 339 vol. : ill. ; 24 cm |
| Cote | SCI.VIE |
| Sujet(s) | Sciences -- Vulgarisation<br>Culture scientifique et technique<br>Presse scientifique |
| Note | À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie".<br>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 50. n. 232. Octobre 1936 |
| Adresse | Paris : La Science et la Vie, 1936 |
| Collation | 1 vol.(XXVI p.-p.[259]-344) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm |
| Cote | SCI. VIE 232 |
| Sujet(s) | Sciences -- Vulgarisation<br>Culture scientifique et technique<br>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.232 |

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# RÈGLE À CALCULS DE POCHE

# "MARC"




## spéciale pour techniciens

Livrée avec étui peau et mode d'emploi .. .. .. **36. »**

**Tous modèles en règles de poche : SCOLAIRE, MANNHEIM, SINUS et TANGENTES, BÉGHIN, ÉLECTRICIEN, RIETZ**

CHEFS D'ATELIERS, CHEFS DE CHANTIERS, CONTREMAITRES, MÉCANICIENS, ÉLECTRICIENS, EMPLOYÉS, VOYAGEURS DE COMMERCE

## Vous êtes en retard...

*si vous ne savez pas vous servir de la*

## Règle à Calculs de poche "MARC"

**DÉTAIL : PAPETIERS, LIBRAIRES, OPTICIENS, INSTRUMENTS DE PRÉCISION**

**Gros : CARBONNEL & LEGENDRE, fabricants**

**24, rue de Dunkerque, PARIS-X° - Téléphone : Trudaine 83-13**

**Si vous ne la trouvez pas, écrivez-nous, nous vous donnerons l'adresse de notre dépositaire le plus proche**

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL — ÉCOLE DE NAVIGATION

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

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

## Cours sur place ou par correspondance

### COMMERCE ET INDUSTRIE

Obtention de Diplômes
ou Certificats
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CONTREMAITRES
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 1re et 2e 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 MÉCANICIENS (Brest) — des SOUS-OFFICIERS MÉCANICIENS (Toulon) et PONT (Brest) — des MÉCANICIENS : Moteurs et Machines (Lorient) — à l'ÉCOLE NAVALE et à l'ÉCOLE des ÉLÈVES-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 2e cl. et d'Elèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.*

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

## TOUS LES INGÉNIEURS

non diplômés des Grandes Ecoles de l'Etat doivent adhérer à la

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

**152, avenue de Wagram, PARIS (17e)**

Les Statuts de la Société seront envoyés gratuitement sur simple demande.

PUBLI-ELGY

E. Foracini

24


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# Coffres-forts FICHET

SIÈGE SOCIAL
**26, rue Guyot - PARIS (17e)**

MAGASINS DE VENTE
**43, rue Richelieu - PARIS (1er)**

## LE DENTOL

**eau - pâte - poudre - savon**

est un Dentifrice antiseptique, créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermit les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Ce dentifrice laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

**Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.**

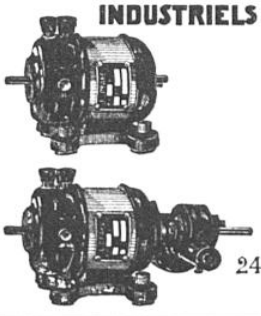
*Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de* **La Science et la Vie.**

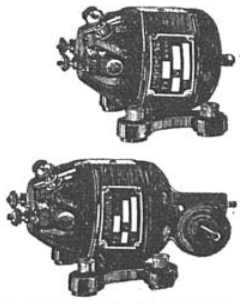
# Dentol

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

MICRODYNE

L. DRAKE CONSTRUCTEUR





240 bis BD JEAN-JAURÈS
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 12.39

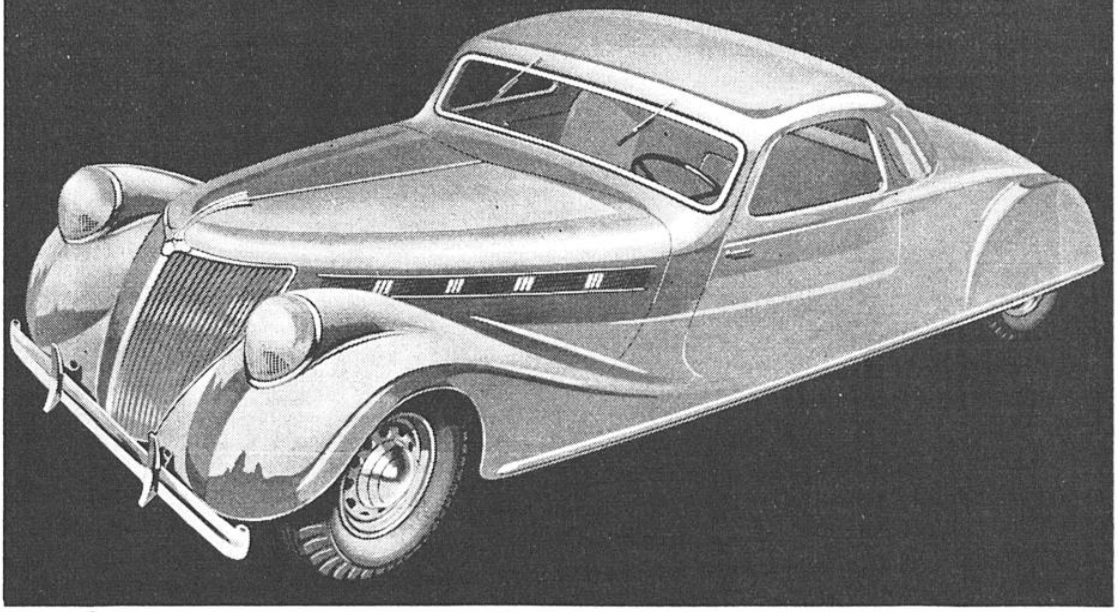

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

Les Nouvelles
RENAULT
1937

**Adaptées aux temps nouveaux, elles sont encore plus fines et plus élégantes ; elles apportent d'extraordinaires possibilités, une sécurité absolue et une incomparable économie d'exploitation**

DANS TOUS LES MODÈLES 4 CYLINDRES, 6 CYLINDRES, 8 CYLINDRES vous trouverez la gamme la plus complète des carrosseries : CONDUITES INTÉRIEURES, COACHES, CABRIOLETS, COUPÉS

NOUVELLE CALANDRE ET NOUVEAU CAPOT ● NOUVEAUX MOTEURS SURPUISSANTS A RÉGIME ÉCONOMIQUE ET (AU DESSUS DE 2 LITRES DE CYLINDRÉE) A REFROIDISSEMENT JUSQU'AU BAS DES CYLINDRES ● NOUVELLE DIRECTION A VIS GLOBIQUE ET GALET DOUBLE EXTREMEMENT DOUCE ET PRÉCISE ● NOUVEAUX FREINS ENERGIQUES ET PROGRESSIFS A COMMANDES MÉCANIQUES ● NOUVELLES ROUES A VOILE AJOURÉ MUNIES DE PNEUMATIQUES AUX DIMENSIONS STANDARD ● NOUVEAU SYSTÈME DE LEVAGE DE LA VOITURE PAR APPUI SUR LES PARE-CHOCS A L'AIDE D'UN NOUVEAU CRIC ● CHASSIS A LONGERONS-CAISSONS ● ESSIEUX COMPLETS ET ROBUSTES ● SUSPENSION EN 3 POINTS AVEC 4 AMORTISSEURS HYDRAULIQUES ● RÉPARTITION RATIONNELLE DES POIDS ● CARROSSERIES ULTRA MODERNES SPACIEUSES ET CONFORTABLES A GRANDE VISIBILITÉ ● BAGAGES ET ROUES DE SECOURS ABRITÉS

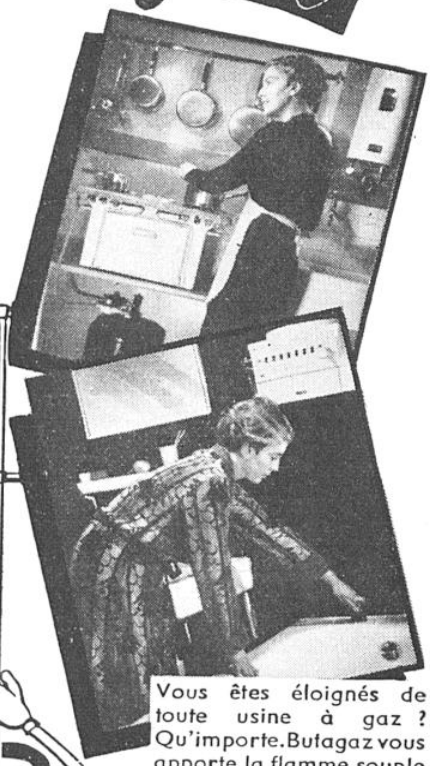


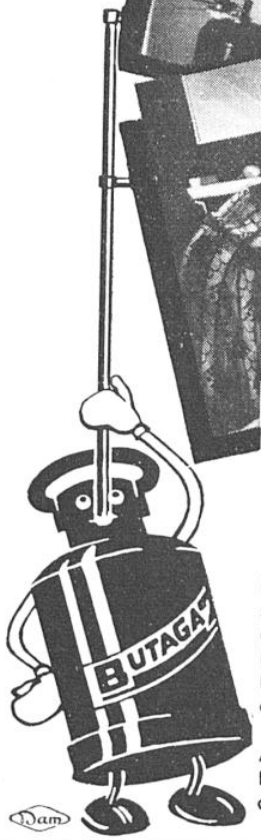
VENTE A CRÉDIT AVEC LE CONCOURS DE LA D. I. A. C. 47 bis, AV. HOCHE PARIS

EXPOSITION ET ESSAIS AU SALON DE L'AUTOMOBILE GRAND PALAIS, A NOTRE MAGASIN D'EXPOSITION 51-53, AVENUE DES CHAMPS-ÉLYSÉES, PARIS ET CHEZ TOUS NOS CONCESSIONNAIRES

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

où que vous soyez ..profitez des avantages du gaz!



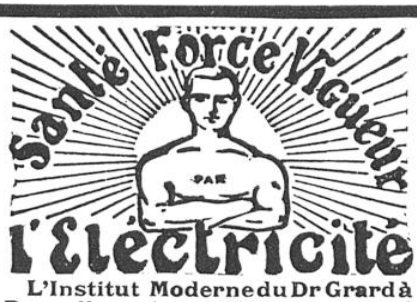



Vous êtes éloignés de toute usine à gaz ? Qu'importe. Butagaz vous apporte la flamme souple et docile, si pratique pour la cuisine, la salle de bains, l'éclairage et le chauffage.

Livré en bouteilles, il s'installera chez vous, aussi isolée que soit votre habitation. En tous lieux, Butagaz vous permettra de bénéficier de la commodité du gaz.

Approvisionnement régulier par des milliers de dépositaires livrant à domicile.

BUTAGAZ
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS




**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, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : **SYSTÈME NERVEUX.**
Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralysies.

2me Partie : **ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.**
Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminales, Prostatorrhée, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : **MALADIES de la FEMME**
Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : **VOIES DIGESTIVES**
Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation. Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : **SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR**
Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

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

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

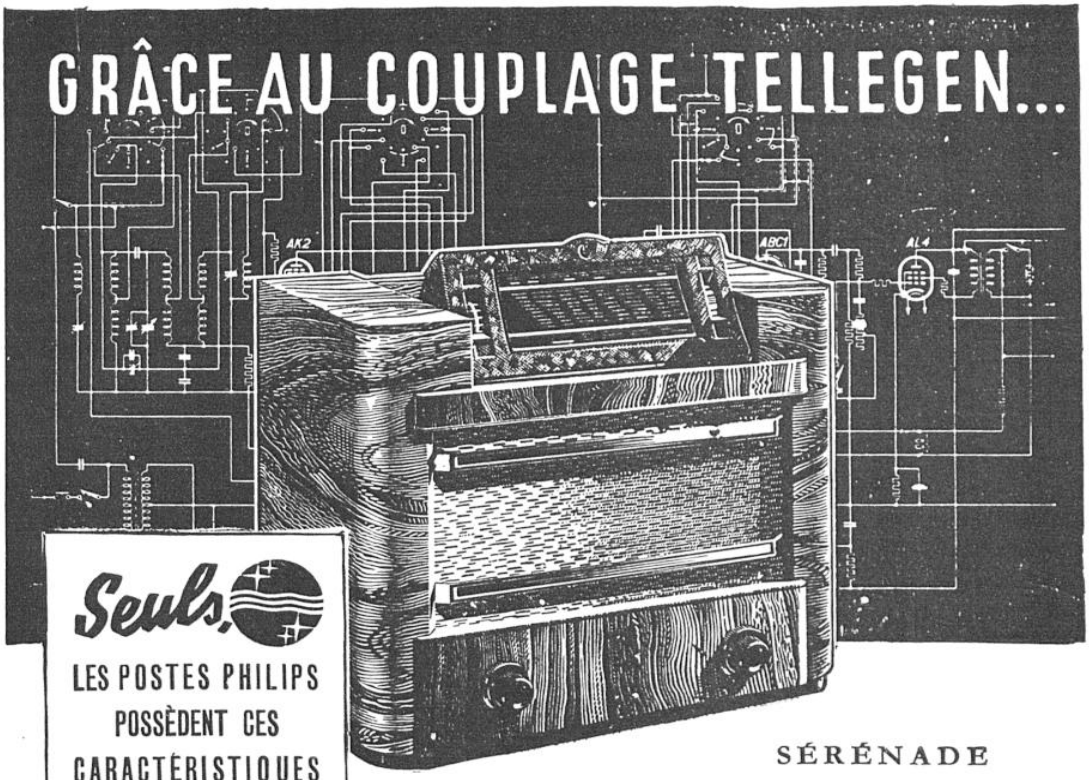
Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

**C'EST GRATUIT**

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


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# GRÂCE AU COUPLAGE TELLEGEN...




**Seuls**

## LES POSTES PHILIPS POSSÈDENT CES CARACTÉRISTIQUES

● **Le mono-bouton universel.** Permet d'effectuer, au moyen de deux doigts, avec facilité et simultanément, les six réglages essentiels du poste

● **Le cadran à inclinaison variable.** Vous permet de lire avec aisance le nom des stations que vous cherchez, que vous soyez assis ou debout, que votre récepteur soit placé sur une table basse ou sur un meuble élevé.

● **La sourdine de réglage.** Il suffit d'appuyer sur ce bouton pour opérer en silence la recherche des stations.

E.W.

SÉRÉNADE

*Un superhétérodyne toutes ondes à couplage Tellegen. • 5 lampes Miniwatt Série Rouge • Réglage à changement de vitesse automatique • Sélectivité variable couplée avec contrôle de tonalité • Sourdine de réglage • Cadran interchangeable à inclinaison variable...*

## ENFIN ...DE LA *vraie* MUSIQUE !

Il y a toujours des notes ou trop hautes ou trop basses que les récepteurs imparfaits laissent échapper. L'invention du couplage Tellegen — dont seuls les nouveaux postes Philips de la Série Symphonique sont dotés — leur assure une fidélité de reproduction véritablement exceptionnelle. Aucune note, aucune des subtilités de l'interprétation n'échappent à la scrupuleuse fidélité musicale de ces appareils.

# PHILIPS

COUPON *à détacher et à retourner à PHILIPS, 2, Cité Paradis, Paris X^e.*

*Messieurs, veuillez me faire parvenir votre magazine de luxe* "La Chanson du Monde".

*Nom* _____

*Adresse* _____ S.V.

IL Y A UN POSTE AUTO-RADIO PHILIPS AUSSI POUR VOTRE VOITURE


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# 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 29 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° 20.303,** 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° 20.305,** 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° 20.313,** 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° 20.319,** 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° 20.324,** 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.)*


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

**BROCHURE N° 20.326,** 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° 20.330,** 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° 20.337,** 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° 20.340,** 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° 20.347,** 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° 20.352,** concernant la préparation aux carrières du **Cinéma :** Carrières artistiques, techniques et administratives.
*(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)*

**BROCHURE N° 20.358,** concernant la préparation aux carrières du **Journalisme :** Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
*(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)*

**BROCHURE N° 20.362,** 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° 20.365,** concernant l'étude des **Langues étrangères :** *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto.* — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
*(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)*

**BROCHURE N° 20.374,** 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° 20.379,** 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° 20.383,** 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° 20.387,** concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** *(Eloquence usuelle, Diction).*

**BROCHURE N° 20.389, enseignement** pour les **enfants débiles** ou **retardés.**

**BROCHURE N° 20.394,** concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

**BROCHURE N° 20.399, Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté.**

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 (16e)**

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

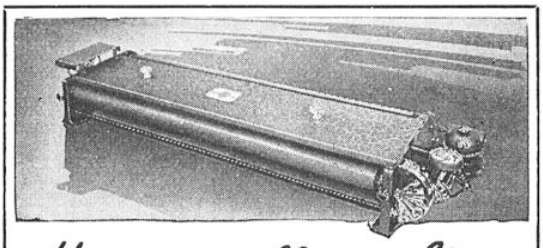
c'est celui qui est réalisé par le montage des verres scientifiques de la **SOCIÉTÉ DES LUNETIERS**, 6, rue Pastourelle, à Paris (3e) :

**STIGMAL, DIACHROM DISCOPAL** ou **DIKENTRAL**
sur une
Lunette
**HORIZON**

forme moderne, brevetée S. G. D. G.
à la fois **rationnelle** et **confortable,**
DONNANT
**"un champ de vision complet"**
parce que la position particulière des branches laisse complètement libre la vision latérale.

EN VENTE
**CHEZ TOUS LES OPTICIENS SPÉCIALISTES**

LA SOCIÉTÉ DES LUNETIERS NE VEND PAS AUX PARTICULIERS



*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 Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à
**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**
**12, AV. du MAINE. PARIS. XVe** T. Littré 90-13

# Vivre 100 ans
## par une méthode de vie scientifique

ON PEUT RESTER JEUNE OU LE REDEVENIR, ET

**vivre en bonne santé pendant deux et même trois fois la durée actuelle de la vie.**

La preuve en a été faite par les meilleures intelligences de notre temps : Metchnikoff, Steinach, Voronof, Jaworski, Frumusan, Harrisson, Carrel, etc. Le Professeur THÉIRON en a fait l'expérience vivante sur lui-même et sur de nombreux élèves.

**A plus de 70 ans, il a la souplesse et l'aspect d'un homme de 40.**

Il a réuni ses expériences en une méthode facile, applicable par tous : cette méthode n'exige ni médicaments, ni greffes glandulaires, ni exercices pénibles. Il suffit de bien orienter l'alimentation, la respiration, et de soigner surtout

**LES GLANDES ENDOCRINES**

suivant des indications simples et précises qui vous donneront une vitalité décuplée, une ardeur infatigable, qui défie les signes et les effets de l'âge.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement.

**ÉCOLE THÉIRON (Serv. 26), rue Vanderkindere, 334, Bruxelles** (affranchir à 1 fr. 50).

# un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

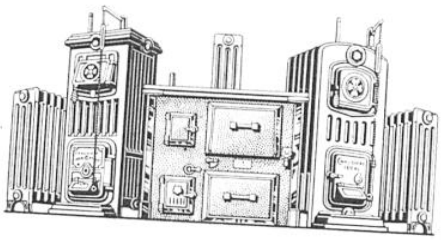
pour illustrer vos **Publicités**

**Établissements**
# Laureys Fres
**17, rue d'Enghien, Paris**


Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# Si vous saviez comme il coûte peu....

LE
CHAUFFAGE CENTRAL
**IDEAL CLASSIC**



**Cette Brochure vous l'apprendra**

Elle vous renseignera de façon précise sur les questions qui vous intéressent, et, en particulier, sur la consommation qui est inférieure à :

**7 centimes de l'heure par radiateur.**

Sur l'installation qui est aussi simple que celle du gaz ou de l'électricité.

Sur l'entretien qui exige à peine quelques minutes d'attention journalière.

Sur le choix des appareils dont il existe une gamme très complète permettant de fournir chauffage parfait et eau chaude dans toute habitation à partir de 2 pièces.

525

Veuillez m'envoyer gratuitement votre brochure illustrée N°68

NOM .....

RUE ..... N° .....

VILLE ..... DÉPt .....

**COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS**

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8e)

LYON — 1, Rue de la République
MARSEILLE — 26, Cours Lieutaud
BORDEAUX — 128, Cours d'Alsace-Lorraine

USINES à : DOLE, AULNAY-s/-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, St-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# Pourquoi chauffer les nuages...

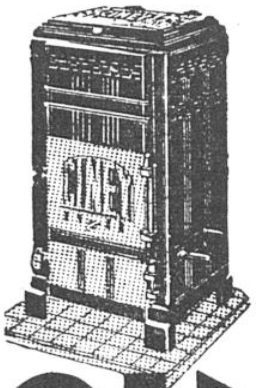
Nul n'ignore que, dans tout calorifère à feu continu, le charbon distille du gaz, qui s'échappe dans la cheminée et "chauffe les nuages"

LE

## CALORIFÈRE "CINEY"

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

o o o




*Demandez brochure et renseignements techniques qui vous seront adressés gracieusement par les*

**Forges de CINEY**
**à GIVET (Ardennes)**

***Il existe des CINEY de 60 à 1.500 m³***

# CINEY

# SOURDS

**Seule, la marque AUDIOS**
grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
**reste en tête du progrès**

*Sa nouvelle création*

**LE CONDUCTOS**
est une petite merveille de la technique moderne

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur **RAJAU** à
**DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3e**

# 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 PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT**

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

**Les élèves sont attendus pour des 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**

**Recherches des Sources, Filons d'eau**
**Minerais, Métaux, Souterrains, etc.**
par les
**DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17e

**Vente des Livres et des Appareils permettant les contrôles.**

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# 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° Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;

2° Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;

3° Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;

4° 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 (2e 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.

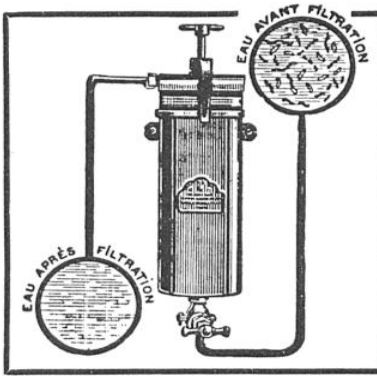
**Emoluments** (1).

**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-7e.**

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**




LE
**FILTRE CHAMBERLAND**
**SYSTÈME PASTEUR**
**sans emploi d'agents chimiques**
donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.
**FILTRES A PRESSION ET SANS PRESSION** — **FILTRES DE VOYAGE ET COLONIAL**
**BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES**
**80 bis, rue Dutot, PARIS** - Tél. : Vaugirard 26-53

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

# EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

**ABONNEMENTS**

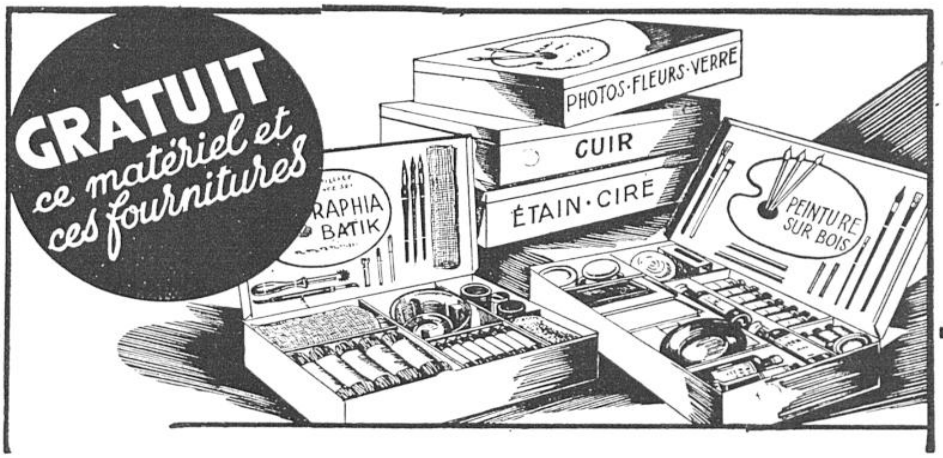
| | | |
|---|---|---|
| FRANCE ET COLONIES | Trois mois | 26 fr. |
| | Six mois | 50 fr. |
| | Un an | 96 fr. |
| BELGIQUE | Trois mois | 32 fr. |
| | Six mois | 60 fr. |
| | Un an | 120 fr. |
| ÉTRANGER (tarif postal réduit) | Trois mois | 50 fr. |
| | Six mois | 100 fr. |
| | Un an | 200 fr. |
| ÉTRANGER (tarif postal augmenté) | Trois mois | 75 fr. |
| | Six mois | 150 fr. |
| | Un an | 300 fr. |

**INVENTEURS**
POUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN L. DENÈS Ing. Cons. 35, Rue de la Lune. PARIS 2e
DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

**LA SCIENCE ET LA VIE**
est le seul Magazine de Vulgarisation
**Scientifique et Industrielle**

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES
**◄ FILTRE ►**
MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris
**MALLIÉ**


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**




# Tous les Français doivent savoir...

**qu'ils peuvent apprendre l'intéressant métier des arts appliqués en quelques semaines seulement.**

Vous qui cherchez une occupation agréable et lucrative, spécialisez-vous rapidement dans l'un des arts suivants : peinture sur bois, émaillage, batik, gesso, travail du cuir, de l'étain, etc.
Hommes, femmes, jeunes gens, quels que soient vos âge, condition et résidence, la

## SADACS (Les Ateliers d'Art Chez Soi)

vous donnera le moyen d'utiliser intelligemment vos loisirs en réalisant des gains importants.

**Les « Ateliers d'Art Chez Soi » mettent à la disposition de leurs adhérents une puissante organisation commerciale** comprenant :
**Une coopérative d'achat** qui obtient pour eux des prix très bas ;
**Des groupements régionaux** qui organisent des expositions de leurs travaux ;
**Un service de ventes** qui écoule leur production.
**En outre, les « Ateliers d'Art Chez Soi » offrent gratuitement, à tout nouvel adhérent, cinq coffrets contenant** le matériel, l'outillage et les fournitures nécessaires pour entreprendre tous travaux d'art.
**Il n'est nul besoin d'aptitudes spéciales pour réussir,** nos méthodes sont simples, claires et vite assimilées par chacun.
**Très rapidement vous exécuterez des objets vendables** et nous serons heureux de vous aider à écouler votre production.
Pour vous, pour les vôtres, pour vos enfants, demandez aujourd'hui même à l'aide du bon ci-dessous, notre plaquette gratuite **Les Travaux d'Art Chez Soi.**

**BON** à découper ou à recopier

**LES ATELIERS D'ART CHEZ SOI (Cours 23)**
**25, rue d'Astorg, 25 — PARIS (8e)**

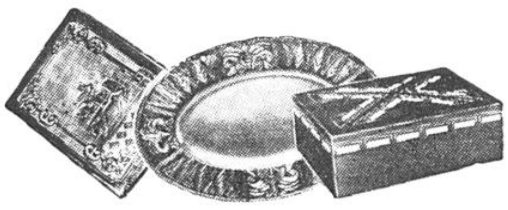
*Veuillez m'envoyer, sans engagement pour moi, votre plaquette* Les Travaux d'Art Chez Soi, *ainsi que tous les renseignements sur votre offre spéciale de matériel gratuit. (Inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'affranchissement.)*

M .....

Adresse .....

.....

*AVIS. — Les objets ci-contre exécutés par nos adhérents, font partie de la collection de travaux exposée dans nos bureaux et visible tous les jours.*

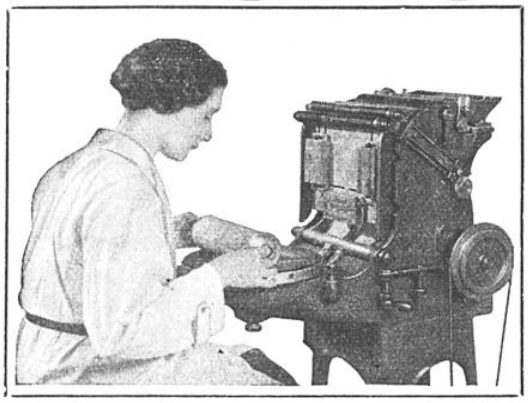


Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

LA
POLYCHROME
**DUBUIT**

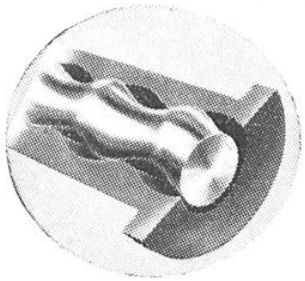
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE



**imprime en une, deux ou trois couleurs sur tous objets.**

PRÉSENTATION MODERNE
**4 fois moins chère que l'étiquette**
(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

**MACHINES DUBUIT** **PARIS**
**62 bis, rue Saint-Blaise** Roq. : 19-31

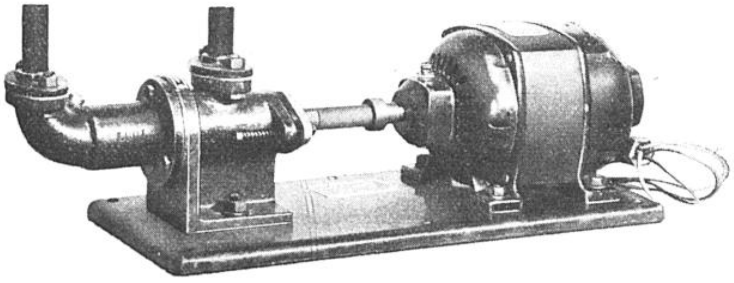


**P.C.M**
**POMPES EN CAOUTCHOUC**

LICENCE **R. MOINEAU**, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

**AVANTAGES**

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN

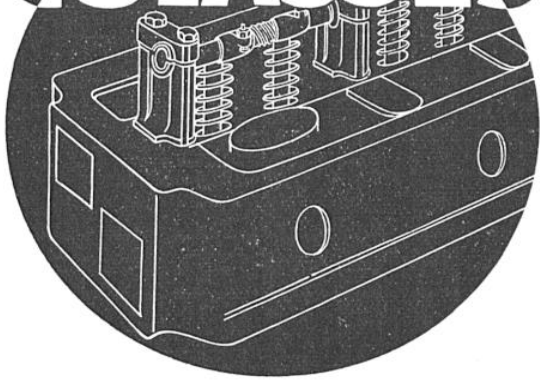


SOCIÉTÉ
**POMPES . COMPRESSEURS . MÉCANIQUE**
63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) . TÉL. MICHELET 37-18

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

Comme les culasses de moteurs à soupapes latérales les

CULASSES



DE MOTEURS A SOUPAPES EN TÊTE SONT EN

ALUMINIUM

ET DONNENT PLUS DE CHEVAUX POUR MOINS D'ARGENT

RENDEMENT ÉCONOMIE

L'ALUMINIUM FRANÇAIS

23 bis, rue de Balzac — PARIS (8e)

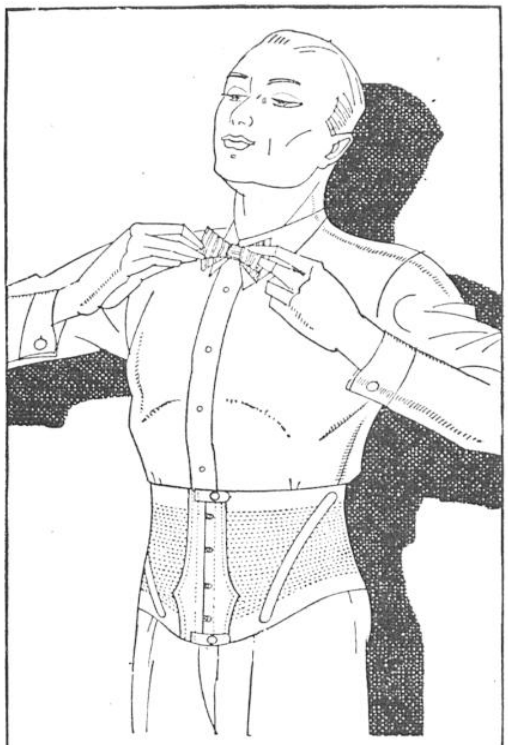
BON A DÉCOUPER

Veuillez m'adresser gracieusement et sans engagement de ma part, votre brochure sur la culasse en aluminium.

Nom.....

Profession.....

Adresse..... V



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

**INDISPENSABLE** à tous les hommes qui " fatiguent " dont les organes doivent être soutenus et maintenus.
**OBLIGATOIRE** aux " sédentaires " qui éviteront " l'empâtement abdominal " et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

| N° | TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR — | Haut devant | COTE forte | COTE souple |
|---|---|---|---|---|
| 101 | Non réglable | 20 c/m | 69 F. | 79 F. |
| 102 | Réglable . . . | 20 c/m | 89 F. | 99 F. |
| 103 | Non réglable | 24 c/m | 99 F. | 109 F. |
| 104 | Réglable . . | 24 c/m | 119 F. | 129 F. |

**Recommandé :** 102 et 104 (se serrant à volonté).
**Commande :** Indiquer votre tour exact d'abdomen
**Echange :** par retour si la taille ne convient pas.
**Envoi :** rapide, discret, par poste, recommandé.
**Port :** France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.
**Paiement :** mandat ou rembours (sauf Étranger).
**Catalogue :** échantill. tissus et feuill. mesur. Fco

BELLARD - V - THILLIEZ

SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Envoi gratuit

Choisissez la montre à votre goût sur le superbe Album n° 36-65, présentant :

**600 MODÈLES DE MONTRES DE BESANÇON**

tous les genres pour Dames et Messieurs qualité incomparable

Adressez-vous directement aux Ets SARDA les réputés fabricants installés depuis 1893.

**SARDA**

**BESANÇON**

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRECISION

**6 DOUBLES** avec le stylo **Pointeplum'** MARQUE **STYLOMINE**

Pointes inusables OSMIRIDIUM

MIEUX QUE LES POINTES

Écritures extra-fines, moyennes, ou grosses

MODÈLE PP. PROPAGANDE **17 F.**

**4** FOIS PLUS D'ENCRE **303** PP. **40 F.**

EN VENTE PARTOUT

Pas de foyer

Pas d'atelier

Pas d'usine

*sans un*

**MOTEUR**

**RAGONOT-ERA**

moteurs à réducteurs de vitesse · moteurs spéciaux · génératrices convertisseurs

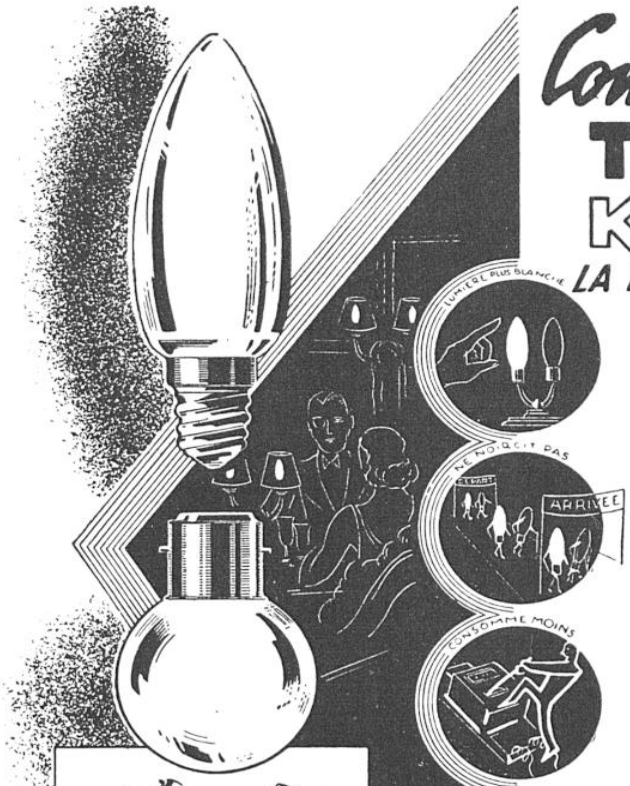
*...ou un* **Ragonot-Delco**

(Licence Delco)

ET E. RAGONOT, les grands specialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tri. 17-60

Pub. R.-L. Dupuy


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**




Connaissez vous
TUNGSRAM
KRYPTON
LA LAMPE A HAUT RENDEMENT

Elle est remplie de **KRYPTON**, le « diamant de l'air », gaz excessivement rare extrait de l'atmosphère, où il existe à la dose d'un millionième. Grâce au **KRYPTON**, son rendement lumineux s'améliore et la lumière émise se rapproche de la lumière solaire.

Les nouvelles lampes **TUNGSRAM-KRYPTON** sont plus petites et plus élégantes que les lampes normales du même type. Elles donnent, en moyenne, 40 % de lumière en plus que les lampes qu'elles remplacent. Elles ne noircissent jamais et ne faiblissent pas avec l'âge. C'est le plus grand progrès réalisé par la lampe d'éclairage depuis l'invention du filament métallique.

C'est aux puissantes usines **TUNGSRAM** qu'ont été fabriquées les premières lampes-décoration au gaz **KRYPTON**.

Modernisez votre éclairage sans consommer davantage, en utilisant les lampes **TUNGSRAM-KRYPTON**. Elles éclairent mieux à égalité de consommation ; elles consomment moins à égalité d'éclairage.

**TOUTES LES LAMPES POUR TOUS LES USAGES**

**Lampes d'éclairage général ;**
**Lampes de projection ;**
**Lampes pour la photographie ;**
**Lampes mignonnettes ;**
**Lampes pour automobiles ;**
**Toutes lampes de T. S. F.**

Une nouvelle Technique mise au point par

LES LAMPES D'ÉCLAIRAGE

TUNGSRAM

112 bis, rue Gardinet, PARIS (17e) - Téléphone : Wagram 29-85




Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# 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.

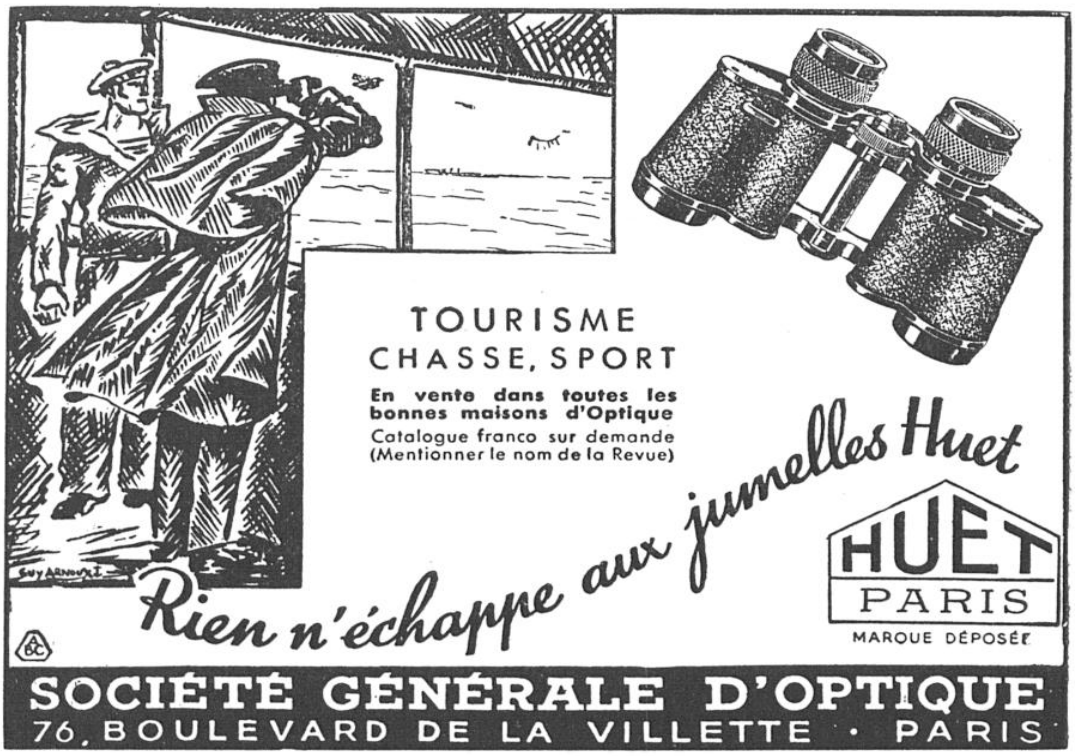
Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions ; les jeux à prépaiement, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. 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 (épingle de sûreté, ferret du lacet, diabolo), 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 (8e).**







**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# Un ACCENT PARFAIT

## après *en Anglais Allemand Italien*

# 100 Heures d'étude

Hier, pour parler correctement une langue, un long et coûteux séjour dans le pays étranger était indispensable. Sans une très grosse dépense et une très grande perte de temps, il était impossible de comprendre et parler une langue à la perfection. Aussi celui qui ne pouvait se rendre à l'étranger était réellement en état d'infériorité.

Tout cela est changé maintenant depuis cette révélation qu'est la méthode Linguaphone. Dès la première leçon, l'élève peut décrire plus de quinze objets familiers avec un accent impeccable. Il en a appris davantage qu'en des semaines d'étude par les méthodes ordinaires. La méthode Linguaphone est si attrayante et si commode que la personne la moins douée pour les langues obtient tout de suite des résultats surprenants. En effet, le Linguaphone est un merveilleux professeur, toujours à votre disposition chez vous, à toute heure du jour ou de la nuit, toujours prêt à répéter ce qu'il vient de vous dire d'une voix aussi calme à la fin de la plus longue leçon qu'à la première minute. A raison d'une heure par jour et avec n'importe quel phonographe, vous connaîtrez une langue en trois mois, et ceci même si vous n'avez jamais prononcé un mot de cette langue, même si vous ne vous croyez que peu de facilités pour l'étude des langues étrangères. Plus de 40.000 élèves, qui ont appris l'anglais, l'allemand, l'espagnol, etc. (les cours existent en vingt-trois langues), avec Linguaphone, disent avec enthousiasme la supériorité évidente de cette étonnante méthode d'enseignement.

### Faites par vous-même cet essai gratuit pendant huit jours chez vous

Rien ne vaut un essai par soi-même. C'est seulement après avoir reçu quelques leçons par Linguaphone que vous saurez tout ce qu'il peut faire pour vous. Aussi l'Institut Linguaphone offre gracieusement à tous ceux qui veulent se donner la connaissance, aujourd'hui indispensable, d'une langue étrangère, un cours complet pendant huit jours dans la langue de leur choix. Cet essai gratuit et sans engagement, vous le ferez quand il vous plaira, confortablement installé chez vous.

Mais, sans doute, aimeriez-vous être renseigné plus en détail avant de demander un cours. C'est pourquoi nous vous enverrons, sur simple demande, à réception du bon ci-dessous, un intéressant ouvrage qui traite à fond de l'enseignement des langues et montre combien il est facile et économique d'apprendre avec Linguaphone, en très peu de temps, n'importe quelle langue étrangère. Cet ouvrage gratuit vous sera expédié franco sans engagement pour vous. Puisque la question des langues vous intéresse, réclamez aujourd'hui même votre exemplaire, qui vous dira tout.

**Envoyez ce coupon tout de suite.**

**BON** à envoyer à
**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B 9)**
**12, rue Lincoln (Champs-Elysées), PARIS**

*Veuillez m'envoyer, sans engagement pour moi, l'ouvrage gratuit m'apportant tous renseignements sur la méthode Linguaphone et l'offre d'un essai de 8 jours.*

*La langue qui m'intéresse est* .....

Nom ..... Profession .....

Adresse .....

.....

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A l'occasion du

# XVe SALON DE L'AÉRONAUTIQUE

**(13 au 29 Novembre 1936)**

# l'Aéro

publiera

## DEUX NUMÉROS SPÉCIAUX SUR 22 ET 24 PAGES

Avec les collaborations les plus remarquables, la documentation la plus complète sur les sujets d'aviation les plus variés.

Ces numéros, qui constitueront une véritable encyclopédie des deux récentes années de progrès aéronautique, seront en vente les **13** et **20 novembre** au prix spécial de

## 1 fr. 50 le numéro

Retenez dès à présent ces exemplaires chez votre fournisseur habituel. Ils seront, comme chaque année, très rapidement épuisés.

**ABONNEMENT SPÉCIAL**

**Pour être sûr d'avoir ces deux numéros qui pourraient peut-être manquer dans les kiosques dès leur parution, découpez le bulletin ci-contre et envoyez-le à l' « Aéro », 79, avenue des Champs-Elysées, Paris, accompagné de 3 francs en timbres-poste, et vous recevrez ces deux numéros directement par la poste, franco, comme nos abonnés.**

*M* .....

*demeurant à* .....

.....

*désire recevoir franco les deux numéros spéciaux du Salon à 1 fr. 50. Ci-joint 3 francs en timbres-poste.*

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

CONNAISSEZ-VOUS

**ASSIMIL**

"la méthode facile"?

***Rien d'aussi clair.***
***Rien d'aussi bien gradué.***
***Rien de tel pour apprendre rapidement et à peu de frais.***

**LA SEULE MÉTHODE PARFAITEMENT ACCESSIBLE AUX DÉBUTANTS.**

Pour **1 fr. 25** en timbres, sans engagement, vous recevrez franco **7 leçons d'essai** d'une de ces langues, avec documentation complète.

**ASSIMIL (Sc)**
**4, rue Lefebvre — PARIS (15e)**

**TOUTES ONDES**
**A PARTIR DE 16 MÈTRES**
(2 gammes ondes courtes)
**4 GAMMES**

**SÉLECTIVITÉ VARIABLE - RÉGLAGE VISUEL**
**NOUVELLES LAMPES ROUGES**

Tout ce qui comporte la Technique Moderne
— est appliqué au —

**Super-Excelsior 637**

(Décrit dans ce N°, page 336)

PRIX DE DÉTAIL **1.495 fr.**

Demandez le **Recueil Sélectionné des dernières Nouveautés.** (Joindre 0.75 pour frais)

**S. A. R. R. E.**
70, Avenue de la République
**PARIS (11e)**

**GÉNÉRAL RADIO**
1, Boulevard Sébastopol
**PARIS (1er)**

Ceux qui se servent d'un CARAN D'ACHE n'en veulent plus d'autres. Chez le papetier, soyez bien décidé à n'emporter que CARAN D'ACHE.

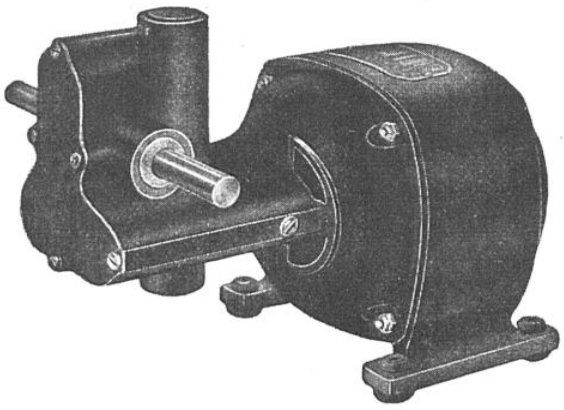
Demandez toujours le
**Crayon**
**CARAN d'ACHE**

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE
VICTOR SERVET
53, RUE DE SEINE — PARIS (6e)

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# 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**

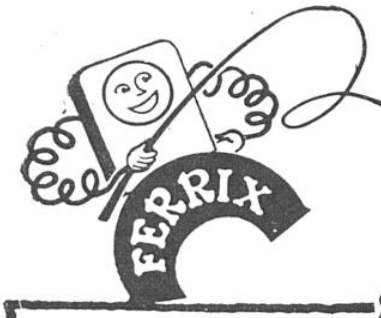
**MOTEUR MONO, BI, TRI**

**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**



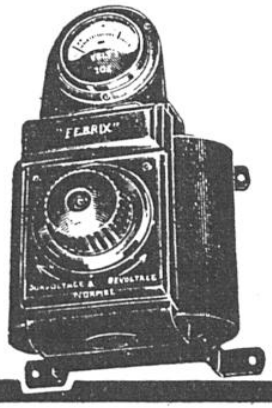

*Pour*

# "DISCIPLINER"

*le courant !*

abaisser la tension dangereuse de 220 volts et accroître le rendement de vos appareils, ayez un

**SURVOLTEUR-DÉVOLTEUR**




Le SURVOLTEUR-DÉVOLTEUR rend le voltage normal.

Indispensable au bon fonctionnement de vos appareils ménagers, il évite la mort prématurée de vos lampes d'éclairage et de T.S.F.

... et dure indéfiniment s'il est signé :

# "FERRIX"

*Modèles à partir de 100 fr. · Brochure n° 44 sur demande.*

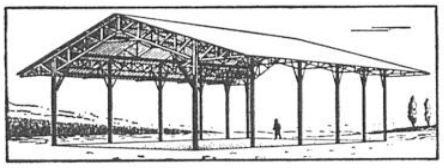
98, Avenue Saint-Lambert - NICE.
172, Rue Legendre - PARIS

Pub. R.-L. Dupuy

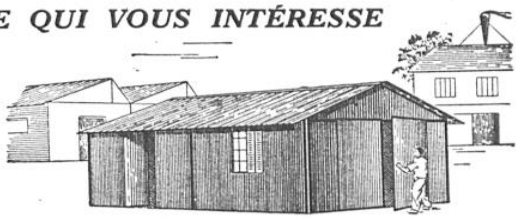

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# Quelques-unes de nos Constructions métalliques

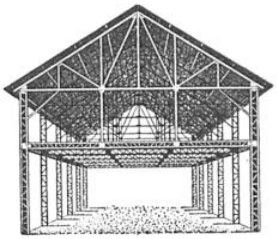
***DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE***



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

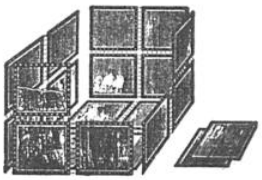


GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. *(Notice 192)*



GRAND HANGAR de 28 m. × 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 l. Plus de 460 modèles différents. *(Notice 187)*

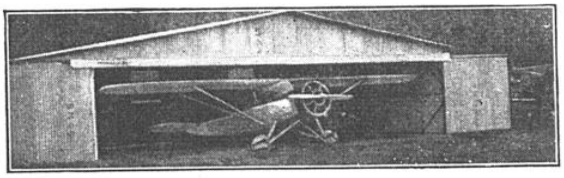
MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. *(Not. 198)*

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

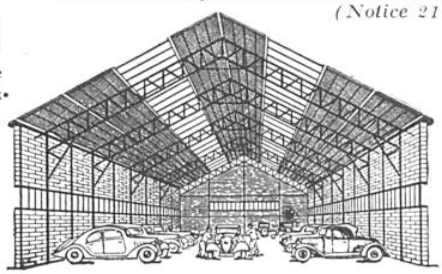
**Rendez-vous :** *En atelier*, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — *En voyage*, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.

SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. *(Not. 208)*

ÉGLISES et TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 cent. au mètre. *(Notice 214)*



HANGARS A AVIONS, 12 m. de portée sur 8 m. de profondeur, avec 4 portes coulissantes : **9.688 francs.**



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

PAVILLONS COLONIAUX de toutes dimensions. Entièrement démont., toutes grandeurs voulues, avec vérandas de 2 m. jusqu'à 4 m.

## Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

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


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

**GARANTIE STANDARD DE 3 ANS**

comprenant :

**UN SERVICE D'ENTRETIEN**

et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN

CONSTRUCTION FRANÇAISE

ULTRAMÉRIC

ÉCHANGE INSTANTANNÉ DE TOUS CHASSIS OU POSTES QUELQUE SOIT LA CAUSE DE L'ARRET

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

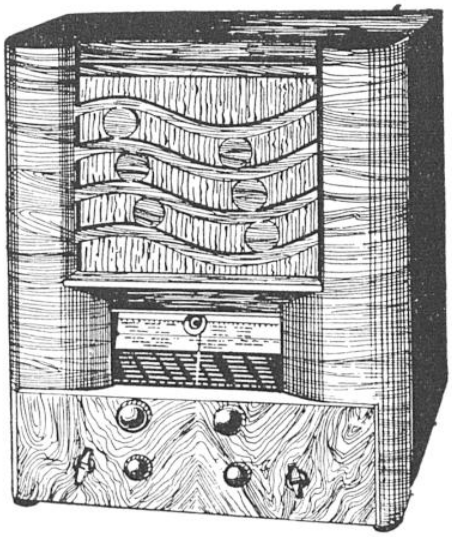
**Une gamme complète de nouveaux modèles**

**TOUTES ONDES — 4 lampes, 5 lampes, 6 lampes, 11 lampes**

# ULTRAMERIC XI

## CARACTÉRISTIQUES

- TOUTES ONDES 13-2.000 M.
- 11 LAMPES MÉTAL
- PUSH-PULL
- SÉLECTIVITÉ VARIABLE
- LAMPE DE SILENCE
- OSCILLATEUR CATHODIQUE
- BOBINAGES AU FER 460 Kcs
- DÉMULTIPLICATION DOUBLE
- CADRAN VERRE (7 allum.)



**HAUTE FIDÉLITÉ DE REPRODUCTION PAR ÉLECTRODYNAMIQUE GÉANT DE 30 C/M**

**RELIEF MUSICAL**
**12 Watts modulés**

SUPÉRIORITÉ ÉCRASANTE

**SIX MOIS D'AVANCE**
**sur la production actuelle**

**UN RÉCEPTEUR D'UNE CLASSE EXCEPTIONNELLE**

DEMANDEZ LA DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée
**avec PRIX DE RÉCLAME DU SALON (Référence 901)**

# RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : TURBIGO 98-70 **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** Téléphone : TURBIGO 98-70

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


**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# L'ART DE CHAUFFER LES GRANDS LOCAUX

Il n'est plus impossible de chauffer convenablement les grands locaux, c'est-à-dire ces vastes bâtisses aux voûtes démesurément élevées, aux dimensions à l'échelle des géants, comme le sont la plupart des édifices des cultes, beaucoup de théâtres, de halls d'exposition, de salons de peintures, de magasins, etc. Locaux ingrats, s'il en est, pour l'entrepreneur de chauffage, d'autant que, bien souvent, aux difficultés inhérentes à un impressionnant cube d'air, s'ajoutent, pour bouleverser ses calculs, d'ingénieux courants d'air, agencés en tous sens, qui se font un jeu de défier ses efforts : témoin le Grand Palais à Paris.

C'est pour ces rebelles au chauffage que le gaz, mis à contribution, a réussi là où tous ses émules avaient échoué jusqu'ici.

Nous voulons parler du chauffage par plaques ou panneaux rayonnants.

Fondé sur le mode de combustion dit « sans flamme », le principe de ce dispositif consiste à brûler un mélange combustible, gaz-air, au sein ou à la surface d'une masse réfractaire poreuse.

Un type d'appareil, construit sur ce principe, est constitué par une chambre de mélange en fonte ayant la forme d'une boîte cylindrique plate, dont la face postérieure reçoit l'ajutage d'alimentation ; la base antérieure est formée par une galette réfractaire dont la texture permet l'écoulement du mélange gazeux à brûler à une vitesse telle que sa combustion se localise à sa surface externe.

Le mélange d'air et de gaz sort, après combustion, par un très grand nombre d'orifices de faibles dimensions et très rapprochées les unes des autres. La chaleur produite se trouve ainsi étendue sur une surface relativement considérable.

L'alimentation en gaz se fait à pression normale, c'est-à-dire de 70 à 90 millimètres d'eau, et le débit est réglé par un injecteur à pointeau. L'alimentation en air se fait à une pression légèrement inférieure à celle du gaz, d'éclairage, que l'on peut obtenir soit par détente d'air comprimé, soit par un surpresseur.

Les gaz brûlés ne contiennent pas d'oxyde de carbone pouvant provenir d'une combustion incomplète, et cependant demeurent en quantité minime ; ils n'entraînent qu'une faible partie de la chaleur produite, car il n'y a pas d'air en excès. La proportion de chaleur rayonnante et, par suite, le rendement de l'appareil sont maximum.

La masse poreuse est portée à l'incandescence par la combustion du mélange, qui se fait, comme nous l'avons dit, au voisinage de sa surface externe, et la lampe ou « radiateur » ainsi constituée peut être ou non munie d'un réflecteur tronconique.

Avant même que ces perfectionnements aient été réalisés, on a vu de telles plaques radiantes chauffer le stand de la Société du Gaz de Paris au dernier Salon des Arts Ménagers, et le « Dupont-Métropole », sur les Grands Boulevards, à Paris, en a fait usage, avec un entier succès, pendant tout l'hiver dernier.

* * *

A cela ne se borne pas le progrès introduit récemment par le gaz dans la technique du chauffage des grands locaux.

Le chauffage à air chaud, qui a été, dans nos demeures modernes, la première manifestation du chauffage central, trouve un regain de faveur depuis que l'on construit des générateurs à air chaud au gaz, et l'expérience a démontré qu'adapté à ce combustible, ce mode de chauffage convenait admirablement aux grands locaux.

Le fait doit-il être justifié par des raisons précises? Les voici :

1° Faible inertie thermique, d'où capacité d'être mis rapidement en fonction et de suivre instantanément les variations de la régulation ;

2° Régularité de marche par dispositif proportionnant instantanément la dépense de combustible à la température désirée ;

3° Rendement thermique élevé ;

4° Sécurité absolue de l'installation en cas



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VOICI UN TOUT RÉCENT SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES TERRASSES DE CAFÉS

*Le « Dupont Métropole », sur les Grands Boulevards, à Paris, est chauffé par des « plaques irradiantes ». Ce mode de chauffage se rapproche du chauffage solaire, les objets, le sol irradiant les calories emmagasinées. Puissance calorifique unitaire, 8 100 calories ; puissance totale, 24 300 calories.*

d'arrêt subit de la circulation de l'air chauffé ;

5° Pulsion, à des distances parfois très grandes, de l'air chaud, sans mélange appréciable avec l'air ambiant, créant ainsi une zone de chaleur limitée en largeur et en hauteur à la partie utile ;

6° Possibilité d'échauffer à volonté soit l'air déjà chauffé qui occupe le local, soit l'air froid pris à l'extérieur pour ventiler et mettre l'atmosphère en pression.

Mais les raisons sont des justifications *a posteriori*, et, encore une fois, rien ne vaut la démonstration expérimentale. Cette démonstration, des locaux comme le grand amphithéâtre de la Faculté des Lettres de Toulouse, le Gymnase des écoles de Pavillons-sous-Bois, le restaurant Doucet, une multitude d'églises, de salles de spectacles ou de réunions, l'administrent d'une façon éclatante.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

Tome L

# SOMMAIRE

N° 232

OCTOBRE 1936

**Réflexions d'un technicien de l'automobile à propos du Salon de 1936..** — Charles Brull .. 261
*Voici, en cette fin de 1936, les tendances générales qui animent la construction automobile française et étrangère, ainsi que les solutions scientifiquement étudiées de la voiture actuelle où domine la recherche toujours plus poussée de l'économie, de la sécurité et du confort.*
Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien directeur des laboratoires Citroën.

**La formation de l'hélium, gaz de sécurité de l'aéronautique..** — Louis Houllevigue .. 271
*D'où vient l'hélium, gaz ininflammable, presque aussi léger que l'hydrogène et utilisé par suite pour gonfler les aérostats? Est-ce de l'hélium « jeune » ou « fossile » que dégagent les sources thermales françaises, et surtout les puits de pétrole des Etats-Unis ?*
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

**Le gyroplane et l'avenir de l'aviation..** — Charles Brachet .. 277
*Ce nouvel appareil récemment construit atteint aux essais une vitesse de 100 km/h. Cet engin à voilure tournante surclassera-t-il un jour l'avion au point de vue sécurité, charge utile et même vitesse? Son inventeur a calculé qu'au delà de 360 km/h, il serait supérieur aux meilleurs trimoteurs commerciaux actuels.*

**Comme le gyroplane, l'autogire peut maintenant décoller sans rouler ..** — H. Pelle des Forges. .. 284
*Voici un autre appareil à voilure tournante qui résout, lui aussi, grâce à de récents perfectionnements, le problème du décollage « direct », d'après les récentes expériences anglaises.*
Capitaine de frégate (R.).

**Contre la guerre chimique, la parade ne suffit pas : la riposte s'impose..** — Commandant Gibrin .. 286
*L'auteur, spécialisé, comme « officier Z », dans ce domaine du matériel chimique de guerre, expose ici la technique nouvelle de cette arme qui doit modifier les conditions du combat : conduite des opérations, organisation du front et de l'arrière, attaque et défense, etc.*

**Le lait, matière première de la laine artificielle..** — Jean Bodet . 293
*Voici, pour la première fois, un « ersatz » de la laine possédant un pouvoir feutrant et isolant comparable au produit naturel. C'est le « lanital », fabriqué depuis peu en Italie à partir de la caséine du lait, pour réduire notablement les importations.*
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique

**Notre poste d'écoute..** — S. et V. .. 297

**Dumping et contre-dumping ?..** — Jean Labadié .. 305
*Pour rendre l'activité à nos industries, résorber notre chômage, équilibrer notre balance commerciale, faire rentrer l'or dans les chambres fortes de la Banque de France, la « dévaluation » serait inopérante, affirme un économiste qualifié, M. Bailly. Le contre-dumping, au contraire, constituerait, selon lui, une riposte aux méthodes commerciales actuelles de nombreux pays étrangers et pourrait ainsi provoquer la reprise des échanges internationaux.*

**Comment la science a engendré la cité moderne du cinéma..** — Pierre Keszler. .. 313
*L'auteur, qui a visité et étudié les établissements cinématographiques les plus modernes, expose ici les résultats de son enquête concernant l'évolution scientifique et technique du cinéma.*

**Le moteur à réaction sera-t-il le propulseur de l'avion de demain ? ..** — Victor Jougla .. 321
*Pour dépasser le record du monde de vitesse de l'hydravion italien d'Agello (709 km/h), il faudra sans doute appliquer de nouveaux principes, parmi lesquels celui du moteur à réaction est à l'ordre du jour. Avec la « tuyère thermopropulsive », la puissance croît avec la vitesse en même temps que diminue la consommation.*

**Vers le champ de mines aérien ?..** — G. B.. 328

**Les livres qu'il faut méditer : le problème des carburants..** — G. B.. 330

**A travers notre courrier..** — S. et V. .. 332

**Conseils aux sans-filistes..** — Géo Mousseron .. 335

**Les alliages légers dans l'automobile et le cycle..** — J. M.. 338

**La science et l'industrie horlogère..** — P. L.. 340

**Les « A côté » de la science..** — V. Rubor.. 341

**Chez les éditeurs..** — S. et V.. 343

**Les procédés de construction mécanique mis en œuvre dans l'industrie automobile ont subi, ces dernières années, une évolution profonde. La soudure électrique, en particulier, joue maintenant un rôle de plus en plus important pour l'assemblage des tôles de carrosseries, notamment pour les carrosseries-coques qui, par leur rigidité, concourent avec les châssis à assurer le maximum de résistance de l'ensemble de la voiture. La couverture de ce numéro représente une machine des plus modernes, — installée chez notre plus grand constructeur français, — capable d'assembler, par soudure électrique, 30 carrosseries complètes par heure, à partir d'éléments déjà entièrement profilés, de sorte qu'aucune mise au point n'est nécessaire avant la pose sur le châssis. Ce procédé nouveau de construction — rapide et économique — d'origine américaine permet donc de réduire notablement le poids de la voiture et d'améliorer ainsi le rapport puissance-poids, condition indispensable pour obtenir d'excellentes reprises du moteur et une bonne tenue en côte.**

**(Voir dans ce numéro, page 261, l'article sur la construction automobile en 1936.)**

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

(Clichés Laffly.)

VOICI LES NOUVELLES VOITURES « TOUS TERRAINS » A ADHÉRENCE TOTALE (SIX ROUES MOTRICES)

*Les roues avant directrices, mais non motrices normalement, peuvent maintenant transmettre à volonté l'effort moteur d'un seul côté (pour faciliter les virages en terrain fondrier) ou des deux côtés (en cas de gravissements difficiles). Les débattements des roues arrière, montées sur trompettes oscillantes, permettent également de franchir les dos d'ânes les plus volumineux. Cette ingénieuse solution, réalisée récemment pour résoudre le problème de la voiture « tous terrains », possède les avantages de la chenille, avec, de plus, une moindre usure des organes tout en autorisant une conduite plus facile. La voiture « tous terrains » affranchit l'automobile de tourisme, comme le véhicule de transport lourd, de la sujétion des routes tracées et, à ce titre, est susceptible de rendre de très grands services aux colonies, dans l'exploitation forestière et agricole (tracteurs). Il faut signaler en particulier l'entretien des lignes télégraphiques en campagne et des lignes de transport de force. Mais les principales applications de ces engins sont essentiellement d'ordre militaire : camions de toutes sortes pour le transport des troupes et du matériel, tracteurs d'artillerie, autos-mitrailleuses de combat ou de découverte (comme sur les photographies ci-dessus). Les conditions stratégiques et tactiques de l'emploi de la cavalerie motorisée et des divisions cuirassées modernes les obligent, en effet, à se libérer entièrement des routes existantes pour circuler avec une vitesse suffisante à travers le terrain varié.*

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# LA SCIENCE ET LA VIE

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

*Rédigé et illustré pour être compris de tous*

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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



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

*Copyright by* La Science et la Vie, *Octobre 1936 • R. C. Seine 116544*



Tome L — Octobre 1936 — Numéro 232


# RÉFLEXIONS D'UN TECHNICIEN DE L'AUTOMOBILE A PROPOS DU SALON DE 1936


**Par Charles BRULL**

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES, ANCIEN DIRECTEUR DES LABORATOIRES CITROËN
PRÉSIDENT DE LA 3^e^ SECTION D'ÉTUDES TECHNIQUES DE LA S. I. A.


*Il appartient à un magazine universellement répandu comme* La Science et la Vie *de dégage chaque année — à l'occasion du Salon de l'Automobile de Paris (1) — les tendances manifestée par les principaux constructeurs français et étrangers dans le domaine de la production de voitures de tourisme et des véhicules industriels. Pour les premières, nous avons maintes foi rappelé que l'automobile devait être accessible au plus grand nombre d'usagers possible comm cela se pratique aux Etats-Unis (3 500 000 voitures fabriquées aux Etats-Unis en 1935 contr 325 000 en Allemagne, 225 000 en Angleterre et 160 000 en France). Dans notre pays où l carburant est cher parce que surtaxé par l'Etat, on cherche, par voie de conséquence, à fabrique des voitures d'un prix modeste, mais surtout de plus en plus économiques. C'est le programm élaboré par la Société des Ingénieurs de l'Automobile (S.I.A.), qui, en 1936, a mis au concours l projet d'une petite voiture à deux places de moins de 10 000 francs, pesant 400 kg à vide, marchan à la vitesse de 60 km/h de moyenne, consommant 5 l aux 100 km, n'occasionnant pas une dépens mensuelle supérieure à 300 fr. C'est aussi pourquoi en 1936 la voiture profilée, que nous avons ét parmi les premiers à préconiser ici (2) a désormais droit de cité, aussi bien pour les modèle de grande série et de faible cylindrée que pour les voitures de grosse cylindrée. Le tunnel d'essa nous a révélé que l'on réalisait ainsi un gain de près de 75 % sur la résistance de l'air pou certaines formes aérodynamiques, ce qui correspondrait soit à un accroissement de vitesse d plus de 50 %, soit à une consommation réduite de plus de 35 % (voir* La Science et la Vie *n° 220, page 272, phénomènes d'interaction entre le véhicule et la route, orientation relativ du vent, etc.). La bonne pénétration à l'avant, l'absence de remous à l'arrière, sont — nou l'avons vu (3) — des facteurs qui interviennent au premier chef sur la valeur du coefficien de résistance d'un véhicule en mouvement. Pour ces raisons, on s'efforce de diminuer pratiqu ment la résistance aérodynamique en arrondissant les formes, en supprimant autant que possibl les saillies, en carénant les roues et les ailes, en dissimulant les phares, en supprimant les marche pieds, en plaçant horizontalement — et rationnellement — au-dessous de la voiture une tô continue évitant ainsi creux et bosses, etc. (4). Comme l'a fait remarquer très judicieusement notr collaborateur, M. Brull, dont la compétence en la matière est depuis longtemps affirmée, il s'ag*

(1) Le Salon de 1936 présente une importance exceptionnelle, car il précédera immédiatement la grand manifestation internationale de l'Exposition de 1937.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 200, page 153. Il faut cependant faire remarquer que les formes aérodynamiques sont moins accentuées qu'au début, surtout dans la construction américaine.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 22.

(4) Si, par contre, on surbaisse trop la caisse de la carrosserie pour donner plus de stabilité à la voitur celle-ci éprouve plus de résistance à l'avancement.




**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

*de se rapprocher le plus possible de cette formule : un solide lisse, à fort coefficient de* pénétration *(1), dont* l'habitabilité *et la* sécurité *soient maximum, mû par un propulseur à* haut rendement *transmettant aux roues un couple* automatiquement variable. *Alors, pour des vitesses de l'ordre de 80 km/h, on pourra réaliser des économies voisines de 40 % ! Si, après la voiture de tourisme dont la technique a peu évolué au cours de cette année, nous examinons le véhicule industriel (dit vulgairement « poids lourd »), nous constatons que celui-ci a accompli des progrès considérables surtout en ce qui touche les détails constructifs des organes moteurs (perfectionnements généralement peu apparents pour le profane), progrès qui concernent la filtration rigoureuse du combustible et de l'air, le réglage minutieux des pompes et des régulateurs, le choix des pistons et des segments, les moteurs de lancement puissants, etc. Quant au moteur Diesel* (à huile lourde), *son succès se confirme et on peut dire qu'il s'impose maintenant non seulement pour les transports lourds, mais encore pour les petits camions où il remplace de plus en plus le moteur à explosion* (essence). *Cette tendance s'affirme également en Angleterre et en Allemagne, où le moteur à injection conquiert jusqu'aux véhicules urbains de transport en commun. Tel est le « bilan »* technique *de l'année qui s'achève au point de vue de la construction automobile dans le monde. On constatera que 1936 ne nous a pas apporté de grands changements : cela tient tout d'abord à ce que la locomotion mécanique a atteint un degré de perfectionnement qui n'autorise — jusqu'à nouvel ordre — que des modifications de détail, cela tient aussi à ce que la « prospérité » économique, du moins pour la plupart des nations industrielles, n'incite pas les constructeurs à engager des frais énormes pour « sortir » des nouveautés : le bureau d'études et les essais sont onéreux : la construction d'un nouveau modèle nécessite donc de grosses dépenses que le verdict de la clientèle transforme souvent en pertes irréparables. — S. V.*

Le Salon de l'Automobile, en cette fin d'année 1936, montre la confirmation et le développement des tendances générales qui s'étaient manifestées l'an dernier : recherche toujours plus poussée de l'*économie*, de la *sécurité*, du *confort* (châssis rigides, roues avant indépendantes).

Cependant, parmi les constructeurs français de voitures de tourisme, on note, comme nous allons le voir, peu d'innovations sensationnelles si l'on met à part un réel effort vers la réalisation du *silence de marche* à un degré jusqu'ici inconnu (Panhard, Licorne). L'étranger, au contraire, est allé résolument de l'avant ; les Allemands, en particulier, aussi bien dans le domaine des voitures de grand luxe à hautes performances que pour les modèles moyens ou de petite cylindrée, se sont attachés à développer les solutions avancées : traction avant, moteur à l'arrière, suspensions synchronisées, etc (Mercedes, Opel). La voiture populaire ou « économique » telle qu'elle a été réalisée outre-Rhin, constitue, en particulier, un remarquable succès technique.

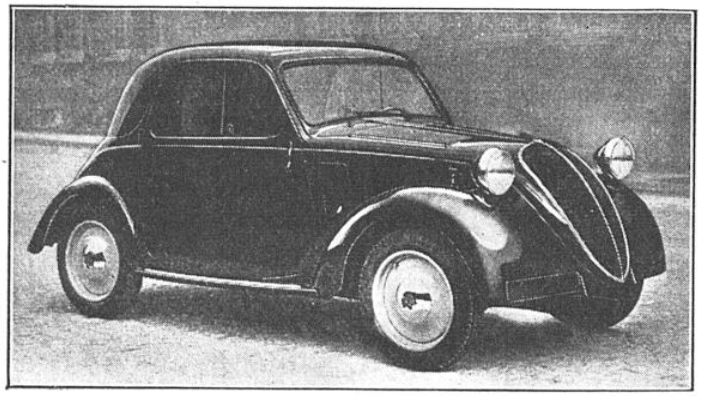


FIG. 1. — LA « SIMCACINQ », AVEC SES QUATRE CYLINDRES, SES QUATRE VITESSES ET SES QUATRE FREINS HYDRAULIQUES, DÉRIVE DIRECTEMENT DE LA VOITURE NORMALE PAR SIMPLE RÉDUCTION DE SES DIMENSIONS

*Ce type de voiture, par sa conception, s'éloigne nettement de la formule du concours de la S. I. A. (voir la page suivante). Remarquer les deux places, le capot engoncé dans les ailes, l'abaissement général de toutes les cotes verticales.*

## La petite voiture économique

Membre du Conseil de la Société des ingénieurs de l'automobile, j'ai pu suivre de près l'évolution du concours institué, sous l'égide de notre président, M. Maurice Goudard, pour promouvoir la construction de la voiture économique, la « voiture de crise » S. I. A., dont tout le monde a entendu parler ; cette contribution bénévole d'excellents techniciens devait normalement porter ses fruits au Salon de 1936. Dans ce domaine, il faut s'attendre à une déception. Les formules approximatives de l'an

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernier (5 ch Fiat, Celtaquatre Renault, Praga-Baby, etc.), sont tout au plus confirmées et améliorées ; seuls, à ma connaissance, les Allemands se sont lancés à fond dans une voie qui n'est d'ailleurs pas celle de la S. I. A., mais où l'Auto-Union, en particulier, a obtenu de remarquables résultats. Commercialement, ceux-ci ne peuvent guère nous toucher, sauf en ce qui concerne l'exportation, mais ils conservent un intérêt technique certain. Eux non plus ne nous montrent rien de nouveau à ce Salon, car ils tiennent à réserver leurs innovations pour le Salon de Berlin.

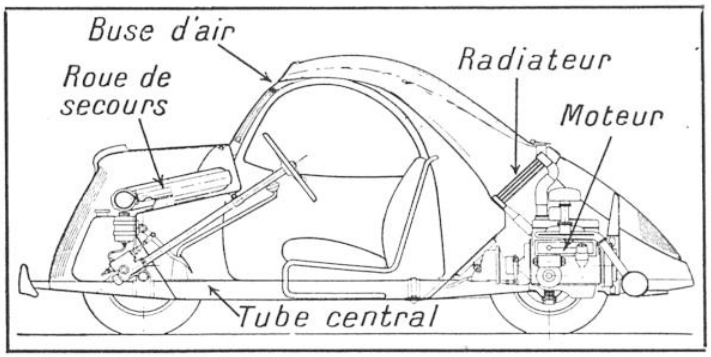



FIG. 3. — VOICI UN AUTRE PROJET DE FORME EXTÉRIEURE PLUS CLASSIQUE, OU LE MOTEUR, PLACÉ A L'ARRIÈRE, A SON RADIATEUR « SOUFFLÉ » PAR UN COURANT D'AIR PRÉLEVÉ A L'AVANT DU VÉHICULE

## La recherche du silence de marche sur la « Dynamic » de Panhard

D'une manière générale, les améliorations portent sur des points de détail, à une seule exception près, mais considérable : la nouvelle voiture Panhard, synthèse où tout découle de la recherche de la *légèreté et du silence de marche*, sans abandon ni de la rigidité, ni de la puissance, ni de l'habitabilité. C'est la « Dynamic », avec sa direction *centrale*, commandant individuellement les roues avant, enfin débarrassées de la barre de connexion, mère du shimmy ; avec sa suspension à barres de torsion appliquées sur les quatre roues indépendantes ; avec la séparation absolue des éléments châssis et carrosserie (facilités accrues de montage et de réparations), mais sans que cette séparation empêche la caisse ultra-spacieuse (sept voyageurs face à la route) de participer considérablement à rendre l'ensemble rigide ; avec ses roues complètement encloses, et les mille solutions d'allégement et d'*amortissement vibratoire*, qui n'oblitèrent pas les bénéfices déjà acquis du côté du moteur sans soupapes et de la carrosserie panoramique à vision maximum. Quel dommage que Panhard ne tente pas sa chance, sur des principes analogues, du côté de la voiture « cinq places » à grande diffusion !

Chez les autres constructeurs, rien d'aussi sensationnel. Renault reste sur sa ligne actuelle et le succès de la Celtaquatre ; il achève la création d'une voiture plus petite, de 1 000 cm³ de cylindrée environ.

De même, Corre La Licorne met au point une petite voiture à traction avant conçue d'après le programme S. I. A. Peugeot achève la 202 et montre déjà la 302, homologue de la 402 qui réussit l'an dernier si brillamment ; Citroën a repris la recherche de moteurs nouveaux à 6 cylindres et en étoile pour sa « traction avant » qui demeurera cependant dans sa ligne aujourd'hui classique.

La traction avant n'a pas gagné de nouveaux adhérents, au contraire ; le « Tout-à-l'Arrière » non plus, le seul vraiment réussi demeurant celui de Mercedes de 1,7 l avec châssis à poutre centrale sur quatre roues indépendantes à ressorts à boudin. Il est bien évident que la poutre centrale se développera parce que la soudure électrique des caisses s'améliore ; celles-ci ne devant alors compter que sur leur propre rigidité, puis-

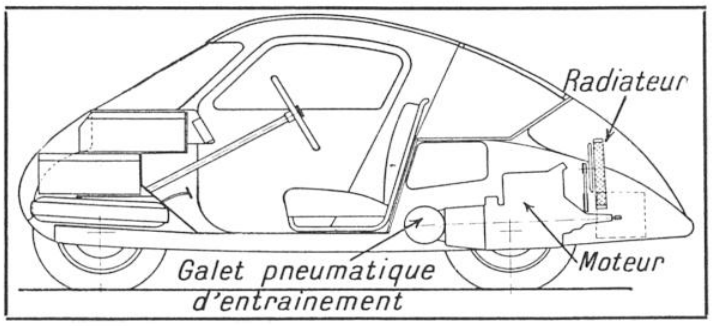



FIG. 2. — PROJET DE PETITE VOITURE ÉCONOMIQUE PRÉSENTÉ AU CONCOURS DE LA S. I. A.

*Le moteur placé à l'arrière entraîne les roues par l'intermédiaire d'un galet de friction agissant directement sur les pneumatiques. On supprime ainsi les arbres de transmission (économie de poids) en facilitant la suspension indépendante des roues arrière.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

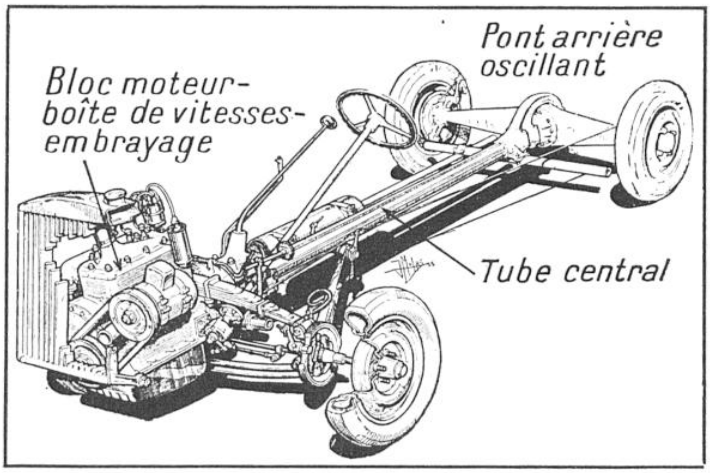



FIG. 4. — PROJET DE VOITURE ÉCONOMIQUE COMBINANT L'EMPLOI DE LA POUTRE CENTRALE ET LE PONT ARRIÈRE OSCILLANT D'UN SEUL BLOC AUTOUR DE L'ARBRE

*On obtient ainsi la suppression de tous les joints de cardan. Le montage des différents éléments de cette voiture est également facilité par la séparation totale du châssis propulseur ci-dessus d'avec la carrosserie à éléments emboîtables (non représentée).*

qu'elles sont simplement posées sur le châssis doivent posséder une résistance accrue.

## L'aérodynamisme

L'aérodynamisme, en tant que formes de carrosserie, ne marque pas de progrès sensibles sur l'an dernier : même tendance à enclore les roues arrière, à supprimer les marchepieds, à surbaisser les caisses, à galber les ailes avant qui empiètent de plus en plus sur les flancs de capots, surtout quand elles renferment les phares (Panhard, Opel, etc.). La visibilité (pour les passagers arrière surtout) souffre toujours de ce surbaissement, ainsi que la commodité d'accès dans la voiture.

Est-ce le motif d'une tendance (que je crois constater) à un retour vers les carrosseries décapotables dont la faveur demeure considérable à l'étranger ? La technique bien assise de la soudure électrique et de l'estampage des grands panneaux de tôle donne toujours des résultats certains en matière de rigidité (toitures métalliques d'une seule pièce) et de légèreté (emploi d'épaisseurs réduites au minimum). De ce côté, les avantages acquis dès à présent sont nettement plus accusés qu'en matière de résistance à l'avancement.

Peu de constructeurs ont pu réaliser la première de toutes les conditions aérodynamiques : un plancher rigoureusement plan d'un bout à l'autre de la voiture.

## Les moteurs et leurs culasses : aluminium ou cuivre ?

Les progrès sur les rendements des moteurs ont été plus accentués, en particulier du côté des culasses. Deux théories s'affrontent, et il ne serait pas impossible que la vraie solution fût dans une troisième. D'une part, les partisans de la culasse légère tout aluminium, à cause de la remarquable diffusibilité thermique de ce métal ; d'autre part, ceux qui prônent la culasse lourde tout cuivre, à cause de sa grande faculté d'absorption calorique. Le troisième point de vue (non incompatible avec les deux premiers dans certaines conditions) donne la prééminence aux propriétés spécifiquement *superficielles* de l'intérieur des culasses, c'est-à-dire à leurs formes et à *leur état de poli*.

Quoi qu'il en soit, la culasse aluminium s'est répandue (avec ses sièges rapportés pour les soupapes) et elle a permis des taux de compression volumique voisins de 6, c'est-à-dire une amélioration certaine des rendements. Le compresseur, au

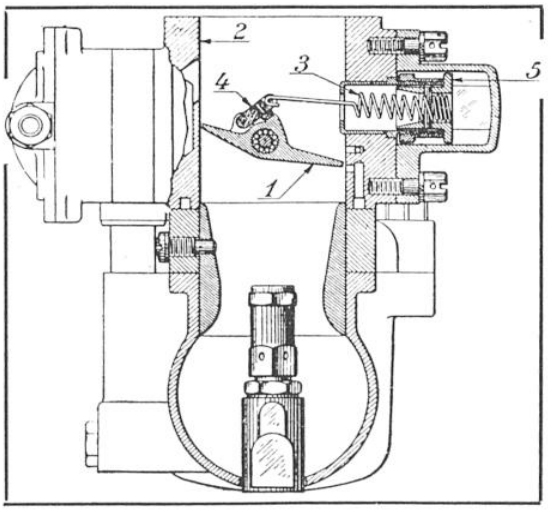



FIG. 5. — LE NOUVEAU CARBURATEUR-RÉGULATEUR « SOLEX » LIMITE A VOLONTÉ LA VITESSE DE LA VOITURE EN ÉVITANT TOUT GASPILLAGE DU CARBURANT

*Le papillon dissymétrique* 1, *logé dans sa tuyauterie* 2, *lutte contre le ressort* 3, *qui s'appuie en* 4. *Le réglage s'effectue par le manchon* 5 *dont la position définit l'allure limite du moteur,*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

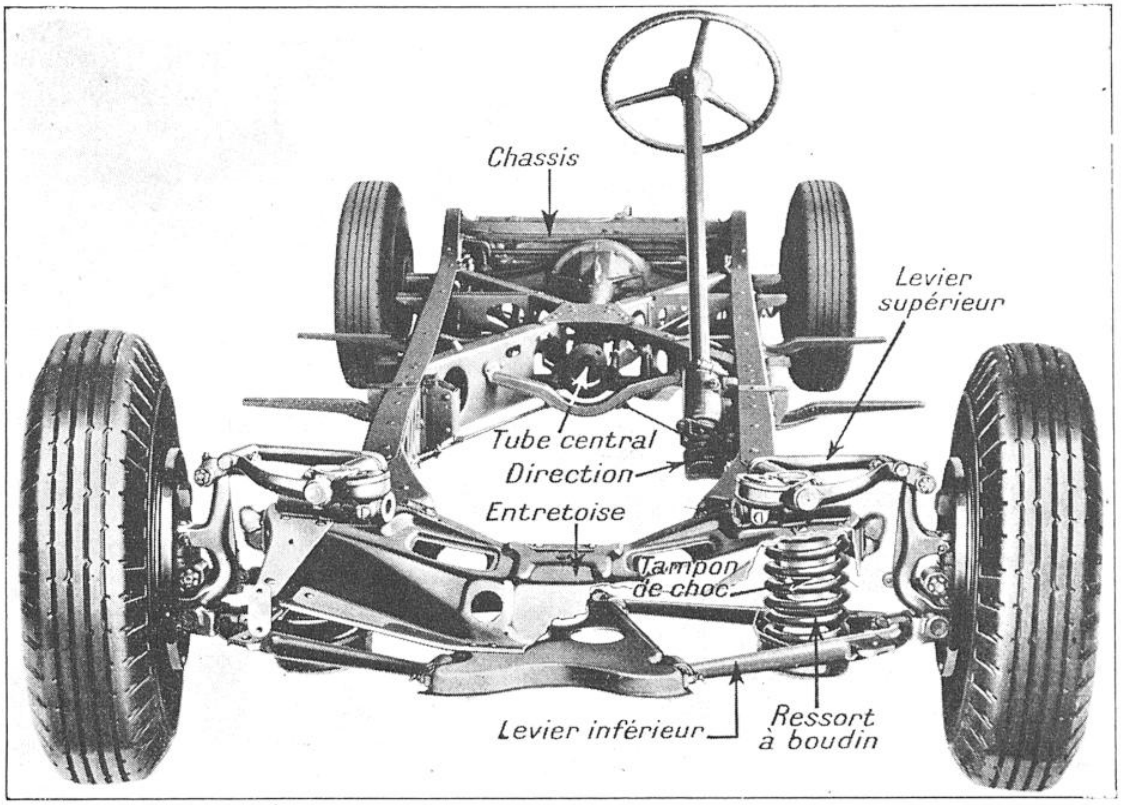



FIG. 6. — VUE GÉNÉRALE D'UN CHASSIS « BUICK » A CADRE RIGIDE ET ROUES AVANT INDÉPENDANTES PAR LEVIERS OSCILLANTS, RESSORTS A BOUDIN ET TAMPONS DE CHOC EN CAOUTCHOUC

contraire, bien qu'il agisse dans le même sens en accroissant le remplissage, n'a pas encore gagné cette année de nouveaux partisans. Il reste l'apanage de voitures très poussées (Bugatti, Mercedes, et la nouvelle 85 ch Wanderer). Il n'est cependant pas douteux qu'il ne soit applicable avec succès aux moteurs usuels, moyennant certaines modifications de rendement et d'encombrement. Les Anglais, toujours attachés à l'amélioration du rendement du moteur *à petite cylindrée*, ont créé un compresseur tournant à la vitesse du moteur et donnant une pression effective comprise entre 1 kg 5 et 2 kg à l'aspiration. Quoi qu'il en soit, le compresseur sera peut-être évincé, avant d'être

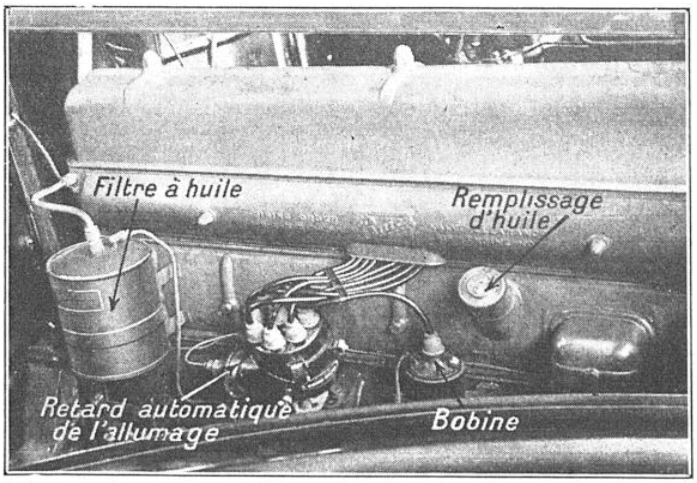



FIG. 7. — CE MOTEUR « BUICK » DE 8 CYLINDRES EN LIGNE, A SOUPAPES EN TÊTE, EST CAPABLE DE DÉVELOPPER UNE PUISSANCE MAXIMUM DE 120 CH

*Ce moteur est muni des perfectionnements les plus récents (filtration de l'air et de l'huile, contrôle thermostatique du carburateur, pistons ultra-légers et durcis par traitement électrolytique).*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généralisé, par les moteurs à compression variable dont l'étude se poursuit en silence. Les carburateurs progressent toujours : Solex nous offre son carburateur-régulateur pour *voitures de tourisme : économie, sécurité, protection du moteur* (fig. 5).

## Les roues indépendantes

Rien de nouveau sur les roues indépendantes : la barre de torsion a gagné un partisan d'importance : Panhard ; les autres solutions (parallélogrammes, chandelles, essieux bijambes, ponts à trompettes oscillantes, etc.) ne reçoivent que des perfectionnements de détails. Le défaut de la plupart de ces systèmes — dont les résultats demeurent incontestables — subsiste : trop d'articulations impossibles à protéger et dont la conservation appelle impérieusement un bon graissage centralisé ; donc solution chère qui devrait nous orienter vers la barre de torsion.

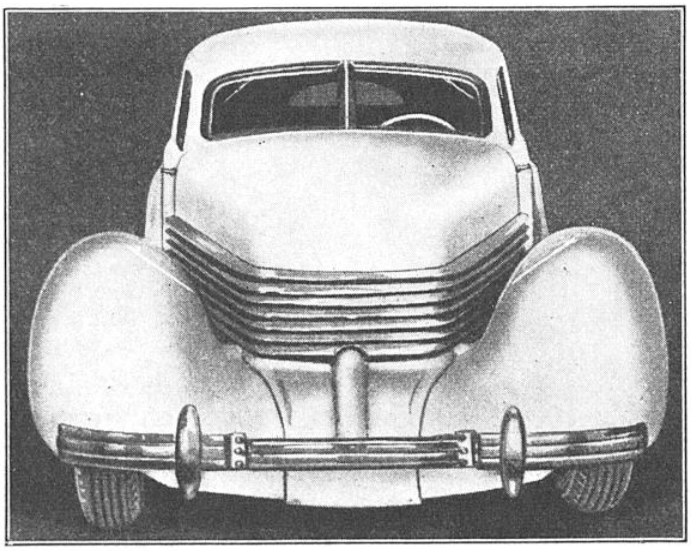


FIG. 8. — VUE DE FACE DE LA NOUVELLE VOITURE AMÉRICAINE « CORD » A TRACTION AVANT

*Cette voiture est munie d'un moteur 8 cylindres en V à 90° donnant jusqu'à 125 ch et pesant à peine plus de 2 kg par cheval. Remarquez le capot ouvrant par-dessus et les phares escamotables dans les ailes.*

## Où en est le changement de vitesse automatique ?

Un autre perfectionnement qui piétine, malgré les efforts des chercheurs : c'est le changement de vitesse automatique. La tentative de Peugeot, faite l'an dernier avec l'appareil Fleischel, ne s'est pas encore imposée, bien que ce système marche correctement. On nous promet une boîte nouvelle, construite par la maison Ferodo. C'est la boîte *Mattia*, qui réalise avec une ingénieuse simplicité le dosage *théorique* indispensable entre la vitesse angulaire et le couple moteur à transmettre. D'autre part, la boîte Wilson à présélection (sur Talbot) et la boîte électromagnétique Cotal n'ont rien perdu de leur faveur. Il est vrai que ni l'une ni l'autre ne sont cent pour cent automatiques. Je persiste à croire que si l'automaticité n'a pas progressé au point de vue commercial, c'est parce que les milliers de brevets déjà pris pour résoudre ce problème n'y répondent qu'imparfaitement. Ce n'est pas un problème de mécanique, mais de psychologie, puisqu'il met en jeu l'opinion du conducteur. Si ce facteur est négligé, la boîte court à l'échec. Quand il en est tenu compte (sous forme de réglages laissés à la disposition du pilote), la complexité s'accroît outre mesure. Tel est le dilemme. En fait, aucune solution n'est viable si elle ne prévoit pas une possibilité d'intervention *permanente* et *immédiate* du conducteur. Ce n'est pas très aisé ; seule l'uniformité de plus en plus grande des modèles, combinée avec l'accroissement des puissances par unité de charge, permettra un jour la conduite à deux pédales : accélérateur et frein, et peut-être à une seule, car ces deux organes peuvent être combinés pour n'en faire plus qu'un seul (comme De Dion l'avait fait dès 1902).

## Le freinage

Pour les freins, la conception nouvelle des freins de *ralentissement* s'est affirmée, mais surtout sur les poids lourds. Je n'ai pas eu connaissance que les freins à contrepression (1) aient été appliqués en série sur les voitures de tourisme, pas plus que les appareils électriques à absorption.

Les systèmes normaux, mécaniques et hydrauliques, conservent les uns et les autres leurs partisans.

Leurs garnitures reçoivent, chez Ferodo et Flertex, des améliorations qui sont présentées au Salon.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 222.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## Chez les constructeurs étrangers : Etats-Unis, Italie, Angleterre, Allemagne

Les firmes américaines (chez qui, par la loi qui gouverne les grandes séries, la standardisation s'accroît sans cesse) ne présentent guère de nouveautés sensationnelles. Améliorations uniquement de détail (présentation, commandes, confort), et surtout économie de consommation : car bien que les ventes américaines aient, cette année, repris leur importance globale d'avant-crise, il y a quand même quelque chose de changé outre-Atlantique ; la prodigalité des époques pléthoriques a disparu momentanément. A tel point qu'on pourra dire que la « Grande Crise » aura définitivement disparu le jour où les ventes de véhicules *de grand luxe* (Cadillac et Packard, entre autres) auront repris leur importance d'antan. La General Motors (France) nous présente deux des gros succès de l'année : la Buick 8 cylindres en ligne, voiture très remarquable pour son prix (roues indépendantes avant sur ressorts à boudin, boîte entièrement silencieuse, carburateur complètement contrôlé à toutes températures), et la Chevrolet 6 cylindres, soupapes en tête, également à roues indépendantes avant, qui connaît, outre-Océan, un succès considérable. On nous promet, en outre, un véhicule *Cord* rénové, à traction avant améliorée, 8 cylindres en V, suspension indépendante sur bras oscillants, phares escamotables dans les ailes (excellente idée) et un capot en dos de tortue dans le style blindé des voitures d'armée. Tout le matériel américain bénéficie de recherches très poussées sur les aciers, l'insonorisation, les huiles de graissage, les pistons ultra-légers, les batteries d'accumulateurs de plus en plus puissantes à volume égal.

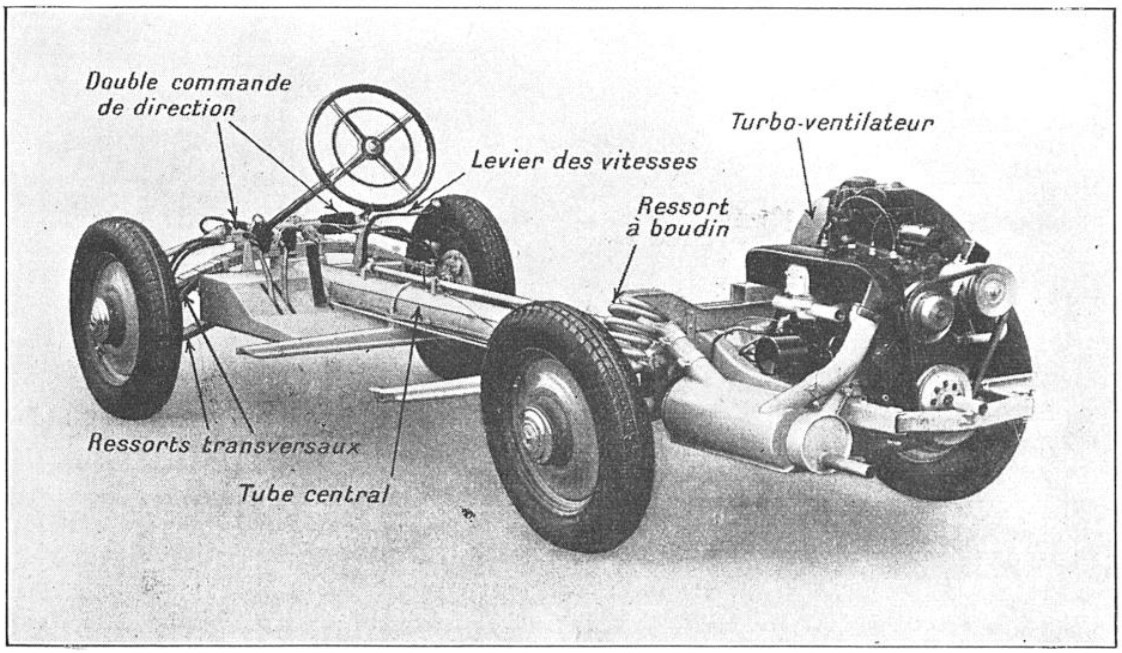



FIG. 9. — CHASSIS A TUBE CENTRAL « MERCEDES-BENZ » A MOTEUR PLACÉ A L'ARRIÈRE
*On remarquera la suspension arrière par ressorts à boudin (suspension avant par ressorts transversaux) et les commandes autonomes de direction qui ont pour but de prévenir toute réaction au volant.*

Les Italiens (Alfa-Romeo, Lancia) seront toujours appréciés par le *fini* de leur travail, plus que par l'originalité des conceptions. Nous comptons la Simca-Fiat 5 ch (4 cylindres, 4 vitesses, roues avant indépendantes, freins hydrauliques) parmi les voitures *françaises*, puisque construite dans notre pays, bien que tous les plans soient venus de Turin.

Les Anglais non plus n'apportent point de surprises ; comme à l'ordinaire, ce sera la voiture de haut luxe (Rolls-Royce, Bentley Alvis), ou bien le petit véhicule plus populaire (Austin, M. G., Singer, etc.).

Quant aux Allemands, leur présentation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être abondante. Ils n'ont que l'embarras du choix. Plus que les Anglais, ils ont surtout travaillé les « limites » du marché : soit la voiture de très grand luxe à hautes performances (Horch 8 cylindres, classique ; Mercedes, type 500 à compression, toutes roues indépendantes sur ressorts à boudin ; Audi 6 cylindres à transmission avant) soit les voitures d'un prix abordable, dont le groupement Auto-Union (qui est une petite General Motors à l'échelle européenne) peut

## Le marasme de l'industrie automobile française va-t-il s'accentuer ?

Pour l'Allemagne, il s'agit d'exporter à tout prix, et ceci nous ramène à l'examen de notre propre situation : quatrième puissance *productrice* en 1935 avec 160 000 voitures, derrière les Etats-Unis (3 500 000), l'Allemagne (325 000), l'Angleterre (225 000), quelle sera cette année notre position, avec les augmentations de 20 à 40 %, résultant

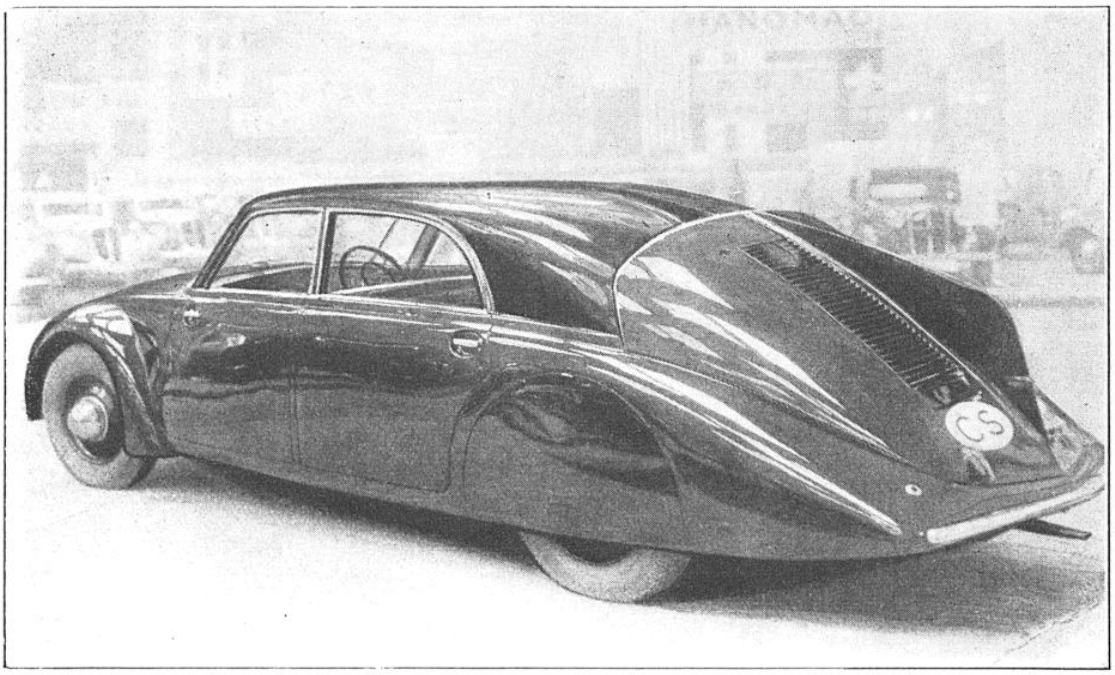


FIG. 10. — CETTE VOITURE « TATRA » PRÉSENTE LES MÊMES CARACTÈRES GÉNÉRAUX QUE LA PRÉCÉDENTE (FIG. 9), A UNE ÉCHELLE PLUS PUISSANTE ET PLUS LUXUEUSE

*La carrosserie aérodynamique réalisée par l'ingénieur Jaray (1) permet un « soufflage » efficace du radiateur (prise d'air sur le toit) et assure une excellente pénétration dans l'air, avec réduction très appréciable des tourbillons parasites à l'arrière grâce à la forme très étudiée de la voiture.*

montrer des échantillons très réussis (DKW 0,6 et 0,7 litre, 2 cylindres, *2 temps*, à transmission avant ; Wanderer 1,7 litre, à ressorts transversaux) ; d'autres modèles, enfin, de conception analogue créés par des firmes indépendantes (Steyr, 1 litre ; Opel, 1,1 litre, à suspension synchronisée ; Hanomag, 1,1 litre, et la Mercedes à moteur arrière mentionnée plus haut).

Tous les modèles ont bon aspect, mais l'économie dans la fabrication y a été poussée à l'extrême. On sait, en effet, quelle est la situation difficile de l'économie allemande (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 272.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 49.

des lois nouvelles pour la seule main-d'œuvre ? Déjà, entre 1929 et 1935, notre production avait baissé de 65 %, nos exportations de 59 % ; il n'est malheureusement pas difficile de prévoir ce que sera 1936 sous ce double rapport. Et cependant, en France, l'industrie automobile représente en matériel, usines, machines, garages, transports, assurances, 80 milliards de la fortune nationale ; elle fait vivre 780 000 ouvriers. Pourquoi, au lieu d'être encouragée et soutenue par les pouvoirs publics, continue-t-elle à être traitée comme si elle n'avait pas, depuis longtemps, cessé d'être une industrie de luxe ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## Les véhicules « poids lourds » enregistrent des progrès considérables

Si le véhicule de tourisme piétine quelque peu, le « poids lourd » marque de continuels progrès, bien que les règlements qui le régissent en l'étranglant aient amené chez nous une dégression très grave de sa vente. C'est pourquoi, luttant pour son existence, il se perfectionne à vue d'œil d'un Salon à l'autre. De plus en plus, le moteur Diesel s'y développe; on sait maintenant faire de tels moteurs à petite cylindrée (moins de 3 litres) démarrant bien à froid (grâce à la spirale chauffée électriquement), même à la manivelle, et ne consommant guère plus de 220 g par ch-heure. Les perfectionnements apportés aux pompes à injection ont été notables en France : je signale la nouvelle pompe de la « Précision Mécanique », établie en série avec des tolérances de l'ordre de 1/100e de mm et qui permettent un dosage rigoureux du combustible par suppression des fuites en marche, avec un dispositif dit « de surcharge » pour faciliter les mises en route. Ces petits moteurs atteignent des vitesses angulaires de 3 000 t/mn, et l'emploi croissant d'éléments en aluminium (Latil) les fait s'installer de plus en plus jusque sur les petits camions.

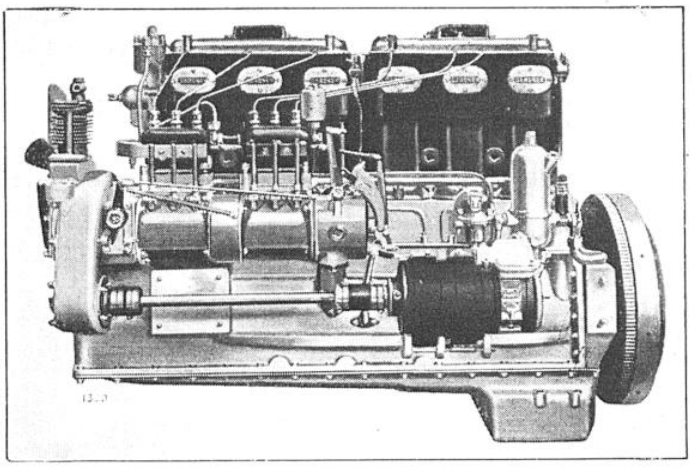


FIG. 12. — MOTEUR « DIESEL » TYPE « GARDNER » A INJECTEURS PRATIQUEMENT INDÉRÉGLABLES, D'UN FONCTIONNEMENT ÉCONOMIQUE ET DONT LE DÉMARRAGE PEUT S'EFFECTUER A LA SIMPLE MANIVELLE

Citroën aussi présente un pareil engin étudié et mis au point par l'ingénieur Wisner et déjà parfaitement applicable aux voitures *de tourisme*. Quant au gros camion, il est exclusivement équipé en Diesel, dont les trois types : à injection *directe* (améliorée par la turbulence), à *précombustion* et à *préchambre*, se partagent toujours la faveur des constructeurs, avec des résultats sensiblement équivalents. Bien que les derniers décrets qui limitent les gabarits des gros poids lourds aient à nouveau créé en France l'indécision, on s'y oriente nettement vers les véhicules à quatre ou six roues motrices (Renault, Willème). Les Allemands sont déjà très avancés dans ce domaine (Bussing, Mercedes, Henschel, Krupp, Magirus, etc.).

Les frais généraux d'exploitation poussent à l'emploi des carburants de remplacement (gaz de ville à 4 200 calories, ou gaz riche à 8 000 calories, gaz pauvre, de bois, charbon de bois ou anthracite). Panhard, Latil, Berliet se sont franchement engagés dans cette voie.

Dans un cadre un peu spécial (applications militaires et coloniales), les véhicules tous terrains à adhérence totale connaissent un regain de faveur (Latil, Lorraine, Laffly).

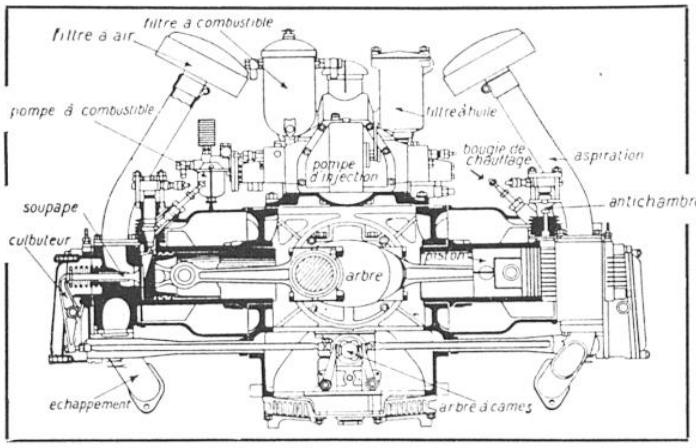



FIG. 11. — MOTEUR « DIESEL-KRUPP » A 4 CYLINDRES HORIZONTAUX ET OPPOSÉS DEUX A DEUX

*Le refroidissement par air, grâce à une turbine soufflante calée directement sur l'arbre, permet un ensemble d'une remarquable compacité. Ce moteur peut, en quelques heures, être transformé en moteur à essence par changement de certains organes.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Côté carrosserie, on a fait un effort vers la meilleure utilisation des emplacements (conducteur au-dessus ou à côté du moteur), et les aménagements des cars ont été encore améliorés. Les remorques se développent. Les freins de ralentissement sont appliqués sur quelques tracteurs, tandis que les freins à air (Westinghouse) se généralisent sur les gros véhicules. On sent de plus en plus la tendance à ne rien épargner sur la voiture de charge pour qu'elle dure, car on a enfin compris que c'est, pour l'usager, une économie que de la payer cher. De plus en plus, les arbres de roues motrices cessent d'être porteurs, tandis que les ponts arrière se renforcent.

En somme, c'est surtout dans le détail *constructif* des organes moteurs, peu visible pour les non-initiés, que le progrès s'est encore manifesté. Le fonctionnement correct du moteur Diesel nécessite, en effet, de grandes précautions : filtration rigoureuse du combustible sur tamis multiples, avec purge de l'air entraîné ; filtration aussi de l'air aspiré ; soins méticuleux dans le réglage des pompes à combustible et des régulateurs ; possibilité de démontage facile et de remplacement des injecteurs ; choix des pistons et des segments ; emploi de régulages bien appropriés (cuivre au plomb), car c'est par là que, souvent, le moteur « lâche » ; moteurs de lancement puissants exigeant de grosses batteries, maintenues à pleines charges ; huiles à viscosité peu variable, pour ne pas introduire une appréciable résistance supplémentaire à froid, etc. Tout ceci n'évite généralement pas un fort cliquetis au ralenti et la production de fumées qui dépendent autant du mode de combustion que de la nature du *combustible* dont on n'est pas encore complètement maître. Il n'en reste pas moins qu'aujourd'hui, qui dit « traction » ou « transport lourd » présume « Diesel », les moteurs à essence étant de plus en plus réservés en France aux camionnettes légères et aux autobus ou cars (petits ou gros modèles). Cette dernière formule disparaît du reste déjà à l'étranger — Angleterre ou Allemagne, — le Diesel s'étant imposé même dans les véhicules urbains (1).

Ainsi se trouve confirmé, par ce rapide tour d'horizon, le jugement d'ensemble que nous portions plus haut. Plus que la voiture de tourisme, dont les perfectionnements, en France tout au moins, ne portent guère, cette année, que sur des points de détail, (le silence de marche mis à part), ce sont les poids lourds qui donnent, en ce Salon de 1936, le sentiment nécessaire qu'en dépit des difficultés de l'heure présente le progrès technique ne s'est pas ralenti dans la construction automobile. CH. BRULL.

(1) A égalité de dépenses en combustible (même charges fiscales en Angleterre sur l'essence et sur le diesel-oil), le Diesel est en effet préféré *pour sa plus grande sécurité* : un tiers de pannes *en moins* que le moteur à essence, dont 3 % pour le système d'injection contre 7,5 % pour le système d'allumage électrique.

L'aviation italienne poursuit son programme de construction d'appareils plus rapides, afin de remplacer les avions déjà anciens qui ont pris part à l'expédition d'Ethiopie. Ainsi, les forces aériennes de la métropole seront prochainement équipées des modèles les plus récents et les plus puissants. On admet qu'actuellement l'Italie possède 1 700 appareils, dont les plus « vieux » ne remontent pas au delà de 1935, ce qui doit représenter au moins 160 escadrilles métropolitaines, sans compter les quelque 500 avions de fabrication antérieure répartis en Afrique Orientale italienne et en Libye. Parmi les appareils les plus remarquables des forces aériennes italiennes, il faut citer actuellement : le *Savoïa-55* (bimoteur) ; le *Roméo*, nouvel avion (biplace) de reconnaissance dont la vitesse dépasse 350 km/h ; la série des *Caproni* et la série des *Savoïa* de bombardement *(S.-72* et *S.-81)*. Au cours de l'année 1936, des prototypes d'un nouveau modèle ont été mis également au point au centre de Guidonia (1), tels que le *Breda* de plus de 500 ch, atteignant à 5 000 m la vitesse de 400 km/h ; le *Bergamachi-PH 3* à grand rayon d'action (3 000 km), dont la vitesse est de l'ordre de 350 km/h ; le *Savoïa S.-79*, trois moteurs (2) pesant au total 9 tonnes, susceptible d'atteindre comme plafond 8 000 m d'altitude et de réaliser près de 440 km/h à 4 000 m, sans oublier les nouveaux *Caproni* de chasse qui dépassent 440 km/h et dont nous aurons l'occasion de reparler dans une étude d'ensemble en 1937.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 149.
(2) C'est cet appareil qui détient les records de vitesse sur 1 000 km avec des charges allant de 500 à 2 000 kg (à 390 km/h), et sur 2 000 km avec charge de 500, 1 000 et 2 000 kg (à 380 km/h).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LA FORMATION DE L'HÉLIUM, GAZ DE SÉCURITÉ DE L'AÉRONAUTIQUE

**Par Louis HOULLEVIGUE**

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*Le gonflement des dirigeables (1) à l'hydrogène présente, comme on sait, du point de vue de la sécurité, de graves dangers, car ce gaz, le plus léger de tous, est non seulement capable de brûler, mais encore peut former — dans certaines proportions — avec l'oxygène de l'air un redoutable mélange détonant. L'hélium, au contraire, dont la force ascensionnelle est inférieure de 7 % seulement à celle de l'hydrogène, est remarquable par son « indifférence » chimique qui l'empêche d'entrer en combinaison avec tout autre corps ; il est par suite inoffensif. Le principal pays producteur d'hélium est actuellement les Etats-Unis, dont les usines d'Amarillo, dans le Texas, en ont fourni à ce jour plus d'un million de m³. Elles traitent chaque jour plusieurs milliers de m³ de gaz naturels combustibles par des procédés d'une complication extrême, car leur teneur en hélium est inférieure à 2 %. Du point de vue géologique, la présence de l'hélium dans les gaz qui accompagnent les gisements pétrolifères d'une part, d'autre part certaines sources thermales (en particulier en France) soulève un problème encore incomplètement résolu. Au lieu d'admettre qu'on se trouve en présence d'hélium « jeune » produit par des minerais radioactifs en voie de désintégration (avec émission de particules alpha qui ne sont autres que des noyaux d'hélium), il semble que l'on se trouve au contraire en présence d'hélium « fossile ». Celui-ci se serait alors formé au cours des périodes géologiques et serait demeuré soit occlus dans des roches qui s'effritent sous l'action de l'eau (sources thermales), soit accumulé sous pression dans des « roches magasins » d'où il s'échappe lors des sondages que l'on pratique à notre époque (gaz naturels combustibles).*

## La naissance d'un corps simple

En général, on considère les éléments chimiques comme formés de toute éternité, ou du moins depuis des époques si lointaines que nous sommes impuissants à connaître l'histoire des événements qui leur ont donné naissance ; nous imaginons seulement qu'ils ont dû se former aux dépens d'atomes plus légers, ou même de corpuscules élémentaires comme les protons, les neutrons, les électrons. Mais ce sont là des vues de l'esprit ; la découverte de la radioactivité a mis en évidence un des procédés employés par la nature pour fabriquer des corps simples. Ainsi, Rutherford, ayant enfermé dans un tube scellé de l'émanation gazeuse du radium, ou *radon*, et en examinant le spectre produit par les décharges électriques, y vit naître, au bout de quelques heures, une raie jaune, caractéristique d'un gaz nouveau : ce

E. RUTHERFORD (NÉ EN 1871)
*Illustre savant physicien anglais, Prix Nobel 1908.*

CHARLES MOUREU (1863-1929)
*Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut.*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 47

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

gaz, c'est l'hélium, qui se produisait ainsi sous les yeux du physicien.

Les recherches ultérieures expliquèrent ce qui se passait dans cette mémorable expérience : l'émanation du radium se désintègre spontanément en projetant des corpuscules alpha ; ces corpuscules ne sont pas encore de l'hélium ; ils en constituent seulement le noyau central, électrisé positivement ; ce noyau retient alors deux électrons négatifs qui neutralisent sa charge électrique et, à partir de ce moment, il est devenu un atome complet.

Comme les électrons fourmillent dans un gaz traversé par la décharge électrique, tous les corpuscules alpha se complètent ainsi, dès leur naissance, et donnent du gaz hélium qui s'accumule dans le tube, jusqu'à transmutation intégrale du radon. Et comme il existe des appareils capables de compter, un par un, ces corpuscules, nous pouvons assister à la genèse des atomes d'hélium.

Il faut noter, d'ailleurs, que le radon n'est pas seul à émettre des corpuscules alpha ; la plupart des transmutations se caractérisent par une semblable émission, de telle sorte que l'hélium est leur résidu ordinaire. A ces faits bien acquis, nous pouvons ajouter une hypothèse, dont nous aurons à faire état tout à l'heure : c'est que tout l'hélium existant dans le monde a la même origine et provient, comme l'hélium synthétique du laboratoire, de désintégrations. Or, cet élément, lorsqu'il est produit en milieu solide, ne se dégage pas dans l'atmosphère ; comme les corpuscules qui lui ont donné naissance, il reste « occlus » dans les vacuoles du minerai générateur, ou, comme l'admet Wood, dissous sous forme de phase gazeuse.

Pour l'en extraire, il ne faut pas moins qu'une pulvérisation très poussée, accompagnée par une forte élévation de température ; les minéraux radioactifs sur lesquels on a expérimenté ne commencent à dégager l'hélium occlus que vers 700° C, et pour obtenir une expulsion totale, il faut pousser la température jusqu'à 1 100° C, point de ramollissement du basalte. Par pulvérisation, à la température ordinaire, le dégagement d'hélium se produit avec une lenteur extrême, mais Chlopin a remarqué qu'il est grandement facilité par la présence d'une atmosphère d'hydrogène ou de carbures d'hydrogène : une uraninite qui, chauffée à 500° C dans le vide, ne libérait que 10 % de l'hélium occlus, en dégageait 17 % dans l'hydrogène, et plus encore dans une atmosphère de méthane. On verra tout à l'heure l'intérêt pratique de cette constatation.

Si l'hélium est un élément dont l'originalité est remarquable, l'histoire de sa découverte n'est pas moins singulière, on pourrait dire romanesque. Qu'il me soit permis de la rappeler brièvement. En 1868, Janssen, observant la chromosphère solaire à la faveur d'une éclipse totale, y repéra une raie jaune qu'il attribua d'abord à l'hydrogène ; mais, bientôt, Frankland et Lockyer proposèrent de la rapporter à un élément inconnu, qu'en raison de son origine, ils baptisèrent « hélium ». Ce corps conserva son caractère hypothétique jusqu'au jour où Hillebrand, minéralogiste au Bureau géologique de Washington, constata qu'un grand nombre de minéraux uranifères, chauffés en présence de l'acide sulfurique, laissaient échapper un gaz qu'il prit pour l'azote ; en particulier, un minerai rapporté du Groenland par Nordenskjold, la « clévéite », fournissait un rendement notable de ce gaz. C'est alors que Ramsay, qui venait de découvrir l'argon, reprit l'expérience de Hillebrand ; il constata que le gaz dégagé par la clévéite ne donnait pas, comme il s'y attendait, le spectre de l'argon, mais on y trouvait, en revanche, la fameuse raie jaune et l'ensemble des radiations qui caractérisent l'hélium. Bientôt après, ce nouveau gaz était identifié dans les produits de désintégration du radium, dans les gaz sortis du sol et dans l'atmosphère inférieure elle-même, qui en contient 1 millionième de son volume, c'est-à-dire 1 $cm^3$ dans chaque mètre cube d'air : ainsi, l'atmosphère contiendrait, au bas mot, 3 600 milliards de $m^3$ d'hélium ; mais il est possible qu'en raison de sa légèreté, ce gaz se soit rassemblé dans la stratosphère ; pourtant cette hypothèse, due au géophysicien autrichien Hahn, n'a reçu jusqu'ici aucune confirmation expérimentale, pas plus que celle de Johnstone Stoney d'après laquelle les deux gaz légers, l'hydrogène et l'hélium, seraient éliminés de l'atmosphère en raison de leur vitesse moléculaire qui leur permettrait d'échapper à l'attraction terrestre.

## L'hélium fossile

Il avait suffi de posséder quelques centimètres cubes d'hélium pour en déterminer les principales propriétés : son indifférence chimique qui l'empêche d'entrer en combinaison avec tout autre corps, sa légèreté qui n'est dépassée que par celle de l'hydrogène, sa résistance à la liquéfaction qui le place au premier rang des gaz permanents.

Tous ces résultats étaient acquis au labo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ratoire dès les premières années du présent siècle, mais l'hélium passait alors pour un corps extraordinairement rare, et on était loin de se rendre compte du rôle qu'il pouvait jouer dans l'histoire de la Terre. C'est à nos compatriotes, MM. Moureu et Lepape, que revient l'honneur d'avoir inauguré cette étude géologique en étudiant les gaz dégagés par les sources minérales et thermales françaises. Un premier résultat de ces patientes recherches fut d'établir la constance des proportions de l'azote et de l'argon dans les gaz souterrains ; comme ces inclusions gazeuses remontent à des époques géologiques très lointaines, on peut conclure de là que la composition de notre atmosphère n'a pas dû varier sensiblement depuis des millions d'années.

| Origine | Azote % | Hélium % | Débi d'hélium (en lit es pa an) |
|---|---|---|---|
| Aix-les-Bains (Savoie).... | 94,79 | 0,03 | » |
| Bagnères-de-Luchon (Hte-Garonne)..... | 97,56 | 0,084 | » |
| Bourbon-Lancy (Allier).. | 91,65 | 1,83 | 10 020 |
| Cauterets (Htes-Pyrénées). | 98,55 | 0,16 | 4 |
| Maizières (Côte-d'Or) ... | 91,71 | 5,77 | 1 053 |
| Péchelbronn (Bas-Rhin).. | 65,31 | 1,09 | 37 900 |
| Plombières (Vosges)..... | 98,15 | 0,207 | 36 |
| Santenay (Côte-d'Or) (source Carnot)..... | 86,02 | 9,97 | 17 845 |
| Santenay (Côte-d'Or) (source Lithium) ..... | 85,82 | 10,16 | 5 182 |
| Bath (Angleterre) ..... | 93,62 | 0,17 | 3 124 |
| Panticosa (Espagne)..... | 97,84 | 0,088 | 13 |
| Luso (Portugal)..... | 83,58 | 0,005 | » |
| Wildbad (Allemagne).... | 94,94 | 0,85 | » |
| Aachen (Allemagne)..... | 68,5 | Très peu | » |

TABLEAU II. — VOICI, D'APRÈS M. LEPAPE, LES TENEURS EN HÉLIUM DES GAZ DE QUELQUES SOURCES THERMALES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Au contraire, la proportion d'hélium dégagé au griffon des sources varie dans des proportions énormes ; les stations les plus riches en gaz rare sont alignées dans une zone allant des Vosges au Massif Central, et le tableau ci-dessus indique, pour quelques-unes, le pourcentage en hélium contenu dans les gaz dégagés.

Tenant compte du débit de ces différentes sources, on peut alors estimer le volume totale d'hélium qu'elles dégagent ; la plus généreuse, qui n'est pourtant pas la plus riche, Bourbon-l'Archambault, déverserait ainsi dans l'atmosphère 10 000 litres d'hélium par an.

D'où provient cet hélium? Sûrement de transformations radioactives, actuelles ou passées. Or, dans l'état de nos connaissances géologiques, il n'existe pas, du Massif Central jusqu'aux Vosges, de minerais radioactifs dont l'existence puisse justifier un tel dégagement de particules alpha ; force est donc d'admettre que l'hélium qui se dégage au griffon des sources minérales et thermales est de *l'hélium fossile*, c'est-à-dire qu'il a été produit en des temps fort lointains et occlus dans les roches d'où les eaux souterraines le libèrent en délitant ces roches.

Cette notion n'avait qu'un intérêt scientifique jusqu'au jour où les découvertes faites en Amérique la firent passer sur le plan des réalisations économiques. On sait que le Nouveau Continent a été doté d'incalculables richesses en pétroles ; pendant de longues années, on s'intéressa exclusivement à la partie liquide des carbures d'hydrogène emmagasinés dans le sol ; mais il existe en même temps, et dans les mêmes terrains, des carbures gazeux, ou très facilement liquéfiables, qui s'accumulent dans les poches et dans les terrains poreux, produisant une pression qui fait jaillir le pétrole liquide lorsqu'il est atteint par le forage. On pensa donc à utiliser ces gaz combustibles pour en retirer, par refroidissement, une essence très volatile, la gazoline, puis du butane

| Gisement | Méthane $CH^4$ | Azote | Hélium |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| Petrolia, Texas ..... | 56,85 | 31,13 | 0,90 |
| Amarillo, Texas .... | 58,70 | 28,40 | 1,80 |
| Elk, Kansas..... | 26 | 70,15 | 3,4 |
| Wabaunsee, Kansas . | 11 | 85,23 | 3,6 |
| Dexter, Kansas ..... | 14,85 | 82,70 | 1,84 |
| Model Dome, Colorado..... | 11,87 | 71,44 | 9,26 |
| Harley Dome, Utah . | 17 | 71,35 | 7,07 |
| Woodside Dome, Utah ..... | 5,70 | 62,3 | 1,31 |
| Calgary, Alberta (Canada) ..... | 87,6 | 11,2 | 0,33 |

TABLEAU I. — COMPOSITION, EN VOLUME, DES GAZ DES PRINCIPAUX GISEMENTS AMÉRICAINS D'HÉLIUM

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont chacun connaît aujourd'hui les applications ; le reste était envoyé dans les canalisations pour servir au chauffage industriel.

Or, il advint, environ 1910, que des analyses chimiques révélèrent la présence, dans ces effluves gazeux, de quantités appréciables d'hélium ; la teneur en gaz rares variait de quelques millièmes à plusieurs centièmes ; elle n'était donc pas supérieure à celle qui a été dosée par MM. Moureu et Lepape dans les eaux minérales françaises ; mais le débit des gaz étant des milliers de fois plus grand, la production totale d'hélium devenait suffisante pour permettre une exploitation industrielle normale.

Aussitôt que les analyses eurent désigné les plus intéressants de ces gisements naturels d'hélium, l'Amérique, avec sa décision coutumière, en entreprit l'exploitation par une technique dont je ne donnerai pas le détail, mais qui, fondée sur l'élimination progressive des corps les moins liquéfiables, fournit un gaz à 98 ou même 99 % d'hélium. La première usine, établie à Petrolia, dans le Texas du Nord, était capable de donner 1 000 m³ de gaz rare par jour ; en fait, elle en a récupéré 1 300 000 m³ pendant la durée de sa mise en service, de 1921 à 1929. Depuis lors, elle a été transférée, toujours dans le Texas du Nord, à Amarillo, où les gaz, deux fois plus riches en hélium en dégagent 5 000 m³ par jour, et elle en a récupéré 700 000 m³ de 1929 à 1933. Voici d'ailleurs, page précédente, un tableau qui permet d'apprécier la composition, en volume, des principaux gisements américains.

Au total, les réserves d'hélium reconnues aux Etats-Unis se montent à 285 millions de m³ ; elles ne sont pas distribuées au hasard sur le vaste continent, mais alignées suivant deux directions formant un V, dont le point de jonction se trouve au Nord du Texas, là précisément où se placent les deux puissantes émissions de Petrolia et d'Amarillo. L'une de ces lignes s'étend, en direction nord-est, depuis le Texas, à travers l'Oklahoma, le Kansas, l'Arkansas, le Missouri, le Tennessee, le Kentucky, la Virginie occidentale, l'Ohio, la Pensylvanie, l'Etat de New York, et va se perdre vers la région des Grands Lacs, dans la province canadienne d'Ontario. L'autre, orientée vers le nord-ouest, embrasse les Etats de Colorado, Utah, Wyoming, Montana et se prolonge jusqu'au Canada, dans la province d'Alberta.

Chose remarquable : de tous les pays du monde où des forages et des analyses ont été effectués, les Etats-Unis sont, actuellement, le seul qui produise l'hélium en quantités industrielles ; partout ailleurs, les sources de gaz combustible à débit élevé n'ont révélé que des traces de gaz rare, et les eaux minérales ou thermales, même lorsqu'elles sont riches en hélium, ont un débit gazeux très insuffisant. Le seul gisement qui serait, à la rigueur, exploitable en Europe, se trouve en Esthonie, près de Reval ; ce qui s'y dégage est du méthane presque pur, avec 0,4 % d'hélium.

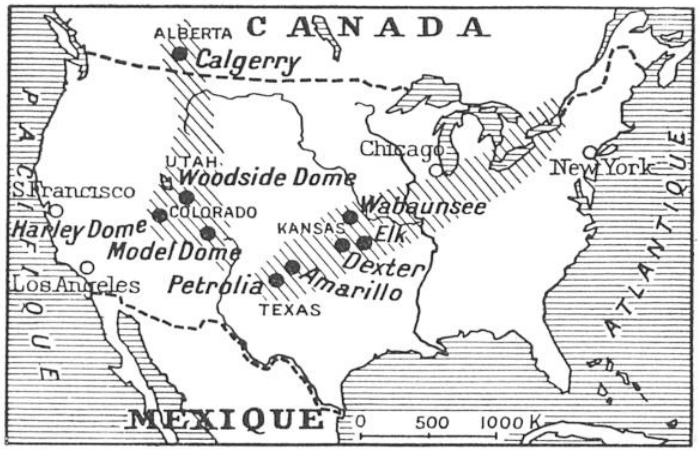



FIG. 1. — CARTE DES ÉTATS-UNIS MONTRANT LES RÉGIONS RICHES EN HÉLIUM ET LES PRINCIPAUX GISEMENTS

C'est donc aux Etats-Unis qu'il faut étudier cet intéressant phénomène pour en découvrir les causes et, s'il est possible, les lois ; l'intérêt de cette étude n'est pas seulement scientifique, mais aussi d'ordre pratique, car les notions acquises serviront à guider de nouvelles prospections et, peut-être, à découvrir de nouvelles sources du précieux gaz. Précisément, M. W. Beloussoff, membre du Bureau russe des Gaz naturels, à Leningrad, vient de procéder à une étude d'ensemble sur cette question (1) ; c'est à elle que j'emprunterai, en le simplifiant, l'exposé qui va suivre.

## L'origine et la concentration de l'hélium souterrain

La première pensée qui se présente à l'esprit, c'est qu'il s'agit d'hélium « jeune »,

(1) *Les problèmes de la géochimie et de la géologie de l'hélium*, Paris, Hermann éditeur, 1935.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit par des minerais radioactifs en voie de désintégration. Il existe aux Etats-Unis, et principalement au Colorado et dans l'Utah, des gisements assez abondants de « carnotite » radioactive, où la teneur en uranium atteint souvent 2 %, et qui se présentent sous la forme de lentilles ayant jusqu'à 900 m² de surface et 3 à 15 m d'épaisseur ; de 15 millions de millions de tonnes de ces minéraux ultra-concentrés. L'invraisemblance de cette supposition nous oblige à admettre que l'hélium dégagé par les sources américaines est, en majeure partie, fossile, et s'est accumulé, au cours des âges géologiques, dans les roches faiblement radioactives qui forment l'ossature du globe.

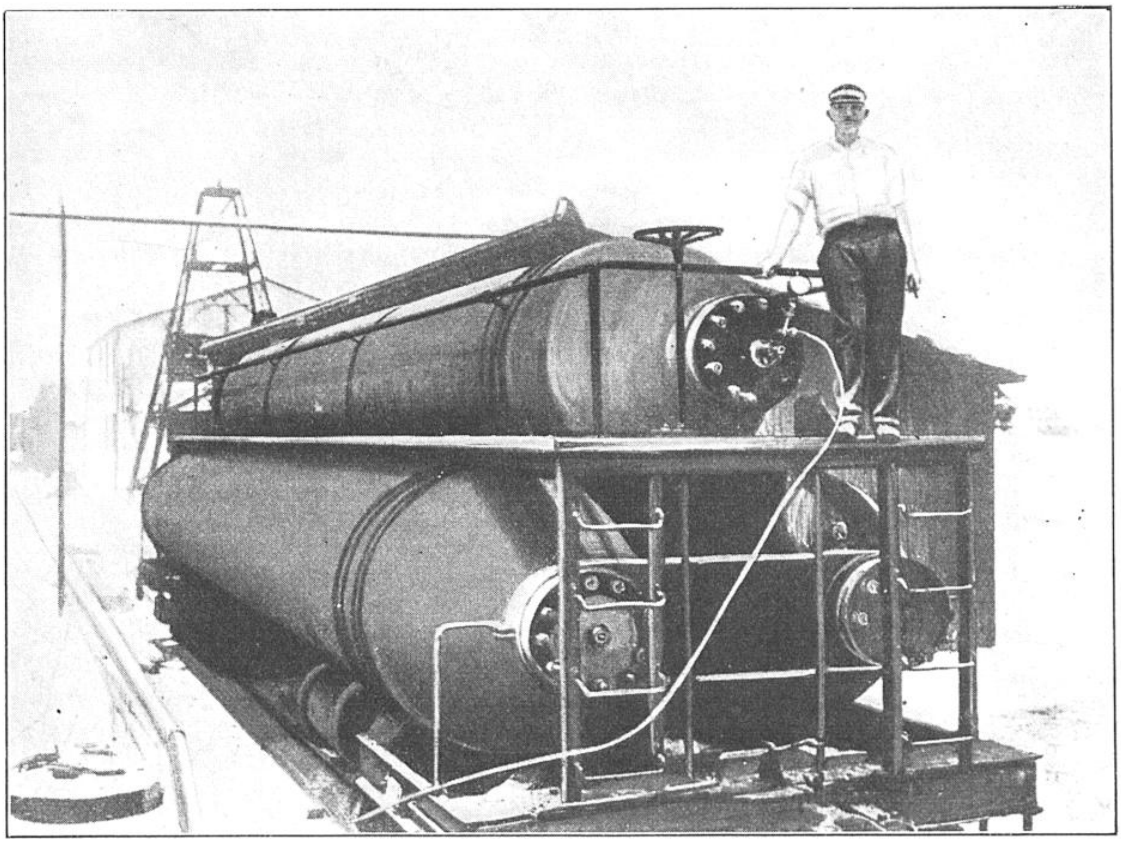


FIG. 2. — VOICI UN DES WAGONS SPÉCIAUX SERVANT AU TRANSPORT DE L'HÉLIUM DEPUIS L'USINE D'AMARILLO (TEXAS) JUSQU'A L'AÉRODROME DE LAKEHURST

*L'hélium est comprimé dans ces trois grands réservoirs sous une pression de 140 kg au m². Détendu à la pression atmosphérique, il occuperait 5 660 m³.*

c'est précisémeut dans cette région que se rencontrent les sources les plus riches en hélium, celles de Model Dome et de Harley-Dome. Pourtant, il paraît improbable que ces minerais soient capables d'entretenir les puissants dégagements d'hélium qui se produisent dans leur voisinage : rappelons-nous qu'une tonne d'uranium en équilibre avec ses produits de désintégration (ionium, radium, radon, polonium) ne dégage, par an, que 1/10e de cm³ d'hélium. Partant de là, on calcule que, pour entretenir l'émission d'Amarillo, il ne faudrait pas moins

Parmi celles-ci, la première place appartient aux roches magmatiques acides, et spécialement aux granites, au-dessus desquels se sont constitués, de leurs débris accumulés, les divers étages géologiques, depuis le primaire jusqu'aux sédiments modernes. Ces granites forment, dans la profondeur de la terre, des assises imposantes, mais dont la puissance est encore inconnue ; à en juger par les affleurements superficiels, leur teneur moyenne en radium (ou en produits équivalents) est de 1,7 mg par tonne ; ce serait peu, s'il s'agissait d'en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extraire ce radium ; c'est assez si on tient compte de l'énormité des masses et de la durée du temps géologique. Il y a sûrement plus d'un milliard d'années que ce socle granitique s'est constitué et, depuis ce temps, chacun de ses éléments a occlus l'hélium provenant des désintégrations. On calcule ainsi que chaque kilomètre cube de granite peut avoir accumulé 3 ou 4 millions de m³ d'hélium, c'est-à-dire pourrait entretenir le dégagement d'Amarillo pendant 1 500 ans. Nous sommes donc en présence d'une source possible et suffisante de gaz précieux à condition d'expliquer comment ce gaz occlus dans le granite a pu s'en libérer ; et c'est là que se trouvent les plus graves difficultés.

En effet, ce n'est pas dans le granite qu'on le recueille. Celui-ci constitue, dans les profondeurs du sol américain, la « chaîne hercynienne enfouie », ultime résidu des premières montagnes qui apparurent à la surface du globe ; on admet qu'en raison de sa teneur en produits radioactifs, il constitue la « roche mère », celle où l'hélium est né et s'est occlus au cours de longs millénaires ; mais les sondages productifs se trouvent dans les couches plus jeunes, superposées à ces granites primitifs, et qui forment les « roches magasin » : dans la zone orientale, parallèle aux Monts Alleghany, le gaz se dégage d'un grès permien, de l'âge primaire ; dans la zone occidentale, situé en direction générale des Montagnes Rocheuses, les terrains productifs appartiennent au crétacé inférieur et au jurassique supérieur, c'est-à-dire à l'étage secondaire.

Pour expliquer comment l'hélium a pu passer de la roche mère dans la roche magasin, la science actuelle nous donne le choix entre deux hypothèses. D'après la première, c'est la chaleur qui serait la cause de cette libération et de ce transport : des intrusions basaltiques (c'est-à-dire l'action des laves souterraines) auraient porté le granite à une température élevée, favorisant ainsi le dégagement de l'hélium occlus. Mais une étude géologique attentive n'a pas confirmé cette hypothèse ; nulle part, pas plus au Texas que dans l'Utah ou au Colorado, on n'a trouvé le moindre indice de phénomènes éruptifs ; et, d'ailleurs, il est douteux qu'ils aient suffi pour produire un dégagement gazeux suffisant. Reste donc la deuxième hypothèse : c'est par sa désagrégation que la roche mère aurait dégagé l'hélium occlus. Cette désagrégation a dû, au cours des âges, porter sur des quantités immenses de matière ; c'est par elle que des montagnes granitiques, hautes de plusieurs kilomètres, ont été rasées jusqu'au plus profond du sol ; c'est avec leurs débris, maintes fois remaniés et triturés par les eaux, que se sont constituées, au cours des siècles, les puissantes assises qui recouvrent maintenant le sol américain ; à la faveur du temps et de cette pulvérisation, qui multiplie la surface d'évaporation, l'hélium occlus a dû se dégager, et s'il a trouvé sur son chemin des couches poreuses, recouvertes elles-mêmes par un toit de sédiments imperméables, il n'a pu moins faire que de s'y accumuler.

## Comment expliquer la présence de l'azote et des hydrocarbures

Cette explication est la plus plausible qu'on puisse formuler dans l'état actuel de nos connaissances. Pourtant, elle ne tient pas compte de deux constatations importantes : dans toutes les sources américaines, l'hélium est constamment associé à l'azote et aux carbures d'hydrogène, et spécialement au plus simple d'entre eux, le méthane. C'est ce que montre clairement le tableau inséré plus haut.

La présence de l'azote reste, jusqu'à présent, inexplicable ; elle nous porte à croire que cet azote aurait, comme l'hélium lui-même, une origine interne, et non atmosphérique ; peut-être est-il le résidu de quelque désintégration, aujourd'hui achevée. Quant à la présence du méthane et des autres carbures gazeux, elle pourrait bien se raccorder avec l'observation de Chlopin, citée plus haut : en facilitant l'expulsion de l'hélium occlus dans les granites, l'action de ces carbures nous rendrait compte de la coïncidence, si remarquable et si constante, entre les zones pétroligènes et les sources d'hélium.

Toutes ces explications sont fort aventurées, et il reste beaucoup à faire avant que le problème des origines géologiques de l'hélium ait été résolu. Un point, cependant, paraît acquis : quelles que soient les origines, il faut admettre que l'hélium n'a pu se former, puis s'accumuler, qu'au cours d'une période de calme relatif qui s'étend sur des centaines de millions d'années. Il en résulte que les tectoniques tourmentés, comme sont celles de l'Europe occidentale, ne paraissent pas favorables à l'accumulation du gaz rare ; ces conditions propices paraissent au contraire se rencontrer en Europe orientale, dans la région de l'Oural ; c'est là, d'après M. Beloussoff, qu'on a le plus de chances de découvrir de nouveaux gisements.

L. HOULLEVIGUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LE GYROPLANE ET L'AVENIR DE L'AVIATION

Par Charles BRACHET

*Au cours de ces dernières années, la mise au point des dispositifs hypersustentateurs (1), et en particulier des volets de courbure, a notablement amélioré les conditions* d'atterrissage *et de* décollage *des avions rapides. Ceux-ci demeurent néanmoins astreints à effectuer ces deux manœuvres essentielles à une vitesse encore très élevée, qui dépasse la plupart du temps 100 km/h. Or, voici deux solutions pour résoudre le problème du décollage et de l'atterrissage verticaux en vue de libérer entièrement l'avion des aérodromes spécialement aménagés et de leur permettre d'utiliser une aire extrêmement réduite. Le développement pratique de ces deux solutions serait susceptible, dans un avenir relativement prochain, de révolutionner en quelque sorte le domaine de l'aéronautique : c'est, en premier lieu, le gyroplane Louis Bréguet ; en second lieu, l'autogire de La Cierva (2) auquel on vient d'apporter un récent et important perfectionnement pour lui permettre de décoller sans rouler (3). L'étude systématique des appareils à* voilure tournante *(hélicoptères, gyroplanes, autogires) a conduit M. Louis Bréguet à réaliser un appareil d'expérience dont les premiers essais ont été satisfaisants puisqu'il a déjà atteint notamment une vitesse de 100 km/h. Cette remarquable performance semble justifier les espoirs de l'inventeur du gyroplane qui considère ce nouvel engin, plus lourd que l'air, comme un concurrent redoutable pour l'avion au point de vue* sécurité, charge utile *et même* vitesse, *puisqu'il surclasserait — théoriquement — au delà de 360 km/h les meilleurs trimoteurs commerciaux existant actuellement...*

Une nouvelle machine à voler, le *gyroplane*, créé par M. Louis Bréguet, a récemment pris son essor avec un succès qui pourrait bien être le signal de la révolution qu'espère toujours l'aéronautique. Révolution en marche, n'en doutons pas, dont cette revue a déjà marqué la première étape en décrivant l'autogire de La Cierva (4). Elle se définit par son but : libérer l'avion de la nécessité d'acquérir une vitesse horizontale élevée avant de pouvoir quitter le sol.

Quels que soient les progrès réalisés dans les conditions du décollage et de l'atterrissage, notamment par l'invention des volets de courbure (5), l'aéroplane demeure astreint à la nécessité d'accomplir à très grande vitesse (plus de 100 km/h) l'une et l'autre de ces opérations essentielles. Cette nécessité enchaîne le développement de l'aviation à celui des terrains. L' « aérodrome » n'étant qu'exceptionnellement une propriété privée, l'avion actuel ne peut espérer atteindre, de longtemps, le degré de diffusion que connaît l'automobile, ni se mêler, par conséquent, à notre vie active aussi intimement que l'a fait jusqu'à présent la voiture dite de tourisme.

Par contre, une machine volante qui monterait et descendrait sur une aire extrêmement réduite, — la pelouse de la maison de campagne, des champs ou la terrasse de l'immeuble urbain, — une telle machine serait capable de modifier une fois de plus la locomotion humaine.

Une condition se pose, toutefois, à la réalisation d'un tel devis : c'est que le nouvel appareil volant ne le cède en rien à l'avion pour la vitesse, la sécurité et la charge utilement transportée.

Cette condition, M. Louis Bréguet nous a démontré, au cours d'une brillante conférence à la Sorbonne, que son « gyroplane » doit la remplir au delà de toute espérance.

## Un gyroplane n'est pas un hélicoptère, ni même un autogire

Les premières tentatives de construction d'appareils soulevés par des hélices horizontales sont contemporaines des premières années de l'aviation, — et, dans l'imagination de Jules Verne, la conception de l'hélicoptère a même précédé celle de l'aéroplane. L'aéronef de Robur le Conquérant n'est autre qu'une vaste plate-forme que soutiennent des hélices vrombissant à fréquence musicale. Le gyroplane nº 1, construit en 1906

(1) Voir *La Science et la Vie*, nº 209, page 377.
(2) Voir *La Science et la Vie*, nº 191, page 405.
(3) Voir dans ce numéro, page 284.
(4) Voir *La Science et la Vie*, nº 191, page 406 et ci-après page 284.
(5) Voir *La Science et la Vie* nº 209, page 377.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Louis Bréguet, et qui, le premier, se souleva portant un homme à son bord, s'écartait franchement de cette conception. « De même que l'homme a, depuis des temps très reculés, inventé la roue pour substituer au mouvement alternatif de la locomotion naturelle un mouvement rotatif, la rotation d'ailes sustentatrices devait se présenter à son esprit comme un procédé plus mécanique que le battement. De là l'idée de faire tourner ces ailes d'un mouvement continu autour d'un axe central, chacune décrivant un cercle comme si elle effectuait un virage perpétuel, — l'ensemble

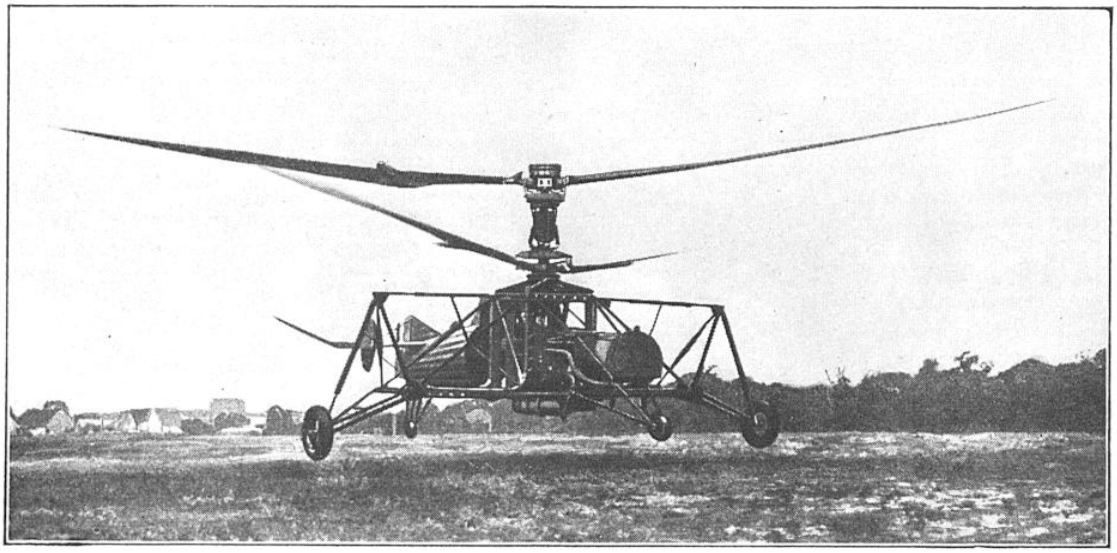


FIG. 1. — LE GYROPLANE BRÉGUET AU DÉCOLLAGE, A VILLACOUBLAY

constituant une sorte de manège d'aéroplanes... » C'est un tel appareil que le professeur Charles Richet et M. Louis Bréguet baptisèrent du nom de « gyroplane », c'est-à-dire « qui se déplace en tournant ».

Le gyroplane n° 1, abandonné faute de moyens financiers, il y a trente ans, céda le pas à l'aéroplane. Mais, depuis ces dernières années, un fait nouveau est survenu : l'ingénieur espagnol de La Cierva a créé son célèbre autogire (1), — dont nous avons largement exposé le principe et le fonctionnement. C'est le premier appareil à voilure tournante qui ait réellement volé. Mais la voilure de l'autogire, tournant librement, n'est que sustentatrice ; la traction est assurée par une hélice verticale.

Le fait nouveau qu'apportait La Cierva était la grande stabilité du système, — stabilité dont la cause est due, nous l'avons souligné dans notre article, à la suppression de l'*effet gyroscopique*. Une hélice rigide en rotation rapide constitue un gyroscope sur lequel les réactions de l'air se traduisent de la même manière que les efforts appliqués à une toupie qu'une poussée du doigt, par exemple, suffit à déséquilibrer.

La tendance à chavirer exprime les lois du mouvement dit « de précession ». Cette tendance au déséquilibre, extrêmement malsaine pour un système de sustentation aérienne, a été neutralisée par La Cierva. L'ingénieur espagnol a doté les pales de son moulin d'articulations qui, rompant leur rigidité, détruisaient l'effet gyroscopique tout en leur permettant de prendre automatiquement une position d'équilibre naturel par libre réaction à l'effort sustentateur, d'une part, et, d'autre part, à la force centrifuge.

M. Louis Bréguet, arrêté dès 1908 dans ses recherches sur le gyroplane, avait d'ailleurs breveté de semblables articulations en vue des appareils qu'il projetait de construire. Ce n'est qu'après la guerre qu'il reprit ses devis en tenant compte des progrès réalisés tant par la science aérodynamique que par le matériel. La brillante réussite de M. de La Cierva l'incita à pousser plus activement ses travaux, car il pensait que l'hélice de traction pouvait être supprimée et la force motrice appliquée directement à la voilure tournante — comme dans son devis primitif.

Le gyroplane allait renaître, après un

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 406.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

long sommeil, et tenter de reprendre, à son tour, l'avantage sur l'autogire. Ses qualités propres supplémentaires devaient être : la faculté d'un envol rigoureusement vertical, l'amélioration du rendement d'ensemble par la suppression de l'hélice propulsive et, finalement, l'obtention de vitesses de translation sensiblement plus élevées que celles de l'autogire.

Les travaux de M. Louis Bréguet, secondé par ses collaborateurs, MM. Devillers et Dorand, ont consisté à démontrer les avantages du gyroplane par une discussion théorique aussi féconde qu'originale et par la construction de l'appareil d'essai dont nous venons de rappeler la réussite.

## L'aérodynamique spéciale des voilures tournantes

M. Bréguet nous a exposé qu'il avait, depuis quelques années déjà, mis à l'ordre du jour des conférences de la S. N. A (Société française de navigation aérienne), dont il est le président, le problème des voilures tournantes (hélicoptères, gyroplanes et autogires). Lui-même s'était inscrit pour parler des gyroplanes, et c'est à l'occasion de la conférence qu'il prépara qu'il fut conduit à trouver les formules nouvelles permettant d'entrevoir comment évoluait la qualité sustentatrice avec la vitesse d'avancement. Grâce à ces formules nouvelles, il entrevit des possibilités qui, jusqu'alors, pour tous, étaient imprévisibles et même, suivant son expression, surprenantes. Ce sont ces formules mises au point d'une façon définitive qu'il exposa à la Sorbonne le 16 juin dernier.

Pour en bien saisir la portée, il faut se faire une idée de l'action que supporte chaque aile tournante au cours de sa rotation. En chacun des points, plus exactement en chacune des « sections » de l'aile, la vitesse relative de l'air et de la pale varie au cours de la rotation, comme l'indique le schéma page 280. En effet, le gyroplane avance avec une vitesse de translation $V$ ; si les ailes tournent de droite à gauche, l'aile qui se trouve à droite marche dans le même sens que la translation du gyroplane ; celle qui se trouve à gauche marche en sens inverse. Dans la première phase du mouvement, la vitesse propre de l'aile tournante et celle de l'aéronef s'additionnent ; dans

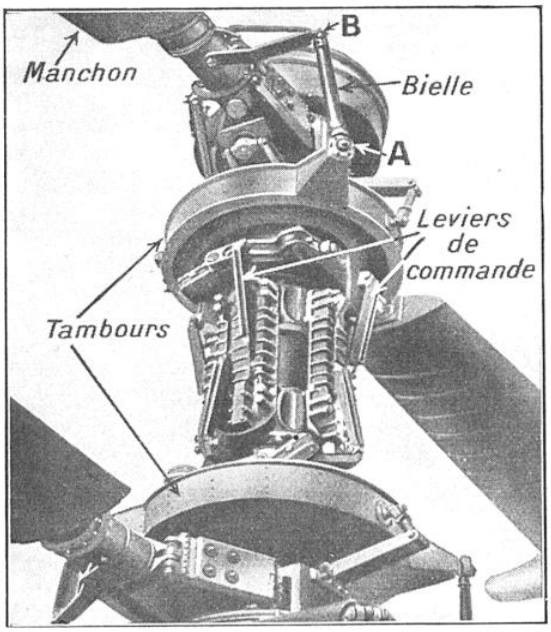



FIG. 2. — RÉALISATION TECHNIQUE DE L'ARTICULATION DES AILES TOURNANTES

*On retrouve aisément les organes schématisés dans le dessin suivant. Toutefois, tandis que le pied* A *de la bielle d'incidence est représenté dans le schéma comme étant solidaire de la rotation suivant une pièce rigide, dans la réalité c'est un « tambour » oscillant qui commande le point* A. *Le tambour est lui-même soumis à des « leviers de commande » qui lui assignent l'inclinaison que le pilote juge nécessaire. Ainsi, deux mouvements (l'un* automatique *assuré par la bielle* A B, *l'autre* commandé *qui règle l'amplitude du premier) président à l'incidence variable de l'aile tournante.*

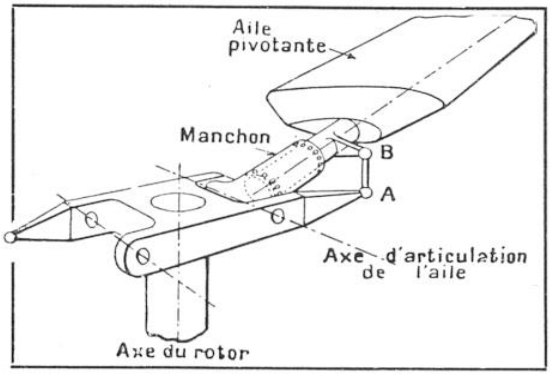



FIG. 3. — SCHÉMA DE L'ARTICULATION DES AILES TOURNANTES SUR LE ROTOR VERTICAL

*Ce dessin montre comment l'aile pivote sur le manchon qui la lie au rotor. Le manchon est lui-même articulé de manière à permettre à l'aile de prendre sa position d'équilibre dans le sens vertical sous l'effort combiné de la force centrifuge et de la sustentation, — tandis que la* bielle *« d'incidence » (articulée en* A *et en* B*) commande le pivotement horizontal duquel dépend « l'angle d'attaque » de l'aile (incidence), qui varie au cours de la rotation en fonction de l'azimut, ainsi qu'à la commande du pilote comme il est expliqué figure 2.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

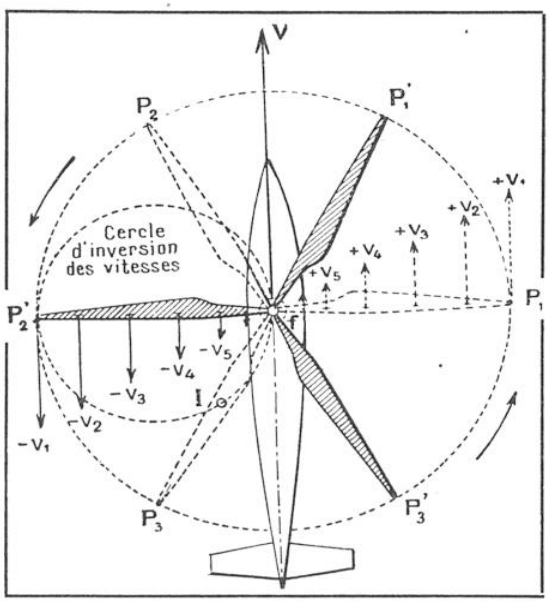



FIG. 4. — SCHÉMA ILLUSTRANT LA THÉORIE AÉRODYNAMIQUE DU GYROPLANE

*L'appareil se déplaçant avec la vitesse* V *(figurée par la ligne* f V*), les ailes (hachurées) tournant dans le sens indiqué par les flèches circulaires* composent *leurs vitesses périphériques avec* V. *Ces vitesses sont représentées en chacun de leurs points par les flèches* $V_1$, $V_2$, *etc. A droite, elles s'ajoutent à la vitesse de translation* V ; *à gauche, elles s'en retranchent. Cette particularité se traduit par l'existence d'un « cercle d'inversion des vitesses », dans lequel l'aile tournante reçoit le « vent relatif » (résultant de la différence des vitesses* $V_1$, $V_2$, $V_3$... *et de* $V_1$ *par son bord « de fuite », et non plus par son « bord d'attaque ». (Nous n'avons représenté qu'un seul jeu de trois ailes : il en existe un second, tournant en sens inverse et situé dans un autre plan horizontal.)*

la seconde position, elles se retranchent comme étant opposées.

Mais il suffit de songer à toutes ces particularités d'un mouvement général aussi complexe pour comprendre que sa résultante aérodynamique n'est pas aisée à déterminer. Les vitesses propres de chaque section d'aile sont d'autant plus grandes qu'on s'éloigne du centre ; leur « projection » sur la trajectoire d'avancement varie également suivant l'azimut de leur position au cours de la rotation. Cette projection est essentielle pour la composition (additive à droite, soustractive à gauche) que nous venons de signaler. Enfin, il convient de se rappeler que ces considérations « cinématiques » ne font que préparer l'analyse « aérodynamique », c'est-à-dire l'étude de la réaction de l'air sur les ailes tournantes.

Quand le gyroplane est « au point fixe », c'est-à-dire au sol, la vitesse du courant d'air réfléchi par les ailes tournantes est maximum : le moulin agit comme un ventilateur rabattant l'air de haut en bas. Mais dès que l'appareil se soulève (par réactions sur ce courant d'air) et qu'il se met en translation horizontale, *la vitesse du courant d'air en question diminue quand la vitesse horizontale augmente.* L'action mutuelle (l'intéraction) des pales, nuisible par suite précisément de la déflexion qu'elle entraîne, diminue aussitôt que le gyroplane prend de la vitesse. Le rendement se trouve dès lors amélioré par la marche elle-même. Cela se conçoit d'ailleurs intuitivement en marche horizontale ; les pales avant attaquent des zones d'air constamment renouvelées, vierges de tout sillage.

Dans la combinaison de la vitesse de rotation et de la vitesse d'avancement que nous venons de signaler, l'effort sustentateur se trouve renforcé, car les pales travaillent mieux.

Une curieuse conséquence de cette combinaison des vitesses de rotation et de la vitesse d'avancement, c'est l'existence d'un cercle (voir notre schéma) à l'intérieur duquel les ailes tournantes reçoivent le « vent relatif » du mouvement général par leur bord de fuite : en d'autres termes, tout se passe comme si elles étaient poussées par l'air sur lequel elles mordent. On pourrait croire, remarque M. Bréguet, qu'il y a là une cause d'amoindrissement notable

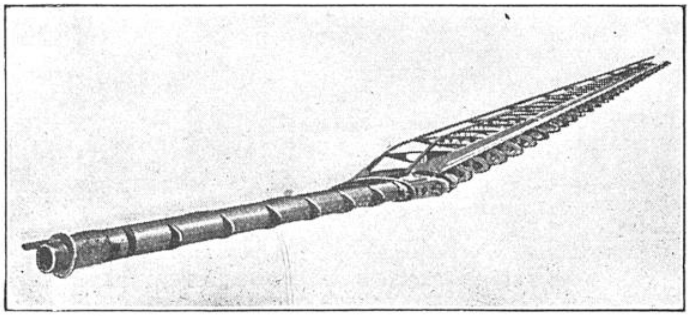


FIG. 5. — DÉTAIL DE L'ARMATURE INTERNE D'UNE AILE TOURNANTE DU GYROPLANE BRÉGUET

*On aperçoit le bras (tubulaire) qui s'insère sur le manchon oscillant du rotor ; puis, formant avec lui un « coude » articulé, l'extrémité de l'aile qui joue elle-même le rôle d'une rémige capable de « battre » pour son propre compte au cours de la rotation du jeu d'ailes autour de l'axe central.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des qualités aérodynamiques du système. En réalité, le calcul confirmé par l'expérience montre que ce phénomène d'*inversion des vitesses*, s'il est nuisible, n'affecte que de très peu le rendement général.

Cette science aérodynamique des ailes tournantes, M. Bréguet l'a, pour ainsi dire, fondée en 1907 : il en a défini le facteur principal dans la *qualité sustentatrice* du système, communément appelée aujourd'hui « qualité Bréguet » — et dont on nous excusera de ne pas donner ici la formule mathématique, qui sort du cadre de notre revue.

## Résultat pratique inattendu : l'avion handicapé par le gyroplane

Voyons plutôt les conséquences pratiques que nous promettent ces théories, les expériences en soufflerie qui les confirment, et les essais du premier gyroplane en vol réel.

Comparé à un avion monoplan de grande finesse, tels les tout meilleurs trimoteurs commerciaux actuels, volant à la même vitesse et de même poids que lui, le gyroplane s'annonce comme devant le surclasser au delà des vitesses de l'ordre de 360 km/h.

M. Bréguet choisit pour sa comparaison

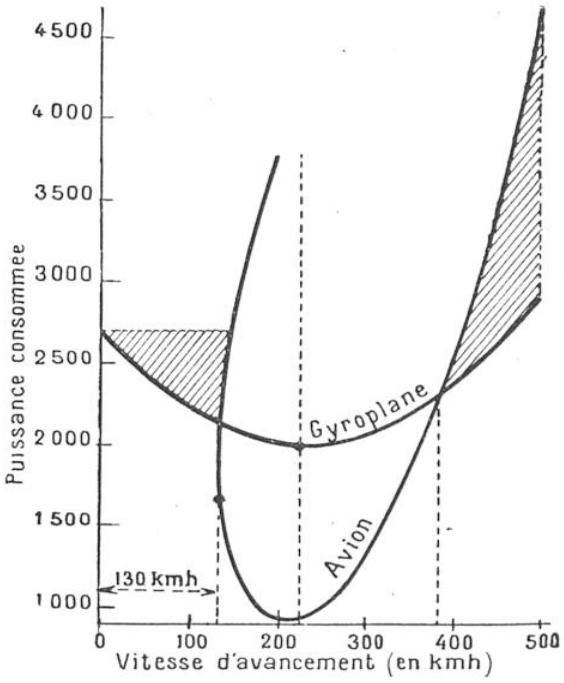



FIG. 6. — LE GYROPLANE COMPARÉ A L'AVION

*Ce graphique montre l'infériorité théorique du futur gyroplane sur l'avion, quant à la puissance consommée en vol, au-dessous de 400 km/h, et son énorme supériorité, de ce point de vue, dès que la vitesse dépassera 400 km/h.*

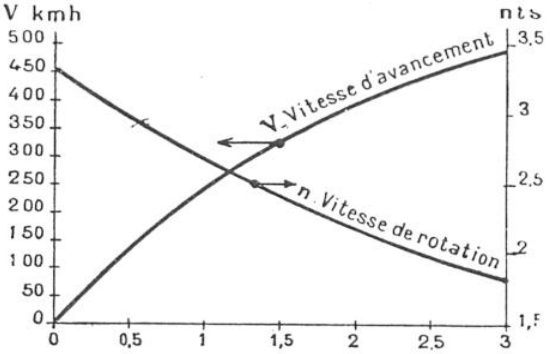



FIG. 7. — COMMENT FONCTIONNE LE GYROPLANE LORSQUE LA VITESSE CROIT

*Ce graphique montre la décroissance très rapide du nombre* RELATIF *de tours par seconde* (nts) *de la* rotation *des pales à mesure que croît la vitesse d'*avancement *de l'appareil* (km/h). *(En abscisses, un « paramètre de translation » concernant la translation en fonction de la rotation.)*

la vitesse : 100 m/s, soit 360 km/h, et suppose que les deux appareils ont chacun 10 tonnes de poids total.

Le monoplan considéré devra posséder une envergure de 29 m 30, soit 100 m² de voilure chargée à 100 kg par m². Avec une bonne hélice d'un rendement « optimiste » de 75 %, la vitesse envisagée de 360 km/h exige deux moteurs donnant les puissances nominales suivantes (utilisées à 63 %) aux diverses altitudes :

3 200 ch si on vole à 2 000 m ;

2 600 ch si on vole à 4 500 m ;

les puissances effectivement utilisées à ces altitudes n'étant d'ailleurs que 2 100 et 1 700 ch.

Le gyroplane concurrent devra, de son côté, se donner une voilure de 17 m 50 ou 19 m 65 de diamètre, — suivant que l'on prétend voler à 2 000 ou à 4 500 m d'altitude. Les pales seront chargées à raison de 700 kg par m². La puissance consommée sera de 1 500 ch à 2 000 m (puissance normale : 2 400 ch).

Ainsi le gyroplane se contentera de moteurs représentant seulement 75 % de la puissance motrice exigée par l'avion.

Quant à la charge disponible correspondant aux approvisionnements de combustible et d'huile (réservoirs compris) et au fret, on trouve 4 390 kg pour le gyroplane et 3 120 kg seulement pour le monoplan.

Si l'on envisage un rayon d'action de 2 000 km, par vent nul, le tonnage disponible pour le transport utile s'établit à *2 400 kg pour le gyroplane* ; à 700 kg seulement pour l'avion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on veut bien se contenter d'une tonne de fret (300 kg de plus que sur l'avion), le gyroplane porte son rayon d'action à 4 000 km (ou 3 500 pour tenir compte du vent).

Tels sont les avantages du gyroplane sur un monoplan de qualités encore peu communes dont certains avions américains approchent seuls pour l'instant.

Pour que les avions puissent lutter avec les gyroplanes à de pareilles vitesses, il faudrait réduire la surface de leurs ailes et les charger à environ 200 kg/m² au lieu de 100. Ainsi pourrait être conservée une qualité aérodynamique égale à celle du gyroplane, en vol rapide. Mais des avions chargés à 200 kg/m² auraient un essor très difficile ; leur atterrissage serait, lui aussi, des plus précaires. Ne vaut-il pas mieux envisager du premier coup l'aile tournante du gyroplane qui, chargée à 700 kg/m², travaille au maximum de finesse — et qui se dispense d'hélice propulsive, la propulsion du gyroplane s'effectuant pour ainsi dire gratuitement, par « surcroît ». L'inclinaison d'environ 6° du rotor vers l'avant de l'appareil suffit à l'assurer.

## Le gyroplane actuellement en essai

C'est, naturellement, un appareil de recherche scientifique destiné à l'étude expérimentale de tous les problèmes relatifs aux ailes tournantes : son but est de « préparer le prototype à l'aviation future » dont nous venons d'esquisser les espoirs (voir fig. 1).

L'importance de son train d'atterrissage paraît choquante après ce que nous venons de dire. Il a été installé par précaution et pour permettre toute une série d'essais.

Le moteur Hispano-Suiza de 350 ch se trouve à l'avant du fuselage et transmet son mouvement aux voilures par l'intermédiaire d'un embrayage et d'une boîte d'engrenages. La transmission mécanique forme un bloc dont la partie fixe se compose d'une sorte de caisson solidaire du fuselage et dont la colonne (creuse) supporte à son sommet les attaches des pales. Deux arbres concentriques, situés à l'intérieur de la colonne, actionnent chacun l'une des deux voilures tournantes superposées, lesquelles tournent en sens inverse.

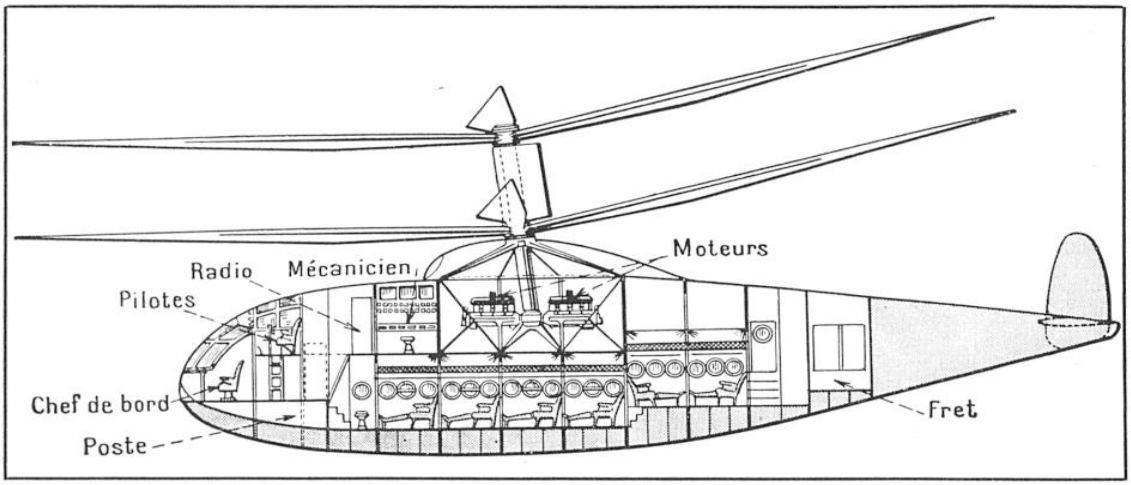



FIG. 8. — LE GYROPLANE DE L'AVENIR, A GRAND RAYON D'ACTION

*Cette vue de profil montre les deux plans d'ailes contenant chacun trois pales, tournant en sens inverse. On remarquera la facilité d'accès et de surveillance de la « chambre » des moteurs.*

Ces voilures composées chacune de deux ailes sont très particulières. Les variations aérodynamiques qu'elles subissent au cours de la rotation, telles que nous les avons indiquées, exigent que les pales adaptent leur *incidence* à ces variations. Chaque aile tournante devra donc accroître son incidence quand elle « recule » et la diminuer quand elle « avance » au cours de la rotation.

D'autre part, nous avons dit que les pales étaient articulées par leurs attaches au pivot central, afin de suivre les réactions de la force centrifuge et de la sustentation aérodynamique.

Aux divers degrés de cette inclinaison, l'incidence des pales ne saurait demeurer la même : quand, pour l'une des raisons mentionnées, les ailes s'élèvent, leur incidence doit diminuer ; quand elles s'abaissent, elle doit augmenter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette double variation de l'incidence en fonction de la rotation et de l'inclinaison exige donc l'intervention d'un régulateur automatique. C'est l'un des organes essentiels de la voilure tournante Bréguet. Son ingéniosité, sa simplicité, ressortent de nos schémas ci-joints.

Ajoutons que ce régulateur automatique, au cours du vol normal, doit également répondre à la commande du pilote quand celui-ci désire modifier l'incidence des pales, — et cela sans détruire l'automaticité nécessaire au fonctionnement continu. La commande volontaire de l'incidence est essentielle au pilotage ; elle a pour effet, suivant le cas, soit d'accélérer la translation jusqu'au maximum compatible avec la sustentation, soit de la freiner jusqu'à faire du « point fixe » en vol.

Le régulateur d'incidence assure, en définitive, la *constance des poussées* verticales subies par l'aile dans tous les azimuts ; le *pilotage de la vitesse, de l'ascension et de la descente*, le *pilotage de direction* en renforçant la poussée tantôt à droite, tantôt à gauche.

En sorte que le gyroplane Louis Bréguet travaille à la manière d'un pigeon ramier, qui vole et se dirige par le mouvement d'ondulation de ses ailes au cours de chaque battement. Seulement, le battement est devenu, sur l'appareil, une rotation.

Un détail important doit être retenu : les ailes tournantes sont articulées une seconde fois à l'extrémité de leurs bras. Ce dispositif a pour effet d'assurer encore plus de souplesse au fonctionnement. Certaines dispositions nouvelles ont été prises pour éviter que les ailes en rotation inverse ne puissent à aucun moment être conduites à s'entre-choquer.

La comparaison de l'aile tournante du gyroplane avec celle du ramier s'en trouve perfectionnée : l'aile mécanique est pourvue, elle aussi, de « rémiges ».

## Performances réalisées ; performances à accomplir

L'appareil actuellement en essai a été étudié pour recevoir une puissance de 800 ch.

Avec le moteur actuel de 350 ch, le régime de rotation est compris entre 2,2 et 2,5 tours par seconde.

Le poids mort de l'appareil est de 1 680 kg avec son atterrisseur spécial. Chargé de 200 kg d'huile et d'essence, il a pu atteindre un poids total d'envol de 2 030 kg. Le poids du pilote compris et du lest était par conséquent de 150 kg.

Le coefficient de sécurité appliqué aux voilures est de 15. C'est dire combien peu probable doit être envisagée la chute par rupture mécanique de la sustentation.

La poussée verticale imprimée par ces voilures à ce poids total a été, d'après les mesures, 3 200 kg. La *force ascensionnelle* efficace résultant de la différence (3 200-2 030) ressort par conséquent à 1 170 kg. Brute, c'est-à-dire appliquée au poids mort net, cette force ressort à 3 200 — 1 430 = 1 770 kg.

Les nombreux essais du gyroplane se sont bornés jusqu'ici à le soulever au point fixe, pendant un temps assez long, et à le faire voler en ligne droite. Ils ont été si concluants pour un tel appareil de premières expériences, que le ministère de l'Air n'a pas cru devoir outrepasser ses possibilités en lui offrant un marché conditionné par les performances suivantes :

Le gyroplane construit dans ce but devra : voler au moins 500 m en circuit fermé, à une altitude d'au moins 10 m ; s'élever ensuite jusqu'à 50 m ; puis exécuter un vol d'une heure ; puis voler pendant dix minutes à une altitude minimum de 10 m sans quitter l'espace défini par une colonne imaginaire ayant pour base un carré de 50 m de côté, sur l'aérodrome. C'est la fameuse épreuve du vol stationnaire.

L'appareil devra également faire preuve de sa maniabilité en exécutant coup sur coup deux virages, à droite et à gauche, sur un rayon inférieur ou égal à 50 m.

Enfin, on demandera au gyroplane de montrer qu'il pourra voler vite, comme l'avion : il devra donc, pour ses débuts, réaliser une vitesse de translation de 100 km/h.

Ces conditions, qui mesurent les *possibilités immédiates* de son appareil, M. Louis Bréguet les a acceptées et s'est courageusement mis au travail pour les réaliser. D'ores et déjà, la performance de vitesse a été réalisée : piloté par Claisse, le gyroplane a volé à 100 km/h. De même, il a réussi le vol de 500 mètres en circuit fermé à l'altitude requise.

Les autres performances suivront, n'en doutons pas. Le gyroplane marque seulement les premiers coups d'aile d'une aviation future, aussi nouvelle en 1936 que l'était, en 1906, l'aviation de Wright, de Farman, de Blériot, d'Esnault-Pelterie, — celle qui nous transporte aujourd'hui à travers les continents et les mers aux vitesses et aux altitudes que personne n'osait seulement concevoir en ces temps très anciens.

CHARLES BRACHET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# COMME LE GYROPLANE, L'AUTOGIRE PEUT MAINTENANT DÉCOLLER SANS ROULER

Par le capitaine de frégate PELLE DES FORGES (R.)

*Dans l'étude précédente (1), nous avons exposé le principe du fonctionnement du gyroplane Bréguet à décollage vertical et les premières performances de ce nouvel engin. Voici maintenant une nouvelle solution pour résoudre le problème du décollage direct : l'autogire La Cierva, tout récemment perfectionné, maintenant capable de quitter le sol sans rouler. Les récentes expériences de Hausselow Heath (Angleterre) sont concluantes à cet égard.*

L'AUTOGIRE (2) de l'ingénieur La Cierva, tel qu'il existe actuellement, réalisé à de nombreux exemplaires, comporte essentiellement une cellule avec une aile d'envergure réduite et un « rotor », voilure tournante de grand diamètre, qui assure la sustentation. La propulsion s'effectue par une hélice ordinaire placée à l'avant du fuselage. Sous cette forme, l'autogire ne saurait effectuer de décollage vertical direct, par suite de la nécessité, pour la voilure qui tourne librement, d'acquérir une vitesse de rotation suffisante pour assurer la sustentation : l'appareil doit donc rouler sur le sol jusqu'à ce que cette vitesse soit atteinte.

L'AUTOGIRE « LA CIERVA » EFFECTUANT UN DÉCOLLAGE DIRECT (SANS ROULER) SUR LE TERRAIN D'EXPÉRIENCES DE HOUSSELOW HEATH, EN ANGLETERRE

Dans les tout premiers autogires, le rotor était lancé au moyen d'une corde enroulée sur une gorge et tirée à bras. La vitesse initiale était donc fort réduite, et il était impossible à ce stade de songer au décollage vertical.

La seconde étape est marquée par la suppression de cette manœuvre gênante. L'autogire fut doté d'une queue de biplan dont l'une des surfaces pouvait être inclinée de façon à obliger le courant d'air créé par l'hélice à agir sur les pales du rotor, à les lancer et à accélérer leur mouvement jusqu'à obtenir la vitesse désirable. Cette fois encore, l'autogire est obligé de rouler avant de décoller.

La troisième étape va consister maintenant à se débarrasser de tous ces plans supplémentaires qui, pendant le vol, nuisent au rendement. C'est le moteur de l'appareil lui-même qui lance le rotor, et M. de La Cierva a imaginé pour cela une liaison permettant l'embrayage du rotor au moment du lancement et le débrayage pour le décollage. D'autre part, il réalise la commande directe de l'autogire, en direction et altitude, par l'inclinaison du rotor. Ces deux perfectionnements permettent de supprimer les restes d'ailes devenues complètement inutiles.

Enfin, les points d'attache des pales-ailes reçoivent une certaine liberté afin que celles-ci puissent prendre les incidences favorables et n'exigent aucun soutien par haubanage.

## Le principe du décollage direct

Voici en quels termes M. de La Cierva exposait, dès le 15 mars 1935, à la *Royal*

(1) Voir dans ce numéro, page 277.
(2) Voir *La Science et la Vie* n° 191, page 406.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*Aeronautical Society*, à Londres, le principe du décollage direct (1), sans rouler, à l'aide de l'autogire.

« Si, par un moyen quelconque, l'angle d'incidence des pales est sensiblement réduit à zéro pendant qu'on lance le rotor, l'effet de réaction est diminué considérablement et l'ascension supprimée. Le rotor peut alors atteindre une vitesse angulaire initiale très supérieure à la vitesse correspondant au vol normal. Si, en même temps qu'on débraie la transmission mécanique, l'incidence des pales est augmentée jusqu'à atteindre sa valeur normale, la force ascensionnelle est immédiatement engendrée et, pourvu qu'elle soit supérieure au poids de l'appareil, celui-ci quitte le sol suivant une trajectoire très à pic (mais pas nécessairement suivant une trajectoire verticale), reste en l'air pendant un moment, puis amorce une descente tandis que la vitesse de rotation des pales décroît rapidement. Mais si la traction de l'hélice fournit une impulsion suffisante pour faire au moins prendre à l'appareil, pendant son mouvement vers le haut, la vitesse horizontale minimum à laquelle il peut poursuivre son vol horizontal, l'autogire ne retombera pas sur le sol, mais continuera le vol commencé par son bond.»

Le 17 juillet 1936, le pilote H.-A. Marsh présentait l'appareil annoncé et décollait sans rouler. Quelques jours après, le 23 juillet, l'expérience était répétée en public.

## Les expériences de Housselow Heath

Les expériences ont été effectuées avec deux appareils : l'un le *W.-3*, modèle d'essai ; l'autre, un autogire *C.-30* transformé.

Le *W.-3* pesait en ordre de marche 650 livres (295 kg). C'est un monoplace, capable d'atteindre une vitesse de 130 km/h.

Dès que le rotor, de 8,53 m de diamètre, atteignit la vitesse voulue, le pilote débraya celui-ci du moteur ; l'autogire bondit en l'air à une hauteur de 2 m à peu près, la queue du fuselage se soulevant un peu plus que l'avant, le rotor s'inclina légèrement vers l'avant, et l'autogire amorça une très légère descente, puis continua son vol normalement. Il se posa ensuite sensiblement à son point de départ et également sans rouler. L'expérience fut répétée avec le deuxième appareil, le *C.-30*, dont le tonnage était beaucoup plus considérable puisqu'il pesait 1 850 livres (838 kg) et dont la transformation avait consisté à remplacer le système rotor et sa suspension par un rotor à tête dite « autodynamique ».

(1) Il convient de préférer pour l'autogire l'expression « décollage direct » à celle de « décollage vertical » qui pourrait prêter à confusion, car l'autogire quitte le sol sans rouler, suivant une trajectoire qui n'est pas nécessairement verticale.

## L'organe essentiel du nouvel autogire : la tête autodynamique

C'est la tête autodynamique qui est la caractéristique la plus originale de l'autogire à décollement direct.

C'est elle qui assure, en effet, l'application du principe exposé par M. de La Cierva lui-même : faire tourner le rotor avec une incidence des pales telle que toute force ascensionnelle soit supprimée ; accélérer le mouvement de ce rotor jusqu'à une vitesse supérieure à celle qu'il conservera en vol ; débrayer automatiquement l'entraînement du rotor, dont les pales doivent se placer automatiquement à l'incidence convenable pour créer, grâce à l'énergie qui a été emmagasinée en elles, une force ascensionnelle supérieure au poids total de l'appareil ; mais avant qu'il n'ait eu le temps de retomber sur le sol, la traction de l'hélice lui fait amorcer sa trajectoire de montée.

Une articulation spéciale des pales du rotor a permis de résoudre le problème : dans cette nouvelle « tête » dans l'ancien rotor, chaque pale pouvait, d'une part, se soulever ou s'abaisser en tournant autour d'un axe horizontal situé près du moyeu ; d'autre part, et dans de certaines limites, elle pouvait pivoter autour d'un axe perpendiculaire au précédent et prendre ainsi une position légèrement en avance ou en retard sur le mouvement de rotation principal.

Il a suffi à M. de La Cierva d'incliner l'axe de pivotement des pales au lieu de le garder vertical pour créer un mécanisme capable de faire passer les pales de la position horizontale, à l'incidence nulle (aucune force ascensionnelle), à la position convenable pour que leur incidence produise la force ascensionnelle qui assure le décollage.

## L'autogire, taxi de l'avenir ?

Nous aurons l'occasion d'examiner les applications fort intéressantes, notamment en ce qui concerne l'armée et la marine, des appareils à décollage direct (gyroplane et autogire). Mentionnons d'ores et déjà que, devant les résultats obtenus par le *C.-30* qui est prévu pour emporter désormais deux passagers, la City de Londres s'est particulièrement intéressée aux possibilités de l'utiliser comme moyen de transport pratique entre le quartier des affaires et la banlieue.

Cap. de frég. H. PELLE DES FORGES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# CONTRE LA GUERRE CHIMIQUE. LA PARADE NE SUFFIT PAS : LA RIPOSTE S'IMPOSE

Par le commandant GIBRIN

*Fidèle à ses engagements internationaux, la France a renoncé jusqu'ici à envisager l'offensive par les gaz, bornant ses efforts à organiser la protection contre cette forme d'attaque. Il est toutefois indispensable que notre armée soit en état, comme celles des autres grandes nations d'Europe, de riposter immédiatement, dès la première attaque chimique ; tout retard en cette matière — il fallut plusieurs mois lors de la dernière guerre pour répondre aux attaques de gaz allemandes — pourrait, cette fois, nous être fatal. C'est qu'en effet, les progrès de la chimie et de l'aéronautique modifient complètement l'aspect du champ de bataille. Aux anciens modes d'émission des gaz (vagues, projectors, obus d'artillerie) sont venus s'ajouter des procédés perfectionnés tels que : avions lanceurs de bombes à gaz, avions arroseurs, bombes autogènes à retardement, infection préalable du terrain par le plus terrible des agents toxiques, l'ypérite (1), etc. La zone dangereuse et infectée du front, où le port continu du masque sera obligatoire, pourra atteindre en profondeur une dizaine de kilomètres. A l'arrière même, les zones infectées par bombes d'avion ou par bombardement à grande distance seront nombreuses, et obligeront les troupes de relève qui y seront au repos à se disperser et à se camoufler avec soin loin des « points sensibles », tout en conservant le masque à la position d'attente. Les aérodromes ne feront pas exception à cette règle. Pour mieux préparer notre armée à se protéger efficacement contre les gaz de combat et à en faire usage éventuellement contre un agresseur faisant fi de ses engagements, une organisation nouvelle s'impose dont notre collaborateur, spécialiste de la protection antiaérienne, expose ici les grandes lignes. L'expérience a trop bien démontré la valeur que certains pays accordent aux conventions internationales librement consenties pour que nous ne prenions pas en France des mesures rationnelles, comme l'ont déjà fait certaines nations conscientes de l'importance de l'action chimique dans la guerre future.*

Dans les guerres de l'antiquité et du moyen âge, on trouve déjà quelques exemples épisodiques d'emploi de fumées et de nuages suffocants pour atteindre l'adversaire ; mais ce n'est guère qu'en 1915 que les toxiques furent employés par les Allemands à dose massive, cette fois avec des résultats formidables puisque, suivant le docteur Hanslian : « Les troupes françaises et anglaises touchées par la vague de gaz allemande laissèrent sur le terrain 35 % de morts. »

Cette première vague eut un effet de surprise considérable ; mais, par la suite, ce procédé fut généralement éventé par les préparatifs importants qu'il exigeait, et aussi par sa mise en œuvre qui ne pouvait échapper à l'observation des guetteurs.

C'est pourquoi les Anglais, les premiers, eurent recours aux « projectors ». C'étaient des canons très rudimentaires, évoquant ceux du premier Empire : une charge de poudre projetait des bombes toxi-

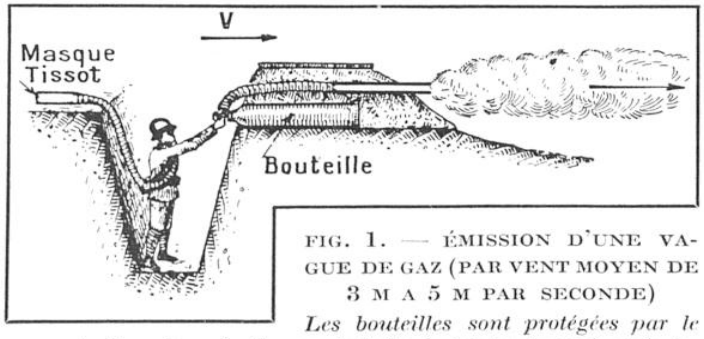



FIG. 1. — ÉMISSION D'UNE VAGUE DE GAZ (PAR VENT MOYEN DE 3 M A 5 M PAR SECONDE)

*Les bouteilles sont protégées par le parapet. En raison du danger de fuite de gaz toujours à craindre (récipients non étanches ou perforés par les projectiles), les manipulateurs utilisent un masque « Tissot » placé au-dessus de la tranchée et, à défaut, un appareil isolant.*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 138.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques à une distance pouvant atteindre plusieurs kilomètres. Le danger résidait non seulement dans l'effet de surprise, mais aussi dans l'effet de masse, la décharge s'effectuant simultanément grâce à l'allumage électrique des charges ; ces engins étaient très nombreux dans un même secteur d'attaque.

Néanmoins, la portée des projectors était par trop réduite, et ils ne pouvaient neutraliser les batteries adverses. C'est pourquoi, contre ces dernières, les combattants eurent recours à l'artillerie pour les contrebattre avec des *obus spéciaux*. L'emploi de ceux-ci s'est développé considérablement, si bien qu'à la fin de la guerre, lors de certaines offensives, ils constituaient les trois quarts des chargements des caissons d'artillerie. D'ailleurs, le professeur Charles Moureu nous apprend, dans *La Chimie et la Guerre*, que 17 millions d'obus toxiques furent lancés par les Français au cours de la dernière guerre.

Tenant compte de ces enseignements, nombre d'Etats se préparent à l'offensive des gaz. En tête, nous citerons l'U. R. S. S. qui dispose de deux régiments et de neuf bataillons indépendants de troupes spéciales appelées à mettre en œuvre les gaz. Ensuite viennent l'Allemagne, les Etats-Unis, l'Italie, qui se livrent à des expériences nombreuses et secrètes, tant dans les camps que dans les arsenaux.

En résumé, toutes les grandes nations sont pénétrées de l'importance qu'aurait l'action toxique dans un conflit futur ; c'est pourquoi nous allons étudier celle-ci en nous basant sur les données actuelles fournies sur les gaz de combat.

## Les différentes sortes de gaz de combat

D'après leur durée d'action, les gaz se classent en persistants et en fugaces.

Le type des premiers est l'*ypérite* (1), dont les effets par temps sec sont encore à redouter huit jours après le tir. Ce produit convient donc lorsqu'il s'agit d'interdire certaines zones à l'ennemi.

La plupart des gaz sont *fugaces*, leur durée d'action ne dépassant pas quelques heures ; c'est pourquoi ils conviennent dans le cas où l'on doit prendre l'offensive postérieurement à leur émission. Ils auront eu le temps de se disperser lorsqu'on atteindra la position « gazée ».

Tous les gaz de combat dont l'emploi est envisagé sont plus lourds que l'air : ils auront donc tendance à se concentrer dans les fonds et séjourneront dans les parties encaissées qui échappent à l'influence du vent ; c'est qu'en effet un vent dont la vitesse dépasse 5 m à la seconde disperse rapidement les toxiques. Il en est de même par temps très calme, le soleil créant des courants d'air ascendants qui dispersent les gaz verticalement.

L'humidité intervient également et défavorablement si le brouillard est épais ou s'il a plu abondamment ; d'ailleurs, l'eau dissocie nombre de suffocants et précipite les arsines.

Enfin, le terrain influe également : la végétation, les bois sont à éviter, car ils fixent les toxiques sans les neutraliser, puisqu'ils permettent l'évaporation continuelle du produit déposé sur les feuillages.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230 page 138.

## Les nouveaux modes d'attaque par les gaz

Outre les procédés employés au cours de la dernière guerre (les vagues et projectors, et enfin les grenades), nous devons envisager les bombes lancées par avions, l'arrosage réalisé par ces derniers, et enfin l'infection préalable du terrain.

### *Les bombes à gaz*

Aucune bombe à gaz n'a été lancée par avion au cours de la dernière guerre ; mais, avec le développement considérable de l'aviation et aussi des industries chimiques, tous les écrivains militaires sont d'accord pour considérer que ce mode d'emploi serait couramment usité dans un conflit futur. C'est qu'en effet la dispersion du toxique compense l'imprécision du bombardement par avion et, d'autre part, le rayon d'action et la force portante des avions ont été accrus, ainsi que le nombre de ceux-ci.

Il nous paraît indiqué de parler du poids des bombes toxiques. A notre avis, contre le personnel non abrité du champ de bataille, les bombes moyennes auront plus d'effet, à poids égal, que les grosses bombes, car ce qui intéresse, ce n'est pas le volume total d'air infecté, mais plutôt la surface dangereuse. Avec les grosses bombes, une grande partie des gaz se perdra en hauteur et sera ainsi sans effet sur les combattants. Nous estimons donc que le poids des bombes ne devra pas dépasser 50 kg.

Il y a lieu d'envisager que la bombe d'avion supplantera, dans certains cas, le projectile toxique, la première ayant un rendement décuple du deuxième : c'est ainsi que les obus de 75 ne peuvent être chargés que de 7 % de leur poids de toxique, alors que la bombe à gaz de 200 kg peut en contenir 70 %.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

### *Les avions arroseurs*

Certains écrivains militaires ont même préconisé la suppression complète de l'enveloppe des bombes, ce qui, théoriquement, assure un rendement toxique de 100 %. Autrement dit, l'ypérite liquide serait projetée à l'état de fines gouttelettes par un avion arroseur. Il est évident que si l'avion vole en rase-mottes, le liquide se volatilisera entièrement à la surface du sol ; mais si l'appareil se tient à une altitude de 2 000 m, les gouttes projetées atteindront bientôt la vitesse limite de chute de 8 m à la seconde, de sorte qu'elles mettront environ 250 secondes pour parvenir au sol ; ces gouttelettes, dont le poids ne saurait excéder 15 cg, subiront une évaporation intense et bien peu parviendront jusqu'au sol. C'est pourquoi il est important de disposer de D. C. A. qui obligera les avions à prendre de la hauteur et, par conséquent, les amènera à renoncer à l'arrosage par toxiques.

Il y a là néanmoins un danger dont il importe de tenir compte pour la défense.

### *L'infection préalable du terrain*

Il arrive parfois que, dans certaines zones du champ de bataille, le commandement se voie obligé de se tenir sur la défensive. Parfois même, lorsqu'il manquera d'effectifs pour en interdire l'accès, il n'hésitera pas à l'« ypériter ». Il ne fera, en cela, que s'inspirer de précédents historiques célèbres, tel François Ier dévastant la Provence pour faire le vide devant les armées de Charles-Quint, tel Louvois incendiant le Palatinat pour arrêter les Impériaux. Il y a donc lieu d'envisager qu'utilisant la persistance des effets de l'ypérite, des équipes spéciales feront exploser des bouteilles contenant ce liquide, ce qui aura pour effet d'interdire l'accès de la zone durant plusieurs jours. Il y a bien contre cela la désinfection, mais il faut faire la reconnaissance des moyens, les mettre en œuvre, etc., ce qui demande toujours du temps, d'où retard considérable dans les opérations.

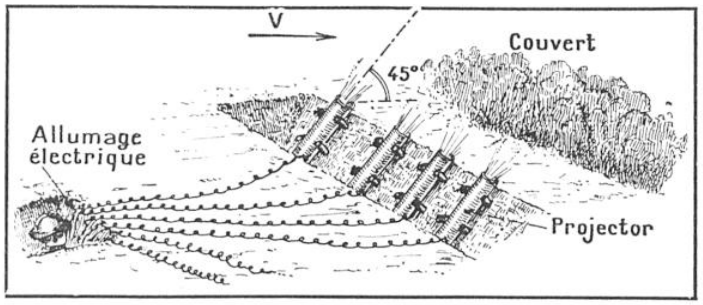



FIG. 2. — TIR DE « PROJECTORS » POUR ÉMISSION D'UNE NAPPE DE GAZ (PAR VENT FAIBLE DE 0 M 25 A 3 M/S)
*Ces canons rudimentaires, placés côte à côte dans des tranchées parallèles, lancent simultanément (grâce à un allumage électrique) des projectiles toxiques. Ils ont sur la vague la supériorité d'un effet de surprise, mais n'ont pas la portée des obus spéciaux. Leur emploi ne peut être envisagé que dans la guerre de position.*

### Quelles seront les conséquences tactiques de l'emploi des gaz dans la guerre de demain ?

Les toxiques provoqueront plutôt un effet de désorganisation qu'une action matérielle. De ce fait, on n'exposera en première ligne que le strict minimum de troupes et, au contraire, on tiendra prête à rejoindre rapidement la plus grande réserve possible.

De l'exposé antérieur, il ressort qu'en première ligne les troupes sont exposées à recevoir à tous moments des gaz. L'émission de ceux-ci par vagues ou par projectors correspond à la guerre de position, car ce moyen nécessite de longs préparatifs et surtout une grande quantité de matériel (pour les vagues prévoir 100 tonnes au kilomètre de front d'émission). Quant à l'infection préalable du terrain, elle n'est à redouter que pour les troupes prenant l'offensive contre une position où l'ennemi aura pu s'organiser. Il reste donc à envisager le lancement des gaz par *canons* ou par *avions*.

Les canons créent une zone dangereuse, qui s'étend jusqu'à une dizaine de kilomètres du front (portée utile de l'artillerie de calibre moyen au delà de la première ligne).

Au delà de cette distance, les points dangereux seront surtout les localités, les rassemblements de personnel et de matériel particulièrement repérables par les avions.

Dans la zone avancée du champ de bataille, l'homme devra constamment porter le *masque*, étant exposé continuellement aux nappes de gaz dont rien ne révélera la présence, pas même l'éclatement d'un obus. Le dernier cri nous a été, en effet, révélé par M. Troubat Le Houx, sous la forme de « bombes autogènes » qui dégagent des gaz avec un retard pouvant atteindre vingt-quatre heures. Ces projectiles auront pu ne pas être signalés lors de leur lancement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et intoxiquer inopinément les troupes parvenant le lendemain sur la position.

Au cours de la dernière guerre, les obus spéciaux ne contenaient qu'une faible charge d'explosifs et se révélaient par un sifflement caractéristique produit par le dégagement des gaz. Il faut envisager à l'avenir le *panachage* des obus spéciaux et explosifs, et même l'emploi de projectiles mixtes contenant à la fois gaz et explosif. De ce fait, tout éclatement d'obus sera suspect, et le combattant devra prendre les précautions réglementaires, se tenir debout (1) et s'éloigner de la zone balayée par le vent passant par le point de chute du projectile. C'est tout le contraire de ce qui était appliqué durant la guerre où le soldat se couchait rapidement pour échapper aux éclats d'obus.

Cet exemple fait ressortir combien les hostilités futures se différencieraient des dernières. Au cours de celles-ci, et particulièrement vers la fin, le fantassin n'eut guère à se déplacer rapidement. Même dans les offensives, la progression était lente, limitée d'ailleurs par celle du barrage roulant, réglé d'avance.

Avec l'emploi intensif des chars de combat et la surprise toujours possible avec les engins motorisés et les avions, le soldat serait appelé à fournir des efforts particulièrement violents, aussi bien pour combattre que pour se déplacer.

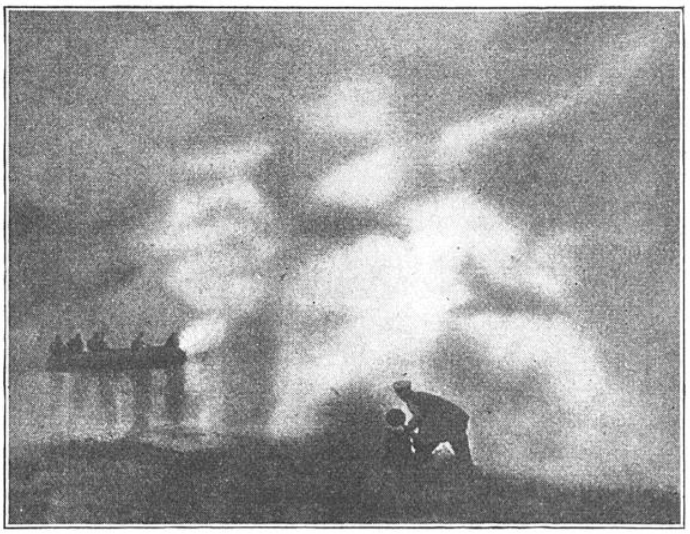


FIG. 3. — CAMOUFLAGE D'UN FRANCHISSEMENT DE RIVIÈRE A L'AIDE DE POTS FUMIGÈNES

*Ces engins pesant quelques kilogrammes peuvent avoir une durée de fonctionnement d'un quart d'heure. Nous préconisons leur emploi aussi fréquemment que possible lors des manœuvres pour entraîner les troupes à leur utilisation en campagne.*

## Comment maintenir le « potentiel d'action » du fantassin malgré le port continu du masque

Le masque pose donc un problème nouveau, d'autant qu'il faudra le supporter continuellement. La gêne respiratoire qu'il occasionne, presque nulle au début, ira s'accroissant du fait que la vapeur d'eau expirée colmatera la cartouche, celle-ci s'encrassant également en fixant les arsines et les poussières. C'est pourquoi nous suggérons, tout au moins pour l'infanterie, l'idée *d'alléger* la cartouche, quitte à réduire sa durée de protection ; et surtout de rendre rapide son remplacement (1). L'homme, de ce fait, porterait deux cartouches de rechange au lieu d'une, et il serait possible de revenir au masque à groin, qui évite l'inconvénient et le danger du tuyau en caoutchouc.

Il y a également une autre conséquence du port continuel du masque : c'est qu'il faut réduire la fatigue du combattant dont le potentiel d'action se trouve *réduit* après cinq heures de port du masque. C'est pourquoi le fantassin doit être *allégé* au maximum, débarrassé du sac, voire même d'une partie des vivres et des munitions, les moyens motorisés actuels (2) permettant le ravitaillement rapide jusqu'en première ligne et à travers champs, et les liaisons se faisant facilement par téléphone et T. S. F.

Il est également un autre moyen d'augmenter la résistance des troupes : c'est l'entraînement au port du masque. Il faut

(1) Recommandation réglementaire dans l'annexe à l'*Instruction dans l'emploi tactique des grandes unités.*

(1) L'idée de pourvoir le combattant de plusieurs cartouches légères de rechange est justifiée par la note de M. Arthur Akermann, adressée à l'Académie des Sciences en 1935. Cet auteur fait ressortir le phénomène de *désorption* qui se produit dès que la cartouche est saturée. Si cette limite est atteinte et que de l'air non vicié traverse la cartouche, ce dernier se charge partiellement des toxiques retenus dans le filtre. Cet inconvénient n'est pas à redouter pour les masques civils agréés, qui ne seront exposés qu'à des densités toxiques beaucoup plus faibles que celles du champ de bataille.

(2) En cas de détresse, le ravitaillement pourrait se faire par avions comme l'ont pratiqué les Italiens en Abyssinie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc que, dès le temps de paix, au cours de certaines manœuvres, les hommes, après des exercices progressifs, arrivent à supporter l'appareil respiratoire jusque pendant dix heures sans l'enlever, même pour boire ou pour manger. Nous serons loin des simulacres habituels où, pendant dix minutes au plus, l'ordre est donné de porter le masque pour franchir une vallée qui est supposée avoir été ypéritée. De même, les écoles à feu, progression en préférant tous les couverts avec utilisation de toutes les positions défilées aux vues. C'est d'ailleurs la tendance actuelle qui règne dans les manœuvres, et il nous est arrivé, lors des opérations de septembre dernier, au camp de Mailly, d'entendre des spectateurs s'extasier sur le fait que, lors d'une progression, les colonnes s'étaient faufilées dans quelques rares boqueteaux du camp et y avaient marqué un

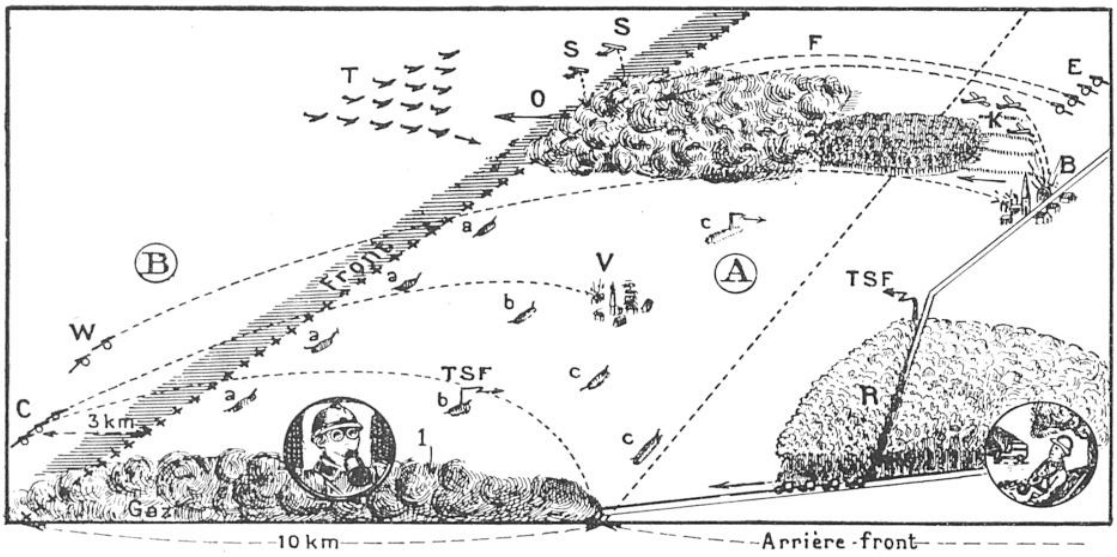



FIG. 4. — SCHÉMA D'UNE TRANCHE D'UN CHAMP DE BATAILLE FUTUR

*Au premier plan, le parti* A *est sur la défensive : à l'avant, les éléments de résistance* a, b, c, *sont installés dans des tranchées couvertes ou camouflées ; dans cette partie du champ de bataille, le port continuel du masque est obligatoire. Les liaisons par T. S. F. sont nombreuses tant entre éléments qu'avec l'arrière. A 10 km environ du front (portée des pièces de campagne* C, *compte tenu de leur éloignement du front d'environ 3 km), les unités* R, *camouflées sous les couverts, sont prêtes à embarquer immédiatement. Le masque reste alors à la position d'attente. Il convient d'éviter les localités* B *et les couverts peu étendus (bombardement par l'aviation* K *et l'artillerie lourde W). — Au second plan, le parti* A *attaque dans la direction* O *en utilisant des couverts étendus et, à défaut, un camouflage par fumigènes* F, *ces derniers lancés par les batteries* E *ou les avions S. De nombreuses pièces de défense antiaérienne sont nécessaires en prévision de la réaction de l'aviation adverse T.*

les tirs de guerre se feront avec le masque. Certes, les résultats seront moins satisfaisants, mais ils correspondront à la réalité du combat (1).

Dans ce dernier, il ne faudrait pas croire que le port du masque permette aux troupes de négliger, désormais, les gaz et de n'avoir plus à envisager que la protection contre les balles et les explosifs. Si cela était, l'instruction ne différerait nullement de celle qui était pratiquée avant la dernière guerre :

(1) Des renseignements récents nous ont permis d'apprendre que, dans un régiment de tirailleurs algériens, le pourcentage des balles en cible, dans un tir effectué avec le masque, ne fut que le dixième de celui qu'on obtenait, dans les mêmes conditions, sans faire usage de l'appareil respiratoire.

temps d'arrêt avant de reprendre la progression.

Pratiquement, ces cheminements auraient dû être *évités*, car il est très probable que l'adversaire les aurait repérés et sérieusement ypérités. Les troupes qui les avaient utilisés auraient subi l'effet vésiquant du toxique fixé par les arbustes, puisque aucun homme ne portait d'effets spéciaux.

Comme tout le front ne pourra être ypérité, faute de moyens matériels suffisants, le mieux sera de *multiplier* les colonnes et de les échelonner en profondeur ; autrement dit, bénéficier de la dispersion.

Mais, alors, n'échappant plus aux vues des observateurs ennemis, l'ensemble sera sérieu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sement en but aux coups des engins de tir adverses. Faute du camouflage naturel que procuraient les couverts du terrain, il faudra recourir au camouflage artificiel réalisé par les fumigènes. D'abord aveugler les observatoires ennemis, ce qui provoquera un certain affolement et un tir intense des engins intéressés, d'où épuisement des munitions, échauffement des tubes. Si bien que le tir ennemi perdra beaucoup de son effet quand l'assaillant parviendra sur la position, si le barrage fumigène a pu être maintenu durant la progression. Il n'est pas vain de présumer qu'avec le rendement des moyens fumigènes actuels, ceux-ci seront mis en œuvre sous la forme de petites bombes lancées par avion (avec parachute), chaque appareil pouvant en emporter plusieurs centaines.

Cette progression ou ce stationnement, dissimulés par le camouflage, devront se faire rapidement, non seulement en raison de la consommation de produits fumigènes, mais aussi en raison de la fatigue qu'impose aux hommes le port continu du masque. Il ne faut pas compter qu'ils le supporteront plus d'une dizaine d'heures sans l'enlever, tout au moins pour boire et pour manger. En outre, il faut prévoir, au bout de ce temps, le remplacement de la cartouche filtrante qui risquera d'être épuisée.

En conséquence, prévoir la *relève* des troupes de première ligne, relève qui, dans certains cas, devra se faire rapidement si une zone est intensément intoxiquée, les cartouches actuelles conférant une protection limitée (1). Ce dernier cas ne sera qu'exceptionnel, mais encore faut-il le prévoir, surtout pour les régions basses et encaissées. Il est donc important que les réserves ou les relèves puissent parvenir rapidement, par des moyens motorisés par exemple, et en les plaçant à moins de 30 km du champ de bataille.

## Comment doit être organisé l'« arrière »

Cette zone de l'arrière immédiat sera l'objet de la préoccupation du commandement. Les localités, les « points sensibles » risqueront fort d'être soumis à des bombardements toxiques ; aussi les troupes ne pourront y cantonner que si les locaux sont bien aménagés contre les gaz. En outre, un nouveau danger résultera du lancement de bombes incendiaires, ce qui entraînera l'obligation de créer des organismes spéciaux qui sortent du cadre de notre article.

En résumé, dans la zone qui s'étend de 10 à 30 km du front, le personnel et le matériel échapperont aux avions et aux canons à longue portée de l'ennemi, de jour, en se *camouflant* dans les forêts et les couverts, s'il y en a, faute de quoi, on les *dispersera* autant que possible ; de nuit, le bivouac sera la règle (de préférence s'installer vers les régions élevées). Eviter de se placer à proximité des « points sensibles », et particulièrement dans la zone balayée par les vents dominants passant par ces points. Dans tous les cas, les hommes conserveront le masque en position d'attente et des éclaireurs « Z » assureront un guet continu.

## L'offensive par les gaz

Les mesures préconisées précédemment ont pour but de protéger contre les gaz ; mais ce moyen d'action, nous l'avons également à notre service, ce qui est prévu d'ailleurs par notre accord international : « Le gouvernement français s'efforcera, au début d'une guerre et d'accord avec les Alliés, d'obtenir des gouvernements ennemis l'engagement de ne pas user des gaz de combat comme arme de guerre. Si cet engagement n'est pas obtenu, il se réservera d'agir selon les circonstances ».

Pour que notre action soit efficace et immédiate, il faut que nos troupes soient *entraînées* à l'emploi des toxiques (particulièrement l'artillerie et l'aviation).

C'est qu'en effet si le projectile explosif agit sur place, la bombe ou l'obus toxique produit, sous l'effet du vent, une traînée qui cessera d'être mortelle à une certaine distance du point de chute, en raison de la dispersion du gaz. Cette traînée est fortement influencée par le terrain et les conditions atmosphériques. De même, la nature du toxique employé devra être adaptée à la situation tactique.

C'est ainsi que dans le cas où l'on se tient sur la défensive, l'ypérite sera employée pour interdire à l'ennemi certaines zones ou tout au moins retarder considérablement sa progression.

Au contraire, dans l'offensive, si les moyens permettent de réaliser une certaine concentration sur la zone visée, ne pas hésiter à employer les *suffocants :* c'est ce qui correspondera au « tir de destruction ». Mais si l'on veut réaliser rapidement, même avec peu de matériel, un effet de masse, employer les *irritants* qui conviendront particulièrement pour contrebattre l'artillerie ennemie.

(1) Elles sont éprouvées à 1 g de phosgène par m³, pendant deux heures, avec un débit d'air pollué de 900 litres/heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

### Désormais, la création d'une nouvelle direction s'impose : celle de l'arme chimique

Jusqu'à ce jour, fidèles à nos engagements internationaux, nous avons renoncé à envisager l'offensive des gaz, bornant nos efforts à organiser la protection contre ce danger. Cette dernière semble même avoir été perdue de vue, car beaucoup de chefs ne croient pas à l'efficacité de l'emploi des gaz, ne pensant, au cours des exercices de cadres, qu'aux balles et aux explosifs.

Ces errements sont préjudiciables à notre défense nationale, et c'est pourquoi nous proposons toute une organisation nouvelle pour y mettre fin.

Tous les combattants étant exposés aux gaz et beaucoup d'entre eux appelés à les utiliser, il nous semble, en effet, indiqué de créer une nouvelle Direction d'arme qui *centralise* ce moyen d'action.

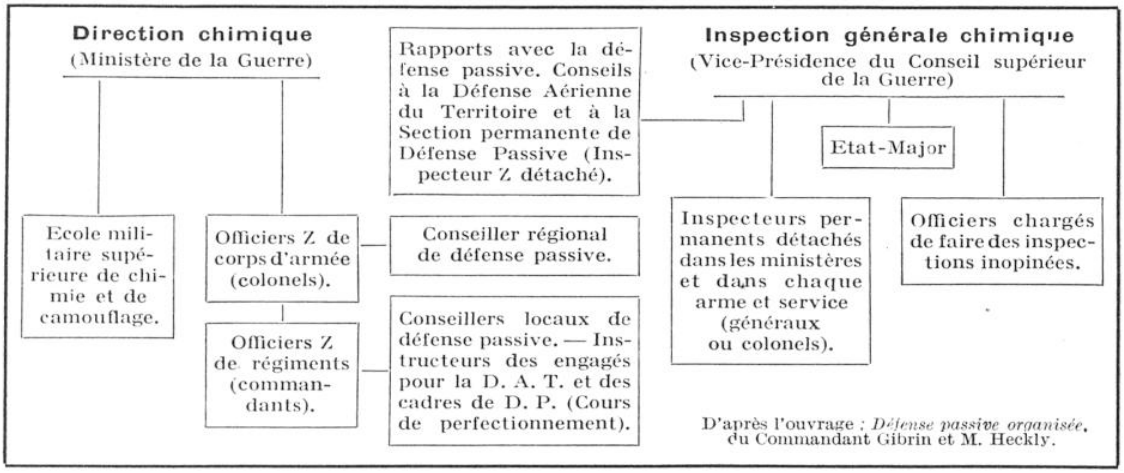
Actuellement, l'artillerie joue ce rôle et, si cela a pu suffire aux besoins de la dernière guerre où l'emploi des gaz s'est trouvé limité par le potentiel chimique restreint des belligérants, et aussi par leur consommation en matériel aéronautique, il n'en serait plus de même dans un conflit futur.

Notre projet ne consiste pas à accroître le nombre des officiers ; mais, au contraire, à *spécialiser* ceux qui jouent le rôle « d'officier Z » dans les corps de troupe et services. Désormais, à l'issue d'un concours aux épreuves scientifiques, les capitaines candidats suivraient des cours de quelques mois à l'Ecole supérieure militaire de chimie et de camouflage (1). Après un examen de sortie, ils seraient éventuellement nommés « officiers Z » et promus au grade supérieur. Ce dernier avantage leur conférerait toute autorité pour surveiller « l'instruction Z », qui se donne, en principe, dans les unités (compagnies, escadrons, batteries). Ils seraient les *conseillers techniques* des chefs de corps et, à l'avenir, l'on parlerait des gaz dans tous les exercices : les écoles à feu et les tirs réels se feraient avec masque. En temps de guerre, ce nouveau personnel occuperait les postes prévus « d'officiers Z » des grandes unités et des corps de troupe.

Notre projet est complété par la création de *l'inspection générale chimique* dépendant directement, soit du ministre de la Défense nationale, soit du vice-président du Conseil supérieur de la Guerre. Cette nouvelle inspection détacherait des inspecteurs permanents non seulement dans chaque arme et service, mais aussi aux ministères de la Marine et de l'Air.

Grâce à cet ensemble, non seulement la protection contre les gaz pourrait être intensifiée, mais l'offensive « Z » particulièrement organisée. Nous ne serons plus, comme par le passé, en retard sur nos adversaires éventuels, ce qui, au cours de la dernière guerre, a malheureusement entraîné pour nous des pertes en gazés doubles de celles qu'ont subies nos voisins de l'Est.

Commandant GIBRIN.




COMMENT POURRAIT ÊTRE ORGANISÉE LA NOUVELLE « DIRECTION » AU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE : CELLE DE L'« ARME CHIMIQUE »

(1) Les « officiers Z » ayant reçu une instruction spéciale concernant le camouflage appliqueront celle-ci dans les corps de troupe, et fréquemment, lors des manœuvres ou des exercices importants, les engins fumigènes seront effectivement employés (fig. 3).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LE LAIT, MATIERE PREMIÈRE DE LA LAINE ARTIFICIELLE

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

*es textiles artificiels (1), qui concurrencent de plus en plus les fibres naturelles, sont tous, sauf e rares et peu importantes exceptions, d'origine végétale (cellulose du bois). C'est aussi le is pour le coton (2). La soie (3) et la laine, au contraire, sont d'origine animale et la différence e constitution qui en résulte explique l'imperfection de tous les produits qui, jusqu'ici, prétendaient se substituer à elles. Les « ersatz » de la laine, en particulier, n'avaient pu acquérir le ême pouvoir* isolant, *ni surtout le même pouvoir* feutrant. *Le « lanital », nouvelle fibre artificielle fabriquée depuis peu en Italie, d'après les travaux du professeur Ferretti, présente une mposition chimique très voisine de celle de la laine et est également d'origine animale, puisque matière première de sa fabrication est la caséine du lait (1 hl de lait fournit 3 kg de caséine ui donnent 3 kg de « lanital »). L'Italie, qui dépendait de l'étranger pour les trois quarts de sa nsommation de laine (soit 350 000 quintaux par an environ), va donc bientôt se trouver en esure de réduire notablement ses importations en textile. L'industrie laitière trouvera là un ouveau débouché, mais l'industrie fromagère y trouvera moins son compte puisqu'on la prive ainsi partiellement de la caséine qui lui est indispensable.*

Les fibres textiles artificielles (1) ont conquis aujourd'hui sur le marché mondial une place de premier plan. Leur production a atteint au total, en 1935, 470 millions de kilogrammes, en augmentation d'environ 20 % par rapport à 1934. A l'origine, elles n'étaient que des succédanés de la fibre naturelle la plus précieuse, la soie ; aujourd'hui, elles tendent, malgré leur prix relativement élevé, à remplacer en partie le coton et même la laine, matières auxquelles on les associe couramment dans la fabrication des produits de filatures et des étoffes.

La rayonne a pour origine la *cellulose*. Un pays privé de coton et de lin peut donc fabriquer, en partant du bois, des tissus variés qui donnent toute satisfaction. Dans ce domaine des produits de remplacement, on sait que les Allemands sont passés maîtres. L'imagination de leurs chercheurs leur a permis de mettre au point toute une gamme de fibres diverses, grâce auxquelles ils ont pu réduire au minimum leurs importations de coton et de laine. Ils ménagent ainsi leurs faibles ressources en devises étrangères. Mais, malgré tout, jusqu'à il y a quelques mois, toutes les imitations de la laine étaient demeurées fort imparfaites. Aucune fibre de synthèse n'avait pu, malgré tous les efforts des savants dans leurs laboratoires, acquérir ce pouvoir *feutrant* sur lequel nous reviendrons et qui, avec le pouvoir *isolant*, caractérise la laine naturelle. La nouvelle laine artificielle, qui

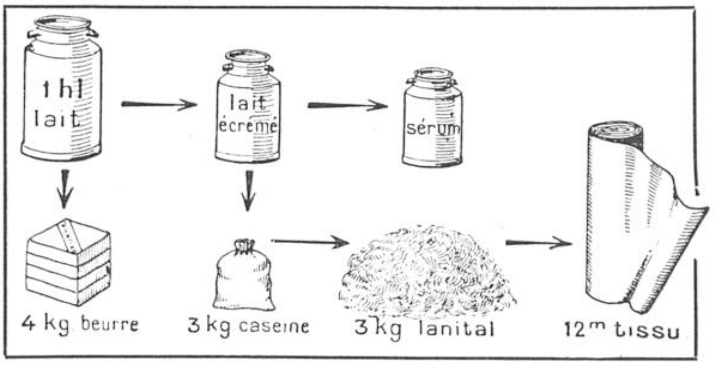



FIG. 1. — UN HECTOLITRE DE LAIT DONNE 3 KG DE CASÉINE QUI, TRAITÉE PAR LE PROCÉDÉ « FERRETTI », FOURNIT 3 KG DE LAINE ARTIFICIELLE PERMETTANT DE FABRIQUER 12 M DE TISSU

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 391.
(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 413.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

| | Caséine | Albumine |
|---|---|---|
| | % | % |
| Carbone ..... | 53,00 | 51,48 |
| Hydrogène ..... | 7 | 6,76 |
| Azote ..... | 15,70 | 18,14 |
| Oxygène ..... | 22,65 | 22,66 |
| Soufre ..... | 0,80 | 0,96 |
| Phosphore ..... | 0,85 | — |

TABLEAU I. — CASÉINE DU LAIT ET ALBUMINE DE L'ŒUF ONT DES COMPOSITIONS QUANTITATIVES EXTRÊMEMENT VOISINES

a été mise au point récemment en Italie, si elle ne résout pas encore entièrement le problème à ce point de vue, représente cependant un progrès considérable. Comme on l'a déjà bien souvent observé dans le monde à l'occasion d'autres découvertes dans le domaine des produits synthétiques, c'est sous la poussée des nécessités économiques, résultant des sanctions, que ce beau succès aura été obtenu. Il menace maintenant de modifier profondément l'équilibre économique de nombreux pays producteurs ou consommateurs de laine.

## Comment on fabrique le « lanital »

Le *lanital* — tel est le nom de cette nouvelle fibre artificielle — ne possède pas encore un pouvoir feutrant comparable à celui de la laine ; cependant, sa composition chimique et ses propriétés physiques sont remarquablement voisines de celles de la fibre naturelle. Il présente par ailleurs le très grand avantage d'être fabriqué à partir d'une matière première déjà abondante dans nos régions, et dont on pourrait augmenter encore la production : le lait.

Remarquons à ce propos que la laine artificielle italienne est obtenue ainsi en partant d'une matière première d'*origine animale*. Les fibres de remplacement fabriquées couramment, en particulier la rayonne, dérivent au contraire d'une matière première *végétale*, la cellulose, bien que le produit naturel qu'elles prétendent imiter, la soie, soit elle aussi d'origine animale.

Voici — d'après M. Georges Ray, professeur à l'Institut International d'Agriculture de Rome, à qui nous sommes redevables des éléments de cette étude — le principe de la fabrication du *lanital* telle qu'elle est mise en œuvre par la *Snia Viscosa*, de Milan, dans ses usines de Cesano Maderno.

Comme nous venons de le dire, la matière première fondamentale utilisée pour la production de la laine synthétique est le lait, ou plutôt la *caséine* que contient le lait sous forme de suspension très fine ou de solution colloïdale. C'est cette caséine qui constitue la partie essentielle du fromage, lorsqu'elle est séparée du lait par coagulation sous l'action de la présure ou des acides. Le lait de vache contient en moyenne 3 % environ de caséine, celui de brebis 3,5 %, celui de chèvre 3 %.

La structure chimique de la caséine, qui est une matière protéique, est encore mal connue. Par sa composition, elle se rapproche beaucoup de l'albumine du blanc d'œuf, comme le montre le tableau I.

Si on compare les chiffres de ce tableau avec ceux du tableau II qui donne la composition en pour cent de la laine naturelle, on remarque une analogie très nette. C'est que les fibres de la laine naturelle, de même que la substance cornée, sont formées pour la plus grande partie par de la *kératine*, qui est également un albuminoïde du groupe des protéines. La kératine a une composition analogue à celle de l'albumine, donc de la caséine. C'est le mérite de M. Ferretti, l'inventeur du « lanital », d'avoir déduit, de cette similitude de composition entre la caséine et la kératine, la possibilité de fabriquer de la laine artificielle à partir du lait.

Industriellement, pour la préparation de la caséine, on part du lait maigre ou babeurre, écrémé à la centrifuge, de telle sorte que sa teneur en matières grasses ne dépasse pas 0,10 à 0,15 %. Le lait maigre, traité par des produits chimiques spéciaux, tels que l'acide sulfurique dilué ou l'acide lactique de fermentation, laisse coaguler la caséine qui s'y trouve en suspension. On recueille le produit, on le fait égoutter, puis on le lave bien et on le presse. La caséine obtenue de la sorte est humide. On peut s'en servir telle quelle si on le fait immédiatement, car elle se putréfie très vite. Sinon, il faut la dessécher, quitte à la délayer ensuite et à la soumettre à l'action de plastifiants sur la nature desquels on garde encore le secret. On obtient ainsi, après maturation, la solu-

| | Lanital | Laine naturelle |
|---|---|---|
| | % | % |
| Carbone ..... | 53,00 | 49,25 |
| Hydrogène ..... | 7,00 | 7,57 |
| Oxygène ..... | 23,00 | 23,66 |
| Azote ..... | 15,50 | 15,86 |
| Soufre ..... | 0,70 | 3,66 |

TABLEAU II. — VOICI LES COMPOSITIONS COMPARÉES DE LA LAINE NATURELLE ET DE LA NOUVELLE LAINE DE LAIT (« LANITAL »)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de caséine prête à passer par la filière.

A ce point, le procédé industriel se différencie peu de celui par lequel on obtient la rayonne en partant des solutions d'acétate de cellulose ou de viscose (1). On fait passer la solution de caséine textile par des filières dont les trous ont de 2 à 3 centièmes de millimètre. Après passage dans un bain coagulant, la fibre obtenue est coupée à la mesure désirée pour obtenir une masse floconneuse. On la soumet à un certain nombre de lavages spéciaux et enfin on la dessèche. Au total, 1 kg de caséine donne environ 1 kg de « lanital ». En admettant une teneur du lait en caséine de 3 %, on voit qu'un hectolitre de lait écrémé donne 3 kg de laine artificielle propre au tissage.

Ajoutons que, dans la fabrication du « lanital », rien n'est perdu. En effet, la crème obtenue par centrifugation du lait sert à préparer du beurre, à raison de 4 kilogrammes ou plus par hectolitre de lait. Quant au sérum, résidu de la coagulation de la caséine du petit lait, il peut, après neutralisation de son acidité, servir à la fabrication du sucre de lait, de l'acide lactique, etc., ou, plus simplement, à l'alimentation des porcs.

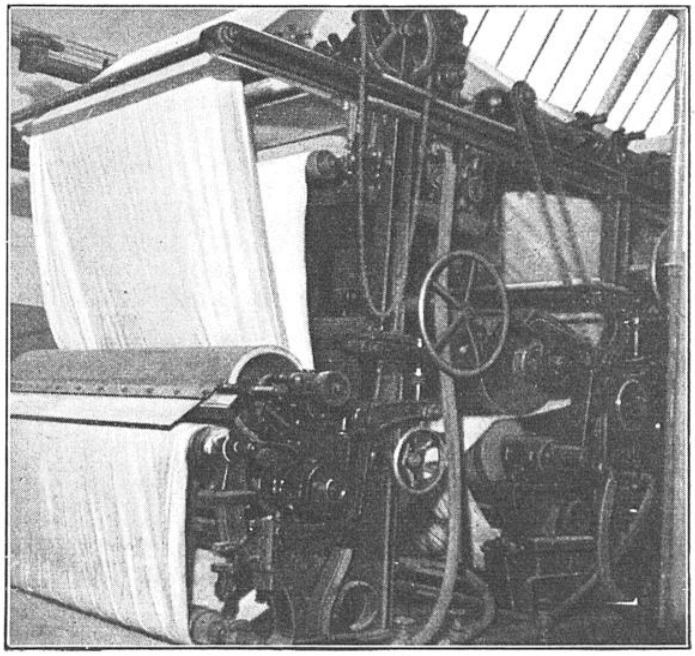


FIG. 2. — MACHINE CONTINUE POUR LE SÉCHAGE DE LA CASÉINE DESTINÉE A LA FABRICATION DE LA LAINE ARTIFICIELLE EN ITALIE

## Les qualités de la nouvelle laine artificielle

Que vaut le « lanital » en tant que fibre textile et jusqu'à quel point peut-il remplacer la laine ? D'après M. Ray, l'aspect extérieur de la masse floconneuse de « lanital », telle qu'elle se présente à la sortie du séchoir, serait celui d'une bonne laine mérinos lavée et cardée. Ses fibres blanches seraient moelleuses au toucher et isolantes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.

Pour les autres propriétés essentielles, telles que l'élasticité, la ténacité, etc., le « lanital » se montre cependant inférieur à la fibre naturelle. Les chiffres donnés à ce sujet sont loin d'être concordants. D'après les essais du laboratoire de l'Office national économique de Hambourg, la ténacité du « lanital » varierait entre 4,1 et 8,3 g contre 31 à 38,5 g pour la laine. L'allongement avant rupture est irrégulier et varie entre 5 et 75 % contre 62 à 82 % pour la laine. Il faut remarquer, à ce propos, que pour rompre une fibre de laine tendue, un effort supplémentaire est nécessaire. Pour le « lanital », au contraire, à partir d'une certaine limite, le fil continue à s'allonger, même si on réduit l'effort, jusqu'à la rupture.

Etant donné sa composition chimique voisine de celle de la laine naturelle, il est normal que le « lanital » se comporte de la même manière en de nombreuses occasions. Ainsi, quand on en allume quelques filaments, ils se consument lentement en laissant un résidu charbonneux ayant l'odeur caractéristique de la laine brûlée. D'autre part, une solution aqueuse de soude caustique chaude dissout rapidement le « lanital », comme cela se produit pour les poils d'animaux en général.

Mais, pour une fibre textile, la structure physique joue un rôle encore plus important que la composition chimique. A cet égard, les différences entre le « lanital » et la laine sont appréciables. On sait que la laine ordinaire se présente au microscope sous l'aspect d'un petit tube creux, recouvert à sa surface d'un très grand nombre de petites écailles qui lui donnent un aspect caractéristique et sont la cause de son pouvoir feutrant. Le « lanital », au contraire, a une section

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pleine et se rapproche en cela des laines les plus fines qui sont dépourvues de canal médullaire longitudinal. Mais sa surface jusqu'à présent est demeurée lisse, d'où un pouvoir feutrant réduit ; s'il est sans inconvénient en bonneterie où on obtient ainsi des tissus qui ne se resserrent pas, il n'en constitue pas moins une infériorité pour le « lanital ». Cependant, un mélange par moitié de laine artificielle et naturelle est parfaitement feutrable, et le professeur Ray fait remarquer que les poils d'animaux et de nombreuses qualités de laine n'ont de pouvoir feutrant que si on les traite préalablement avec du nitrate de mercure. Il n'est donc pas improbable que l'on puisse bientôt feutrer le « lanital » après lui avoir fait subir un traitement approprié.

Enfin, en ce qui concerne la teinture, les fils et tissus de laine artificielle donnent d'excellents résultats, mais avec parfois des teintes différentes pour le « lanital » et la laine (le gonflement à l'eau serait aussi différent). Il semble que ce domaine n'ait pas été encore entièrement exploré.

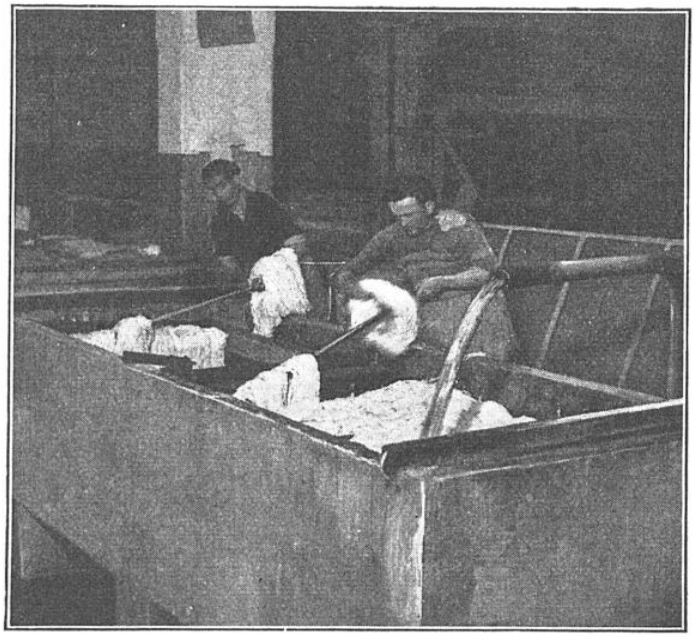


FIG. 3. — BAIN POUR LE FIXAGE DU « LANITAL » AUX USINES DE LA « SNIA VISCOSA », A MILAN (ITALIE)

En résumé, le professeur Ray ne craint pas d'affirmer que le « lanital » présente toutes les caractéristiques de la qualité la plus fine des laines mérinos de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande et de l'Afrique du Sud, tandis qu'elle diffère sensiblement des laines longues et rudes telles que les cheviotes et les croisés de l'Amérique du Sud.

## Les conséquences économiques de la création du « lanital »

Jusqu'à présent, l'Italie dépendait presque entièrement de l'étranger pour son ravitaillement en laine. Sur 420 000 à 450 000 quintaux de laine lavée qui lui sont nécessaires en temps normal, 320 000 à 350 000 quintaux devaient être importés. Dispose-t-elle de ressources en lait suffisantes pour produire une quantité de « lanital » équivalente ? Certainement non, du moins à l'heure actuelle. Sur 40 millions d'hectolitres, chiffre auquel on peut évaluer la production totale de lait de vache de l'Italie, un tiers est destiné à la consommation directe et les deux autres tiers à la fabrication du fromage. Cette orientation est donc défavorable à la production de la laine de lait, car nous avons vu que le fromage est précisément de la caséine. Cependant, le professeur Ray estime qu'avec la caséine disponible dans le pays, on pourrait déjà remplacer plus d'un tiers de la quantité de laine étrangère importée. Ce serait là un résultat appréciable, et rien n'empêcherait par la suite l'Italie d'importer pour le reste non plus de la laine, mais de la caséine. Par ce procédé, l'Italie resterait dans la dépendance de l'étranger ; mais la balance commerciale italienne en retirerait cependant un bénéfice appréciable, la caséine extraite du lait étant beaucoup moins chère que la laine.

D'ores et déjà, la *Snia Viscosa* a annoncé que la production journalière de « lanital » sera portée prochainement à 5 000 kg. En Lombardie seulement, elle estime que 4 millions d'hectolitres de lait écrémé sont disponibles par an, ce qui correspond à une production de 120 000 quintaux de laine artificielle. Compte tenu de la production nationale de laine naturelle, que l'on peut évaluer à 100 000 quintaux environ, on voit que l'Italie couvrirait déjà facilement le tiers de sa consommation totale.

JEAN BODET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA SCIENCE ET LA VIE
TRAVERSE LE MONDE

# PRENONS L'ÉCOUTE

## VERS L'EXPLOITATION PAR AVION D'UNE LIGNE TRANSATLANTIQUE

Les Allemands ont magistralement établi la liaison commerciale régulière par dirigeable entre l'Europe et l'Amérique du Nord (1). La Grande-Bretagne et les Etats-Unis songent, de leur côté, à réaliser la liaison aérienne par avion.

Sans préjuger si l'Atlantique sera survolé entre l'Irlande et Terre-Neuve, ou entre les Açores et les Bermudes, il est acquis dès maintenant que l'Angleterre et les Etats-Unis ont convenu (par l'intermédiaire des « Imperial Airways » britanniques et des « Pan American Airways ») de mettre en service, dès l'automne de 1936, le tronçon de ligne Bermudes-New York sur lequel les conditions météorologiques sont particulièrement défavorables. Déjà un port d'hydravions vient d'être construit aux Bermudes. Les compagnies reçoivent des subventions des trois pays intéressés (Grande-Bretagne, Bermudes, Etats-Unis) pour établir hebdomadairement un service régulier par hydravions (courrier et six passagers).

## LES NOUVEAUX APPAREILS DE LA « ROYAL AIR FORCE »

Les manifestations aériennes de Hendon pour le grand public, et de Hatfield pour les constructeurs, organisées par l'Angleterre à titre de propagande, ont appelé l'attention de l'opinion internationale sur l'important effort entrepris, dans le domaine des forces aériennes de la Grande-Bretagne, pour les doter de nombreux appareils modernes. Nous avons déjà indiqué (2) que, d'ici un an, 1 800 appareils seraient ainsi mis en service ! Parmi les avions de construction récente, les plus remarquables sont notamment les *bombardiers* : le *Fairey*, de 1 000 ch, d'une vitesse de l'ordre de 480 km/h (record actuel pour les appareils de bombardement); le *Witworth-Whitley*, dont la rapidité est comparable au précédent ; le *Bristol* qui, lui, ne dépasse pas 350 km/h. Pour la catégorie des *chasseurs*, il faut signaler spécialement le *Vickers-Supermarine*, qui dépasse 480 km/h, et le *Hawker*, qui atteint 430 km/h, avec des puissances respectives de l'ordre de 1 000 ch (3).

## LE NOUVEAU MINISTÈRE DE L'AIR DU REICH

Le nouveau ministère de l'Air allemand s'élève en plein centre de la capitale du Reich ; sa façade principale se développe, sur plus de 200 m, sur la Wilhelmstrasse ; il comprend cinq étages sur la façade principale et sept étages du côté opposé. Il couvre 56 000 m² ; les bâtiments renferment 2 000 chambres-bureaux équipées scientifiquement — comme dans le Ministère de l'Air italien — des moyens les plus rapides de communications et de transports. Ce nouveau ministère comporte des cuisines sur le modèle des ministères anglais de Whitehall. Il est, bien entendu, pourvu d'abris contre le bombardement. Commencé en février 1935, il a été livré

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 27. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 113.
(3) Lorsque ces appareils seront mis en service dans les formations militaires, nous comptons dresser l'inventaire des forces aériennes dont disposera alors la Grande-Bretagne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au service — par étapes — dès octobre 1935, où la moitié des bureaux étaient déjà construits. Enfin, il vient d'être achevé en juin dernier. Il a été construit par un ingénieur-architecte spécialiste qui a fait ses preuves dans le domaine de l'aéronautique : l'Ecole de l'Air de Gatow, centre de l'Aéro-Club d'Allemagne à Rangsdorf, aménagement aérien de la baie de Kiel. Actuellement, le général Gœring lui a confié la construction du nouvel aérodrome de Tempelhof (Berlin), sur lequel nous aurons l'occasion de revenir prochainement.

Ce « Reichsluftfahrtministerium » (Ministère de la Navigation aérienne du Reich) abrite — pour la moitié des locaux — les représentants des ministères de la Guerre et de la Marine. Ajoutons à ce propos que le général Gœring n'exerce plus son autorité que sur la seconde moitié du personnel. L'Armée et la Marine considèrent, en effet, que l'Aviation est désormais l'arme complémentaire des opérations militaires terrestres comme des opérations navales, et qu'à ce titre elle n'a qu'à recevoir les ordres du haut commandement. Par contre, le général Gœring demeure le chef de l'aviation civile et de la propagande.

## QUELQUES CHIFFRES INTÉRESSANT LES LOCOMOTIONS

Le réseau ferré français (les six grandes compagnies) représente environ 70 milliards de la fortune nationale. L'automobile (2 millions de véhicules, 55 000 garages, 100 000 distributeurs de carburants) représente à peu près autant. Le réseau ferré comprend 67 000 km ; le réseau routier plus de 650 000. La voie ferrée fait vivre 550 000 cheminots ; l'industrie automobile (usines comprises), 600 000 travailleurs. Cependant l'exploitation routière est sacrifiée par l'Etat français à l'exploitation ferroviaire qui grève néanmoins son budget de plus de 5 milliards de déficit ! Nos dirigeants ne comprennent donc pas qu'il faut, au contraire, « tout faire » pour développer cette jeune et gigantesque industrie de l'automobile. Nous admettons bien qu'avec les exigences croissantes du public et certaines obligations imposées par l'Etat aux Compagnies, les exploitations ferroviaires supportent des frais généraux, des dépenses de personnel et de matériel, d'entretien, disproportionnés aux tarifs relativement bas qu'exige la masse. Nous admettons donc que l'Etat comble obligatoirement ce déficit. Ce sont là les frais communs nécessaires pour satisfaire les besoins de la société moderne. Ce n'est cependant pas une raison pour « frapper » les industries de la locomotion mécanique qui s'efforcent de subsister par leurs propres moyens, sans rien demander à l'Etat (qui, au contraire, leur doit des rentrées de l'ordre de 3 milliards) et sans nuire gravement aux chemins de fer d'intérêt général.

## POUR REMÉDIER A LA DÉCROISSANCE DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE EN FRANCE

Dans sa réunion plénière du 31 juillet dernier, le Conseil National Economique a examiné la situation de l'industrie automobile en France. Le rapporteur a préconisé l'abaissement des prix de revient grâce à une politique d'entente pour réduire le nombre des modèles et en éviter le changement trop fréquent. D'autres mesures ont été envisagées concernant notamment : les matières premières, la création d'un laboratoire central de recherches, le groupement des commandes, la spécialisation dans la fabrication des pièces détachées etc. Nous aurons l'occasion d'étudier au point de vue pratique les solutions qui peuvent convenir à ces différents problèmes de la production. Mais qu'il nous soit permis, à ce propos, de rappeler ici que deux « régimes » sont particulièrement nuisibles au développement de l'automobile en France : celui des taxes et impôts qui frappent le carburant (ce sont les plus élevés qui soient au monde) et les primes pour les assurances contre les accidents, qui grèvent trop lourdement le budget des propriétaires soit de voitures dites de tourisme, soit de véhicules industriels. Toute la politique des assurances privées est,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du reste, à réviser en France, et nous croyons savoir que le gouvernement a inscrit à son programme cette réforme fondamentale pour l'économie nationale. Il suffit, du reste, de lire certains rapports récents de compagnies pour se rendre compte que ce projet les préoccupe déjà.

## LA SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR RÉSISTANCE ET LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE AMÉRICAINE

De plus en plus, dans la construction des automobiles aux Etats-Unis, se développe la soudure électrique « par résistance », aussi bien pour les châssis que pour les carrosseries.

De récents perfectionnements permettent, en effet — grâce aux nouveaux appareils *automatiques* perfectionnés — de rendre ces opérations de soudure électrique indépendantes de l'habileté des ouvriers qui, jusqu'ici, étaient des spécialistes. L'opérateur n'a donc plus besoin de qualités professionnelles sélectionnées. Aussi, de 1933 à 1936, le nombre de soudures par résistance a plus que doublé dans l'industrie automobile américaine. Voilà une expérience démonstrative dont ne manqueront pas de s'inspirer les grands constructeurs français (1).

## POURQUOI, EN ALLEMAGNE, LA MOTOCYCLETTE SE DÉVELOPPE-T-ELLE ?

De 1930 à 1935 (inclus), la construction des motocyclettes en France est tombée de 105 500 à 18 000 (minimum record). Au contraire, en Allemagne, en 1928, année où le permis de conduire a été supprimé par le Reich (2), pour les motocyclettes ne dépassant pas 200 $cm^3$ de cylindrée — le nombre des « motos » était de 44 000 seulement. En 1935, le chiffre est de 605 644 machines ! Il est intéressant de noter que, rien que pour les « motos » au-dessus de 200 $cm^3$, le rapport d'accroissement est de 1 à 12 de 1928 à 1935. D'autre part, le gouvernement allemand vient d'adopter pour l'armée de robustes motocyclettes à bloc moteur, *multicylindriques*, et expérimente également des motocyclettes à chenilles pour évoluer sur tous terrains.

## DE LA PARFAITE ÉPURATION DU GAZ DÉPEND LE SUCCÈS DU GAZOGÈNE SUR ROUTE COMME SUR RAIL

Au début de l'emploi du gazogène (3) pour l'alimentation des moteurs de traction, sur route comme sur voie verrée (véhicules industriels et autorails), on a pu craindre l'usure prématurée des moteurs ainsi alimentés au gaz pauvre. En effet, les poussières ténues, entraînées par aspiration et pénétrant dans les cylindres, forment une véritable matière *abrasive* en se mélangeant à l'huile de graissage. Il résulterait de ce phénomène une cause d'usure rapide qui nécessiterait la réfection des moteurs au bout d'un temps plus court que si le véhicule était alimenté à l'essence. Dès lors, l'amortissement d'un camion, par exemple, serait évidemment sensiblement plus rapide dans le premier cas que dans le second. On jugeait, en effet — il y a encore quelque temps — qu'il n'était pas possible d'utiliser les appareils encombrants et lourds, les masses d'eau, nécessités par ce que nous appellerons l'épuration humide. Mais l'expérience a permis de faire de grands progrès dans ce sens avec l'épuration *à sec*, qu'une longue et patiente mise au point a permis de réaliser notamment sur les poids lourds. Aujourd'hui, les résultats acquis garantissent toute sécurité contre les éventualités d'usure prématurée, à tel point que les poussières dont on craignait la présence et les effets sont maintenant éliminées. Considérons que le nettoyage du gaz est réalisé d'abord par un phénomène d'auto-épuration. Le gaz, à sa sortie du gazogène, est envoyé dans un récipient d'assez grande capacité, au sein duquel

(1) Dans l'*Iron Age* (7-11-35), on trouvera une description de cinq procédés actuellement utilisés suivant la disposition de l'assemblage à réaliser dans la construction automobile.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 404. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 376.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

règne un tourbillon de très grosses poussières, celles-ci attirant les poussières plus fines qui ont tendance à entrer en cohésion avec les premières. Le même phénomène d'« attirance » se continue autour des toiles filtrantes en coton à trame serrée qui constituent le stade d'épuration. Les fines poussières s'accumulent et tombent au fond du bac, sous l'effet des trépidations et des chocs du roulement du véhicule. Il existe un « témoin » qui va nous donner la preuve de la valeur d'efficacité de cette épuration. Tel un coupe-circuit placé sur une installation électrique, un filtre à très fines mailles métalliques (12 000 au cm²) est placé à la sortie du gaz sur la tuyauterie d'alimentation du moteur. Si, pour une cause fortuite et accidentelle, des poussières échappent aux chambres et matières filtrantes précédentes, le filtre métallique — qui, d'habitude, ne sert que de témoin — entrerait en fonction. Dès lors, il ne tarderait pas à se colmater, entraînant le ralentissement du moteur, qui finirait par s'arrêter, faute d'alimentation. Ainsi, on est garanti par le dispositif même de la perfection de l'épuration, puisque si épuration imparfaite, plus d'alimentation. Au cours des manœuvres de 1936, le ministre de la Guerre a prescrit l'emploi — en grand — des véhicules à gazogène. Lorsque nous connaîtrons les résultats ainsi obtenus, nous ne manquerons pas de les commenter du point de vue technique et économique.

## VOICI LA CHAUFFE AUTOMATIQUE AU CHARBON POUR LES AUTORAILS

Les chemins de fer allemands auraient actuellement en service 502 automotrices (302 équipées de moteurs à combustion ; 184 à accumulateurs électriques ; 16 seulement à vapeur). Le moteur à combustion type Diesel présente pour la voie ferrée (1) de réels avantages : fonctionnement économique et sûr (peu de surveillance pendant la marche), possibilité d'obtenir au démarrage les grandes accélérations indispensables pour réaliser des vitesses commerciales élevées. Mais la machine à vapeur moderne ne lui cède en rien pour la souplesse de fonctionnement et, de plus, sa vitesse et sa puissance peuvent varier d'une manière continue, permettant ainsi de supprimer les boîtes de changement de vitesses dont la complication mécanique est toujours une source d'incidents. Les quelques automotrices à vapeur en service en Allemagne sont équipées, pour la plupart, de chaudières américaines Doble et de machines alternatives rapides. Elles sont chauffées à l'huile lourde — ce qui peut paraître paradoxal dans un pays riche en charbon et qui importe encore 80 % de sa consommation de mazout et de gas oil. Aussi le Syndicat charbonnier rhéno-westphalien a-t-il ouvert, fin 1934, un concours pour la réalisation d'automotrices à vapeur chauffées au charbon. Le problème avait été ainsi posé : il s'agissait de réaliser une rame articulée à 3 voitures, contenant 180 places et pouvant atteindre une vitesse maximum de 130 km/h en palier. Il fallait atteindre cette vitesse en 2 ou 3 mn à partir de l'arrêt. Le service de la chaudière devait être entièrement automatique, avec une réserve suffisante pour 6 h de fonctionnement ininterrompu. La rame, enfin, devait pouvoir être conduite des deux extrémités. Sur vingt projets présentés, cinq viennent d'être primés, parmi lesquels celui de Krupp arrive en tête. Il prévoit l'emploi de 2 groupes moteurs, en tête et en queue, avec des chaudières à tubes d'eau fonctionnant à une pression normale de 50 atmosphères. Pour le démarrage, un accumulateur de vapeur sous 100 atmosphères doit fournir cette vapeur à haute pression exigée par la demande subite de puissance. Le réglage de l'alimentation de la chaudière suivant la consommation de vapeur est entièrement automatique. Signalons que le projet conçu par M. A. N. prévoyait l'emploi de turbines au lieu de machines alternatives et que, sur toutes les automotrices projetées, l'emploi d'un condenseur à la pression atmosphérique permettait de supprimer la réserve d'eau d'alimentation, qui aurait alourdi la rame. Il semble, d'autre part, que l'emploi d'auto-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 285.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motrices à vapeur alimentées au charbon serait également avantageux au point de vue consommation. Bien qu'aucun essai pratique avec ces nouveaux modèles n'ait encore été effectué, on estime en Allemagne (en admettant pour la machine à vapeur un rendement de 26 %) que 10 000 calories coûteraient seulement 0,027 RM ; en prenant pour le rendement du moteur Diesel 26 %, les 10 000 calories reviendraient par contre à 0,17 RM. A cette substantielle économie d'exploitation, il faut encore ajouter, à l'avantage du charbon et de la vapeur, la diminution des frais d'entretien, qui atteignent — on le sait — dans le cas des automotrices à moteurs Diesel des valeurs fort élevées (1).

## SÉCURITÉ FERROVIAIRE ET VOITURES MÉTALLIQUES

*La Science et la Vie* a démontré, à plusieurs reprises (2), les avantages que présente, au point de vue de la sécurité, l'emploi des voitures entièrement métalliques (rivées ou soudées) sur nos grands réseaux (trains express et trains rapides). Les nouvelles voitures « tout acier » que vient de commander le Chemin de fer du Nord répondent à la double préoccupation de la sécurité et du confort. Elles seront ventilées, à plancher insonore et isolant (suppression du revêtement en terrazolith), à radiateur en cuivre-aluminium pour le chauffage, etc. Ce programme de construction 1936-1937 comporte des voitures mixtes et surtout des voitures de 3e classe. Il est bon que le ministre des Travaux publics autorise ainsi de plus en plus les compagnies à engager les dépenses nécessaires à la mise en service d'un matériel roulant vraiment moderne, et cela en dépit du déficit croissant de notre exploitation ferroviaire ; il y va de la sécurité du voyageur. C'est dans le même esprit que nous réclamons à nouveau la suppression, dans les trains français, de voitures de 3e classe de la Compagnie des Wagons-Lits qui sont encore en bois, parce qu'elles proviennent de la transformation des anciennes voitures-lits de 1re classe qui ont été remplacées, après la guerre, par les véhicules entièrement métalliques actuellement en service (sleeping-cars et dining-cars). Il suffira de se reporter à ce sujet à l'information publiée en 1934 (3) en vue de signaler aux Pouvoirs publics et aux usagers le danger — en cas d'accident — pour les voyageurs utilisant ce matériel en bois des wagons-lits de 3e classe. La Compagnie se trouve, certes, dans une situation financière plus que médiocre, mais ce n'est pas une raison suffisante pour la dispenser de prendre — dès maintenant — les mesures de sécurité qui s'imposent.

## LA POLITIQUE NAVALE DU NIPPON

Le fameux isthme de Kra, dont le percement paraît devoir être prochainement envisagé par le gouvernement nippon, ouvrira une voie nouvelle aux Japonais vers le canal de Suez. Ce serait une menace sérieuse pour Singapour, forteresse avancée de l'Angleterre en Extrême-Orient. Cette base navale a été édifiée de toutes pièces de 1923 à 1935, et a nécessité, dit-on, un investissement de 8 milliards de nos francs. Des docks et bassins y ont été aménagés par l'Amirauté britannique pour y loger ses plus fortes unités. Une artillerie à grande puissance a été installée dans les forts pour défendre cette extrême barrière qui sépare l'Orient de l'Occident. Singapour ne sera pas seulement base navale, mais aussi base aérienne : on y a disposé des plans d'eau pour recevoir les magnifiques hydravions hexamoteurs *(Short)* et les nouveaux avions torpilleurs (4) capables de lancer des torpilles de 700 kg. Le Japon cherche à « ajuster » ses forces, afin de pouvoir faire face, dès 1942, aux flottes américaine et anglaise. Signalons, en outre, que le Mandchoukouo s'est empressé de construire — lui aussi — une marine militaire qui pourrait être employée utilement contre la marine soviétique... Le Japon cherche à se « garder » de tous côtés.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 89. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 106. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## LES RICHESSES MINIÈRES DE L'ALLEMAGNE COMPARÉES A CELLES DE LA FRANCE

Le baron de Rheinbaben a écrit récemment que la situation franco-allemande pouvait être ramenée à la formule suivante : la France possède, et en plus grande abondance, du fait de la dernière guerre, tout ce qui est nécessaire à une grande nation pour le présent, et aussi tout ce dont elle aura besoin dans un avenir même éloigné ; l'Allemagne, au contraire, constitue une nation actuellement démunie. Elle a donc formulé à l'adresse de la France certaines demandes à ce sujet : celle-ci défendra énergiquement, grâce à sa puissance et à ses amitiés politiques dans le monde, l'ordre établi depuis 1919.

Or, l'un de nos confrères des plus autorisé en matière de politique économique a fait justement remarquer qu'en dépit de la perte de l'Alsace-Lorraine et de la Silésie (polonaise), le Reich est particulièrement favorisé au point de vue des richesses naturelles de son sol. Qu'on en juge : en Allemagne, les terres labourables atteignent près de 22 millions d'hectares, alors qu'en France elles dépassent à peine 20 millions ; la forêt allemande recouvre 12,5 millions d'hectares environ, alors que la forêt française représente moins de 11 millions, et notre territoire est cependant plus grand que celui du Reich. Son cheptel est plus important que le nôtre (20 millions de bovins contre 15 millions, 23 millions de porcins contre 7 millions). Le rendement cultural — grâce à la science appliquée — est supérieur au nôtre (céréales). Quant à son sous-sol, l'Allemagne — sauf pour le minerai de fer, les gisements de potasse, les phosphates (Afrique française), le minerai d'aluminium (bauxite) — est beaucoup plus riche que la France en autres ressources minières. Même en minerai de fer, — dont elle a de plus en plus besoin, — elle en extrait 6 millions de tonnes ; pour la potasse, elle est la plus grande productrice du monde (13 millions, en moyenne, par an). D'après les dernières statistiques, le Reich produit plus de 160 millions de tonnes de houille, alors que la France n'en produit que 59 millions environ. Combien de métaux ou produits que nous n'avons pas, tels que le zinc (270 000 tonnes de minerai), le cuivre (plus de 1 million de tonnes environ), le plomb (166 000 tonnes, la France à peine 20 000 tonnes), et même le manganèse (si précieux pour la sidérurgie). Même au temps où l'Allemagne possédait des colonies, celles-ci n'intervenaient que d'une façon insignifiante dans son magnifique essor industriel qui — en dépit des difficultés financières actuelles — est cependant, l'un des plus puissants du monde.

## L'OFFENSIVE ÉCONOMIQUE DU NIPPON

Grâce à la politique économique, — cartels de vente, dépréciation du yen (1), etc., — le Japon fournit à l'Asie près de 55 % de ses importations. Non seulement son industrie a conquis les marchés de la Chine, de la Mandchourie, du Siam, etc., mais elle a même concurrencé sérieusement les Etats-Unis aux Philippines. L'Angleterre elle-même est menacée dans ses dominions et colonies : Australie, Afrique du Sud, Nouvelle-Zélande, sans oublier l'Egypte. Quant à l'Inde, elle constitue le deuxième « client » du Japon ! Notre Maroc, lui aussi, importe de plus en plus de soie nippone, car elle y est vendue quatre fois moins cher que le tissu français, en dépit des droits protecteurs. Aussi les importations du Japon au Maroc croissent-elles de plus de 33 % annuellement. D'autre, part les cotonnades d'Osaka inondent Madagascar, les colonies italiennes et l'Italie elle-même. Rappelons (2) qu'aux Pays-Bas, les lampes à incandescence « made in Japan » sont vendues moins de 1 fr et les bicyclettes moins de 100 fr ! L'Angleterre voit jusqu'à sa coutellerie réputée (Sheffield) battue de 50 % quant au prix par la coutellerie nippone... Ces quelques exemples suffisent à montrer la gravité du péril jaune dans le domaine de la guerre économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## ET NOTRE PROGRAMME NAVAL ?

Nous avons déjà signalé (1) que notre programme naval, actuellement en cours d'exécution, était en retard sur les prévisions. Or, les dernières grèves dans les chantiers privés ont encore aggravé la situation : nos cuirassés de 26 000 tonnes *(Dunkerque* et *Strasbourg)* ne seront pas prêts à la date fixée, alors que les cuirassés allemands de 26 000 tonnes *(Scharnhorst* et *Gneisenau)* sont actuellement activement poussés. Trois équipes y travaillent nuit et jour par « roulement ». Dans ces conditions, dès 1938, le Reich disposera de cinq bâtiments de ligne des plus modernes, alors que la France n'aura, à ce moment, qu'un seul cuirassé moderne : le *Dunkerque*. C'est peu pour constituer un corps de bataille à opposer aux unités de même catégorie entrant dans une flotte de combat composée d'éléments « jeunes ». Quant à nos deux cuirassés de 35 000 tonnes (*Richelieu* et *Duguay-Trouin*), le premier vient d'être mis sur cale et le second n'est même pas commencé !

## L'INDUSTRIE FRANÇAISE DE L'ÉDITION EST MENACÉE

Les quotidiens ont augmenté d'environ 20 % leurs prix de vente ; les hebdomadaires de 33 % ; les périodiques suivront. Quand on compare, en effet, les nouveaux prix pour la photogravure, la galvanoplastie, l'impression, le brochage, à ceux actuellement pratiqués dans certains pays étrangers (la Belgique notamment), on constate que ces prix extérieurs sont au moins de 40 % inférieurs à nos prix intérieurs. Pour éviter le chômage qui nous menace de plus en plus dans nos industries du « livre », il faut donc lutter contre cette concurrence étrangère, particulièrement active en ce moment, en prenant des mesures de protection. Faute de quoi les éditeurs français auraient intérêt à confier leurs travaux à des professionnels, spécialisés dans ces industries du livre, établis dans certaines nations d'Europe plus ou moins éloignées et travaillant aussi bien, mais à meilleur compte, en dépit des frais de transport cependant élevés et des droits de douane en vigueur qui ne suffisent plus à endiguer cette catégorie d'importation constituée par l'impression — au delà de nos frontières — des périodiques essentiellement français.

## Y A-T-IL DU PÉTROLE AU MAROC ?

Depuis l'éruption soudaine, en mars 1934, du forage du Djebel Tselfat, aucun commencement d'exploitation de gisement pétrolifère au Maroc n'est venu confirmer les espoirs qu'avait fait naître cette heureuse découverte, résultat de quatre années d'études topographiques, stratigraphiques et géophysiques, pendant lesquelles 25 000 m de sondages avaient été forés. L'opinion mal informée a pu s'en étonner. En réalité, l'étude méthodique du Djebel Tselfat, faite depuis lors par six sondages successifs représentant un total de 2 800 m de forage, a montré que ce gisement, malgré l'importance du débit lors de l'éruption première, était, en réalité, petit, très brisé, partiellement envahi par l'eau sulfureuse et contenait par conséquent des réserves assez réduites, tout à fait insuffisantes pour alimenter au Maroc une industrie pétrolifère assise sur des bases économiques sérieuses (2). On pouvait d'ailleurs prévoir dans une certaine mesure ces constatations décevantes, car le gisement en question est marqué par des suintements, ce qui montre qu'il est en voie de destruction : les gisements intacts sont invisibles, et c'est précisément ce qui rend leur recherche longue et coûteuse (3). Mais la découverte du Djebel Tselfat, si elle n'a pas donné de résultat décisif, permet néanmoins d'orienter d'une façon plus précise

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 223.

(2) On évalue à 150 000 tonnes par an la production nécessaire pour ravitailler normalement une raffinerie. Ce chiffre représente précisément la consommation marocaine.

(3) Aux Etats-Unis, en moyenne un seul sondage sur vingt-quatre s'est révélé productif, les vingt-trois autres étant restés « secs ». Le prix moyen du mètre de sondage varie entre 500 et 1 500 fr, suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les recherches, en révélant l'existence de ce que les spécialistes appellent un « niveau magasin » où le naphte, minéral éminemment mobile, a pu se rassembler. Sur ces données, aidée par la géologie et les procédés géophysiques modernes, la prospection méthodique du sous-sol marocain poursuivie jusqu'ici suivant un plan purement industriel (c'est seulement d'ici cinq ans environ, après 50 000 m de forages, qu'on aurait pu dire si le Maroc recèle ou non du pétrole) — va être intensifiée pour tenir compte des besoins de la Défense nationale. L'Office national des Combustibles liquides a décidé, en janvier dernier, d'affecter au développement des travaux en cours au Maroc l'ensemble de ses ressources pour 1935-1936. De nouveaux appareils de forage plus puissants et perfectionnés vont être, par suite, mis en service d'ici peu, et la durée de la prospection va s'en trouver notablement réduite.

## IL EST MAINTENANT POSSIBLE D'AMORTIR LE RECUL DES BOUCHES A FEU

On a toujours considéré comme un fait acquis l'impossibilité de supprimer le recul des armes à feu ou, plus exactement, l'énergie correspondante. Or, grâce à des travaux récents, il a été démontré que, dans certaines conditions, il était au contraire possible d'annuler rigoureusement cette énergie conformément aux principes mêmes de la mécanique. Un ingénieur d'artillerie navale, M. Bory, a exposé récemment comment on pouvait réaliser pratiquement les conditions déterminées théoriquement. C'est un nouveau chapitre qui s'ouvre pour la balistique intérieure, ce qui permet déjà de préciser certains points importants, notamment en ce qui concerne la question des lueurs des bouches à feu ; les différences entre les pressions à la culasse et les pressions au culot du projectile ; la stabilité du projectile à sa sortie de l'arme, etc. Ces travaux remarquables ont abouti à de nouveaux procédés permettant de réaliser des armes automatiques plus puissantes que celles actuellement en service, tout en étant plus légères et plus maniables (mitrailleuses de gros calibres — 13 et 20 mm par exemple — montées sur affûts en *matériaux légers*, genre duralumin). Dans le domaine du canon de campagne, les mêmes avantages peuvent être obtenus (puissance, légèreté et, par suite — point capital — *mobilité*). Enfin, les pièces antiaériennes pourront être — elles aussi — considérablement améliorées ; légères, — puisque sans énergie de recul, — elles pourront donner des vitesses initiales dépassant 1 000 m à la seconde, ce qui était considéré jusqu'ici comme irréalisable. Quant à l'artillerie montée sur avion, elle pourra utiliser des pièces légères — puisque sans recul — de gros calibre (100 mm par exemple) à grande puissance. C'est une révolution dans la balistique intérieure, dont les conséquences doivent modifier les conditions mêmes du combat.

## UN NOUVEL AVION SUÉDOIS POUR HAUTES LATITUDES

L'aviation suédoise va être dotée d'un nouvel avion de bombardement qui pourra être muni soit de roues, comme un avion ordinaire, soit de flotteurs, comme un hydravion, soit de skis pour atterrir sur la neige. Il répond ainsi aux conditions d'emploi si variées dans un pays de hautes latitudes et baigné par la mer.

Cet appareil *(H. P.-53)* a été construit en Angleterre de telle façon que le pilote et les mitrailleurs bombardiers soient à l'abri du froid : portes closes ; nul courant d'air ne circule dans le fuselage ; un dispositif de commande et de contrôle maintient automatiquement la température dans les limites voulues.

Le *H. P.-53* est un monoplan à deux moteurs à refroidissement par air, avec hélices à pas variable. Lorsqu'il est équipé en avion, le train d'atterrissage s'escamote de façon à réduire au minimum la résistance à l'avancement. Les bombes emportées par l'avion sont enfermées dans la carlingue.

Nous publierons les résultats des essais lorsque cet appareil aura été mis définitivement en service.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# DUMPING ET CONTRE-DUMPING ?

Par Jean LABADIÉ

*La crise économique universelle, envisagée sous l'angle international, apparaît essentiellement sous la forme d'une crise des échanges, entre des marchés bouleversés par les désordres monétaires consécutifs à la guerre. Cette situation de l'économie mondiale est due à l'absence persistante d'un change international* libre — *l'or, choisi comme base des échanges, ne circulant plus librement entre tous les pays — et elle est encore aggravée par une concurrence d'un nouveau genre, connue sous le nom de « dumping ». Elle ne pourra prendre fin évidemment que lorsque joueront de nouveau les lois de l'offre et la demande entre tous les trafiquants sans distinction de nationalité, le rôle capital de la monnaie consistant essentiellement — comme chacun sait — à régler ces échanges de marchandises. Mais le « change » qui, autrefois, canalisait et activait la concurrence internationale, ne fonctionne plus normalement depuis que l'économie dirigée contrôle le marché des devises. Voici un programme constructif proposé par M. Lucien Bailly, ingénieur au Corps des Mines, qui a bien voulu exposer à notre collaborateur comment on pourrait provoquer, selon lui, par un « contre-dumping » (qui serait beaucoup plus efficace que la dévaluation) la reprise des échanges. Cette formule rationnelle d'économie dirigée prévoit, à côté des grands cartels, l'organisation corporative de la moyenne production, permettant ainsi de constituer les ressources nécessaires pour accorder aux industriels des primes aux exportations et des primes de réembauchage. Suivant M. Bailly, ces primes non seulement redonneraient de l'activité à nos industries actuellement paralysées, mais encore résorberaient le chômage, « balanceraient » le commerce extérieur et tendraient à faire rentrer, mieux que par l'emploi de tous les remèdes préconisés de divers côtés et qui seraient aussi artificiels qu'inopérants, l'or dans les chambres fortes de la Banque de France.*

La crise économique universelle a deux aspects : l'un national, l'autre international.

Contre la forme intérieure de la crise, chaque pays réagit suivant son génie particulier. Cette revue a publié deux analyses de la réaction américaine (1), communément appelée l' « expérience Roosevelt », et une étude de la réaction allemande, l' « expérience Schacht-Hitler » (2).

La forme *internationale* de la crise n'apparaît pas sous un jour beaucoup plus simple, puisqu'elle est comme une résultante des réactions mutuelles de toutes les nations ; mais son étude met en évidence une vérité incontestable, un caractère qui définit, sans discussion possible, ce qu'on pourrait appeler son dénominateur commun, *quel que soit le pays d'où on la contemple : internationalement, la crise économique est une crise de l'échange.*

Certes, dans le cercle particulier de chaque économie nationale, il faut une certaine attention pour reconnaître que la crise résulte, là aussi, avant tout, de la paralysie des échanges, paralysie qui est la cause du désordre bien plus que la prétendue surproduction. Aussi bien, nous savons que la cause première des crises intérieures ne peut être située autre part que *dans le désordre monétaire consécutif à la guerre. Sans monnaie stable, en effet, pas d'échanges normaux.*

Sur le plan international, par contre, il n'est pas besoin d'être grand expert pour reconnaître que la crise réside uniquement dans ce fait qu'on ne peut échanger librement les produits par-dessus les frontières, et que, même si l'on réussit à vendre quelque chose au voisin, la difficulté commence dès qu'il faut se faire payer.

Mieux, les « prix » des marchandises formulés en leurs monnaies nationales ont perdu toute commune mesure sur le marché international, puisque l'*or* (figurant *normalement* cette commune mesure) ne circule plus librement.

L'absence prolongée d'un change international libre est en voie de modifier la carte économique du monde.

## Un peu de clarté dans le « phénomène » économique de l'échange

La crise économique n'apparaîtrait pas aussi confuse si on voulait bien commencer par reconnaître, avant toute chose, en quoi consistait « l'état normal » disparu. La maladie ne peut se diagnostiquer avec préci-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 195.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 49.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

sion que si l'on possède une définition de l'état — antérieur — dit « de santé ».

*Toutes les nations aspirent au retour du « libre-échange » d'autrefois*, c'est-à-dire à la renaissance d'un marché international sur lequel puissent jouer en toute liberté *l'offre* et la *demande* entre les trafiquants particuliers, sans distinction de nationalité.

Quelles que soient leurs modalités nouvelles à découvrir, les conditions de cette liberté ne sauraient être différentes, dans l'avenir, de ce qu'elles étaient quand la guerre est venue les bouleverser.

Les transactions disposaient à cette époque d'un facteur éminemment efficace, le *change*, qui assurait à la fois le transfert automatique des crédits destinés au *règlement* des transactions et un équilibre salutaire *dans les transactions elles-mêmes*.

Par contre, les barrières douanières existaient dès cette époque et tendaient à cesser déjà d'être purement « fiscales » pour peser davantage sur la direction générale des échanges de chaque nation : l' « économie dirigée » n'est pas un fait nouveau. Autrement dit, les tarifs imposés par les Etats se préoccupaient moins du produit brut des taxes que de la liste des produits et du coefficient, arbitraire mais intentionnel, affecté à leur taxation d'après leur nature et la place qu'ils tenaient dans l'économie du pays. *Un protectionnisme* douanier de plus en plus étudié l'emportait donc sur le libre-échangisme primitif, anarchique de sa nature.

En butte à ces deux facteurs — *servis par le change, contrariés par la douane* — les trafiquants se débrouillaient comme ils pouvaient et leur activité, leurs initiatives fécondes accroissaient chaque jour le *volume* des échanges internationaux sous une *pression* de plus en plus élevée.

## Une analogie physique du phénomène de l'échange

J'emprunte à dessein à la physique, science exacte, ces termes « volume » et « pression », parce qu'il faudra bien qu'un jour ou l'autre la science économique se rende compte de la nécessité de définir les *facteurs* des « phénomènes » qu'elle prétend étudier. Le « volume » des transactions correspond, en économie, au facteur classique de *capacité* familier aux physiciens, dit encore de « masse » (un volume, une masse, une surface sont des facteurs de « capacités »). Ce que je nomme la « pression » des transactions, et qui s'appelle, en terme vulgaire, la « concurrence », correspond au facteur d'*intensité* ou « potentiel », comme disent encore les physiciens (une pression, une température, une tension électrique, l'affinité chimique en sont des exemples).

Pour qu'un *échange* se produise entre deux systèmes définis, il faut que leurs facteurs d'intensité soient différents pour commencer, et puis qu'ils aient la possibilité *d'évoluer* vers un état d'équilibre réciproque. C'est ainsi que le corps chaud cède de la chaleur au corps froid : les facteurs d'intensité (les deux températures) en s'équilibrant, produisent « l'échange » de chaleur.

Mais voici le fait caractéristique de ces échanges physiques : dès qu'ils se produisent, une *réaction* intervient qui tend à « protéger » le système de plus faible « intensité », c'est-à-dire dont le potentiel est le plus faible. Un seul exemple nous suffira pour ce rappel vulgarisé des notions familières aux physiciens. C'est celui de l'échauffement du conducteur qui donne passage au courant électrique dans l'exemple précédent ; cet échauffement *accroît la résistance au passage de l'électricité*, comme si le fil « voulait » empêcher le plus haut potentiel électrique d'annuler le plus faible.

Dans les phénomènes de la vie, nous rencontrons de semblables réactions d'autodéfense. Exemple : la « fièvre » est une réaction salutaire du sang et de ses globules contre l'action du microbe virulent.

Dans les échanges économiques, la « fièvre du marché » aboutit, elle aussi, à un état d'équilibre, par le phénomène de l'échange des produits. Elle se calme peu à peu à mesure que les transactions s'opèrent à la suite du *libre débat de l'offre et de la demande*.

Or, l'échange en question se nomme, suivant le point de vue, un achat ou une vente : les deux facteurs de capacité du phénomène sont le volume des marchandises dont le vendeur dispose et le volume des mêmes marchandises qui font besoin à l'acheteur ; les facteurs d'intensité qui sont d'ordre psychologique, ce sont les « prix » que, chacun de leur côté, vendeur et acheteur *attribuent* à la transaction. La mise en contact de ces deux « potentiels », l'offre et la demande d'un prix, qui sont faits pour se rejoindre et s'équilibrer, est assurée *sur le marché intérieur par la monnaie nationale*. La monnaie constitue le fil conducteur grâce auquel se réalisera le « courant » duquel dépend l'équilibre final : ce courant s'appelle le *paiement*, le « règlement monétaire » de la transaction.

Inutile de faire observer quelle *résistance* apparaît quand il faut lâcher ces « volts » psychologiques que matérialisent les francs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

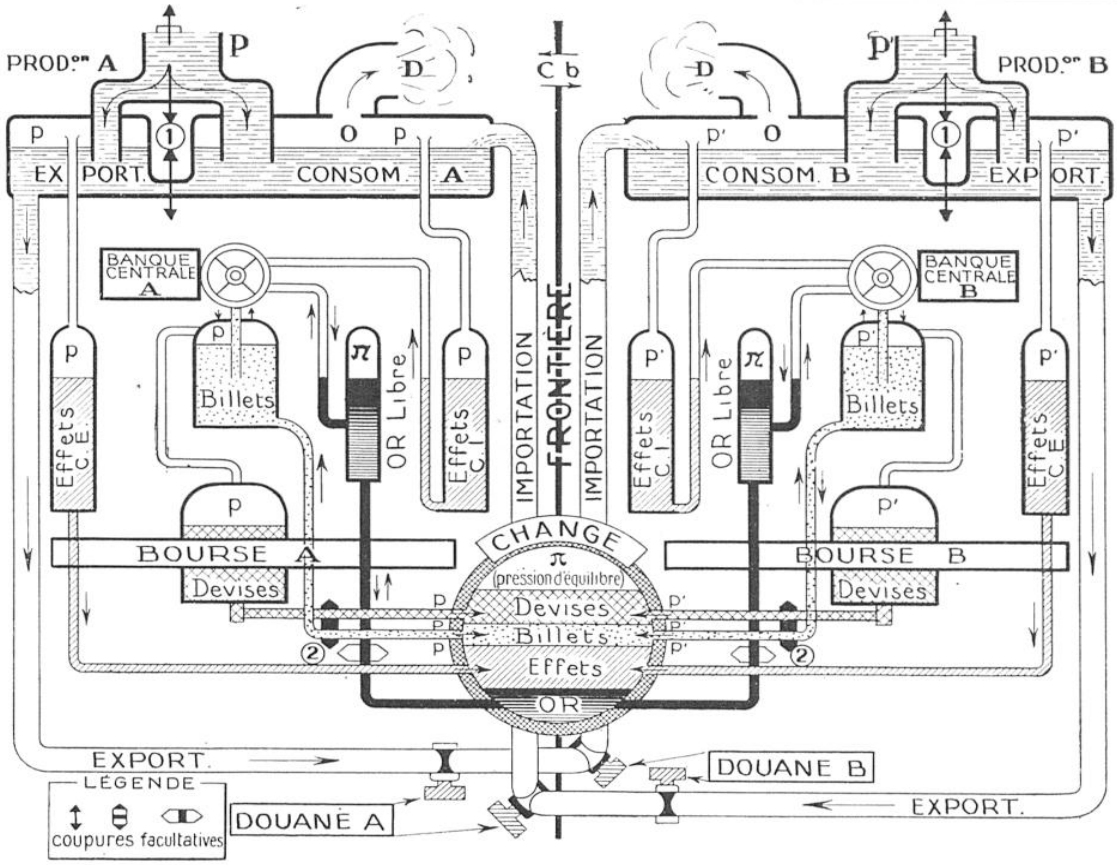



FIG. 1. — COMMENT ON PEUT ÉTABLIR UNE ANALOGIE TRÈS POUSSÉE ENTRE « L'ÉQUILIBRE » DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX ET CELUI DES RÉACTIONS CHIMIQUES

*Ayant décrit, dans notre texte, l'opération de l'échange international en elle-même, voici un tableau synthétique capable d'expliquer « l'équilibre mouvant » des transactions entre deux nations* A *et* B. *La production nationale* A *est assimilée à un fluide qui pénètre à la* pression p *(considérée comme inversement proportionnelle au prix de revient* P*) dans le circuit de la* consommation *intérieure et de* l'exportation *supposées, tout d'abord, entièrement « libres » dans un même « bac ». L'exportation passe par la* douane de sortie *de* A, *par la* douane d'entrée *de* B *et se déverse dans la* consommation intérieure *de* B. *Ce circuit de* marchandises *donne lieu, pour le règlement des livraisons qu'il représente, à un échange d'*effets du Commerce Extérieur (C. E.) *qui vont s'accumuler dans le marché international du* change, *assimilé ici à une chaudière (où se passent les réactions à étudier). Le* change *reçoit également toutes les autres* devises *(billets, valeurs de Bourse, coupons, etc...) des deux nations, ainsi que* l'or *supposé, d'un côté comme de l'autre, en circulation* libre. *Cette dernière condition signifie que l'or est, à volonté, soit transformé en* billets *par les* Banques centrales A *et* B, *soit dirigé par les spéculateurs sur le marché du change. L'équilibre entre ces deux voies est figuré par une « pression » spéciale* $\pi$ *qui se fait sentir, par conséquent, aussi bien sur le change que sur l'encaisse des* Banques centrales *(figurée par un récipient « manométrique »). Ainsi la pression* $\pi$ *de* l'or *est destinée, en régime normal, à* équilibrer constamment, au jour le jour, *les* devises, billets *et* effets de commerce, *aboutissant au change, des deux côtés de la frontière. Imaginez que la nation* A *lance plus d'*effets extérieurs (C. E.) *que la nation* B, *il s'ensuit une remontée de l'or vers* A. *Et réciproquement, si son exportation baisse (nombre d'effets diminués) l'or reflue vers* B. *En principe, le même raisonnement s'applique aux* devises *et aux* billets. *Tel était, jusqu'en 1914, le rôle de l'or comme facteur d'équilibre dans le règlement des échanges de marchandises par les diverses « valeurs-papier » entre les nations. Car il est évident que le* change *ainsi conçu s'ouvre sur toutes les nations capables d'y participer grâce à leurs réserves d'or supposées suffisantes. Dans le schéma suivant, nous allons voir ce qui arrive si le circuit de l'or vient à être* coupé *par manque de ce métal chez l'une ou l'autre de ces nations — ainsi qu'il arrive aujourd'hui.*

en France, les livres sterlings en Angleterre, les dollars en Amérique. Cependant, à condition que des courants de dérivation parasites (transactions de pure spéculation) ne viennent pas déranger le fonctionnement normal du « paiement », en tant que réac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'équilibre de l'échange des marchandises, il advient rapidement ceci que, sur le marché intérieur, une fois celles-ci consommées, les « potentiels » offre et demande recréés par les besoins se reforment et *les mêmes transactions se répètent*. En réalité, elles ne cessent pas, car les divers « échanges » étant constamment solidaires, à l'intérieur d'un pays, sont, par là même, *perpétuels*. Ainsi est assurée la « circulation » économique intérieure. En réalité, « circulation » équivaut à « chute », la chute de tous les produits, sans exception, du creuset de l'industrie vers le gouffre de la consommation.

Nous pouvons maintenant transposer la même analyse sur le marché « international ».

## Le « change » des monnaies commande l'échange international des marchandises

Les vendeurs et les acheteurs se trouvent séparés par une frontière qui délimite les rayons de la *circulation légale* des diverses monnaies.

Les échanges de marchandises (occasionnés par le jeu des mêmes facteurs que précédemment) ne pourront donc se régler par un « paiement » monétaire pur et simple. Il faudra que la monnaie de l'acheteur (un Français, par exemple, que nous appellerons *f*) soit utilisable par le vendeur (un Allemand *A*) qui la reçoit en paiement. Or, l'Allemand n'a que faire de « francs » outre-Rhin.

Les choses peuvent, toutefois, s'arranger. Si on découvre une transaction de *sens inverse*, par exemple entre un vendeur français *F* et un acheteur allemand *a*, et si les deux transactions mettent en jeu, par hypothèse, la *même* quantité d'une *même* marchandise (100 kg d'acier par exemple), le paiement devient aisé : l'acheteur français *f* n'a qu'à payer à son compatriote *F* le nombre de *francs* qu'il doit à l'Allemand *A*. De son côté, l'Allemand *A* paiera à son compatriote *a* le nombre de *marks* qu'il doit au vendeur français *F*. Comme, dans l'une et l'autre transaction, il s'agit de 100 kg d'acier, les « valeurs » relatives des deux lots de marchandises sont les mêmes, qu'on les compte *en marks ou en francs*. Et le vendeur français *F* doit s'estimer « payé » par les francs qu'il reçoit de *f*. De même, le vendeur allemand *A*, par les marks qu'il reçoit de *a*. Le paiement s'est donc effectué « par compensation ».

Evidemment, dans la réalité, on ne se trouve jamais en présence de cas aussi simples.

Et pourtant, les paiements par « compensation » s'effectuent *quand même*. Seulement, ce sont alors les monnaies que l'on marchande, plus exactement les monnaies « en puissance » que représentent les effets de commerce consacrant les diverses transactions.

Les engagements franco-allemands et les germano-français donnent lieu, en effet, à des traites que les banquiers escomptent et négocient. Cette négociation internationale des *lettres de change du commerce, libellées chacune dans sa monnaie nationale*, provoque, de chaque côté des frontières, des offres et des demandes de la part des acheteurs *f* et *a* obligés de payer des vendeurs *A* et *F*. Les débiteurs *f* achètent donc en francs des traites escomptables en marks et les débiteurs *a* des traites escomptables en francs. L'*escompte national* permet de réaliser ainsi par le seul office du libre marché des effets de commerce, le paiement des transactions dans la monnaie des vendeurs, nécessité finale du règlement.

Ce marché des lettres de change internationales s'appelle le *change*.

Ainsi jusqu'en 1914, les banquiers internationaux spécialistes des opérations de change (Londres étant leur centre) négociaient des effets de commerce de préférence à toutes les autres sortes de devises. Les devises autres que les traites valorisées en marchandises étaient payables *avec de telles traites, ou en or*. En d'autres termes, l'effet de commerce était, au même titre que l'or, l'*étalon des valeurs internationales*.

Comme, d'autre part, les effets de commerce étaient libellés en « monnaies » de toutes les *nationalités*, et comme ces monnaies étaient elles-mêmes valorisées *en or*, par l'Institut National dont elles émanaient, on conçoit que l'offre et la demande des effets de commerce aboutissaient, en fin de marché, toutes « compensations » effectuées, à un *solde*, créditeur ou débiteur (d'une place nationale sur une autre), *payable en or*.

Mais il se trouvait toujours un trafiquant pour éviter la livraison de cet or, en procurant indirectement et par marchandage sur une place souvent éloignée l'effet de commerce nécessaire pour faire ce solde. D'ailleurs, si cette traite demeurait introuvable, elle ne tardait pas à naître spontanément d'une transaction, *inconsciemment provoquée par la valeur que lui conférait sa rareté sur le marché du change*.

Ce n'était qu'en dernier ressort, *toutes possibilités commerciales étant épuisées*, que le solde des transactions internationales, payable en or, se mettait en branle *sous forme de lingots* pour franchir la frontière au delà de laquelle il lui fallait se rendre à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la manière d'un prisonnier sur parole. On disait alors que le *point de sortie* de l'or était atteint.

Mais alors, l'Institut d'émission intéressé par cette sortie d'or entrait en action : il haussait le *taux* de son escompte, c'est-à-dire le prix des effets de commerce sur le marché national. Cette augmentation du « prix » des traites françaises, par exemple, sur le marché international du change, comblait *ipso facto* le solde payable en or par les débiteurs français du commerce extérieur.

Et l'équilibre était retrouvé, jusqu'à la prochaine fois. Car la vie n'est qu'un perpétuel déséquilibre alternant avec l'équilibre. Mais voici, en effet, la « réaction naturelle » et *motrice* que provoquait un tel mécanisme.

La hausse de l'escompte (c'est-à-dire du prix de la traite, ou finalement, ce qui

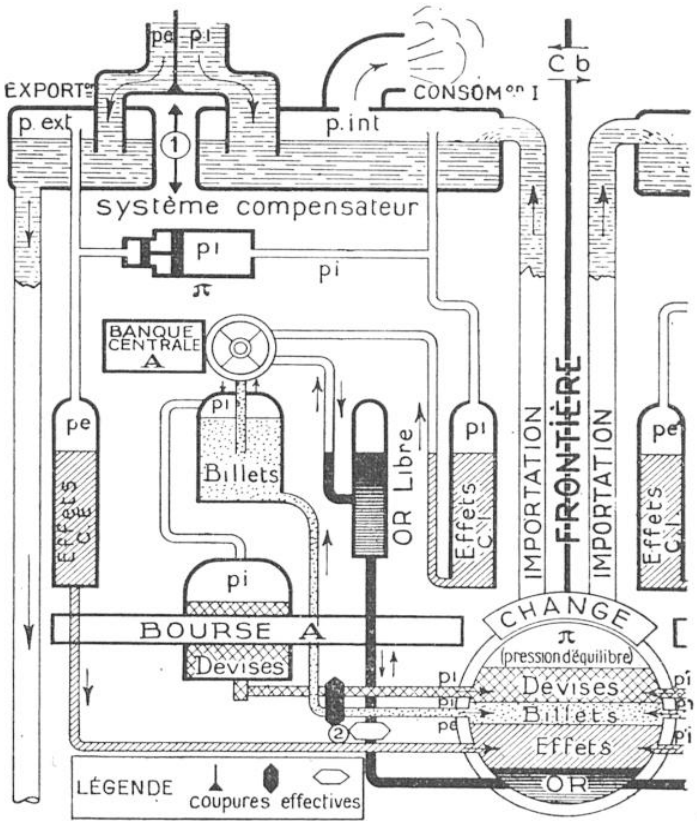



FIG. 2. — LES CONSÉQUENCES DU CONTROLE DE L'OR (FONDS D'ÉGALISATION), DES DEVISES (OFFICES DES DEVISES) ET DES VALEURS-MARCHANDISES (DUMPING, CONTRE-DUMPING)

*Si la nation* A *(volontairement ou par nécessité) vient à couper le* circuit d'équilibre *de l'or, en ce qui la concerne, il semble qu'elle puisse refouler désormais sur le marché du change, autant de* devises, *de* papier-monnaie *et d'effets de* commerce *qu'il lui plaît : la pression d'équilibre* π *ne sera jamais assez forte pour s'opposer à la pression* p *de sa production et de sa spéculation (Bourse) puisque celle-ci n'est plus soumise à* π *par l'organe de la Banque centrale. Ces valeurs-papier sont d'inégale valeur. Les* billets *convertibles* en or *refuseront de s'échanger contre les* billets A *non convertibles : par contre, ils s'échangeront contre des* effets de commerce A *qui représentent des marchandises exportées. Les marchandises de* A *prennent donc la place de l'or : l'exportation* A *se trouve, de ce fait, dominer celle de* B. *D'où la théorie que, par coupure de l'exportation de l'or, on favorise celle des marchandises (mise en pratique par l'Angleterre et les Etats-Unis). Par contre, les* devises A *(valeurs en capitaux) s'échangent avec perte contre les devises similaires de toutes les nations ayant gardé l'étalon-or. D'où l'exportation des « capitaux » dont souffrent les nations privées du facteur d'équilibre de l'or : elles installent des offices de contrôle de sortie de leurs devises et d'entrée des devises-or (Ex. : Offices des Devises italiens, allemands, russes. Par leurs « fonds d'égalisation », les Etats-Unis et l'Angleterre ont institué une véritable spéculation d'Etat qui décourage l'exode de leurs* capitaux, *tout en laissant leurs* effets de commerce *profiter de ce même « contrôle » de l'or). La concurrence se circonscrit dès lors sur les effets de commerce : la nation qui a* COUPÉ *son exportation* d'or *et* de devises-capitaux *va-t-elle inonder de ses exportations-marchandises les nations ayant gardé l'étalon-or ? Elles se défendent d'abord par les « robinets » d'entrée de la douane. Mais les nations sans or instituent alors le* DUMPING *: elles séparent (voir ci-dessus) leur production en deux branches à prix différents, suivant qu'elle se déverse du côté* consommation intérieure *(prix élevés, donc basse pression d'échange) ou du côté* extérieur *(prix bas, donc forte pression d'échange). La* PRESSION *de l'exportation reprend ainsi le dessus sur les mesures douanières. Le système entraîne la nécessité d'une compensation intérieure entre les circuits d'effets de commerce destinés à l'extérieur et ceux du marché intérieur. Cette compensation (figurée par un double cylindre à deux pistons inégaux) constitue toute la difficulté du dumping : taxes spéciales, mesures préférentielles telles que les préconise M. Bailly, etc. Imaginons que l'or ait universellement disparu de la circulation, ce sont de tels systèmes de* dumpings *équilibrés entre eux (contre-dumpings) qui pourraient ramener les échanges à une nouvelle* pression d'équilibre.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

revient au même, de la « monnaie » nationale), cette hausse décourageait les exportateurs français. Leurs effets valant davantage sur le marché international, il y avait intérêt pour ceux-ci à tenter d'en fabriquer davantage et, pour cela, de *conclure de nouvelles ventes à l'étranger*. Oui, mais les acheteurs étrangers, mus par l'intérêt inverse, se défendaient. A ce moment, l'escompte national, ayant atteint son premier but de défense, cédait. Il s'abaissait. Et l'offensive extérieure, reprenant aussitôt, le même cycle recommençait.

## Comment le « change » commercial a été faussé

Dans cette description vulgarisée du fonctionnement du « change », j'ai omis volontairement le facteur parasite auquel j'ai déjà fait allusion : *la spéculation purement monétaire*.

Le marché des lettres de change constitue en effet un marché spécialisé : du seul fait qu'ils les escomptent chacun dans son pays, ce sont les banquiers qui se chargent d'organiser *entre eux* l'offre et la demande internationales des effets de commerce. Les résultats de ce marché interbancaire, apparaissant avec une rapidité quasi instantanée, par la liaison des Bourses, expriment justement le taux quotidien du change activé par toutes les transactions de Bourse, quelles qu'elles soient. Mais si les monnaies nationales sont émises pour *d'autres causes que les commerciales* (inflation d'Etat), la « spéculation-jeu » sur ces monnaies fausse la spéculation naturelle sur effets de commerce. Les échanges en marchandises s'arrêtent parce que les monnaies ne correspondent plus à leur fonction essentielle, qui est de *régler ces échanges*.

Et, remarquez-le bien, il suffit qu'une seule nation répudie cette liaison de la monnaie et de l'escompte strictement commercial pour que le marché mondial soit faussé.

Croire que l'émission des monnaies contre lingots d'or suffit à arrêter la spéculation est une erreur colossale.

Cela serait vrai si l'or était autre chose que le facteur commun chargé de régler le « solde » quotidien des échanges réels (ainsi que nous venons de montrer qu'il doit être dans la règle normale). Mais quand une nation n'a plus d'or, va-t-elle arrêter ses échanges ?

Mieux. Avec 150 milliards d'or, les Etats-Unis ont suspendu la libre circulation de l'or sur le marché du change, afin de rendre leur primauté aux lettres de change commerciales. L'Angleterre en a fait autant. La Banque de France a seule conservé le rôle de comptable de la spéculation monétaire universelle prenant pour véhicule l'or. Aussi bien, tandis que son encaisse métallique croissait jusqu'à 82 milliards, notre commerce extérieur s'écroulait des *deux tiers*.

Toutes les autres nations (à l'exception de la Suisse et de la Hollande) prenaient, comme il était fatal, le *contrôle de leur change* par la création de monnaies spécialisées, (pour l'intérieur et pour l'extérieur). Les monnaies-« touristes » allemandes, russes, italiennes, en sont le plus bel exemple. Elles attirent *la consommation étrangère* sur le sol national à des prix *moins élevés* que le prix national formulé par la monnaie intérieure (qu'il est défendu d'exporter). La monnaie-touriste est un exemple flagrant de *dumping*.

## Le « dumping » se généralise

Nous avons cru devoir analyser la fonction du change avec un grand soin, afin de clarifier les causes du phénomène qu'il nous suffit maintenant de rappeler à l'attention du lecteur. La grande presse a révélé, au jour le jour, les grandes offensives des dumpings japonais, allemand, américain.

On sait qu'une bicyclette japonaise arrive à notre frontière au prix de quelques dizaines de francs ; qu'une automobile américaine coûterait trois fois moins qu'une française, si la douane ne veillait par l'exhaussement systématique des tarifs d'entrée. Le Maroc, resté libre-échangiste par le traité d'Agadir, est ainsi fermé à la concurrence française.

Nous étions au deuxième rang de l'importation en Egypte. En deux ans, l'Italie, l'Allemagne, le Japon nous ont refoulé au cinquième.

Telles sont les conséquences d'une politique monétaire dont le moins qu'on puisse dire, c'est qu'elle n'a rien compris au phénomène du change. *Jadis, la concurrence internationale était canalisée et activée par le change*. Actuellement, elle se donne libre cours par la « guerre des monnaies », ainsi que l'on a dénommé avec juste raison la prise en mains par les dirigeants économiques du marché des devises internationales (« fonds d'égalisation de changes » des pays pourvus d'or, « offices des devises » des pays non pourvus d'or).

*Il est urgent pour la France de réagir sur le même plan que nos concurrents étrangers.*

## La réaction qui s'impose : le « contre-dumping » et son théoricien, M. Lucien Bailly

Un ingénieur du corps des Mines, familier de la grande production industrielle, M. Lucien Bailly, de Nancy, explique depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux ans, dans une série d'articles et de brochures remarquables, que le dumping français s'impose en réponse au dumping étranger. Mais (c'est le mérite de M. Bailly), cet auteur démontre que le « contre-dumping » ainsi préconisé ne serait que l'acheminement vers cet « équilibre » naturel qu'autrefois assurait le change.

Cette thèse, nous allons la résumer, maintenant que nous pouvons situer son origine profondément naturelle et comprendre combien elle diffère de ce que d'aucuns l'estiment être : un simple expédient.

Au demeurant, je m'excuse de simplifier l'argumentation de M. Bailly afin de montrer son aspect rationnel, en fonction, justement, du *mécanisme naturel des échanges*, mécanisme déréglé depuis la fin de l'ancien « change ».

Le change étant faussé, le libre-échange est tué.

Le change régulateur d'autrefois était spécifiquement britannique, et par le marché de Londres, et par la concentration de la production de l'or dans l'Empire britannique. Or l'Angleterre est devenue protectionniste. C'est la mesure de défense la plus immédiate — la même que prit, en 1892, Jules Méline pour mettre fin à la crise qui minait la France depuis la guerre de 1870.

Le protectionnisme, c'est la porte fermée au dumping extérieur. Mais c'est aussi l'arrêt des échanges, *puisqu'une exportation doit avoir pour contre-partie une importation*.

Donc si vous voulez rétablir l'échange, il ne suffit pas de neutraliser le dumping ; il faut encore lui opposer un contre-dumping. Et cela, ce n'est pas « la guerre », comme on pourrait le penser à première vue ; c'est *l'équilibre* mouvant, fonctionnel, dont je me suis attaché à faire l'analyse dans les pages précédentes, l'équilibre, donc « l'accord ». Bref, la reprise des échanges.

Voici un exemple que M. Bailly a bien voulu nous préciser.

La métallurgie allemande d'après guerre ne pouvait produire son acier au même prix de revient que la France. Allait-elle se laisser distancer sur les marchés extérieurs ? C'était mal connaître le dynamisme allemand. Les métallurgistes de la Ruhr ont décidé de vendre la tonne d'acier à l'exportation 300 fr de moins que sur le marché allemand. Les métallurgistes français ont répondu en offrant la leur 200 fr de moins qu'en France (soit 350 fr au lieu de 560 fr). Le Luxembourg, la Belgique et, finalement, l'Angleterre sont intervenues, eux aussi, par un dumping s'accordant aux dumpings allemand et français. Résultat : une conférence générale des métallurgistes de ces cinq nations a fixé les prix et expédié une mission aux métallurgistes américains, afin de les inviter à entrer dans la combinaison.

Cet « accord » entre dumpings nationaux, en vue du service des demandes mondiales, n'est plus une « entente immorale » ; mais, au contraire, un accord de *concurrences légitimes* en vue d'assurer la consommation de l'acier produit, ici et là, dans des conditions différemment posées par la nature. On peut même dire, suivant la formule célèbre d'Auguste Comte, que la « concurrence » des parties a trouvé sa résultante dans le « concours » de l'ensemble.

Voici maintenant le cas de la houille. Notre production est handicapée par les prix de revient allemands, belges, britanniques. Ne vaudrait-il pas mieux *exonérer* la houille française de l'impôt pour *chaque tonne extraite en plus d'un certain tonnage* pris comme base, et l'exonérer encore d'un certain droit de transport pour les *kilomètres à parcourir* dans la zone commerciale à conquérir (Sud et Ouest) ? Le prix de Douai à Bayonne étant ramené au prix de Douai à Tours, le prix de revient du chemin de fer serait couvert. Les frais généraux fixes, qui ne grèvent ni le « kilomètre en plus », ni la « tonne en plus », seraient ainsi dégagés pour le plus grand bien de l'économie générale du pays, sans parler de l' « inexistence des frais généraux des mines *pour la tonne en plus* ». Rabais total : 30 fr par « tonne en plus », assurant l'exploitation supplémentaire de 10 millions de tonnes et, par conséquent, le refoulement d'autant sur l'importation étrangère. Ici, le dumping prend l'allure d'une réaction intérieure aux frontières.

L'économie dirigée, c'est cela, et non la création d'organismes incohérents.

## Le programme de M. Lucien Bailly

Dans un programme « constructif » qu'a tracé M. Lucien Bailly — et qui prévoit le contrôle par le gouvernement des prix de vente intérieurs, ainsi que d'autres mesures qui sortiraient de notre sujet — ne retenons que la clause concernant l'organisation méthodique du contre-dumping.

Le contre-dumping doit être, évidemment, « financé » par quelqu'un. Dans le cas des grands cartels de production, le financement va de soi. Mais comment agir efficacement pour organiser le contre-dumping de la moyenne production ? L'*organisation corporative*, dans ce cas, s'impose. Une taxe *corporative* proportionnelle au chiffre d'af-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faires ; une *exonération fiscale* complète de la partie exportée ; une *prime de réembauchage* offerte à tout industriel rappelant des ouvriers au travail en vue de produire à l'exportation (et cette prime versée à l'industriel ne vaudrait-elle pas mieux que son équivalent versé au chômeur, parfois peu pressé de travailler ?) ; telles sont les ressources que M. Bailly voudrait voir rassembler pour parfaire la *prime à l'exportation* dont il faudrait ensuite doter chaque produit visé, afin de diminuer son prix extérieur.

« En huit jours, écrit M. Bailly, un magnifique contre-dumping français peut être ainsi organisé, qui résorberait tous les chômages, balancerait notre commerce extérieur et ramènerait l'or ».

## La « dévaluation » serait moins efficace que le « contre-dumping »

Que vient faire l'or en cette affaire ? demanderez-vous.

C'est, en effet, que la théorie purement économique de M. Bailly nous ramène au point d'où nous avons voulu partir, à la cause générale de la crise des échanges, au « change » monétaire.

La paralysie des échanges extérieurs étant venue de la disparition du change que j'ai nommé « naturel », en considérant l'économie politique comme une science naturelle, il était fatal que certains théoriciens hypnotisés par les taux du change « artificiel » à base des devises sur lequel vit la spéculation actuelle, songent à *peser sur ce change artificiel dans l'espoir de ranimer les échanges.* « Puisque, disent-ils, c'est à cause du franc « cher » que l'étranger n'achète pas, *dévaluons le franc*, c'est-à-dire ramenons sa valeur or de 60 mg à 40 par exemple. Aussitôt les monnaies concurrentes monteront et leurs nations auront intérêt à venir acheter chez nous ». C'est la théorie bien connue de la « dévaluation ».

Raisonner ainsi, c'est supposer que la réponse des nations intéressées ne se ferait pas aussitôt par des droits de douane accrus.

Ensuite, les prétendus exemples de « dévaluation » invoqués portent à faux : la livre sterling ne s'est pas dévaluée explicitement, elle *s'est soustraite à la spéculation*, grâce au rempart du Fonds d'égalisation des changes. C'est tout. Le dollar a fait de même, après avoir explicitement « dévalué » — c'est vrai — son poids unitaire en or. Mais cette dernière opération était de pure politique intérieure, — soulagement des hypothèques agraires (1). Du côté commerce extérieur, le dollar n'est dévalué que pour les spéculateurs. Il est stable pour les commerçants, grâce au jeu d'un fonds d'égalisation. Quant à toutes les « dévaluations » européennes explicites (belga, couronne tchécoslovaque, couronne suédoise, etc.), il s'agit là d'un étalonnage sur la livre sterling. Le mark, la lire, le rouble, sont « autonomes » : le mot dévaluation n'a pas de sens pour eux.

La dévaluation du franc n'aurait donc aucune prise sur les monnaies autonomes ; elle aurait à compter avec les fonds d'égalisation britanniques et américains. Enfin les tarifs douaniers la neutraliseraient. De plus, le problème de l' « équilibre » commercial, tel que je l'ai posé, demeurerait entier.

Au contraire, le contre-dumping n'appelle aucune réaction douanière des *concurrents visés*. C'est que la méthode préconisée par M. Bailly vise les marchés *encore libres* dans le monde : l'Egypte n'élève pas les droits de douane sur l'acier dont elle a besoin sous prétexte que cet acier est payé par elle au-dessous du prix de revient soit français, soit allemand. L'Allemagne et la France se disputent l'Egypte, et non pas leurs propres marchés intérieurs.

Que nos économistes méditent cette vérité. Ils verront que les nations n'ont aucun intérêt « à se manger » entre elles sous prétexte de se nourrir. Le problème est de civiliser le monde. C'est d'une course qu'il s'agit, non d'un match de boxe.

Et, dans cette course, les concurrents n'ont aucun intérêt à se donner des crocs-en-jambe ; mais, tout au contraire, à définir les marges de la « piste », je veux dire des *prix*.

Toute la politique présente de M. Hitler, enfin éduqué par M. Schacht, consiste précisément à conquérir l'Europe Centrale par les prix, non par le canon. Et c'est pourquoi l'Allemagne, dans cette voie, nous distance aisément.

La France, par contre, en est encore — la dernière dans le monde — à la conception d'un « change » qui n'existe plus que dans les traités périmés, alors que, par ses voyages, ses accords commerciaux et l'installation de « chambres de compensation » dans lesquelles *les lettres de change du commerce* s'échangent et se compensent entre elles *en dehors de l'arbitrage de l'or*, le docteur Schacht est en train de préparer l'hégémonie du mark allemand sur une région de 250 millions d'Européens.

Pendant ce temps, la France compte, chaque semaine, les lingots enfouis dans une « cave », rue de la Vrillière.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 195.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# COMMENT LA SCIENCE A ENGENDRÉ LA CITÉ MODERNE DU CINÉMA

Par Pierre KESZLER

*La technique du cinéma (1) a subi, depuis 1930, une double évolution : d'abord, la mise au point du film sonore entraîna la reconstruction de tous les studios de prise de vue, pour réaliser l'isolement sonore grâce à des murs à double paroi et à des revêtements spéciaux ; d'autre part, l'emploi de la pellicule panchromatique, plus rapide que les émulsions orthochromatiques et sensible à toutes les radiations du spectre jusqu'au rouge, permit l'emploi de lampes à incandescence, au lieu des anciennes lampes à arc classiques, et, par voie de conséquence, exigea le renouvellement complet du matériel d'éclairage. Aujourd'hui, tous les éléments nécessaires à la réalisation des films se trouvent rassemblés, pour constituer de véritables cités du cinéma, plus ou moins étendues, qui comprennent les studios de prise de vue et de son, les studios spécialisés dans l'enregistrement d'orchestre, les ateliers de décors, de menuiserie, de peinture, de modelage, les magasins d'accessoires, etc., et aussi des ateliers de développement et de tirage des films, de truquage optique et sonore, et même, comme en Allemagne (Neubabelsberg), des laboratoires de microcinématographie. L'Italie, l'Angleterre, l'U. R. S. S. poursuivent actuellement la réalisation de vastes programmes de constructions de studios dotés des tout derniers perfectionnements de la technique. Ces cités ultra-modernes du cinéma, conçues sous le signe du progrès scientifique, rémunéreront-elles les capitaux considérables investis pour leur établissement ? On peut en douter si on compare les frais de production d'un film sonore ordinaire (en moyenne 1 500 000 fr) et les possibilités d'amortissement qui dépendent évidemment du nombre de salles susceptibles de le projeter pour en assurer la grande diffusion. Rappelons à ce propos que les Etats-Unis possèdent actuellement 15 000 salles de cinéma contre 4 700 en Angleterre, 3 300 en France, 2 700 en Italie, 2 280 seulement en U. R. S. S.*

L'ÉVOLUTION des studios cinématographiques a suivi de très près les progrès de la pellicule sensible.

Les premières pellicules, utilisées par les frères Lumière, ne donnaient guère de résultat qu'au soleil, à la cadence de 16 images par seconde (soit une exposition de 1/30e de seconde environ). Puis la sensibilité s'accrût et l'on put prendre des vues avec moins de lumière, ou, à lumière égale, en prendre beaucoup plus dans le même temps : ce fut l'apparition du *ralenti* (80 images par seconde, ou plus).

La pellicule orthochromatique, donnant des images moins heurtées, permit la prise de vues en lumière artificielle intense, à condition que cette dernière renfermât essentiellement des rayons violets ou bleus. Les sources lumineuses alors en usage dans les studios étaient les lampes à arc, ou les rampes à vapeur de mercure, dont le spectre est riche en radiations de courte longueur d'onde. Pendant assez longtemps, la technique sembla rester sur place. Les studios de 1930 ressemblaient fort à ceux de 1913.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 205.

Mais, en deux ans, deux révolutions se produisirent : l'apparition du son, d'une part, l'emploi de la pellicule panchromatique, d'autre part.

Ces deux révolutions entraînèrent la reconstruction de tous les studios existants. Il fallut d'abord pratiquer l'isolement sonore, en établissant des murs à double paroi, et renouveler le matériel d'éclairage.

En effet, le film panchromatique, sensible à l'orangé et même au rouge, permettait l'emploi de lampes à incandescence, dont le spectre est essentiellement composé de jaune et d'orangé. D'autre part, ce film, étant d'une rapidité supérieure, en lumière artificielle, au meilleur film orthochromatique, entraîna, employé avec des objectifs à grande ouverture, une importante économie de lumière, tout en donnant des effets nouveaux. Les vues sont moins contrastées, la lumière étant plus diffuse, l'impression de *vrai jour* ou de *vrai soleil* est plus facile à réaliser ; on peut se permettre des faux-jours, des contre-jours audacieux, et ce *clair-obscur* si cher aux cinéastes d'aujourd'hui.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

Mais le studio moderne n'est pas qu'une centrale de lumière. C'est aussi un auditorium. Nous avons dit que toutes les parois étaient doubles. Un studio se présente donc sous l'aspect d'un parallélépipède placé à l'intérieur d'un autre solide de même apparence, un matelas d'air de 1 ou 2 m d'épaisseur garantissant le microphone contre les bruits extérieurs.

Dans toute cité du cinéma bien équipée, l'un au moins des studios est, en outre, spécialement prévu pour l'enregistrement d'orchestre. Nous y trouvons des parois amorties, couvertes de laine de verre filé ou de tout autre matériau plastique. A l'aspect extérieur près, ces revêtements sont les mêmes que ceux qui garnissent les salles de projection (1).

## Quels sont les éléments qui composent une cité moderne du cinéma ?

### 1° *Les plateaux*

Le plateau ou studio, ainsi que son nom l'indique, est un vaste plancher limité par des parois verticales et couvert d'un toit. Un plateau moderne doit être vaste, les dimensions de 15 × 30 m constituent un minimum, la hauteur libre atteignant de 7 à 10 m. Sur un plateau de ce volume, on peut édifier, soit un grand décor qui l'occupera quasi entièrement, soit une série de petits décors construits circulairement autour d'un point central, selon le principe des *complexes* très en honneur outre-Rhin, en Italie et, depuis peu, en Angleterre.

Tout autour du plateau, au premier et au second tiers de sa hauteur, courent des galeries sur lesquelles roulent, sur rails, des trucks portant les projecteurs. Au plafond, plusieurs passerelles fixes, également munies de rails, font office de pont roulant, tant pour le maniement des décors que pour la manœuvre des passerelles mobiles qu'elles supportent ou l'installation du travelling aérien que nous décrivons plus loin.

Dans une cité bien comprise, les plateaux sont disposés de telle sorte qu'il leur est possible de communiquer entre eux en déplaçant une cloison mitoyenne mobile. On peut ainsi, en cas de nécessité, construire un décor géant ou un *complexe* comprenant plusieurs décors moyens, tout en conservant un champ de prise de vues considérable.

L'un au moins des studios d'une cité doit comporter un fond semi-circulaire, en ciment, dit *faux-horizon*. Ce dispositif, en usage sur de nombreuses scènes de théâtre, où il donne beaucoup d' « air », permet, en outre, par projection, de faire un ciel pur ou nuageux, gris ou orageux.

Enfin, le plus grand studio doit être fermé par une porte à glissière, analogue à celle qui ferme les hangars de dirigeables, afin de s'ouvrir sur un espace en plein air, assez vaste pour donner un véritable horizon ou offrir la possibilité d'importantes constructions extérieures. (A Berlin, un ancien hangar de zeppelins a été transformé en studio).

Sous le rapport de la distribution, les studios de la UFA à Neubabelsberg sont, malgré leur ancienneté relative, parmi les plus ingénieusement agencés. N'ayant que 30 m de long, ils offrent, par le jeu des cloisons mobiles, par leurs dégagements et d'innombrables portes de grandes dimensions, des possibilités infinies que les metteurs en scène ont d'ailleurs utilisées avec une ingéniosité remarquable. Une porte large de 15 m s'ouvre sur une vaste plaine sablonneuse, dans laquelle est creusée une piscine pouvant être couverte. De la sorte, un metteur en scène peut avoir un champ dont la profondeur couverte dépasse 60 m avec un horizon véritable.

On est étonné qu'un exemple aussi probant n'ait pas servi depuis à inspirer les architectes qui ont édifié en Europe des cités cinématographiques. D'une manière générale, on a préféré augmenter la capacité unitaire des studios, ce qui est plus onéreux, mais non plus commode.

### 2° *L'éclairage des studios*

La place étant fournie pour construire à l'abri des intempéries tous les décors imaginables, il faut maintenant éclairer cette chambre noire. Car un studio est entièrement clos, et la lumière du jour n'y pénètre pas. Le studio est donc relié dans ce but à une centrale électrique puissante. C'est pourquoi les cités modernes sont presque toujours installées dans le voisinage des grandes villes. Du courant disponible à chaque instant dépend, en grande partie, la capacité de production de la cité. Si, par exemple, par suite de l'insuffisance d'alimentation, un seul plateau absorbe toute l'énergie fournie par le câble, les autres devront attendre pour travailler qu'il en ait terminé. Ne soyons donc pas étonné des chiffres mesurant la puissance offerte par certains studios.

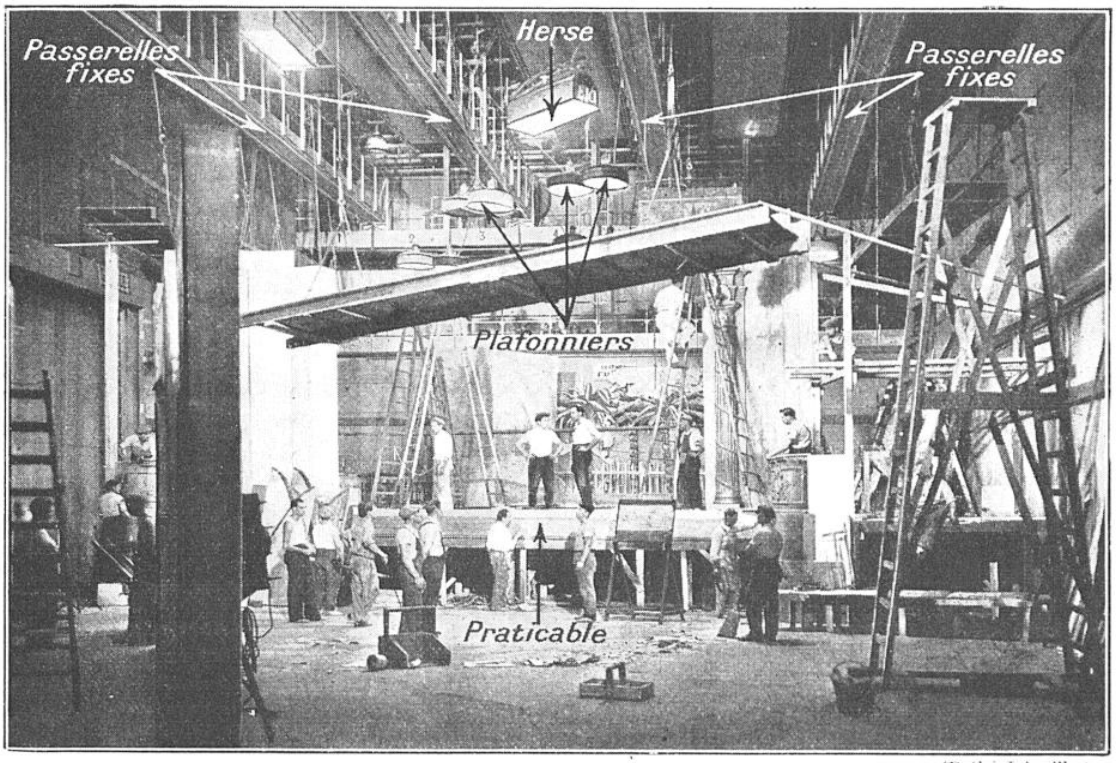
A Tirrenia (studios de Livourne), on dispose de 30 000 A pour trois plateaux. L'alimentation des nouveaux studios Cinès, de Rome, est prévue pour débiter 240 000 A (9 plateaux). Ces chiffres, peut-être excessifs, sont évidemment considérables à côté de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 480.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux de Neubabelsberg (25 000 A, 5 plateaux), surtout qu'à ces studios on ne peut disposer de cette énergie que de 1 h à 6 h du matin, quand la ville de Potsdam est plongée dans l'obscurité. Le reste du temps, il faut se contenter de moins. On est tout étonné d'apprendre qu'à Joinville (Pathé), on ne peut donner que 10 000 A à la fois. Il est vrai que jusqu'à présent aucun metteur

ceaux cylindriques qui sont braqués sur les centres d'intérêt de la prise de vue. Aux passerelles sont suspendus des plafonniers ou des herses qui créeront la lumière d'ambiance. Enfin, des appareils mobiles, sur pieds ou sur trucks, portent de petits projecteurs appelés *spots* qui sont braqués sur les personnages, ou bien des rampes équipées soit de lampes opales ordinaires, soit




(Pathe-Joinville.)

FIG. 1. — LA PRÉPARATION D'UN DÉCOR POUR FILM SONORE

*On distingue au plafond du studio les passerelles fixes portant les chemins de roulement des passerelles mobiles sur lesquelles seront assujettis les « sunlights ». On voit également sur notre cliché les herses et plafonniers qui créent l' « ambiance » lumineuse.*

en scène n'en n'a demandé plus. Aussi, les chiffres des studios italiens nous paraissent-ils un peu disproportionnés.

Les appareils d'éclairage sont de plusieurs types bien distincts. Bien que la lampe à incandescence règne de plus en plus uniformément, on trouve encore des gros projecteurs à arc, atteignant parfois une consommation de 300 A et munis de miroirs de 1 m de diamètre. Les types les plus courants ont 50 ou 60 cm de diamètre. Les projecteurs à lampes à incandescence ont généralement 35, 50 ou 70 cm de diamètre. Ces projecteurs sont montés sur trucks ou vissés sur des passerelles mobiles. Ils fournissent des faisceaux de lampes du même type fortement survoltées, analogues à celles que l'on vend au public pour la photographie nocturne.

Constatation pénible pour notre amour-propre, tous les appareils lumineux, ou presque, utilisés dans les studios français sont d'importation étrangère.

### 3° *Le micro, la camera, leurs supports*

Le microphone, dans un studio, est généralement pendu à une potence mobile dont le bras est orientable en tous sens et qui a reçu le nom de *girafe*. Un câble relie ce micro aux appareils d'enregistrement sonore (1),

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 213, page 205.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La reine du studio, celle pour qui tout a été combiné, est sans conteste la camera. Contrairement à ce qui se passe pour les projecteurs allemands et les enregistreurs américains ou allemands, les cameras du monde entier sont construites en France. Plus des trois quarts des appareils de prise de vues professionnels utilisés en Europe et en Amérique ont été produits par l'industrie française. Ajoutons que les objectifs de chez nous ne jouissent pas de la même faveur, malgré les progrès considérables accomplis dans ce domaine par des firmes qui ont dépassé leurs maitres allemands.

Quand on dit *la camera*, cela ne veut pas dire qu'il existe un type unique d'appareil de prise de vues. Une cité du cinéma possède un parc de cameras de différents modèles, chacune pouvant répondre à un besoin bien défini. De même, chaque camera est complétée d'un jeu d'objectifs.

La camera comporte toujours un pied. Mais ce pied ne repose pas immanquablement sur le sol du plateau. Plus la technique cinématographique avance et plus on exige de l'objectif une mobilité et une souplesse accrues. Cette variété des angles de prise de vues a posé une série de problèmes que l'on a résolus par le procédé appelé *travelling*, du mot anglais *travel* qui signifie voyage. En se déplaçant, la camera doit conserver une stabilité complète, n'être jamais ébranlée sur son axe de prise de vues. Ce dernier peut se déplacer, mais d'un mouvement lent et sans à-coup, faute de quoi, à la projection, les images sautilleront ou seront *filées*.

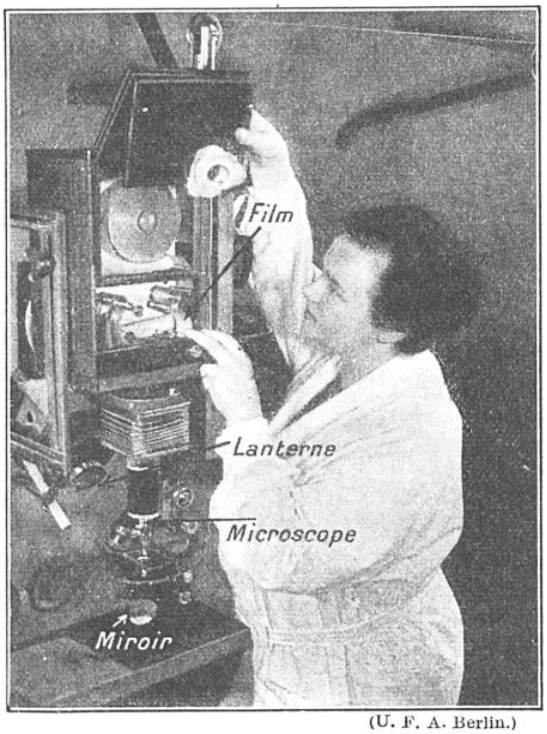
La camera, instrument assez volumineux et pesant, sera donc placée sur un truck aux roues caoutchoutées que l'on roulera sur le sol uni du plateau ou, dans certains cas, sur des rails judicieusement disposés.

Si on veut dominer un vaste décor très encombré et se déplacer sur toute sa surface, on recourt au *travelling aérien*.

Le « travelling » aérien se présente sous la forme d'un pylône télescopique suspendu à une sorte de pont roulant se déplaçant sur les rails des passerelles du cintre. Une plate-forme est pratiquée vers le bas du pylône, sur laquelle est fixée la camera et où prennent place l'opérateur et son assistant. La plate-forme est mobile autour du pylône ; elle peut être montée ou descendue, puisque le mât est télescopique ; enfin, grâce au dispositif de pont roulant, elle peut occuper toutes les places que l'on veut dans l'espace du studio et prendre tous les angles possibles, tant dans le champ horizontal que dans le champ vertical. C'est la souplesse intégrale.

Lorsque le décor le permet, ou lorsqu'on opère à l'extérieur, c'est un autre appareil qui supportera la camera : la *grue*.

Le complément indispensable de tous ces appareils est la glace dépolie. Bien qu'entrant plutôt dans le chapitre « décor », la glace relève toutefois de la camera. En effet, c'est en projetant un film sur cette glace, au moyen d'un appareil synchronisé avec la camera, qu'on transforme un décor fixe en décor mobile. Pour parvenir au résultat, on construit devant la glace les décors de premier plan. Les personnages jouent leur scène et la camera enregistre l'ensemble. Certes, il faut veiller à ne pas éclairer directement la glace, car l'image projetée perdrait de sa vigueur. Une glace ne doit pas avoir moins




(U. F. A. Berlin.)

FIG. 2. — COMMENT S'EFFECTUENT LES PRISES DE VUES MICROCINÉMATOGRAPHIQUES

*L'objectif spécial de cette microcamera est couplé avec un puissant microscope. Une forte lanterne, visible derrière le soufflet de la camera, éclaire la platine directement et par transparence, grâce au miroir du microscope. Le mouvement de la camera permet toutes les allures de prise de vues, depuis la cadence normale de 24 images/seconde jusqu'à 1 vue par heure, ou moins encore.*

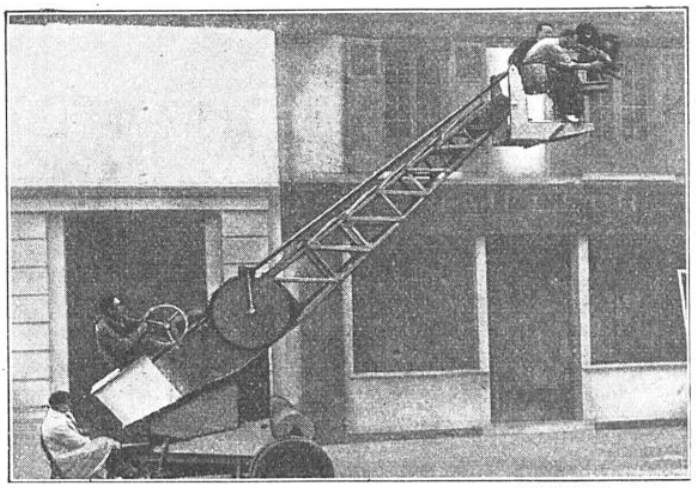
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 4 m × 3 m; 6 m × 4 m constitue la meilleure dimension. L'effet est tel qu'un homme de métier seul peut découvrir le subterfuge.

### 4° *Les décors, les costumes, les accessoires*

L'atelier de décors, contigu au studio, est aussi utile que le studio lui-même. En partant du contreplaqué, l'atelier fabrique tous les éléments utiles au montage du décor choisi par le metteur en scène. L'atelier de menuiserie est complété d'un atelier de peinture, d'un atelier de modelage, de stuc, d'un magasin de meubles et d'accessoires, d'un magasin de costumes, etc.

Les loges d'artistes sont munies de lampes puissantes : c'est en effet dans leur loge que le maquilleur grime les interprètes. Le maquillage suppose, de la part de la personne chargée de ce soin, des connaissances variées. Outre les considérations esthétiques commandant le physique des vedettes, il faut que le maquilleur observe les règles dictées par les caractéristiques de la pellicule et de l'éclairage prévus. Avec le film orthochromatique, insensible au rouge, les lèvres des interprètes, renforcées d'une touche, paraîtront noires à l'écran. Avec le film panchromatique, au contraire, les lèvres, même fardées, paraîtront d'un gris pâle qui donnera une apparence livide à l'acteur. C'est quelquefois l'effet cherché, mais si l'on veut faire paraître le héros, ou l'héroïne, en bonne santé, c'est de violet qu'on lui teintera les lèvres, et ainsi de suite.



(Pathé-Joinville.)

FIG. 3. — LA PRISE DE VUES PAR GRUE « TRAVELLING »

*Cet ingénieux appareil permet d'élever la camera d'un mouvement vertical jusqu'à 7 m du sol, tout en permettant des mouvements circulaires et longitudinaux sans interrompre la prise de vues. Deux assistants, assis au bas de la flèche, impriment les mouvements au moyen de volants démultipliés. Un parallélogramme déformable, que l'on distingue sur notre cliché, assure l'assiette constante de la plate-forme.*

## Les services annexes

Au premier plan des services annexes des studios de cinéma, nous trouvons la protection contre l'incendie. Le sinistre récent de Rome, celui d'Elstree (Angleterre), prouveraient, si besoin était, que la matière dont sont faits les plateaux est particulièrement inflammable.

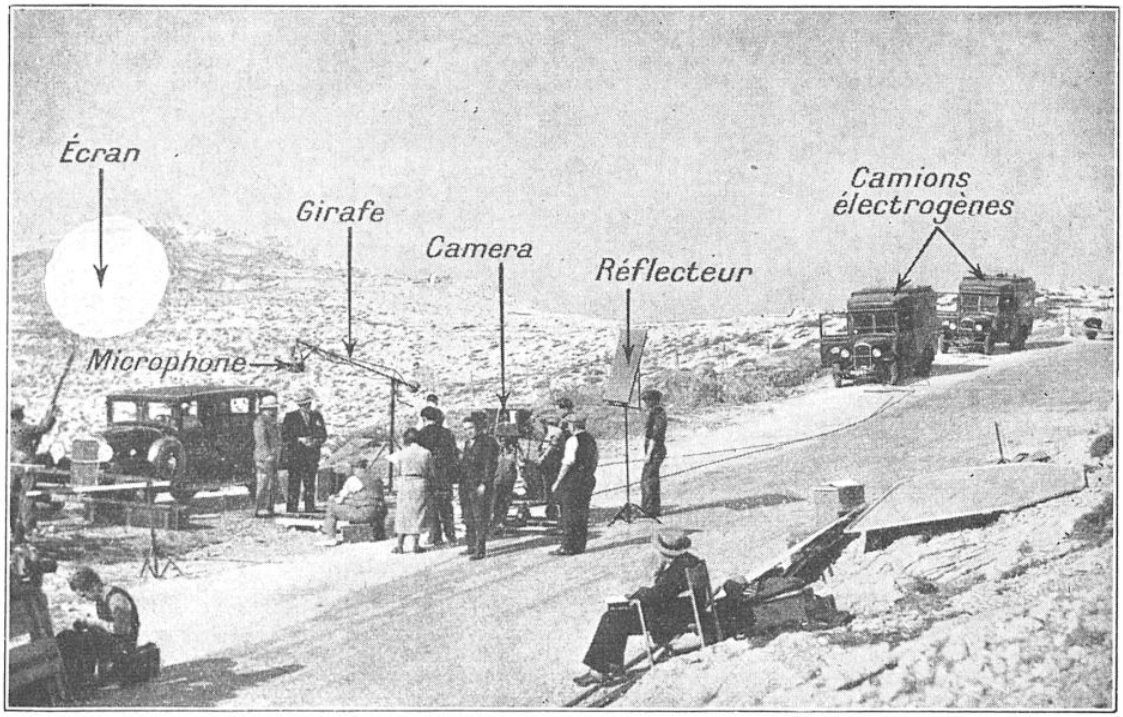
Pour importantes que soient les opérations relevant de la prise de vues, elles ne constituent pourtant qu'une partie de la réalisation d'un film. Toujours prisonnier du temps, chaque minute de studio coûtant plusieurs milliers de francs, le metteur en scène doit avoir un emploi du temps parfaitement réglé. La bobine garnissant la camera, aussitôt la prise de vues journalière terminée, est envoyée à l'usine de développement et de tirage, afin que le lendemain matin, avant qu'on ne commence à abattre les décors, on puisse vérifier la bonne venue des images. On comprend tout de suite l'intérêt qu'il y a pour les studios à se trouver à proximité d'une usine de traitement du film. La pellicule issue de l'appareil d'enregistrement sonore est également développée, mais non tirée, le son se lisant aussi facilement en négatif qu'en positif. Pour que le réalisateur puisse contrôler ses *bouts*, le studio lui offre une salle de projection.

Ce n'est pas tout, il faut des ateliers où seront faits les titres, les truquages optiques et sonores. Surimpressions, obturations progressives, dégradés, pour les images ; réenregistrements, bruitages, mixages, pour le son, doivent pouvoir être exécutés rapidement, grâce au matériel indispensable, aux collections de vues et aux « boucles » de son de la « filmathèque ». Des salles et tables de montage complètent les services de préparation du film, une fois la prise de vues terminée. D'autre part, il existe un service photographique qui fixe sur la plaque les vues les plus marquantes du film, destinées à la publicité, ainsi que les photos dites « de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail », qui serviront ultérieurement au metteur en scène pour se rappeler comment il a résolu tel ou tel problème de réalisation.

Dans le même chapitre, on peut faire entrer les installations concernant le film scientifique. Certains studios, comme ceux de la UFA, possèdent des laboratoires de microcinématographie, des serres pour l'étude de la croissance des plantes, où des caméras automatiques prennent des vues à intervalle de temps régulier, sans que l'opérateur ait à intervenir. Il est regrettable qu'en France les films scientifiques ne soient pas traités avec la même magnificence que les vaudevilles les plus vulgaires.




(Pathé.)

FIG. 4. — VOICI COMMENT S'EFFECTUE UNE PRISE DE VUES ET DE SON A L'EXTÉRIEUR

*Notre cliché rassemble les organes essentiels d'une prise de vues sonores. Au centre, la caméra, placée sur un travelling sur rails. Entre le sujet et la caméra, hors du champ cependant, la « girafe » supportant le microphone. Quelques réflecteurs plats et un écran tamiseur « corrigent » la lumière solaire. Au fond, deux camions renferment les génératrices assurant le fonctionnement des appareils et l'enregistreur de son.*

## Les prises de vues extérieures

On a beau chercher à éviter le plus possible les prises de vues extérieures, trop tributaires du temps qu'il fait, souvent difficiles dans les endroits publics, on est bien obligé d'y recourir tout de même. Le matériel nécessaire pour retrouver dehors tous les avantages que l'on a sous la main en studio est plus important qu'on ne l'imagine. Outre les camions-électrogènes qui alimentent les projecteurs de secours, en cas de mauvais éclairage ou de travail nocturne, il faut prévoir, pour utiliser la lumière solaire, tout un jeu de panneaux réflecteurs ou d'écrans tamiseurs. D'autre part, ce n'est pas parce qu'on a quitté le studio qu'on renonce au travelling. Si le sol le permet, on emportera des travellings ordinaires sur roues caoutchoutées ; dans le cas contraire, on construira une voie sur laquelle roulera le truck portant la caméra. Enfin, la grue, sorte de travelling universel, sera de presque tous les déplacements.

D'autre part, la lumière solaire ayant un spectre différent de la lumière artificielle, le maquilleur devra en tenir compte et modifier sa palette de couleurs.

## L'utilisation des studios modernes

L'ensemble des rouages qui constituent une cité du cinéma, nous l'avons vu, constitue un mécanisme assez complexe dont chaque élément devra faire l'objet d'une étroite surveillance durant toute la durée de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la prise de vues. Si le personnel est bien entraîné, rompu à l'exécution rapide et satisfaisante des ordres qu'il reçoit, le metteur en scène peut espérer gagner du temps, ou, du moins, ne pas en perdre. La location des studios est le principal poste du budget d'un film. On compte, en France, une centaine de milliers de francs par semaine de frais de studio et lumière.

Mais ce prix, plus élevé que celui des studios étrangers, se trouve être assez largement compensé par la capacité de production des cités françaises par rapport à leurs concurrentes. Tandis qu'une réalisation dure, à Joinville par exemple, de trois à quatre semaines, on compte quelques jours de plus aux U. S. A., de quatre à cinq semaines à Neubabelsberg (Berlin), le même temps en Italie, et le chiffre record de huit à douze semaines à Shepherd's Bush (Londres).

Mais la prise de vues terminée, le réalisateur n'en a pas fini avec sa tâche. Ici encore, un studio bien équipé lui permettra de gagner du temps. Il s'agit, en effet, de réunir, en un seul film de 2 400 m environ, les 7 ou 8 000 m de pellicule impressionnés au cours de la prise de vues. C'est le montage du film-image, accompagné du montage de la piste sonore correspondante. Là encore, la valeur du personnel technique peut faire varier la durée du travail dans la proportion de 1 à 4.

## Les possibilités offertes par les cités modernes

L'Italie, l'Angleterre, l'U. R. S. S. entreprennent la réalisation de vastes programmes de constructions de studios. Techniquement, au moins en ce qui concerne les installations de la Cinès, à Rome, de la London-Film, à Denham, et de l'U. R. S. S., en Crimée, on a prévu toutes les éventualités, et l'équipement de ces nouvelles cités sera parfait.

Est-ce dire que les cités actuelles, Neubabelsberg en Allemagne, Joinville, Billancourt, Nice en France, Shepherd's Bush en Angleterre, soient irrémédiablement condamnées ?

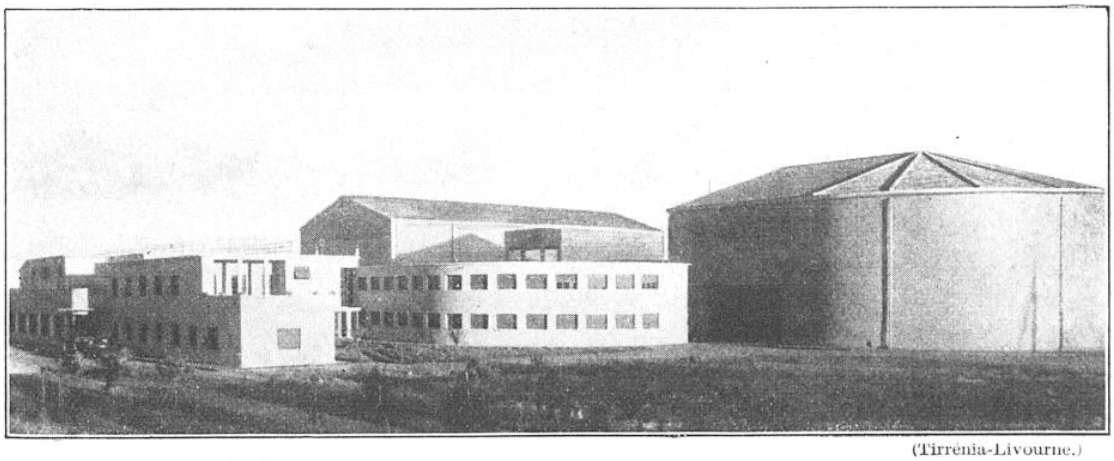
Nous ne le pensons pas. Et cela pour deux raisons.

La première, très importante, est celle du personnel spécialisé. Il faut des années pour dresser les équipes de machinistes et électriciens, à plus forte raison pour faire des assistants, directeurs de production et metteurs en scène.

Un très important personnage de la cinématographie américaine ne nous disait-il pas récemment que trois pays seulement étaient vraiment capables de produire une certaine quantité de bons films sonores : les Etats-Unis, l'Allemagne et la France. Il ajoutait qu'on avait réalisé ailleurs d'excellents films, mais qu'il fallait considérer ces cas comme exceptionnels.

La seconde raison qui nous fait douter du succès financier des entreprises en cours de réalisation, c'est la faculté d'écoulement des produits de ces cités nouvelles.

Pour mieux illustrer notre pensée, nous avons dressé un tableau comparatif qu'on trouvera ci-contre et qui, par la sécheresse de ses chiffres, montre la vanité financière



(Tirrenia-Livourne.)

FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DES STUDIOS DE LIVOURNE, QUI COMPTENT PARMI LES PLUS MODERNES EXISTANT ACTUELLEMENT DANS LE MONDE

*L'installation présente comprend trois « plateaux ». Celui qu'on aperçoit au premier plan à droite est courbe sur l'une de ses faces, ce qui constitue un « faux-horizon » précieux pour le metteur en scène.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces projets. Nous disons bien financière, car, par exemple, l'U. R. S. S. se soucie peu de la rentabilité de ses investissements, pourvu qu'on puisse produire beaucoup de films susceptibles de servir directement ou non à la propagande.

Ceci est tellement vrai que les sociétés anglaises qui ont entrepris de s'agrandir démesurément escomptent, pour utiliser leurs studios, que les metteurs en scène français viendront faire leurs films chez eux.

Or, rien n'est moins sûr. Et, au contraire, on se lance de plus en plus en France dans la réalisation simultanée de plusieurs versions d'un même film. (En 1935, six ou sept films réalisés en France ont été tournés en seconde version : anglaise, allemande ou arabe.)

La rentabilité d'un film dépend de deux facteurs : 1°) le nombre de salles dans lequel il peut être présenté ; 2°) la capacité de paiement du public de ces salles (en admettant que la qualité du film soit suffisante pour attirer les spectateurs).

Il est bien évident qu'aux Etats-Unis, où l'on compte plus de 15 000 salles se partageant chacune une moyenne de 8 000 habitants, un film peut être bien plus facilement amorti qu'en Russie par exemple, où chacune des 2 280 salles doit desservir 55 000 habitants.

A ce point de vue, l'Angleterre, en augmentant ses moyens de production, est moins déraisonnable que l'Italie, puisqu'elle compte 4 712 salles se consacrant chacune à 7 900 habitants, alors que notre sœur latine ne compte que 2 700 salles avec 15 000 habitants.

Notre tableau met en relief, d'autre part, que, sous le rapport de la production, la France devrait tenir le premier rang en Europe. En effet, nous possédons le plus grand nombre de studios et la célérité de réalisation est plus grande en France que partout ailleurs.

Malheureusement, en France, les mœurs commerciales des entreprises cinématographiques, l'absence de confiance, somme toute assez justifiée, du capital sain dans les industries du film, le joug assez pesant de l'étranger sur la production du film brut et sur l'enregistrement sonore, ralentissent considérablement l'essor que devrait connaître, dans son pays natal, la réalisation cinématographique (1).

PIERRE KESZLER.

| Pays | Nombre des studios sonores | Production maxima possible | Production effective de 1935 | Nombre des salles sonores | Nombre d'habitants par salle | Durée moyenne des prises de vues |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FRANCE | 42 | 400/500 | 115 | 3 300 | 12 677 | 25 30 jours |
| ANGLETERRE | 20 (1) | 75/100 | 45 | 4 712 | 7 927 | 55/70 — |
| ALLEMAGNE | 27 | 250/300 | 158 | 4 280 | 13 662 | 35/40 — |
| ITALIE | 18 (1) | 75/80 | 15 (2) | 2 724 | 15 347 | 35/40 — |
| U. R. S. S. | ? | 600 ? | 66 (3) | 2 285 | 55 233 | ? |
| U. S. A. | 70 (1) | 600 | 480 | 15 378 | 8 324 | 30/35 — |

(1) Chiffres approximatifs tenant compte des constructions en cours.
(2) Chiffre approximatif.
(3) Ce chiffre comprend un certain nombre de films muets.

TABLEAU D'ENSEMBLE DE L'INDUSTRIE DU CINÉMA (STUDIOS DE PRISES DE VUES ET SALLES DE PROJECTIONS) DANS LES PRINCIPAUX PAYS DU MONDE PRODUCTEURS DE FILMS

*Dans le décompte des salles de cinéma équipées en sonore, il n'est pas tenu compte des théâtres ne donnant pas de programmes réguliers, ni des exploitations utilisant les formats réduits. A ces chiffres, il y a lieu d'ajouter, pour l'Angleterre, 3 455 salles réparties dans les colonies et dominions, et pour la France, 670 salles réparties en Suisse française, Belgique wallonne, colonies et protectorats. Toutefois, il n'est pas certain que les salles canadiennes et australiennes puissent offrir à la production anglaise un débouché aussi considérable que leur nombre le laisserait prévoir (2 000 théâtres). D'autre part, il est remarquable que les colonies françaises, Algérie comprise, n'ont qu'un nombre très restreint de salles équipées.*

(1) Le prix de revient d'un film moyen est d'environ 1 500 000 f. En admettant que tous les capitaux soient disponibles au fur et à mesure des besoins, ce qui évite le recours au crédit usuraire, il faudra deux ans environ au producteur pour récupérer sa mise de fonds et espérer une rémunération de 4 à 5 %. Deux ans constituant normalement la vie commerciale d'un film réussi, pour que ce capital soit récupéré et rémunéré, il faut que le total de la recette du film, aux portes des salles de projection, atteigne environ 7 millions. Pour peu que le producteur n'ait pu se procurer le total du capital à engager, il est obligé de recourir à une commandite, généralement onéreuse, ou bien il fait accepter par les exploitants des traites payables à très longue échéance. Ces traites ne sont pas bancables, puisque leur échéance dépasse 90 jours. Aussi les taux d'intérêt sont-ils très élevés (25 % parfois). On comprend pourquoi, en France, un film sur trois est déficitaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LE MOTEUR A RÉACTION SERA-T-IL LE PROPULSEUR DE L'AVION DE DEMAIN ?

Par Victor JOUGLA

*On sait que la résistance aérodynamique d'un avion — pour une incidence et à une altitude données — croît proportionnellement au carré de la vitesse. Par suite, la* puissance *utile demandée au moteur doit varier comme le cube de cette même vitesse. On voit ainsi que, dans l'état actuel de la technique du groupe motopropulseur, c'est celui-ci qui, très rapidement, limite la vitesse maximum susceptible d'être atteinte. Pour pouvoir dépasser d'une manière appréciable les 709 km/h de l'hydravion italien d'Agello (record actuel du monde (1) il faudra sans doute faire appel à de nouveaux principes parmi lesquels celui du moteur à réaction (2) qui apparaît de plus en plus à l'ordre du jour. La « tuyère thermopropulsive » en particulier, dont les principes ont été posés par l'ingénieur, M. Leduc, a le mérite de joindre à une extrême légèreté (on espère atteindre la puissance massique de 50 g par cheval) la propriété remarquable d'accroître sa puissance avec sa vitesse (proportionnellement au cube de la vitesse, précisément comme la résistance aérodynamique de l'avion). Simultanément, sa consommation spécifique diminue, de sorte qu'aller vite et loin deviendra avec ce nouvel engin synonyme aussi d'économiser.*

L'AVION-FUSÉE est une utopie. L'avion « à réaction » est la réalité de demain.

Cette vérité, qui n'aurait jamais dû être mise en question, nous avons eu déjà l'occasion de l'exprimer, dans cette revue, à propos des recherches extrêmement intéressantes d'un inventeur, M. Mélot (3), qui réalisa, dès l'année 1917, une « trompe propulsive » capable d'assurer la traction d'un avion en vol. La trompe de M. Mélot n'est autre chose qu'un « brûleur » dans lequel la déflagration « de réaction » engendrant la poussée est obtenue non pas d'un explosif, mais de la combustion intense d'un combustible (huile ou mazout) dans une tuyère alimentée par l'oxygène de l'air. Et cela ne constitue pas autre chose qu'un « moteur » *à réaction*.

La « fusée » est bien, elle aussi, un moteur à réaction, mais son énergie thermique est fournie par l'« explosif », un produit qui contient dans sa propre masse *l'oxygène et le combustible*. Le poids d'oxygène y est, d'ailleurs, beaucoup plus élevé que celui du combustible. Dans ces conditions, comment pourrait-on envisager de charger un avion avec un explosif dont les *calories* utiles sont, par unité de poids, moitié moins nombreuses que celles contenues dans une même quantité d'huile ou de mazout? Un projectile utilise l'explosif pour sa translation, mais il laisse son moteur à terre : le canon. L'avion, qui n'est pas un projectile, doit emporter son système « moto-propulseur ». S'il veut donc utiliser la « réaction » comme moyen physique de translation, le système moto-propulseur ne saurait être qu'un brûleur agencé sur une tuyère.

Vu sous cet aspect qui, seul, est « réaliste », le problème de l'avion à réaction se révèle comme d'un avenir vraiment illimité. Car, non seulement la légèreté relative (puissance massique) du brûleur est supérieure, d'elle-même, à celle de la gargousse de poudre (pour une même efficacité), mais encore parce que la gargousse n'est susceptible d'aucun perfectionnement, en l'état actuel de la science chimique, — exception faite toutefois pour cette « explosion » que rêvent d'utiliser les « astronautes » dans leur voyage à la Lune : la radioactivité de la matière. D'autre part, le brûleur agencé sur tuyères apparaît, dès aujourd'hui, *aussi perfectible que l'était, à ses origines, la première machine à vapeur*.

Voici un premier exemple de ce perfectionnement possible.

Le moteur à réaction, ou « tuyère thermopropulsive » — c'est le nom rationnel qui convient au système en question — peut et doit atteindre, *dans un avenir très proche*, la puissance massique de *50 g par cheval!*

Autrement dit, le système propulseur de l'avion à réaction pèsera, à puissance égale, *onze fois moins* que les meilleurs systèmes actuels comportant une hélice montée sur vilebrequin, avec tout l'équipement accessoire qu'exige un moteur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 94.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 388.
(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 381.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

C'est un ingénieur de la maison Bréguet, M. René Leduc, qui vient de dévoiler cet avenir, non seulement par une série de notes présentées à l'Académie des Sciences en collaboration avec M. Villey, professeur à la Sorbonne, mais encore par des expériences effectives.

Notre but est de révéler, dans cet article, d'une manière intelligible à tous, le contenu des notes scientifiques que nous avons sous les yeux, puisqu'elles sont publiées, sans que nous puissions, toutefois, révéler des expériences de M. Leduc autre chose que leurs résultats bruts, puisque ces travaux de laboratoire sont, pour quelque temps encore, rigoureusement tenus secrets.

Dans quelques mois, le secret sera probablement levé.

En attendant, il nous est loisible de comprendre de quoi il s'agit et d'apprécier scientifiquement l'immense portée du problème qu'on nous affirme avoir résolu.

## Le « plafond » de l'avion dans sa forme présente

Les engins mécaniques les plus merveilleux ne sont pas indéfiniment perfectibles. Par exemple, nul ne doute que l'automobile ne touche aujourd'hui à sa perfection *pratique*. Ses progrès se dessinent, avant tout, du côté de la commodité. L'aéroplane n'échappe pas à cette loi.

L'aéroplane actuel est limité dans ses possibilités : d'abord par un « plancher », celui des faibles vitesses (on sait que l'autogire de la Cierva (1) et le gyroplane Bréguet (2) sont précisément destinés à le suppléer dans cette carence), ensuite, par un « plafond », celui des grandes vitesses. Pour réaliser 709 km/h, l'hydravion du pilote italien Agello doit renoncer pratiquement à tout « rayon d'action ». Il ne peut voler que juste le temps de battre un « record ». De même, l'auto de Campbell ne peut rouler que juste le temps de couvrir quelques centaines de mètres à 484 km/h. Après quoi, ni pneus, ni essence ! Tout le système est « vidé ».

Les considérations théoriques de MM. Leduc et Villey sont de nature à démontrer que *l'aéroplane à moto-propulsion par hélice* touche actuellement son plafond des vitesses commerciales. En accordant quelque crédit à certains perfectionnements encore réalisables, on peut affirmer que 800 km/h apparaît comme la limite à peu près infranchissable.

Le vol en altitude pourra, certes, améliorer l'exploitation pratique, commerciale, de l'aéroplane et porter, peut-être, à 500 km/h, la vitesse maximum de son utilisation effective, sur des parcours demeurant intéressants. Mais, au delà de ces vitesses, l'aviation d'altitude retrouvera là-haut le plafond des « records » qu'elle établit pour l'instant à quelques mètres au-dessus du lac de Garde (Desenzano) (1). Et, chose remarquable, le plafond des vitesses-records, en altitude, ne saurait guère dépasser, quoi qu'on ait espéré, celui du ras de l'eau ; l'équipement nécessaire à l'ascension handicapera nécessairement l'appareil pour en venir à son exploit « horizontal ».

## Les limites du progrès de la technique actuelle

Ces considérations ne résultent pas d'impressions vagues, mais d'une discussion technique, parfaitement cohérente, que M. Villey résume de la manière suivante : « La puissance absorbée par les résistances aérodynamiques d'un avion donné, volant sous une incidence donnée, à une altitude donnée, croît *proportionnellement au cube de sa vitesse de translation*. » Ce qui est énorme comme progression de la difficulté. Mais voici qui n'arrange pas les choses.

« Le moteur fournit, au *contraire*, à cette même altitude, *une puissance utile limitée* quelle que soit la vitesse de l'avion. » (Ceci dit en supposant, d'ailleurs, *que l'hélice est parfaitement adaptée à la vitesse choisie*, et qu'elle conserve son rendement, condition qui n'est plus aujourd'hui à rechercher depuis que les hélices à pas variable sont entrées en service.)

D'où viendrait en effet, le progrès?

— De la cellule? M. Riffard vient de créer un planeur, destiné à l'aviation de chasse, dont la « finesse » (cotée 21) est pratiquement indépassable *puisque le frottement de l'air sur ses ailes détermine une résistance* à peine inférieure à la résistance aérodynamique. Comment perfectionner cela? Huiler les plans alaires ? Peut-être avec des filets d'air chaud empruntés à l'échappement? Mais nous trouverons plus loin que la chaleur par compression de l'air sur les ailes sera peut-être quelque jour un inconvénient. Alors ?...

— Des groupes moto-propulseurs? Que peut-on gagner sur l'encombrement et le poids des moteurs modernes, quasi parfaits, auxquels il faut, d'ailleurs, adjoindre des compresseurs d'altitude et des hélices à pas variables — accessoires peu négligeables

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 406, et dans ce numéro, page 284.

(2) Voir dans ce numéro, page 277.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quant au poids. Quant au rendement de l'ensemble « moteur-hélice », si l'on admet que le moteur fournit en travail utile 20 % de l'énergie consommée — ce qui est, en altitude, un maximum — et que l'hélice rend 75 % de l'énergie reçue du moteur, on voit que l'ensemble aboutit à un rendement de : 20 % × 75 % = 15 %. Retenons ce taux, afin de le comparer à celui que révélera un système plus rationnel.

— Le combustible ne saurait apporter, lui, aucune contribution à la vitesse. Il n'est absolument pas perfectible. Et si vous prétendez en charger l'avion dans la proportion de 50 % du poids total, l'appareil ne peut plus admettre, en sus de l'équipage, que très peu de charge utile. Car le moteur, de son côté, ne saurait accaparer plus de 20 % du poids total. Et vous aurez alors, en comptant le planeur, *une aile chargée à quelque 150 kg par m²*. C'est le type d'avion, déjà imposant, qui traverse l'Atlantique-Sud.

Les gros tonnages ne semblent donc pas ouvrir le bel avenir qu'on espérait. Les 37 tonnes du *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* (1), les 25 tonnes du *China-Clipper* américain, les 50 tonnes du *Do.-X* (2), sont loin d'avoir entr'ouvert des horizons plus vastes que n'ont fait les *Douglas*, ou le *Typhon* commercial, de plus en plus considérés comme les rois de la vitesse *pratique*, c'est-à-dire « à grand rayon d'action ». Tels sont les types, sinon définitifs, du moins perfectibles seulement dans quelques détails, *sur lesquels l'aviation de transport semble devoir « plafonner » désormais, à des vitesses qui ne dépasseront vraisemblablement jamais la moitié des « vitesses-records » ci-dessus énoncées.*

Faut-il donc renoncer à soutenir commercialement le 700 km/h réalisé par Agello durant les quelques minutes de son record ?

Si l'on y prétend, il faut trouver un type de moteur d'un principe entièrement neuf *et dont la puissance utile croîtrait très rapidement avec la vitesse.*

Cette invention étant réalisée, il n'y aura plus aucun plafond de vitesse *imputable à la propulsion*, si la puissance utile croît proportionnellement au cube de la vitesse, comme la résistance aérodynamique.

D'autres conditions-limites demeurent en suspens, que nous examinerons brièvement. Pour l'instant, nous ne nous occupons que du moteur, cheville ouvrière de la vitesse.

La « tuyère thermopropulsive » de M. René Leduc répond précisément à la condition exigée — comme nous nous proposons de le montrer maintenant.

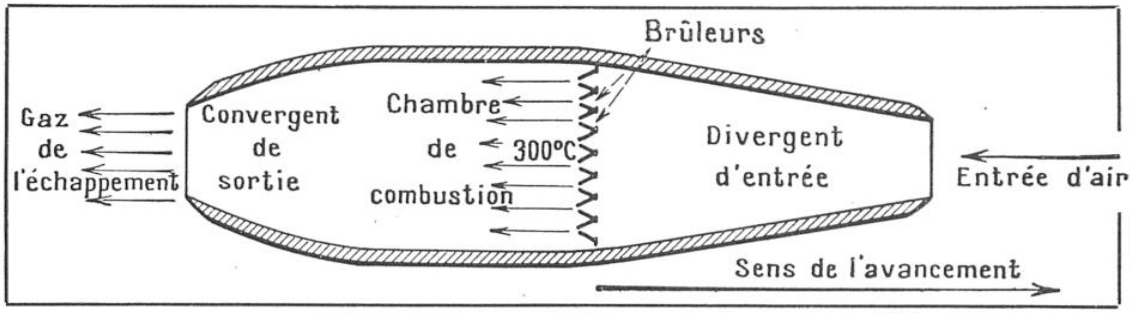



SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA TUYÈRE THERMOPROPULSIVE « LEDUC »

*Ce schéma est extrêmement théorique, étant donné le secret dont s'entoure nécessairement l'invention. Il donne cependant une idée des formes géométriques de la tuyère. Celle-ci, rappelons-le, est du même ordre de grandeur que le fuselage de l'avion. (Lire la description du cycle de réaction dans le texte de l'article.)*

## La tuyère thermopropulsive

Décrivons, pour commencer, cette tuyère thermopropulsive.

Autant qu'il nous est permis de matérialiser, par un schéma, la description contenue dans les notes publiées à ce sujet, voici en quoi consiste cet appareil si simple.

Imaginez un « tunnel » composé de trois parties : 1°) à son avant (sens de translation de l'appareil), un *divergent*, c'est-à-dire un tronc de cône *dont les sections transversales croissent* de l'avant à l'arrière ; 2°) au centre, la *chambre de combustion*, de forme calculée pour que la combustion s'effectue sans échange de chaleur avec l'extérieur ; 3°) à l'arrière, un *convergent*, c'est-à-dire un cône dont les sections transversales décroissent jusqu'à l'orifice terminal.

Le système étant « dirigé » comme nous venons de dire, découpe dans l'air, à mesure qu'il avance, la *masse* de comburant destiné

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 317.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à faire brûler l'huile. Celle-ci débouche dans la chambre cylindrique par de nombreux orifices. La combustion crée une *masse gazeuse* dont le total représente la masse d'air additionnée de la masse d'huile (négligeable auprès de la masse d'air). Débouchant dans l'atmosphère, par l'orifice arrière, cette *masse totale* détermine la « réaction » prévue, en vertu de laquelle le système tout entier se trouve *poussé* en sens inverse du courant gazeux ainsi établi. Un planeur dont l'axe longitudinal sera lié parallèlement à l'axe de ce système tubulaire doit donc être poussé en avant. Bref, il doit *avancer*.

Tel est le principe sur la réalisation duquel nous ne possédons aucun détail de construction. Nous savons seulement, en toute certitude, qu'un tel ensemble « thermopropulseur », réalisé en maquette, au *vingtième* de sa future vraie grandeur, a répondu à ce que l'on prévoyait théoriquement.

Les expériences ont été réalisées dans une soufflerie spéciale établie dans des locaux de la Compagnie Parisienne d'Air Comprimé. Dans cette soufflerie sous pression, la tuyère thermopropulsive de M. Leduc s'est tenue en équilibre sur le courant d'air, et *puis elle a remonté nettement ce courant*.

La démonstration était faite de l'exactitude des conceptions qui avaient présidé à la construction du nouveau moteur thermopropulsif : *le moteur d'aviation de demain*.

Une fois acquise cette confirmation expérimentale, la théorie et le calcul — confirmés par d'autres expériences — démontrent aisément que c'est bien là un moteur DONT LA PUISSANCE DOIT CROITRE AVEC LA VITESSE en même temps que diminue sa consommation *spécifique*.

« Aller vite et loin » devient, dans ces conditions, synonyme d'ÉCONOMISER.

La démonstration de cette vérité un peu inattendue pour le profane, nous ne pourrions la faire qu'en appelant à notre secours les équations précises de la thermodynamique. Toutefois, nous allons tâcher de la vulgariser en quelques lignes.

## Le « cycle » de l'énergie à l'intérieur de la tuyère thermopropulsive

Toute machine thermique a pour but industriel de transformer la chaleur en travail.

En l'espèce, le travail consiste à vaincre la résistance de l'air afin d'avancer. Cette résistance est une « force ». A cette force, la tuyère motopropulsive oppose une autre « force » de sens inverse, qui se mesure par *la quantité de mouvement* (1) incluse dans les gaz qu'elle brûle par seconde.

Dans la « machine » envisagée, la transformation de la *chaleur* en *mouvement* est immédiate, sans qu'il soit besoin d'aucun des intermédiaires employés jusqu'ici (cylindre, piston, vilebrequin, hélice). La « chaleur » n'est pas autre chose, en effet, que la « force vive » des molécules gazeuses (2).

Les molécules accélèrent leur mouvement par l'accroissement de température que leur confère la combustion : elles deviennent autant de projectiles qui, dirigés vers l'arrière, impriment au système tout entier le « recul », comme dirait un canonnier, l'« avancement », comme doit dire l'aviateur.

Suivons le « cycle » que parcourt *ce mouvement des molécules gazeuses*, générateur de la propulsion, depuis l'entrée de l'air dans le « divergent » de l'avant, jusqu'à la sortie des « gaz de combustion » dans le « convergent » de l'arrière.

L'air « avalé » par l'embouchure avant s'y engouffre à grande vitesse (l'avion est supposé lancé). La forme du « divergent » a pour effet de transformer cette vitesse en *pression* à l'avant de la zone des brûleurs qui vont apporter leur contingent à la masse gazeuse ainsi lancée dans la tuyère.

L'air arrivant au niveau des brûleurs se combine avec l'huile : le produit de la combustion se dirige vers le cône d'éjection. La masse gazeuse est à pression et à température élevées, — autrement dit, elle possède une grande énergie cinétique qui, orientée par le convergent, donne naissance à une grande « quantité de mouvement ». La « réaction » qu'il s'agit d'obtenir, c'est la transformation de cette quantité de mouvement de la masse gazeuse en quantité de mouvement de la masse transportée. Pour que le mouvement du gaz se transmette à l'appareil, il faut que le gaz sorte à l'arrière à une pression et, par conséquent, une vitesse aussi faibles que possible, relativement à l'atmosphère. Autrement dit, la vitesse des gaz, très élevée si on la mesure avec la tuyère comme repère, doit apparaître, tout au contraire, le plus faible possible si on la mesure du dehors, relativement à l'atmosphère.

La compensation entre ces deux mesures différentes de la vitesse d'une même masse gazeuse, c'est évidemment la translation de l'appareil qui la réalise. Si l'appareil

(1) La quantité de mouvement d'un mobile est le produit de sa masse par sa vitesse.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 112, page 275.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possédait la même vitesse, relativement à l'atmosphère, que les gaz relativement à la tuyère, il est bien évident que les gaz seront reçus « immobiles » par l'atmosphère, au sortir de la tuyère. Dans ce cas, *le rendement propulsif* de l'appareil se trouverait atteindre son maximum théorique. Autrement dit, *toute l'énergie thermique serait transformée en travail utile*, — déduction faite des pertes de chaleur rayonnante et des pertes par combustion incomplète.

Mais ce rendement idéal n'est qu'un rêve. Les gaz de combustion sortiront toujours avec une vitesse considérable : il ne peut être question que *de forcer leur vitesse*, afin que *la quantité de leur mouvement* utilisée dans la *réaction d'avancement de l'appareil* soit la plus grande possible.

Le renvoi des gaz à l'atmosphère exige donc une canalisation très étudiée, qui assurera une « détente » relativement à l'atmosphère tout en conservant la « compression » à l'intérieur de la tuyère. Cette partie du tunnel thermopropulsif sera donc orientée en « convergent » relativement au mouvement de translation.

Naturellement, toute la difficulté réside dans le calcul rigoureux du cycle que nous venons de schématiser et du profil *divergent-convergent* qu'en a déduit M. Leduc. Nous ne saurions entrer dans cette analyse scientifique.

Or, le succès de M. Leduc réside précisément *en ce qu'il a su mesurer exactement le sacrifice nécessaire*, en donnant à l'échappement de sa tuyère une section dont l'importance eût semblé, *a priori*, devoir aboutir à un gaspillage fatal de l'énergie thermique. Au contraire, c'est cette large ouverture du convergent arrière qui assure l'efficacité du moteur à réaction *pratique*. Pour préciser encore, disons que, dans leur fuite, les gaz devraient être « refroidis » : ce refroidissement étant impossible à réaliser (il y faudrait un courant d'air très rapide qui contrarierait à son tour, par sa réaction propre, la réaction motrice), M. Leduc y a renoncé en coupant sa tuyère juste au point où il fallait pour évacuer à l'extérieur l'excès de chaleur.

Toute l'industrie humaine est faite de pareils compromis.

## Quelles seront les conséquences pratiques de la réaction thermopropulsive appliquée à l'aviation ?

Suivons maintenant le fonctionnement de l'appareil en vol, c'est-à-dire appliqué à la propulsion d'un planeur.

Quel sera son rendement pratique ?

La restriction que nous venons de signaler immédiatement ci-dessus nous laisse prévoir *qu'il serait vain de vouloir accroître la température de combustion* : la meilleure température serait, d'après les travaux de M. Leduc, 300° C. (Songez que les moteurs à combustion interne ou à explosions travaillent à une température initiale supérieure à 800°). Ceci posé, le rendement « thermique » de la machine apparaît comme proportionnel à la chute de température entre les 300° C de la flamme centrale et la température des gaz d'échappement : ceux-ci sortiront à 250° C. *C'est une chute de température bien faible*, incomparablement plus faible que celle réalisée par un Diesel. Donc, en valeur absolue (1), le rendement thermique ne sera pas énorme, c'est entendu. Seulement, la chute de température traduite en *mouvement* (ce qui est ici le cas), travaille proportionnellement au carré de la vitesse $V^2$ (2). En sorte que le rendement non plus « thermique », mais « thermopropulseur » sera proportionnel à *ce carré* $V^2$. A mesure que la vitesse croît, *la machine fonctionne mieux*.

D'autre part, la *quantité de chaleur* dépensée par unité de temps est proportionnelle au débit de la masse $M$ (air et combustible) — lequel débit est proportionnel à la vitesse $V$ en vertu de l'équation, déjà invoquée, qui donne la *force propulsive* comme proportionnelle à la quantité de mouvement : $M\,V$.

On voit, par ces deux considérations, que la *puissance utile* de la machine croissant d'un côté comme le carré de la vitesse $V^2$ et, de l'autre, comme cette vitesse $V$ est, finalement, proportionnelle à : $V^2 \times V$, c'est-à-dire à $V^3$, *au cube de la vitesse*.

C'est là précisément la condition théorique idéale exigée d'un moteur d'aviation, *puisque, nous l'avons dit dès le début, les résistances aérodynamiques de l'avion qu'il s'agit de vaincre sont, elles aussi, proportionnelles au cube de la vitesse*.

Pour une vitesse de 300 m/s, le rendement thermopropulsif de la tuyère Leduc ressort à 11,2 % — c'est-à-dire un peu moins que le rendement propulsif des moteurs à hélice que nous avons déjà trouvé plafonner aux environs de 15 %.

Mais le poids de la tuyère propulsive « est

(1) D'après le principe de Carnot, qui veut que le rendement d'une machine soit proportionnel à la *chute de température* mise en œuvre par l'engin.

(2) Ceci est la conséquence des formules de la théorie cinétique des gaz qui assimilent la température à la force vive $1/2\ mV^2$ de leurs molécules en mouvement.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si faible, écrit M. Villey, que non seulement il permet la construction d'avions susceptibles de *voler à de telles vitesses*, mais qu'il permet aussi d'y prévoir des charges de combustible capables d'assurer des *rayons d'action très considérables.* » Et voilà l'immense supériorité de la tuyère sur le Diesel lui-même.

Dans un projet d'avion postal ainsi propulsé, que M. Leduc a étudié en vue de préciser les possibilités de ce système, la tuyère est prévue avec un diamètre d'entrée de 60 cm et un poids de 375 kg ; or cette tuyère donnerait, à 300 m/s, près du sol, une puissance utile de 10 000 ch.

Mille kilomètres à l'heure, en vol commercial, tel est le but qu'assigne M. Leduc aux futurs appareils à thermopropulsion.

## Le vol en altitude

Mais il y a plus.

L'accroissement de la puissance en fonction du cube de la vitesse reste vrai, *quelle que soit la densité de l'air.* Elle est donc valable aux plus hautes altitudes.

Mais les hautes altitudes atténuent la résistance aérodynamique de l'avion.

Donc, volant à 25 000 m, l'avion thermopropulsif volera mieux qu'à basse altitude, donc plus vite, donc avec une puissance utile sans cesse croissante, — avec toujours 300° C comme température de la machine.

On peut donc voler par ce moyen dans un air aussi raréfié que l'on voudra, *contrairement à ce qui se passe pour les moteurs ordinaires* dont les compresseurs deviennent un boulet de plus en plus lourd à mesure qu'il faut voler plus haut.

Dans ces conditions, au lieu d'assimiler la tuyère à un moteur, on peut, remarque M. Villey, « assimiler ses surfaces internes à des *surfaces aérodynamiques* qui, grâce à des apports de chaleur convenablement localisés », ne présenteraient plus que des traînées négatives.

L'ensemble « planeur et tuyère » constitue dès lors un avion complexe dont la traînée résistance à l'avancement) se trouve transformée en « poussée ».

## Le lancement des futurs avions à tuyères thermopropulsives

Actuellement, pour les premiers essais de la tuyère simplement attelée à un planeur, on envisage le lancement par catapulte. On pourrait également imaginer le lancement par chute libre à partir d'un aérostat portant l'appareil en altitude.

Les variations d'incidence influençant évidemment le fonctionnement de la tuyère, de telles manœuvres posent des problèmes encore en suspens : il est évident que la tuyère doit être orientée constamment dans le sens de la translation.

## L'avenir immédiat et lointain des tuyères thermopropulsives

Les expériences effectuées par M. Leduc, sur maquette au vingtième, dans une soufflerie spéciale, ont confirmé les théories dont nous venons de montrer la fécondité. Mais tout laisse prévoir que, réalisée en vraie grandeur, ladite tuyère verra disparaître certaines difficultés qui pèsent sur l'embryon-maquette. La combustion, notamment, sera plus aisée en vraie grandeur, alors qu'elle donne des difficultés dans la maquette.

M. Leduc estime que, d'ici peu de temps, il lui sera possible de construire, sur les données que nous venons de passer en revue, un avion d'un poids total de 2 500 kg, que sa tuyère, avec une « surpuissance » d'envol de *20 000 ch*, emportera en dix minutes à 25 km d'altitude, dans un air raréfié aux cinq centièmes de la pression normale.

La cabine étanche placée dans le *divergent* d'entrée (n'oublions pas que la tuyère Leduc est destinée à s'amalgamer avec la cellule porteuse elle-même), cette cabine étanche jouira, là, dans ce vestibule, *de la chaleur de compression apportée par l'air entrant.* Avantage nullement négligeable pour des passagers navigant dans la stratosphère.

L'alimentation en oxygène pourrait se faire par régénération artificielle, comme celle qu'utilisa le professeur Piccard dans sa boule. Comme l'avion franchirait l'Atlantique en six heures, cette privation de « grand air » serait supportable. Rappelons d'ailleurs qu'il s'agit, avant tout, d'avions-courriers, non de mastodontes équipés avec tout le confort.

Et quelle sécurité ! Aucun panne à redouter, ni de graissage, ni d'entretien... Aucun mécanisme délicat... Cinquante jets de brûleurs ne peuvent s'engorger tous ensemble.

Le prix ? Alors qu'un moteur actuel *de série* coûte 250 fr le cheval brut, la tuyère de l'avion 2 tonnes Leduc ne coûterait que 1 million en prototype ; 10 000 ch à ce prix, c'est pour rien.

En série, 120 000 fr, soit environ 12 fr le cheval...

Trois cents mètres par seconde, dira-t-on, cela frise la vitesse du son (340 m/s environ), et l'on nous a dit que cette vitesse est infranchissable par les profils aérodyna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miques tels que nous les réalisons actuellement et qui ne conv ennent que pour des vitesses notablement inférieures.

Notons d'abord, avec M. Villey, que les *lois d'accroissement de la puissance et du rendement* de la tuyère thermopropulsive *demeurent valable aux vitesses hypersoniques (1)*, à la condition de renverser le sens de la « convergence et de la divergence » de ses extrémités.

Aux vitesses supérieures à la vitesse du son, l'entrée d'air devrait se faire par un « convergent » (entonnoir) et la sortie par un « divergent » (en trompe évasée).

Ces renversements du « gradient » des sections de la tuyère n'est pas impossible à concevoir par le déplacement, à son intérieur, de corps convenablement profilés. Or, nous venons de voir que, déjà, l'on imagine de placer dans sa partie avant la cabine des passagers.

D'autre part, une fois la tuyère intégrée aux surfaces aérodynamiques porteuses, qui sait si, précisément, cette circonstance ne permettra pas de présenter à l'air les profils aigus (en lame de rasoir) dont les théoriciens font prévoir la nécessité pour les vitesses hypersoniques?

C'est peut-être la tuyère qui permettra de franchir le seuil fatidique de la vitesse du son, auquel viennent se buter les profils d'ailes actuels. Au demeurant, les prévisions pessimistes ont toujours été démenties. En 1902, quand on mit en route les premières turbines à vapeur, on fit observer que les ailettes périphériques avanceraient, elles aussi, à des vitesses hypersoniques et qu'il en résulterait des « impossibilités ». Seulement de telles ailettes volaient depuis longtemps, depuis qu'en 1885 le Suédois Laval les avait lâchées dans ses premières turbines à action.

D'ailleurs, un obstacle autrement redoutable que la théorie « hypersonique », se présente : c'est l'échauffement de l'avion sous le choc des molécules de l'atmosphère. Même à 30 000 m, cet effet thermique sera réel. A 1 800 km/h, loin de subir le froid intense de la stratosphère, la cabine des passagers devra être refroidie !...

VICTOR JOUGLA.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 213.

## LE PAQUEBOT « QUEEN MARY » EST LE PLUS PUISSANT ET LE PLUS RAPIDE DU MONDE (AOUT 1936)

En effectuant la traversée de l'est à l'ouest de l'Atlantique, d'Ambrose Light à Bishops Rock, en 3 jours 22 heures 57 mn, le paquebot anglais *Queen Mary* (1) a ravi le Ruban Bleu au transatlantique *Normandie* (2), ainsi que *La Science et la Vie* l'avait depuis longtemps laissé prévoir. La puissance du « liner » français est, en effet, inférieure de 40 000 ch à celle du « liner » britannique pour des tonnages sensiblement équivalents (*Normandie*, 79 280 tonnes contre 73 000 tonnes pour la *Queen Mary ; Normandie*, 160 000 ch contre 200 000 ch pour la *Queen Mary*).

Au cours de son voyage, la *Queen Mary* a parcouru 2 708 milles à la moyenne de 30,68 nœuds ; les 712 derniers milles ont été franchis à la moyenne remarquable de 30,96 nœuds. Ce paquebot détient maintenant les records de la meilleure *vitesse* pour la traversée d'ouest en est, et d'est en ouest, ainsi que celui du meilleur *temps* de port à port. Pendant sa traversée, au cours de la dernière semaine d'août, la vitesse moyenne de la *Queen Mary* a été de 30,68 nœuds contre 30,31 nœuds, vitesse record moyenne, réalisée par la *Normandie*. Avant la guerre, c'est le paquebot anglais *Mauretania*, qui a détenu, pendant plus de vingt ans, le record de la vitesse moyenne avec 27,04 nœuds, jusqu'en 1929, où le navire allemand *Bremen* atteignit 28,51 nœuds. En 1933, le paquebot italien *Rex* réalisa la vitesse record moyenne de 28,92 nœuds. Puis ce furent la *Normandie*, en 1935, et la *Queen Mary*, en 1936. On voit ainsi que les performances les plus démonstratives des perfectionnements techniques ont été obtenues pendant une période relativement courte, de 1929 à 1935, alors que de 1908 à 1929 (soit pendant vingt et un ans), la vitesse du *Mauretania* ne fut jamais dépassée par aucun autre paquebot transatlantique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 499. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 186, page 455.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# VERS LE CHAMP DE MINES AÉRIEN ?

La Science et la Vie a présenté — au jour le jour (1) — les méthodes et procédés de combat dans la guerre aérienne. Celle-ci, en effet — de par son apparition relativement récente sur les champs de bataille de terre et de mer — est en pleine évolution ; les théories nouvelles apparaissent au fur et à mesure que les anciennes révèlent leur infériorité. Un spécialiste éminent, M. P. Mélon, vient à ce sujet d'émettre, au cours d'une étude remarquable, des idées neuves qui, en dépit de leur audacieuse originalité, méritent d'être exposées ici en toute objectivité.

Voici son point de départ : un avion de combat peut très bien ne comporter ni canons ni mitrailleuses.

## Les enseignements de la guerre sous-marine

Afin de développer cette thèse, l'auteur nous fait pénétrer dans le domaine de la lutte *anti-sous-marine*. Il nous rappelle que pour combattre un engin submersible, l'espoir de l'éperonner ou de le canonner pendant les 30 secondes (au maximum) nécessaires à sa plongée est à peu près illusoire. C'est une remarque du même ordre qui s'impose pour l'arme aérienne où, là aussi, on dispose d'un très faible espace de temps pendant lequel on peut déclencher *un tir efficace*, par suite de l'impossibilité de régler ce tir au but en un temps aussi restreint. Suivant une formule qui fait image, les marins, en 1917, réclamaient déjà, pour combattre les sous-marins, « un fusil qui écarte ». C'est là l'origine de l'emploi de la *grenade*, qui permet d'accroître le temps utile de combat et de rendre *les coups tombant dans le voisinage du but aussi dangereux que les coups d'impact*. C'est ainsi qu'est née la *grenade sous-marine* proprement dite. Réglée pour détoner à diverses profondeurs, elle est par suite susceptible, en éclatant dans le voisinage d'un sous-marin, de le crever ou au moins de le désemparer (accumulateurs renversés, d'où gaz asphyxiants, panne d'éclairage, moteurs électriques détériorés, etc.). Les sous-mariniers, pendant la dernière guerre, étaient terrorisés par les grenades, leurs explosions plus ou moins proches disloquant littéralement les coques (exemple de notre *Foucault* « grenadé » en Adriatique, et dont le tube de périscope avarié avait laissé suinter l'eau qui mit hors d'usage les collecteurs des moteurs)... Mais quittons ce domaine de la guerre sous-marine pour nous transporter dans celui de la lutte aérienne, moins évoluée et par suite plus lente à dégager la doctrine.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 175.

## La durée « utile » de l'attaque d'un bombardier par un chasseur ne dépasse plus une seconde et demie !

Jusqu'ici, l'armement des avions consiste toujours dans la mitrailleuse et le petit canon automatique pour l'attaque comme pour la défense. Mais aujourd'hui la vitesse de translation du *but*, comme celle du *tireur*, s'est considérablement accrue et a nui, par suite, à la précision du feu.

En 1918, un appareil de chasse marchait seulement à 200 km/h derrière un ennemi qui, à 170 km/h, cherchait à fuir ; dans ces conditions, la vitesse de rapprochement était de l'ordre de 30 m à la seconde. Si on admet qu'un tir *utile* ne pouvait commencer qu'à 200 m et devait cesser à 50 m du but, le tireur disposait donc de 5 *secondes* (environ) pour faire feu avec quelque chance de succès. Or, en 1936, un « chasseur » file à 450 km/h et le « piqué de combat » atteint 700 km/h !

Dans ces conditions, si le « bombardier » qu'il poursuit « fait » du 300, le « chasseur » se rapproche alors à la vitesse de quelque 120 m/s. Mais son adversaire ne pèse plus 500 kg comme en 1918, mais bien 2 000 kg. Ce n'est plus dès lors de 5 secondes dont il dispose pour faire feu, mais *à peine d'une seconde et demie*. Bien entendu, il s'agit ici non pas d'acrobaties spectaculaires, mais exclusivement de manœuvres de combat, à plein moteur, avec pleine charge d'essence, avec 4 mitrailleuses, etc. Dans ces conditions, un tel avion « mis en piqué » a besoin, pour se remettre en *ligne de vol*, d'une courbe immense sous peine de s'écraser irrémédiablement au sol...

Un rétablissement brutal déterminerait, par contre, la rupture des ailes ou tout au moins l'arrachement des ailerons et des gouvernes. Quant au pilote — nous l'avons vu ici même (1) — il est exposé à de graves troubles physiologiques résultant des rapides et croissantes accélérations auxquelles son organisme est soumis. « Matériel-avion » et « matériel-humain » travaillent donc au voisinage de leurs limites de résistance...

## Contre l'avion bombardier, voici l'avion grenadier

Mais revenons à la grande préoccupation des belligérants qui est de repousser — en cas de conflit — l'attaque des « bombardiers ». Pour atteindre ce but, il faut s'inspirer des mêmes principes que ceux en application sur mer : augmenter le temps utile du combat et rendre les coups tombant dans le voisinage du but aussi dangereux,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 99.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

pour l'assaillant, que les coups d'impact. Il importe, par conséquent, de mettre, comme pour les marins, le combat aérien à la portée d'un « corps de troupe volant » et non plus de le réserver à une élite forcément très limitée de spécialistes. Mais le canon comme la mitrailleuse sont, dans la grande majorité des cas, inopérants contre un appareil volant à grande altitude et à grande vitesse. C'est pour ces raisons que M. Mélon préconise un nouveau mode de combat aérien — de conception toute maritime : c'est *le champ de mines*. Il s'agit de créer, en effet, sur le passage des avions, des zones dangereuses à un moment quelconque et en un point quelconque du vol. Le moyen à employer c'est l'*avion-grenadier*. Léger et rapide, cet avion doit être capable d'emporter une charge utile d'au moins 300 kg. Il sera, par exemple, tel que le *Heinckel* en service en 1936 qui emmène 400 kg (environ) à 400 km/h (150 km/h de plus que nos bombardiers *actuels*). Dans l'avion grenadier, l'armement consisterait en véritables tubes mouilleurs de mines pouvant éjecter une quinzaine de bombes de 20 kg en chapelet pendant les 2 secondes que met cet avion grenadier à parcourir 300 m. A ce propos, notons la supériorité de la *mine* sur l'*obus* : celui-ci reçoit au départ du coup une *accélération considérable* qui nécessite une résistance non moins considérable des parois du projectile, d'où parois en acier épaisses et malheureusement charge en explosif minime.

Au contraire, pour la *mine*, — qui tombe presque sans vitesse initiale, — les parois peuvent être minces et par suite la charge explosive *beaucoup plus élevée* que dans l'obus. Ces mines libérées par l'avion grenadier seront évidemment pourvues d'un dispositif de mise à feu retardée pour les faire éclater à différentes profondeurs dans son sillage.

## Un champ de mines aérien peut-il arrêter les raids des bombardiers ?

Ceci dit, voici donc la tactique : on ne cherche plus le coup au but, mais sur la route présumée d'une escadrille adverse de bombardement, on « sème » *en avant* et *au-dessus* de cette route les mines précitées afin d'établir une sorte de *réseau* explosif au voisinage des bombardiers qui sont lourds et lents à la manœuvre. Les combattants de l'aviation savent quels sont les effets de voisinage produits par l'explosion d'un projectile puissant (mine) : notamment la vibration provoquée par les explosions détermine des avaries de moteurs, d'hélices, des ruptures d'ailes, d'ailerons, de gouvernails, de commandes.., entraînant, le plus souvent, la mise hors de combat de l'avion. Ainsi cette tactique nouvelle permettrait de transformer une manœuvre d'attaque difficile — réservée à une élite — en une manœuvre courante à la portée de tous les pilotes, manœuvre particulièrement indiquée et efficace contre ces bombardiers de nuit qui ne redoutent plus le *tir* du « chasseur » naviguant dans l'obscurité...

Cette conception neuve dans la guerre aérienne, imaginée par un Français, fut essayée d'abord en Italie (avion grenadier *Fiat C. R.-33* comportant 12 petites torpilles aériennes). Aux Etats-Unis, il y a actuellement en construction un *Boeing* grenadier. En France, des expériences se poursuivent et nous espérons, grâce à M. Mélon, en connaître prochainement les résultats. Si le champ de mines aérien peut — un jour — contribuer à nous libérer de la menace aérienne, un grand progrès aura été réalisé dans la défense du territoire.

N. D. L. R. — Tenant compte de la notoriété de l'auteur, nous avons voulu exposer, en toute objectivité, sa méthode quelque peu révolutionnaire ; elle a du reste déjà soulevé de sérieuses critiques émanant de personnalités appartenant à l'aviation comme à la marine et qui se déclarent sceptiques quant à son efficacité.

Quelques chiffres à méditer : en 1929, le nombre des contribuables possédant plus de 100 000 fr de revenus avoisinait en France 60 000, avec un revenu global d'environ 13 milliards de fr. En 1934, cette catégorie de contribuables en comprenait 31 000 seulement, avec un peu plus de 7 milliards de revenu net total. Quant aux personnes disposant d'un revenu supérieur à 1 million, leur nombre n'atteignait pas 1 000 en 1929 ; il est de 300 en 1934 ! Chose plus grave : le revenu de ces « millionnaires » est tombé de 1 700 millions de fr à 600 (soit environ le tiers). Quant à la fortune privée, elle n'a cessé également de décroître. En effet, les successions supérieures à 50 000 fr (évaluées en monnaie d'avant guerre), enregistrées par année, étaient d'un peu moins de 15 500 en 1910 ; elles n'étaient déjà plus que 8 200 en 1933.

Quant aux successions dépassant 1 million « or » (en 1914) leur nombre est tombé de 600 environ à 160. De ces quelques rapprochements, il résulte que les capitaux se sont détruits sans s'être reconstitués, parce qu'ils sont demeurés improductifs ou thésaurisés.

Or, seuls, les capitaux producteurs sont créateurs de richesse.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

**Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées modernes.**

# LE PROBLÈME MONDIAL DES CARBURANTS

L'INCESSANT développement de l'emploi des carburants a posé certains problèmes nouveaux, dont il importe d'indiquer les solutions proposées en vue d'aboutir à des résultats pratiques dans le domaine industriel. L'un des plus qualifiés pour exposer ces recherches, M. l'ingénieur au corps des Mines E. Audibert, a entrepris cette vaste tâche et vient de publier le premier fascicule (consacré à l'*essence*) de son ouvrage *Les carburants* (1), qui en comprendra deux autres réservés au *benzol*, à *l'alcool*, aux *carburants d'hydrogénation*, aux *gaz combustibles* et aux carburants que la transformation de ceux-ci peut produire. L'un des mérites de l'auteur — et non des moindres — est d'avoir apporté quelques précisions dans l'étude si complexe des carburants, combustibles susceptibles d'alimenter ceux des moteurs à combustion interne que l'on dénomme « à explosion » ou mieux « à carburation ». Les trois chapitres traitent des *propriétés de l'essence* (invariants des hydrocarbures constitutifs, volatilité, aptitude au cognement, stabilité chimique, impuretés sulfurées), des *matières premières de la fabrication de l'essence* (pétrole, gaz naturels), de la *fabrication* proprement dite (fractionnement du pétrole ; essence de gaz ; procédés de cracking (2), coking, flashing, reforming, système Knowles, etc. ; raffinage).

## De la technique de la fabrication et de l'emploi des carburants en pleine évolution

L'examen de ces questions techniques permet de dégager quelques idées générales, à savoir : c'est, d'une part, par voie empirique qu'ont été établies les principales règles relatives à la volatilité, à l'indice d'octane (1), à la stabilité chimique, aux méthodes de cracking du pétrole et de reforming (2) de l'essence. D'autre part, c'est par la collaboration entre raffineurs, constructeurs de moteurs, négociants en automobiles, qu'on a réussi, aux Etats-Unis, à analyser (par voie empirique), un phénomène aussi complexe que celui de la technique de la fabrication et de l'emploi de l'essence dont l'évolution a été si rapide que l'on en est encore à résoudre de nombreux problèmes en suspens.

Quelques chiffres suffisent, en effet, à mettre en évidence la rapidité déconcertante de cette évolution : depuis 1930, la production mondiale du pétrole *brut* atteint annuellement 200 millions, et celle de l'essence 65 millions. Il faut donc 3 tonnes de *brut* pour obtenir 1 tonne *d'essence*. En 1914, il en fallait 5 tonnes. C'est le *cracking* qui a permis d'atteindre — en si peu de temps — un si merveilleux résultat.

## Le problème des résidus de fabrication et la lutte entre le fuel oil et le charbon

Parallèlement à ce progrès, la transformation du brut — en dehors de 65 millions de tonnes d'essence — produit par an environ

(1) *Les carburants*, par E. AUDIBERT.

(2) Le « cracking » ou « craquage » est une opération qui permet d'augmenter artificiellement le rendement des pétroles bruts en essence. Elle consiste à « craquer », par l'action simultanée d'une forte pression et d'une température élevée, la chaîne moléculaire des hydrocarbures lourds, pour en séparer des fractions légères sous forme de gaz ou d'essence. On obtient en même temps des résidus plus lourds (éventuellement du coke).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 70. Le nombre d'octane caractérise les qualités antidétonantes d'un carburant. Voici à quoi il correspond dans la pratique. On réalise un mélange de deux hydrocarbures paraffiniques, l'*heptane* (très détonant) et l'*iso-octane* (particulièrement antidétonant), en proportions telles que ses propriétés antidétonantes soient comparables à celle du carburant considéré. Si le mélange contient 55 % d'iso-octane, le nombre d'octane du carburant est 55. Cette comparaison s'effectue dans un moteur spécial, le moteur C. F. R. *(Cooperative Fuel Research)* qui permet de mesurer l'intensité du cognement. Ces essais sont fort coûteux et leur résultat prête à la discussion.

(2) Le *reforming* est une opération complémentaire qui permet d'améliorer, sous l'action de la chaleur, seule ou avec des catalyseurs appropriés, la qualité des essences au point de vue pouvoir antidétonant. On obtient en effet, par pyrogénation vers 600°, des hydrocarbures *cycliques* (type benzène), dont les qualités « antiknock » sont précieuses pour la fabrication des supercarburants.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

60 millions de tonnes de résidus de distillation dont la transformation en essence — dans les conditions actuelles du marché et par les procédés de cracking connus aujourd'hui — ne serait pas rémunératrice : on les utilise dès lors comme *huile combustible*, sous le nom de *fuel oil*. On en consomme annuellement, rien que pour la navigation (chauffe au mazout), près de 14 millions de tonnes, — marines militaire et marchande, — alors que celles-ci utilisent encore quelque 7 millions de tonnes de houille.

On peut donc conclure de ces quelques chiffres qu'actuellement la marine ne peut offrir qu'un débouché de 20 millions de tonnes de mazout au maximum. Comme l'industrie du pétrole proprement dite n'utilise que 7 millions de tonnes provenant de ces résidus de distillation, on voit qu'il reste environ 35 millions de tonnes qui, bon an mal an, cherchent des consommateurs aux dépens de la houille.

Mais, de son côté, le charbon n'a pas encore dit son dernier mot : nous avons déjà vu ici même (1) les perfectionnements techniques réalisés dans son emploi pour barrer la route aux applications du fuel oil et diminuer l'écart entre le prix de la calorie *liquide* et celui de la calorie *solide*. Il apparaît donc que, sur le plan du marché mondial du pétrole, l'écoulement de cette marchandise doive s'effectuer à un prix *inférieur* à sa valeur ! Or, il ne faut pas compter sur le développement actuel des moteurs à injection (Diesel) pour améliorer la situation, car ce n'est pas du fuel oil qu'ils consomment, mais bien des produits susceptibles de servir, eux aussi, à la préparation de l'essence *(pétrole lampant, gas oil)*. Du point de vue économique, le problème se pose donc comme suit : prendre pour matière première de la fabrication de l'essence une partie au moins des *résidus* que l'industrie pétrolière vend aujourd'hui comme huile combustible (fuel oil).

Dans ce but, des recherches se poursuivent qui engendreront — un jour — de nouveaux procédés relevant du cracking pur et capables de convertir *intégralement* la matière première en *coke*, *essence*, *gaz*, sans oublier cette autre formule qui consisterait à *hydrogéner* les produits issus de la distillation du pétrole, c'est-à-dire à s'adresser à une matière première dont le cracking n'a pas encore besoin. Mais cela, c'est l'œuvre scientifique de demain.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 199.

## Pour leur ravitaillement, les trois plus grandes nations européennes dépendent de l'étranger

Passant du domaine de la production dans celui du ravitaillement, on constate qu'en Europe les trois nations les plus grosses consommatrices (Angleterre, France, Allemagne) importent — faute de gisement dans leur propre sous-sol — près de 15 millions de tonnes (statistique de 1930), dont la moitié en essence, d'où décaissements énormes grevant leur balance commerciale. Mais il faut toujours se souvenir qu'en cas de conflit armé ces importations pourraient être compromises. C'est précisément de là que sont nées les recherches de carburants pour alimenter les moteurs à carburation dans des pays dépourvus de ressources pétrolifères. Parmi ces moyens, il faut citer les procédés d'hydrogénation (1) des combustibles solides qui s'apparentent à ceux utilisés pour la transformation des résidus de distillation du pétrole.

## On ne sait rien quant à la durée des réserves pétrolifères

De tout ceci, il faut conclure que le carbone étant l'élément essentiel des carburants, les houillères constituent évidemment la source la plus importante de carbone dont nous avons besoin. Au taux actuel de la consommation (1 milliard de tonnes par an), on estime que nous avons encore du charbon pour de nombreux siècles. Par contre, les géologues américains évaluent — au train où nous allons — la durée d'épuisement du pétrole à moins d'un quart de siècle ! Si cette prévision correspond à la réalité, le problème de la transformation de la houille en combustibles liquides s'imposera à *toutes* les nations. Mais il est juste de remarquer que, s'il existe des procédés d'estimation d'un gisement houiller suffisamment sûrs, il n'en est malheureusement pas de même pour les champs pétrolifères. De plus, de nouveaux champs seront sans doute découverts, ce qui modifiera sans doute ces vues d'avenir. Quoiqu'il en soit, on peut conclure que, sur le plan *général* de notre civilisation moderne, le problème de la fabrication des carburants de remplacement n'apparaît pas encore comme urgent à résoudre. Il demeure donc, jusqu'à nouvel ordre, une préoccupation des seules *économies particulières*.

G. B.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 489.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# 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.**

## *A propos de l'ail*

De nombreux lecteurs nous ont demandé des renseignements concernant l'ail et certains produits dont on parle beaucoup aujourd'hui. Nous citerons d'abord l'*essence d'ail*, que les chimistes désignent sous le nom de sulfure d'allyle, qui, d'ailleurs, n'est pas retirée de l'ail, mais préparée par l'action de l'iodure ou du bromure d'allyle sur le sulfure de potassium. C'est un liquide jaune paille, bouillant à 140°, d'une odeur très forte et irritante rappelant plutôt celle de la moutarde. On l'a utilisé comme stimulant digestif et comme vermifuge. On l'a proposé aussi en injections hypodermiques (3 gouttes de sulfure d'allyle mélangées à 25 gouttes d'huile d'olive) contre le choléra et la tuberculose. Par contre, on extrait de l'ail un produit qui a connu une grande vogue depuis qu'on sait le préparer à peu près inodore et sans saveur (ce résultat est obtenu en traitant les bulbes broyés par des charbons absorbants et en séchant la masse dans le vide). On a vanté beaucoup ce produit pour le traitement des rhumatismes et de l'artério-sclérose. Cette question a été étudiée notamment en Allemagne, mais il est difficile de donner encore actuellement une indication précise à ce sujet.

## *Pour détruire l'ypérite, le mieux est de la brûler*

Nous avons signalé (1) que pour désinfecter un terrain ypérité on utilisait le chlorure de chaux, qui transforme le toxique en sulfoxyde et acide chlorhydrique, avec un grand dégagement de chaleur. Les projections d'ypérite sont donc à redouter et le personnel doit par suite être revêtu d'effets spéciaux. De plus, on sait que le chlorure de chaux se conserve difficilement, six mois au maximum. C'est pourquoi les procédés provoquant la volatilisation du toxique sont à recommander : eau chaude, flamme d'une lampe à souder par exemple, en tenant celle-ci au bout d'une planche afin de se soustraire à l'atmosphère toxique résultant de l'évaporation.

Mais, comme tous les corps organiques, l'ypérite peut être brûlée. Les brûleurs du type allemand « Stoltzenberg » peuvent être utilisés pour détruire l'ypérite que la combustion transforme en acide sulfurique, anhydride carbonique et acide chlorhydrique. Les Allemands auraient, paraît-il, utilisé leurs lance-flammes pour désinfecter des terrains ypérités. Cette opération est de la plus haute importance : certains terrains d'aviation n'ont-ils pas été rendus impraticables pendant plus d'une semaine à la suite d'un bombardement par bombes à ypérite ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 138.

## *Calcul et bicyclette*

On nous a demandé à plusieurs reprises comment on pouvait calculer l'effort produit sur les pédales par un cycliste, au cours de la montée d'une côte de pourcentage donné. M. Charles Faroux a donné à ce sujet d'intéressantes observations que nous résumons pour nos lecteurs. Supposons donc que le cycliste grimpe une rampe de 10% (10 cm par mètre). Sa vitesse, et c'est le cas d'un « roi de la montagne », est de 3 m/s, soit 10 km 800 à l'heure. Il s'élève donc de 30 cm par seconde. A la jante de la roue arrière (motrice), l'effort doit être de 8 kg. Pour trouver la force nécessaire sur la pédale, il suffit d'égaler le travail effectué par la force de 8 kg à celui effectué par l'effort sur la pédale pendant un tour. La longueur de la manivelle étant de 165 mm et le rayon de la roue arrière de 350 mm, le calcul est aisé en admettant une multiplication de 2,33 (cela veut dire que la roue arrière fait 2,33 tours quand le pédalier en fait un). Ce rapport correspond à un développement de 5 m 10 environ. On trouve ainsi que l'effort sur la pédale doit être de 39 kg environ.

Mais ce calcul suppose que l'efficacité de cet effort est la même sur toute la demi-circonférence parcourue alternativement par chaque pédale. Or, il n'en est rien, le cycliste appuyant verticalement et non toujours perpendiculairement à la manivelle. Dans ces conditions, l'effort maximum doit atteindre 60 à 65 kg. Il devient donc du même ordre de grandeur que le poids du cycliste et, en vertu du principe de l'action et de la réaction, celui-ci quitte sa selle. Une liaison supplémentaire entre l'homme et la machine

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

lui permettrait un effort plus grand. Ceci a été tenté autrefois. Il faut signaler encore que la conformation du cycliste (longueur de la cuisse, de la jambe, etc.), intervient pour le rendre plus ou moins apte à soutenir une cadence plus ou moins rapide, d'où l'importance du choix du développement.

## Antidétonants et supercarburants

Depuis que la préparation des carburants spéciaux (supercarburants, etc.) a pris, dans l'industrie automobile, le développement rapide que l'on sait, de nombreux lecteurs nous demandent fréquemment des renseignements techniques à leur sujet, aussi bien en ce qui concerne les produits antidétonants que la composition et l'obtention de certains mélanges spéciaux qui sont aujourd'hui concurremment employés pour l'alimentation des moteurs à explosion. Voici quelques précisions techniques répondant aux questions posées :

Le plomb tétraéthyl est obtenu en traitant un alliage de plomb et de sodium par du chlorure, du bromure ou du sulfate d'éthyle. Après réaction, on épuise le résidu par un solvant et on évapore. La composition de l'éthyl-fluide est la suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Plomb tétraéthyl ..... | 61,42 % | en poids |
| Dibromure d'éthylène ..... | 35,68 % | — |
| Colorant ..... | 0,17 % | — |

Le complément est constitué par du pétrole.

Quant au mélange éthyl-fluide-essence, il se fait par un procédé automatique, de façon à éviter les manipulations dangereuses. L'essence à éthyler, pompée dans le fond d'un réservoir, parcourt un circuit fermé sur lequel est branché un éjecteur plongeant dans des tonneaux d'éthyl-fluide, dans lesquels s'opèrent les mélanges. L'essence éthylisée retourne ensuite à la partie supérieure du réservoir.

Pour le produit dénommé « anthène », c'est un mélange de « white spirit », d'huiles minérales et d'huiles végétales. Il faut le considérer plutôt comme un superlubrifiant que comme un économiseur, et il n'a pas d'action sensible sur le nombre d'octane (2) des carburants.

## La lumière « solaire » artificielle

Partout où l'on doit travailler sur des couleurs, il est indispensable de disposer d'un éclairage donnant une lumière se rapprochant le plus possible de celle du Soleil. La lampe à incandescence ordinaire produisant un excès de rayons rouges, on les arrête généralement avec un verre bleu, aux dépens forcément du rendement puisqu'on absorbe une certaine quantité de lumière. La découverte des lampes à décharge dans un gaz a permis de résoudre autrement le problème. Ainsi, la lumière obtenue par la décharge électrique dans de la vapeur de mercure manque précisément de rayons rouges ; son spectre présente une double raie jaune, une raie verte, une bleue et deux violettes. A l'encontre de celui des corps incandescents, comme celui du Soleil, son spectre n'est donc pas continu. Or, si l'on compare la courbe de l'énergie de la lumière solaire selon les diverses radiations et celle d'une lampe à incandescence au tungstène, on constate que celle-ci convient parfaitement pour compenser le manque de rayons rouges de la lumière naturelle de la lampe au mercure.

Par conséquent, par une méthode additive, on peut obtenir la lumière solaire en combinant la lumière au mercure et celle du tungstène incandescent. Ainsi une lampe au mercure consommant 250 W donne 9 500 lumens, et une lampe à incandescence de 300 W fournit 4 600 lumens. Ensemble, les deux lampes donneront 14 100 lumens pour 550 W, soit une efficacité lumineuse de 25 lumens par watt (1). Des appareils à lumière mixte sont actuellement mis au point. Signalons, par exemple, que la nouvelle usine de la « General Motors », à Biel (Suisse), couvrant 8 500 m², est éclairée au moyen de 232 de ces appareils utilisés pour l'éclairage général et certains éclairages locaux (tours). Le rendement de la main-d'œuvre en serait accru. Ajoutons que la durée de vie moyenne des lampes au mercure est de 2 000 heures environ, celle des lampes à incandescence restant de l'ordre de 1 000 heures.

Celles-ci sont donc renouvelées deux fois plus souvent que celles-là.

## En cas de conflit, peut-on compter sur la radio ?

Des événements récents nous ont montré que les nouvelles transmises par radio ne pouvaient être considérées *a priori* comme exactes. En effet, divers partis étant en lutte, certains n'ont pas hésité à utiliser les stations soumises à leur contrôle pour diffuser des informations tendancieuses en faisant croire qu'elles provenaient du parti opposé pour leur donner plus de véracité. Cette supercherie est évidemment facile à réaliser. La longueur d'onde d'une station, ou sa fréquence, étant déterminée par les caractéristiques de ses circuits (capacité, self induction), on peut, en agissant sur ces derniers, émettre exactement sur la longueur d'onde d'une autre station. Nous avons montré en détail (2) comment on peut con-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 31.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 229.

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 229, page 42, l'efficacité lumineuse des lampes à incandescence qui, pour 40 W, ne dépasse pas 12,05 lumens par watt.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 492.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trôler avec précision — et c'est ce que l'on fait au centre de Bruxelles (1) — la fréquence d'une émission. On utilise pour cela un ondemètre hétérodyne émettant une onde de fréquence connue. Par combinaison (interférence) avec l'onde reçue, on entend, dans un récepteur accordé sur l'émission à contrôler, un sifflement. En modifiant la longueur d'onde de l'hétérodyne, on peut arriver à supprimer ce sifflement. L'ondemètre est alors accordé sur l'onde reçue, et comme il est étalonné exactement, on connaît immédiatement la longueur d'onde cherchée.

Mais le changement de fréquence d'une station peut être utilisé autrement, notamment en cas de conflit. Ainsi l'ennemi émettant une onde sur une longueur voisine d'une station qu'il veut brouiller, empêchera l'audition, qui sera transformée en sifflement. La guerre des ondes sera « totale ». Pour assurer les diffusions, on pourra, par exemple, changer de longueur d'onde périodiquement, suivant des périodes inégales, connues seulement des correspondants. Ex. : 500 m de 12 h à 12 h 15 ; 700 m de 12 h 15 à 12 h 35 ; 400 m de 12 h 35 à 12 h 40, etc. On pourra aussi émettre simplement des airs connus qui permettront aux avions de se diriger grâce au radio-compas (2).

On le voit, l'utilisation de la radio en cas de conflit pose aux techniciens de délicats problèmes, qui peuvent cependant être résolus grâce à une organisation bien étudiée.

## Salaires et prix de revient

Il est hors de doute que l'augmentation des salaires résultant des dernières lois sociales aura, comme conséquence, un accroissement des prix de revient, donc des prix de vente et, par suite, du coût de la vie. Dans quelles proportions? Les efforts des statisticiens, pour répondre à cette question, n'ont pas encore abouti à de suffisantes précisions, par suite de l'extrême complexité des éléments entrant dans l'établissement d'un prix de revient. Le facteur main-d'œuvre varie, d'ailleurs, considérablement, suivant les industries. Il est évident, par exemple, que dans la production des matières premières les salaires tiennent directement une place prépondérante, tandis que les industries de transformation ont à supporter une moins grande part des salaires directs (elles supportent évidemment *indirectement* les salaires payés pour l'extraction des matières premières). Une première constatation permet d'évaluer de 5 à 75 % l'échelle des salaires directs. Ainsi, pour le charbon, on compte 74 % en Angleterre, 68 % en France, 60 % en Belgique, 56 % en Allemagne. Les mines de fer comptent 40 %, les transports 45 %, le bâtiment 40 %, l'alimentation 20 %. En tenant compte des salaires payés directement et indirectement, on peut admettre une proportion moyenne de 60 %. Une augmentation de 40 % de la main-d'œuvre entraînerait une variation du prix produit de 24 % de prix de vente. Il resterait donc à l'ouvrier une marge de 16 % comme accroissement du pouvoir d'achat.

Cependant, il ne faut pas oublier que toute hausse incite la clientèle à se restreindre sur le marché intérieur et favorise la concurrence sur le marché extérieur. De plus, la trésorerie de chacun devra être augmentée. Il est à craindre que beaucoup de petits ou de moyens industriels ne puissent suivre ce mouvement et ne soient obligés de se restreindre, ce qui risque d'accroître le chômage.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 492.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 397.

## Une charrue sous-marine pour la pose des câbles

La pose des câbles sous l'eau a reçu, en Allemagne, une ingénieuse solution sous la forme d'un appareil se déplaçant au fond de l'eau et comportant à l'avant des tuyères pouvant projeter de l'eau sous une pression de 40 à 80 kg/m. Ces jets creusent un sillon dans le fond et le câble est posé automatiquement dans la tranchée formée par cette charrue d'un nouveau genre. Un tel appareil, comportant 55 tuyères de projection recevant l'eau de deux pompes mues par des Diesel de 75 ch, a parfaitement fonctionné. On peut ainsi poser des câbles allant jusqu'à 20 cm de diamètre sur des fonds atteignant 18 m.

Nous avons déjà, à plusieurs reprises (1), montré la nécessité d'une réglementation très stricte de l'éclairage de croisement des véhicules, condition primordiale pour la sécurité de la circulation automobile pendant la nuit. Déjà avait été interdite *l'utilisation* des lampes « codes » (lampes à deux filaments et à écran intérieur) non agréées et homologuées par le ministère des Travaux Publics. Une loi récente vient de compléter ces dispositions en interdisant, en outre, la *vente* et *l'importation* de ces lampes non réglementaires. Aussi pouvons-nous espérer voir enfin appliquées, avec toute leur efficacité, les prescriptions du Code de la route pour la suppression des faisceaux de croisement éblouissants et, par suite, cause fréquente d'accidents.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 163, et n° 225, page 232.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# 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.*

## Télévision et radiophonie

Que de fois a-t-on entendu dire : « Je voudrais bien avoir un appareil de T. S. F., mais j'attends pour cela que la télévision soit au point. » Il est regrettable que, dans cette courte phrase, il y ait deux erreurs fondamentales : tout d'abord, qu'appelle-t-on « au point » ? La radio qui, maintenant encore, subit des modifications et des améliorations journalières, n'est pas à son stade définitif. Le Salon de l'Auto qui, chaque année, abrite des modèles nouveaux et des conceptions nouvelles, nous rappelle que l'automobile est également sujette à améliorations ; donc, pas au point. Dans ces conditions, que signifient ces paroles concernant la télévision ? Les faits nous montrent, au contraire, que l'on voit parfaitement de loin à condition d'avoir l'appareil nécessaire. C'est donc une technique nouvelle qui compte et a pris place parmi nous. Il n'est plus question de savoir si vraiment les appareils fonctionnent. Ce doute était permis il y a quelques années. Maintenant, la cause est entendue, et toutes les manifestations radioélectriques nous en offrent autant de démonstrations convaincantes.

La seconde erreur consiste à croire que l'appareil de T. S. F. en votre possession actuellement peut recevoir, à l'aide d'une prise spéciale, le dispositif téléviseur, *ce qui est rigoureusement faux*. Le son est une chose, la vision en est une autre. Une émission est faite d'un émetteur donné. L'image est transmise sur une onde, le son sur une seconde bien différente. Avec votre poste récepteur actuel, vous recevez le son. Si vous désirez la vision, c'est un récepteur complet et tout différent qu'il vous faut *en plus*. Ainsi vous pouvez fermer votre récepteur-son, vous continuerez de voir avec votre récepteur-images, et inversement.

Après cette mise au point qui s'imposait, disons de suite que certains récepteurs actuels permettent une vision excellente des sujets, sans aucune déformation, et sur un écran rond de 26 cm de diamètre. Cette dimension est plus que suffisante pour qu'aucun détail des mouvements n'échappe à notre œil. Ces récepteurs, qui demandent, évidemment, un travail de laboratoire assez long avant d'être mis dans les mains des auditeurs-spectateurs, n'atteignent cependant pas des prix prohibitifs comme on a tendance à le croire dans le grand public.

La manœuvre d'un téléviseur n'est pas plus compliquée que celle d'un récepteur de son. Personne aujourd'hui ne se demande s'il est facile de régler un poste de phonie. On sait que des améliorations constantes ont permis de simplifier les réglages dans des proportions insoupçonnables. Un téléviseur bien conçu offre les mêmes avantages et ne laisse aucun doute quant à la possibilité de s'en servir.

Pour résumer et employer une expression que tout le monde comprendra, disons que la télévision est désormais au point. Comme toute technique nouvelle, elle progressera avec le temps, mais, dès maintenant, l'auditeur est susceptible de voir en même temps qu'il entend (1).

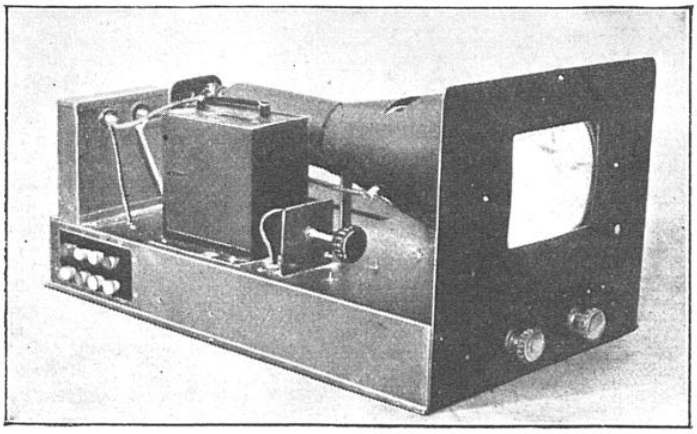


FIG. 1. — TÉLÉVISEUR A RAYONS CATHODIOUES FAISANT PARTIE DE L'ENSEMBLE DE L'APPAREIL DE TÉLÉVISION

(1) Nous signalons à nos lecteurs que l'appareil avec lequel nous avons fait des essais assez poussés est celui des Etablisssements Radio-Lyon.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

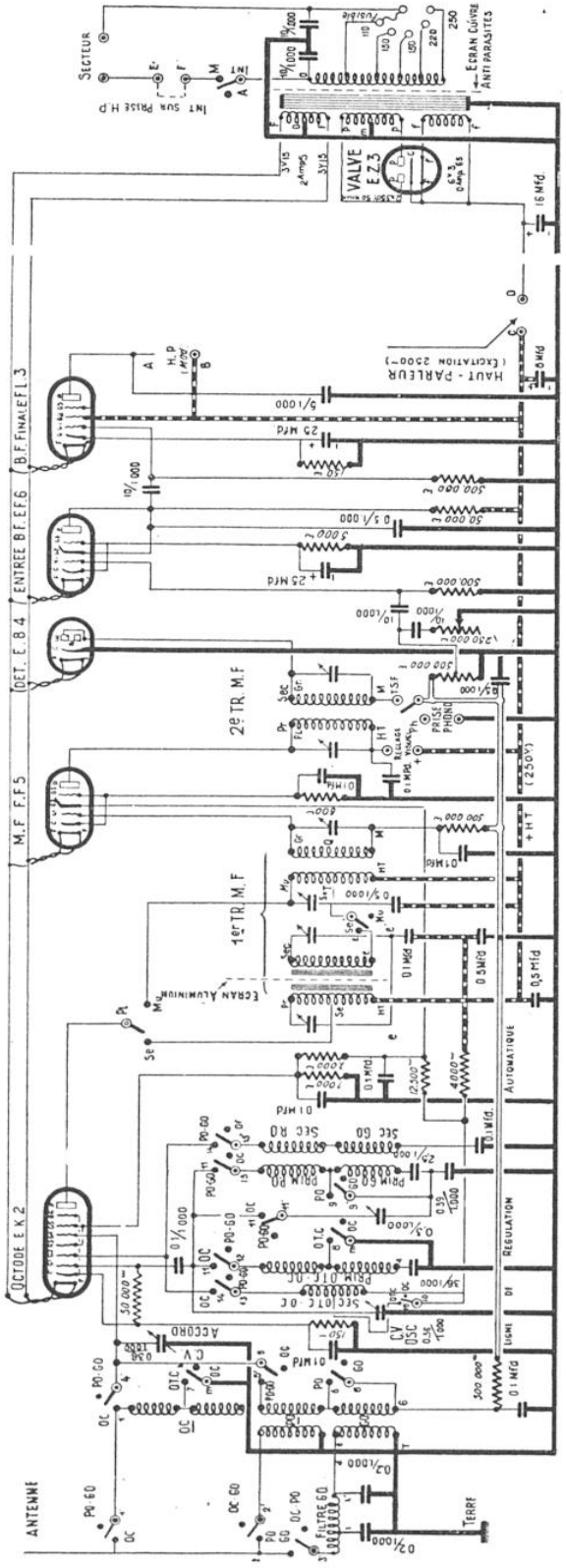



FIG. 2. — SCHÉMA DE MONTAGE DU « SUPER-EXCELSIOR 637 », MINIWATT ROUGES, A SÉLECTIVITÉ VARIABLE

## Le « Super-Excelsior 637 »

PARMI les nombreuses améliorations appliquées en radiophonie, il en est certaines qui semblent nettement supérieures à d'autres par leur efficacité. C'est ainsi que le dispositif de sélectivité variable employé sur tous les appareils de grande classe est généralement obtenu par une variation de couplage entre les enroulements d'un transformateur. Si les résultats constatés permettent de reconnaître l'efficacité du système, il n'en est pas moins vrai que l'emploi de deux transfos distincts pour un seul et même étage est infiniment supérieur.

C'est ce qui m'encourage à vous parler du *Super-Excelsior 637*, récepteur tout à fait moderne et muni des perfectionnements de la dernière heure.

C'est un changeur de fréquence toutes ondes utilisant les lampes européennes rouges de la dernière série. Une des nouveautés réside dans l'emploi de deux transformateurs MF entre l'oscillatrice-octode et la lampe moyenne fréquence qui suit. La particularité du système réside dans le fait qu'une manette permet d'utiliser soit un premier transformateur à prise médiane et circuit magnétique, conçu en vue d'une sélectivité particulièrement poussée, soit un autre accessoire de liaison agissant aussi en premier transfo MF, mais étudié en vue d'une excellente musicalité, au détriment de la sélectivité. Cette manière de faire présente un gros avantage sur le système courant qui dérègle toujours un peu la MF.

En insistant sur ce dispositif particulier de sélectivité variable, j'ai voulu souligner une manière fort intéressante d'utiliser un dispositif à la mode... et très utile. D'autres particularités font de cet ensemble un récepteur tout à fait digne d'intérêt. C'est ainsi que le retrait du haut-parleur coupe automatiquement le courant, en isolant le poste du secteur. En procédant ainsi, on assure l'auditeur contre un claquage certain des condensateurs de filtre dès que le haut-parleur est retiré pour une cause ou une autre.

La valve redresseuse est à chauffage indirect, ce qui permet un redressement du courant plus rigoureux encore.

Enfin, on retrouve dans cet ensemble tous les avantages auxquels sont habitués les sans-filistes qui, désormais, ne pourraient plus s'en passer : le réglage visuel complétant, ainsi qu'il est d'usage, la régulation automatique ou antifading ; la prise pour phonographe, qui permet d'utiliser l'appareil comme un amplificateur BF.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, une double gamme d'ondes courtes permet de balayer intégralement les bandes de fréquences sur lesquelles travaillent avec régularité de nombreux émetteurs aux programmes variés.

Nos lecteurs peuvent nous demander le plan de réalisation de ce montage, en grandeur naturelle. Nous le leur adresserons gracieusement.

## Le réglage et la mise au point d'un super

EXÉCUTER un montage n'est pas un travail particulièrement difficile pour ceux qui ont l'habitude des travaux de patience et de méthode. Cependant, depuis que la manœuvre des 2 ou 3 condensateurs variables se fait par un axe unique, une petite difficulté s'est révélée : il faut régler l'ajustable disposé sur chaque condensateur variable.

A tous les amateurs ou même les professionnels qui ne disposent pas d'appareils de réglage (ondemètre, hétérodyne, etc.), je conseillerai toujours de prendre des transformateurs MF réglés d'avance par le constructeur. Même manière de voir pour les enroulements oscillateurs qui utilisent des ajustables. Dans de telles conditions, le sans-filiste ne se trouvera plus, en fin de compte, que devant un unique et seul réglage.

Prenons le cas d'un super avec condensateurs variables de haute fréquence, d'accord, d'hétérodyne.

On visse à fond les 3 ajustables et on les desserre d'un demi-tour environ. Très grossièrement, on peut dire que chaque CV se trouve alors sur le même réglage.

On recherchera alors une audition vers le début du cadran, puis on essaiera d'en obtenir le maximum par une manœuvre séparée des ajustables. S'accorder ensuite sur une station émettrice vers 450 m (vers la fin du cadran). On recherche à nouveau un maximum en agissant sur les seules ajustables des variables d'accord et de HF.

S'il fallait dévisser les ajustables des variables accord et HF pour obtenir un maximum, c'est que l'ajustable d'enroulement oscillateur PO est trop faible.

On recommence ces mises au point jusqu'à ce qu'il soit possible de balayer tout le cadran, en obtenant un maximum d'audition pour une même position des vis d'ajustables.

GÉO MOUSSERON.

**SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de « La Science et la Vie ». Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.**

Dans une récente étude sur la « grande contradiction de notre temps », M. Ludovic Naudeau s'est demandé, comme tant d'autres, si l'extension du machinisme n'est pas l'une des principales causes du « malaise » contemporain. Le marxisme, a-t-il ajouté, c'est essentiellement un *commentaire* des progrès de ce machinisme dans l'usine : la cause ultime d'une « crise » se ramène toujours à la misère des masses, due à la limitation de leur pouvoir de consommation et à la tendance inéluctable de la production capitaliste à accroître ses forces productives. C'est ce qui a permis à certain sociologue de prévoir que, dans un quart de siècle, le nombre des chômeurs dépassera le tiers de la population des nations occidentales ! Nous avons rappelé ici même que l'*énergie hydroélectrique* du Niagara est équivalente à l'*énergie musculaire* de 9 millions d'hommes travaillant 8 heures par jour. Les Américains ont calculé qu'un mineur extrayait par an 20 000 tonnes, au lieu de 800, il y a cinquante ans ; un ouvrier dans la fabrication des pneumatiques a vu sa production s'accroître de plus de 160 %; il faut moins de temps pour fabriquer, en 1936, 9 000 lampes électriques que pour en établir une en 1914, etc., etc. Jadis les grandes souffrances de l'humanité étaient causées par la disette ; aujourd'hui, c'est la surabondance qui a contribué au désordre économique. Mais la théorie du *bénéfice* exige que le *producteur* puisse conserver aux *produits* un caractère suffisant de *rareté* qui assure sa *rémunération* ; dès lors, le « besoin humain » n'existe qu'autant qu'il est « solvable ». Cette constatation a conduit aux différentes formules d'économie dirigée — actuellement en expérience dans le monde — en s'inspirant des doctrines qui s'efforcent d'établir les relations entre le patronat et le salariat. Mais ce n'est là qu'une étape de la métamorphose sociale à laquelle nous assistons depuis la suractivité croissante de notre civilisation « mécanologique » (1).

(1) Voir, à propos du machinisme dans l'économie moderne, la conception de Ford exposée dans le numéro de *La Science et la Vie* de septembre 1936, page 203.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LES ALLIAGES LÉGERS DANS L'AUTOMOBILE ET LE CYCLE

## La légèreté entraîne l'économie

Toute réduction sur le poids mort d'un véhicule se traduit non seulement par une diminution de la consommation de carburant, mais encore par un accroissement de la vitesse moyenne. Aussi, l'emploi des alliages légers se développe-t-il notamment en automobile (1) où il se justifie pour l'allégement des carrosseries des voitures de tourisme (meilleures accélérations et abaissement du centre de gravité) et des poids lourds (augmentation de la charge utile). En outre, certains organes du moteur en mouvement rapide (piston, par exemple) offrent une inertie moins considérable lorsqu'ils sont exécutés en alliages d'aluminium. Enfin, les propriétés thermiques spéciales des métaux légers permettent une amélioration du rendement thermodynamique du moteur. En particulier, l'emploi des culasses en alliages d'aluminium autorise un taux de compression plus élevé, et nous allons voir l'importance de ce point.

## Les culasses en aluminium

Le rendement d'un moteur thermique en fonction du taux de compression (2) est donné théoriquement par une formule dans laquelle le facteur qui se retranche de l'unité (rendement idéal) est inversement proportionnel à ce taux élevé à la puissance 0,3. Le rendement du moteur augmente donc avec le taux de compression. On sait qu'avec les carburants à base d'essence on est malheureusement limité dans l'accroissement du taux de compression par l'auto-allumage et la détonation.

Pour remédier à cet inconvénient, on a cherché d'une part à utiliser des carburants spéciaux (super-carburant) à nombre d'octane élevé (3), et d'autre part à éviter la formation des « points chauds ». Pour ce dernier problème, il faut évidemment s'attacher à dissiper le plus rapidement possible la chaleur qui pourrait s'accumuler en certains points de la chambre de combustion par suite d'une mauvaise répartition des calories dans le mélange gazeux.

Or, ce n'est pas seulement la conductibilité du métal qui donne un tel résultat : c'est surtout sa diffusibilité thermique. En effet, cette diffusibilité est en rapport direct avec la vitesse de propagation de la température ou encore de l'onde thermique. Proportionnelle à la conductibilité, elle est inversement proportionnelle à la chaleur spécifique du métal et à son poids spécifique. Pour la fonte, le coefficient de diffusion thermique est égal à 0,15 ; pour l'alpax, il est de 0,65.

La diffusibilité d'un alliage d'aluminium étant quatre fois plus grande que celle de la fonte, les calories seront beaucoup plus rapidement diffusées, c'est-à-dire que les points chauds auront beaucoup moins de chance de se produire avec l'alliage d'aluminium qu'avec la fonte.

Mais, en dehors de l'influence de la diffusibilité thermique pour la répartition uniforme des températures, cette propriété des alliages légers permet d'abaisser la température moyenne des fonds de culasse, par suite de la bonne évacuation des calories et par l'amélioration du facteur de convection entre la paroi et l'eau de refroidissement. Ce coefficient est fortement augmenté dans le cas de l'aluminium, car le dépôt de tartre que l'on observe est beaucoup moins important et plus pulvérulent que celui qui se forme sur la fonte.

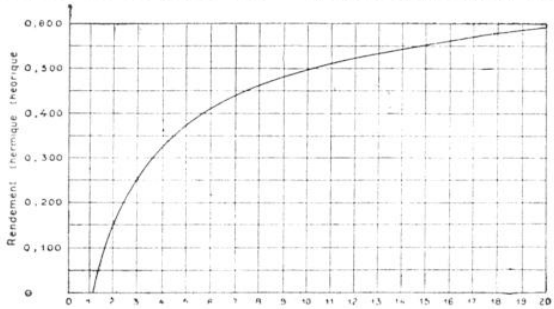



FIG. 1. — COURBE DU RENDEMENT THERMIQUE DU MOTEUR A EXPLOSION EN FONCTION DU TAUX DE COMPRESSION

Pour toutes ces raisons, on a pu porter le taux de compression de la valeur 5, généralement admise, à 6,4 avec l'essence de tourisme ordinaire et à 7,5 et même 8, avec les super-carburants ou l'essence « poids lourds ». Le rendement passe de 0,383 à 0,416 pour le premier cas, et à 0,450 pour le second.

Ainsi, pour un même nombre de calories demandées par cylindrée (c'est-à-dire pour une même consommation d'essence) et pour la même vitesse de rotation du moteur, le nombre de calories transformées en travail est plus grand. Par suite, il y a moins de calories perdues à évacuer, soit par l'eau de refroidissement, soit par les gaz brûlés. Donc, en dehors de l'accroissement du couple moteur (toujours pour un même régime du moteur) et d'une diminution de la consommation spécifique (par ch-h), la température de gaz à l'échappement et de l'eau de refroidissement est plus basse. Les sièges des soupapes d'échappement et le tuyau d'échappement sont donc moins surchauffés. Quant à l'eau de refroidissement, on aurait pu croire que la bonne conductibilité de l'aluminium diffuserait plus de calories et que, par suite, cette eau s'échaufferait davantage. En réalité, l'expérience prouve qu'on observe, au contraire, un abaissement de température de l'ordre de 10° C. La vitesse de circulation de l'eau peut donc demeurer la même avec des culasses en aluminium qu'avec des culasses en fonte.

Signalons encore l'amélioration des reprises, surtout à partir de 60 km/h, par suite du nombre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 329.

(2) Rapport entre le volume du cylindre, quand le piston est au point mort bas, et celui de la chambre d'explosion, quand le piston est au point mort haut.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 70.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

de chevaux gagnés grâce au taux de compression élevé. De plus, les parois d'une culasse en aluminium étant moins chaudes qu'avec la fonte, la combustion des huiles de graissage est moins rapide, et, par suite, le dépôt de calamine est moins important et plus finement réparti. L'encrassement des soupapes et bougies est donc moins à craindre. Il faut mentionner à ce sujet que l'aluminisation de culasses en fonte ne suffit pas. Bonne au début, elle ne tarde pas à provoquer de l'auto-allumage, car la couche d'aluminium retarde, mais n'empêche pas le dépôt de calamine.

Si nous considérons maintenant le point de vue de la construction des culasses en aluminium et celui du remplacement de la fonte par un alliage léger, deux facteurs importants sont à étudier : les efforts mis en jeu et la dilatation.

L'augmentation du taux de compression de 6 à 7, par exemple, fait passer la valeur théorique de la pression à la fin de la compression de 10,4 à 12,5 kg/cm², et celle de la pression d'explosion de 45,4 à 54,5 kg/cm². Quant à la dilatation, elle est plus grande pour les alliages d'aluminium (coefficient de 20 à 24×10-6, entre 20 et 100°) que pour la fonte grise (coefficient, 11×10-6). Si donc le carter des cylindres est en fonte, la dilatation relative de la culasse en aluminium par rapport à la fonte est égale à la différence des deux dilatations, soit au minimum 9×10-6. Si on voulait s'opposer à la dilatation de la culasse, la contrainte engendrée devrait être, pour une élévation de température de 100°, de 6,5 kg/mm², valeur évidemment élevée. En fait, on ne s'oppose pas à la dilatation de l'ordre de 1 mm pour une culasse ordinaire, et l'on prévoit un certain jeu dans la fixation.

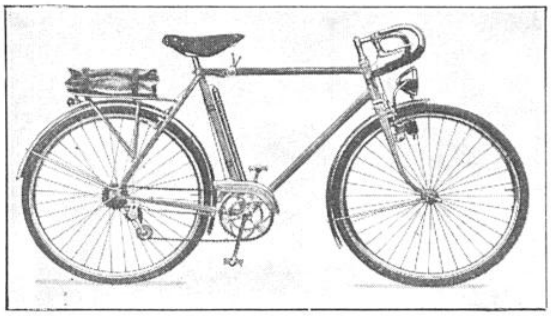


FIG. 2. — BICYCLETTE DE GRAND TOURISME «ROVAT», TYPE «CHANTELOUP» EXTRA-LÉGÈRE

Enfin, on obtient une résistance suffisante de la culasse aux pressions qu'elle a à supporter en augmentant le nombre et l'importance des nervures, sans accroître l'épaisseur des parois. La forme de la culasse et le dessin de la chambre d'explosion ont été minutieusement étudiés, de façon à éviter les variations brusques de section et le laminage des gaz à l'admission comme à l'échappement. Le laminage pourrait résulter d'une diminution de la levée des soupapes consécutive à la réduction du volume de la chambre d'explosion, provenant elle-même de l'augmentation du taux de compression. Il faut signaler notamment les travaux de MM. Darche et Serruys sur le tracé de la chambre d'explosion, afin d'améliorer encore les résultats obtenus par une simple substitution de l'aluminium à la fonte. M. Darche a vérifié, en effet, que la détonation est due à la combustion des dernières portions de gaz soumises à une très forte pression et à une très haute température. La chambre qu'il a imaginée se compose de deux chambres communiquant entre elles ; dans la première se produit le début de la combustion ; dans la seconde, bien refroidie par l'eau, brûlent les dernières portions des gaz animés, grâce au tracé de la chambre, d'un rapide mouvement de rotation. On peut d'ailleurs régler le volume de cette deuxième chambre et adapter le taux de compression au carburant utilisé. M. Serruys, utilisant la bonne conductibilité des alliages d'aluminium, a imaginé une culasse striée améliorant la transmission de chaleur par convection entre le gaz et les parois de la chambre.

Ce dispositif risquerait, avec la fonte, de provoquer la formation de points chauds sur les stries de la culasse.

Nous ne pouvons nous étendre ici sur le problème des sièges de soupapes rapportés et exécutés en bronze d'aluminium, en fonte ou en aciers spéciaux, et sur celui de la fixation des bougies.

Constatons simplement qu'il est aujourd'hui complètement résolu.

Aussi de nombreux constructeurs, tant en France qu'à l'étranger, ont-ils adopté la culasse en aluminium ; aujourd'hui, on peut d'ailleurs remplacer rapidement, sur une voiture, une culasse en fonte par une culasse en aluminium.

## Le duralumin a rénové le cycle

Les statistiques accusaient, il y a quelques années, un net fléchissement dans la vente des bicyclettes ; les grandes manifestations routières n'avaient même plus le don de passionner le public. Depuis trois ans environ, nous assistons au phénomène inverse, coïncidant précisément avec l'application du duralumin qui, tout en donnant les mêmes garanties de résistance que l'acier, a permis d'alléger notablement la bicyclette. Ainsi le passage du poids de 10 kg à 8 kg 500, puis à 7 kg 500 pour la bicyclette de course, représente un avantage considérable pour les coureurs. De même, la diminution de 16 à 13 kg, puis à 10 kg pour la bicyclette ordinaire est fort intéressante pour le touriste qui demande une machine confortable, équipée de pneus ballon, de garde-boue, de changement de vitesses, de porte-bagages, d'éclairage électrique, etc., etc.

Le duralumin trouve sa place dans la plupart des organes de la bicyclette : pour les jantes, outre l'allégement, l'emploi du duralumin réduit le moment d'inertie. On a dit que l'échauffement dû au freinage pouvait provoquer des déjantages des boyaux. Il suffit d'utiliser un ciment spécial pour assurer une adhérence parfaite. L'usinage des jantes a été minutieusement étudié et celles-ci donnent complète satisfaction.

Il faut citer encore le guidon, obtenu à partir d'un tube de duralumin de 22 à 23,5 mm, de 1,5 mm d'épaisseur ; la potence forgée ; les garde-boue (450 g. de moins qu'avec la tôle) ; le pédalier et les pédales, les freins ; les parties métalliques de la selle et les accessoires (pompe, porte-bagages, etc.).

Rappelons enfin que le polissage du duralumin donne aux pièces un aspect très élégant comparable en tous points à celui des pièces habituellement chromées ou nickelées.

De même, l'inoxydabilité de cet alliage réduit à fort peu de chose l'entretien de la bicyclette.

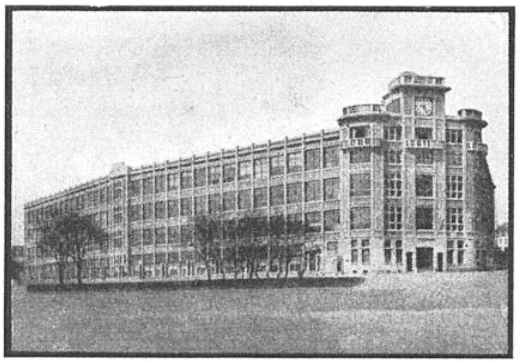
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE HORLOGÈRE

Les nombreux organismes de recherche scientifique réunis à Besançon font de cette ville pittoresque la capitale incontestée de l'industrie horlogère française.

C'est là que se trouve, en effet, l'Observatoire National Astronomique Météorologique et Chronométrique, véritable temple de la science chronométrique, muni des appareils les plus perfectionnés manipulés par une élite de spécialistes. Les services astronomiques et météorologiques constituent le cadre où se développe le service chronométrique, qui a déjà rendu les plus grands services à la fabrication horlogère bisontine.

Actuellement, l'Observatoire Chronométrique de Besançon possède un ensemble scientifique très complet qui le classe parmi les premiers du monde et justifie pleinement la réputation des chronomètres vérifiés par les savants qui le dirigent.



L'ÉCOLE NATIONALE D'HORLOGERIE ET DE MÉCANIQUE DE PRÉCISION DE BESANÇON

L'Ecole Nationale d'Horlogerie et de Mécanique de Précision (avec sections d'Electricité et de Bijouterie) constitue, d'autre part, une installation unique en Europe. Elle couvre une superficie de 16 000 m² et est pourvue d'un précieux matériel technique et d'un outillage perfectionné.

Enfin, l'Institut de Chronométrie, annexé à l'Université, forme d'excellents techniciens obtenant le titre d'ingénieur-horloger.

Toute la région bisontine est renommée pour la qualité de la main-d'œuvre spécialisée que l'on y rencontre depuis des générations : artisans, comptoirs familiaux où le travail s'exécute avec une conscience traditionnelle. Un essaim d'artistes spécialisés exécute le réglage des mouvements, la gravure et la décoration des boitiers pour obtenir des merveilles de précision et de bon goût. Ainsi se ramifie cette importante production qui fait vivre autour de Besançon près de 10 000 ouvriers et artisans.

Parmi les nombreuses firmes de ce centre mondial assurant la distribution de cette production de choix, l'une — les Etablissements Sarda — semble mériter particulièrement la faveur des amateurs de « belle horlogerie ».

Fondée à Besançon en 1893, la Maison Sarda fut, à l'origine, un modeste atelier. Quarante-trois années d'un labeur constant en ont fait les « Etablissements Sarda », puissamment organisés dans un vaste immeuble conçu et construit pour eux, doté des derniers perfectionnements scientifiques : cette firme contribue grandement à accroître la réputation des « montres de Besançon ». L'argument « ancienneté », on ne peut le contester, inspire confiance ; depuis toujours spécialisés dans la production de l'horlogerie soignée et de précision, la renommée des Etablissements Sarda est maintenant solidement assise.

Leurs chronomètres participent chaque année aux concours de l'Observatoire de Besançon (durée des épreuves : en 1re classe, 44 jours ; en 2e classe, 33 jours). Ces dernières années, ils obtenaient : en 1re classe, des Médailles d'or et d'argent, et en 2e classe, la mention du « plus grand nombre » de chronomètres présentés avec succès aux épreuves. Véritables instruments scientifiques, ils rendent d'éminents services dans les multiples domaines où l'extrême précision « dans le temps » est absolument indispensable, dans l'industrie comme dans la vie courante.

Leurs chronographes au 1/5e de seconde — indispensables pour le contrôle exact des temps et performances — sont grandement appréciés dans la vie actuelle, le plus souvent faite de vitesse, d'organisation et de rendement intensif et où la mesure exacte du temps — avec son utilisation rationnelle — est, dans de nombreux cas, un élément de prospérité. A noter que ces chronographes sont, en même temps, de bonnes montres.

Ils participent également aux Concours annuels de l'Observatoire de Besançon (durée des épreuves : en 1re classe, 50 jours ; en 2e classe, 37 jours) et l'un d'eux, en 1933, classé premier, méritait à « Sarda » la plus haute récompense pouvant être décernée, soit la *Coupe chronométrique*.

Nous sommes heureux de pouvoir signaler à nos lecteurs le bel effort de cette firme française, dans le domaine de la mécanique de précision appliquée à l'horlogerie.

*(Voir annonce page XVI.)*

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

## *INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS*

**Par V. RUBOR**

### *La musique par les ondes*

La Science et la Vie a décrit déjà des appareils de musique dont le fonctionnement est basé sur la production d'ondes électro-magnétiques de fréquence audible. Voici, dans ce domaine, un instrument de musique électronique étudié depuis plusieurs années et perfectionné récemment par son inventeur, M. Henri Péchadre.

L' « Ondium » est, en principe, un oscillateur à fréquence musicale. Il comporte une hétérodyne B. F. classique, des piles d'alimentation de longue durée (4 et 8 V seulement), des circuits de filtrage, des accessoires de réglage spéciaux, le tout contenu dans une ébénisterie plate sur laquelle les organes de jeu sont disposés en vue d'un maniement aussi facile que possible.

La variation de fréquence s'obtient par variation du flux magnétique (donc variation de self-induction), au moyen d'un noyau de fer au silicium feuilleté, coulissant dans le centre de la bobine oscillatrice. Ce noyau est solidaire de l'aiguille que dirige le musicien.

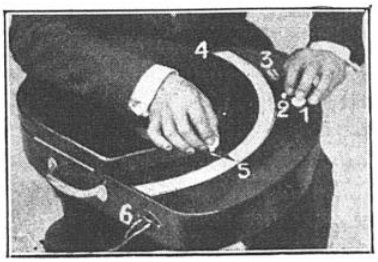
L'appareil peut s'accorder soit au diapason, soit selon le ton du piano d'accompagnement, au moyen du rhéostat de chauffage de la lampe oscillatrice.

La photographie qui accompagne cet article, donne une idée des dimensions et de la forme de l'instrument, ainsi que de la manière d'en jouer.

On y voit la main droite du musicien, guidant l'aiguille des fréquences sur un cadran de grand rayon où sont répérées les notes musicales.

On y voit la main gauche réglant, d'un doigt posé sur la « pédale », l'ampleur de la modulation transmise aux bornes de sortie de l'instrument.

On y voit enfin le cordon blindé qui conduit le courant modulé à l'amplificateur (l'amplification se faisant séparément). La prise de pick-up d'un récepteur de T.S.F. suffit pour l'audition de salon. Pour les auditions publiques, un amplificateur de grande puissance est préférable.




COMMENT ON JOUE DE L' « ONDIUM »

*La manœuvre de l'aiguille 5 permet d'obtenir les notes figurées sur le cadran.* 1, *pédale ;* 2, *bouton pour l'imitation de certains instruments ;* 3, *commutation pour les divers registres ;* 4, *rhéostat d'accord ;* 6, *vers l'amplificateur.*

Au point de vue musical, l' « Ondium » offre des possibilités étendues, grâce à la disposition qui réunit sur le même appareil trois registres différents ; par exemple :

1° Sonorité de violoncelle (du $do^1$ au $sol^4$) ;
2° Sonorité de violon (du $sol^2$ au $sol^5$) ;
3° Sonorité de flûte (deux octaves).

Une commutation spéciale et un bouton de contact permettent l'imitation de la guitare hawaïenne, de quelques instruments de cuivre, du cor, etc...

Les initiés connaissent déjà la merveilleuse pureté des sons produits par les instruments électroniques, leur vaste échelle de variation de volume et de timbre. A ces qualités fondamentales, l'« Ondium » ajoute celles d'une souplesse et d'une progressivité étonnantes.

Quelques heures d'étude suffisent pour traduire des nuances et des effets séduisants.

L'« Ondium » est, actuellement, répandu en France et à l'étranger à plusieurs dizaines d'exemplaires. C'est, dorénavant, un instrument de musique livré à l'utilisation commerciale en raison de ses qualités pratiques. Il est indéréglable, peu fragile, transportable à la main (poids : 5 kg), de fonctionnement très sûr et peu coûteux.

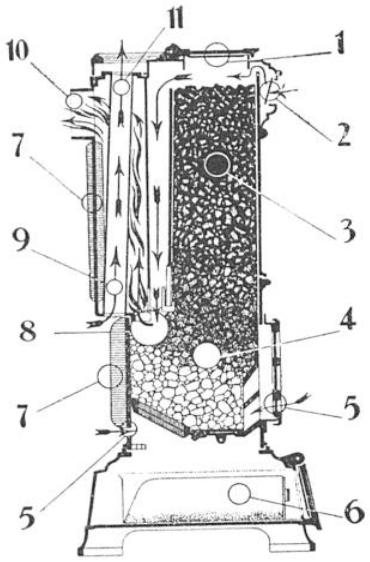
L' « Ondium », 25, rue Marsoulan, Paris (12e).

### *Il faut récupérer le maximum de calories du charbon*

La transformation par combustion d'un kilogramme de charbon en oxyde de carbone dégage 2 000 calories. La combustion complète pour donner du gaz carbonique produit 8 000 calories. Ces chiffres permettent déjà de juger de l'importance que présente, au point de vue du rendement calorifique, cette combustion complète. On sait d'ailleurs que c'est la proportion de l'air comburant (fournissant l'oxygène nécessaire) qui influe sur la transformation du charbon en oxyde de carbone ou en gaz carbonique.

Ce n'est pas tout cependant car, dans une première phase, le charbon distille et laisse échapper des hydrocarbures gazeux en partie décomposés — par conséquent mélangés à de l'hydrogène — et tous combustibles. Le rendement d'un appareil de chauffage au charbon sera donc d'autant meilleur que le nombre des calories provenant de la combustion du carbone et de celle des hydrocarbures gazeux sera plus proche du maximum. Ainsi un poêle mal conçu, d'où les gaz combustibles s'échappent et où de l'oxyde de carbone n'est pas transformé en gaz carbonique laisse inutilisé un grand nombre de calories. Il est notamment très difficile d'opérer à la main un réglage convenable de la rentrée de l'air nécessaire à la combustion.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**




COUPE DU POÊLE « CINEY »

1, *entrée du charbon ;* 2, *clapet automatique ;* 3, *zone de distillation ;* 4, *zone de combustion ;* 5, *prise d'air ;* 6, *cendrier ;* 7, *ailettes de radiation ;* 8, *chambre d'inflammation ;* 9, *manchon chauffant ;* 10, *cheminée ;* 11, *sortie d'air.*

Le schéma ci-contre représente un poêle spécialement conçu en vue de récupérer le maximum de calories. En effet, tout d'abord, le charbon emmagasiné dans l'appareil distille et brûle incomplètement, mais les gaz qui s'échappent (hydrocarbures, gaz carbonique en faible quantité, grande proportion d'oxyde de carbone) reçoivent un appoint d'air par le jeu automatique d'un clapet de ventilation situé au sommet du poêle. Ces gaz sont alors ramenés vers le bas, arrivent au contact du charbon incandescent vers l'arrière de la grille et s'enflamment. Ils brûlent complètement avant leur évacuation vers la cheminée.

En outre, pour utiliser au maximum les calories produites, la surface de chauffe est augmentée de la façon suivante : les gaz de combustion lèchent des tubes ouverts en haut et en bas. L'air frais aspiré par le bas s'échappe réchauffé au sommet et se répand dans les pièces à chauffer.

Ajoutons, enfin, qu'à un excellent rendement thermique le poêle *Ciney* joint la propriété de pouvoir brûler un combustible bon marché comme la braisette industrielle. Ainsi l'économie totale atteint environ 65 % dans ce poêle à feu continu qui se charge une fois par jour seulement pour obtenir une température régulière et agréable.

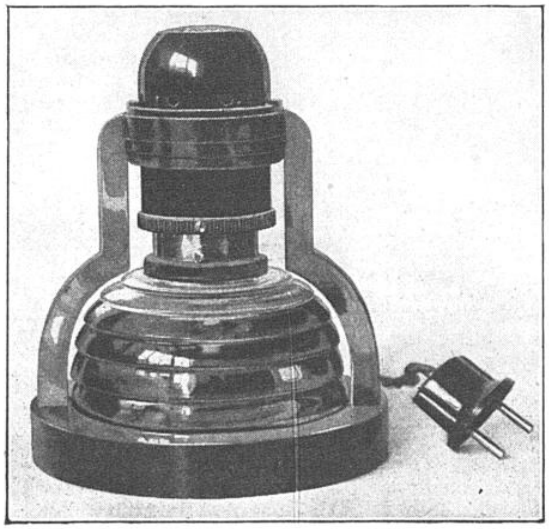
FORGES DE CINEY, à Givet (Ardennes).

## *Pour désinfecter et désodoriser nos habitations*

La lampe électroformogène, inventée par le docteur Vidal, est un appareil nouveau, pratique et économique, capable d'assurer de la manière la plus simple et la plus agréable la désodorisation et la désinfection des locaux de toutes sortes. Sa facilité d'emploi (une simple prise de courant suffit pour la mettre en marche) et son efficacité, aussi bien contre les fumées et les odeurs mauvaises que contre les miasmes pathogènes, la rendent particulièrement précieuse pour l'assainissement non seulement de nos habitations, mais aussi des locaux publics tels que : casernes, hôpitaux, hôtels, écoles, etc., soit, d'une manière générale, tous les endroits surpeuplés, enfumés ou malodorants.

L'action de la lampe électroformogène repose sur le dégagement d'aldéhyde formique (nom savant du formol) à l'état naissant, associé à de la vapeur d'eau et à un parfum qui masque l'odeur du formol. Mais ce qui la distingue profondément des autres appareils fondés comme elle sur l'emploi du formol, c'est que, d'une part, sa mise en marche n'exige pas de flamme (d'où suppression du danger d'incendie) et, d'autre part, son fonctionnement est entièrement réglable au gré de l'usager, permettant de passer d'une manière continue de la simple diffusion de vapeurs parfumées à peine formolées à une production marquée d'aldéhyde formique. Le débit de la lampe peut ainsi être proportionné exactement au cubage des locaux.

L'aldéhyde formique, ou formol, est fabriqué dans la lampe par oxydation catalytique de vapeurs d'alcool méthylique. Ce dernier, pur et parfumé, est contenu dans le réservoir en verre, d'un remplissage facile, dans lequel plonge une mèche. L'alcool méthylique monte par capillarité le long de cette mèche, et ses vapeurs sont obtenues par chauffage de la partie supérieure de la mèche. Alors qu'il était autrefois indispensable, pour la mise en marche, d'allumer cette mèche (d'où un gaspillage d'alcool méthylique), la chaleur nécessaire est fournie dans la lampe Vidal par l'électricité, grâce à une résistance électrique enroulée sur une bougie de porcelaine. La chaleur rayonnée lors du passage du courant vaporise l'alcool, qui accède ainsi au catalyseur disposé à la partie supérieure. Dans ce véritable four électrique en miniature s'effectue la réaction d'oxydation qui donne, par la combinaison de l'oxygène de l'air et de l'alcool méthylique, de la vapeur d'eau et des vapeurs d'aldéhyde formique. Alcool et air suivent, pour accéder à l'intérieur du four, des parcours variables, ce qui donne la possibilité, suivant les désirs de l'usager, de régler la marche de la réaction et d'obtenir des vapeurs plus ou moins parfumées et plus ou moins riches en formol. Ces vapeurs s'élèvent à l'intérieur d'un capuchon d'ébonite, et sortent par la partie supérieure



LA LAMPE ÉLECTROFORMOGÈNE « VIDAL »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

percée de trous. Ce capuchon peut tourner sur lui-même et porte une molette cannelée grâce à laquelle s'effectue précisément le réglage. Sur elle se trouve, à cet effet, un indice vertical en nickel chromé que l'on amène à volonté sur trois lettres gravées *A*, *P* et *F*. Dans son mouvement de rotation, l'indice part de *A* (arrêt) et peut-être placé à volonté entre *P* (production de vapeurs parfumées à peine formolées) et *F* (production d'aldéhyde formique), la teneur en formol étant d'autant plus importante que l'indice se rapproche de *F*. Ajoutons qu'une lampe témoin qui s'allume entre *P* et *F* permet de surveiller le fonctionnement de la lampe formogène.

La consommation d'alcool méthylique ne dépasse pas 2 g 25 par heure, et celle d'énergie électrique 24 watts-heure.

LAMPE FORMOGÈNE VIDAL, 34, rue Sainte-Anne, Paris (1er).

## *A l'aide de cet appareil, tout le monde peut dessiner*

LA CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE et le DESSINEUR sont deux instruments très simples et d'un maniement facile pour tous ceux, amateurs ou professionnels, qui désirent dessiner. Sans aucune étude préalable et quel que soit le sujet que l'on se propose, rien de plus simple avec l'un de ces appareils que d'obtenir des reproductions fidèles et précises, soit d'après documents, soit d'après nature, et à l'échelle que l'on désire. *Chambre Claire* et *Dessineur* sont tous deux composés essentiellement d'un prisme à réflexion totale, argenté sur sa base, et de quelques lentilles permettant de mettre au point sur le papier une image nette, quel que soit le sujet à reproduire : photographie, dessin, objet matériel ou paysage naturel.

La manière de procéder est des plus simple : il suffit, en effet, de regarder à travers le prisme et l'œil voit se projeter sur la feuille de papier horizontale l'image du sujet placé en face. Il ne reste plus qu'à en suivre fidèlement les contours et tous les détails avec son crayon sans que l'œil éprouve la moindre fatigue. Les couleurs, comme les traits, sont intégralement conservés, et il est aisé de les reproduire exactement.

Si la distance du prisme au sujet à reproduire est égale à celle du prisme au papier à dessin, le dessin obtenu est *grandeur nature*. Suivant qu'elle est plus grande ou plus petite, on obtient sans la moindre difficulté, des *réductions* ou des *agrandissements*. On conçoit quels immenses services ces appareils peuvent rendre dans tous les domaines professionnels où le dessin intervient. Grâce à eux également, les amateurs peuvent entreprendre les travaux les plus divers, même ceux qui auraient normalement dépassé leur capacité.

LA CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

La *Chambre Claire*, véritable appareil de précision, permet, en outre, de retourner une image pour obtenir sa symétrique, ce qui présente un très grand intérêt pour les graveurs ; elle permet également de redresser des photographies déformées, etc.

Quant au *Dessineur*, c'est un dérivé de la *Chambre Claire* créé spécialement pour vulgariser son emploi. Bien que d'une construction très simple, donc très économique, il possède, néanmoins, la plupart des qualités de la *Chambre Claire* et est, à juste titre, apprécié de la jeunesse.

BERVILLE, 18, rue La Fayette, Paris (9e).

V. RUBOR.

# CHEZ LES ÉDITEURS (1)

**Nouvelle Encyclopédie pratique d'Electricité.**

La librairie Quillet, la « Maison des Encyclopédies modernes », — dont nous avons présenté il y a quelques mois la *Nouvelle Encyclopédie pratique de mécanique* (2), — vient de s'enrichir d'un ouvrage conçu sur les mêmes principes et consacré à l'électricité.

Il comporte, comme les encyclopédies précédentes, deux volumes. Le premier, après une partie en quelque sorte introductive, traitant dans leur généralité des phénomènes électriques et magnétiques, passe en revue successivement : l'appareillage électrique (générateurs, moteurs, accumulateurs, transformateurs, convertisseurs, redresseurs), les méthodes modernes et les instruments de mesure, la transmission de l'énergie (canalisations souterraines et lignes aériennes), et enfin sa production industrielle dans les centrales thermiques et hydrauliques, en liaison avec les réseaux actuels d'interconnexion.

Le deuxième tome est spécialement consacré à l'utilisation de l'énergie et à sa distribution : il

(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.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 431.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traite d'un point de vue essentiellement pratique, à l'aide de très nombreux modèles détaillés démontables et planches illustrées : l'éclairage électrique, les différents systèmes de traction sur voie ferrée, le télégraphe, le téléphone et la radioélectricité, l'électrochimie et l'électrométallurgie, la soudure électrique, l'électricité médicale, la signalisation, les cellules photoélectriques et leurs applications, sans oublier les si importants emplois domestiques de l'électricité.

Précisons que cette encyclopédie nouvelle s'est imposée d'appliquer rigoureusement les règles de terminologie, d'emploi des unités et de leurs symboles, de la représentation des grandeurs physiques adoptées par des textes légaux ou proposées par des comités de normalisation. C'est là, aujourd'hui, chose indispensable en raison des découvertes et des applications nouvelles qui se succèdent sans arrêt dans le domaine de l'électricité.

Cet ouvrage, où se trouvent harmonieusement réunies la théorie et la pratique, d'où sont bannis les explications trop arides et les calculs trop rébarbatifs, intéressera tous ceux qui sont avides d'apprendre rapidement et ne peuvent se contenter de vagues notions à prétentions plus ou moins scientifiques qui illusionnent le lecteur.

Enseigner vite et bien, tel est le but que s'est proposé M. Quillet et qu'il atteindra avec ces deux volumes, comme il l'a fait avec ses encyclopédies précédentes. G. B.

**Nauticus 1936**, *du capitaine de frégate e. r. Scheibe*, Mittler und Sohn éditeurs, Berlin.

Après une interruption de sept années, le *Nauticus* vient de reparaître. L'édition de 1936 comprend cinq parties : la première consacrée à l'aspect politique de la question navale ; la deuxième renferme trois études relatives à la technique des constructions navales, à l'artillerie et à la torpille, à l'aviation maritime, envisagée au point de vue de la conduite de la guerre sur mer ; la troisième partie traite de la marine de commerce ; la quatrième partie est réservée à l'avion dans le trafic mondial et à la construction et l'exploitation par dirigeable ; enfin, la dernière envisage les perspectives de la crise économique. Souhaitons que la prochaine édition reprenne les publications des *statistiques*, si bien documentées et si appréciées avant guerre.

**Ce qu'il faut savoir en électricité**, *par P. Thirrion*, ingénieur I. E. N., licencié ès sciences (troisième livre). Prix franco : France, 19 fr 40 ; étranger, 21 fr 80.

Ouvrage élémentaire permettant de mieux comprendre les courants alternatifs monophasés, les transformateurs, les condensateurs que dans les traités qui exigent, le plus souvent, des connaissances scientifiques suffisamment approfondies.

**« Kampf gegen Panzerwagen » (La lutte contre le tank)**, *par A. V. Schell*, édité par Gerhard Stalling, à Oldenburg/Berlin (Allemagne).

Cet ouvrage d'un technicien particulièrement qualifié — l'auteur appartient à l'état-major général allemand — montre comment on peut concevoir aujourd'hui la lutte défensive contre les tanks, tant par les unités antitanks spécialisées que grâce à la coopération des autres armes.

**Le péril sous-marin**, *par l'amiral comte Jellicoe*, amiral de la Flotte. Prix franco : France, 19 fr 60 ; étranger, 22 fr 40.

Si les Anglais n'avaient pas « enrayé » la guerre sous-marine de 1914 à 1918, les Alliés n'auraient pas eu la victoire. L'amiral Jellicoe, mort récemment, est l'une des plus grandes personnalités modernes de la marine britannique ; il explique magistralement dans cet ouvrage, fort bien documenté, comment l'Amirauté a organisé la parade. Cet effort, aussi gigantesque que silencieux, mérite d'être connu de tous. Il permettra, en outre, d'envisager la lutte sous-marine dans les conditions actuelles, problème sur lequel on n'a pas dit le dernier mot.

**Misère ou prospérité paysanne ?** *par René Dumont*. Prix franco : France, 7 fr 20 ; étranger, 9 fr 20.

Voici un ouvrage original de M. Pierre Dumont, ingénieur agronome, préfacé par M. Jacques Duboin, sur la « misère ou la prospérité paysanne ». C'est tout le problème de la revalorisation des produits agricoles et l'examen critique du malthusianisme et du chômage industriels.


## 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, Rhodésia. 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.

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**

## ÉLECTRICIENS ET OUVRIERS SPECIALISTES

Vient de paraître :

**NOUVELLE**

# ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

**DEUX FORTS VOLUMES**
**Format 21×29, reliés dos cuir, plat toile, 1.4 0 pages de texte. Gravures, dessins, schémas.**

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P., avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

**SEPT MODÈLES DÉMONTABLES**
**diversement coloriés de MACHINES et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.**

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est enfin **terminée.** Elle était depuis longtemps attendue par tous les ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construction, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

### LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

### D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

y trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes électriques et leurs féeriques applications.

## TABLE DES MATIÈRES

### TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Dérangement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.** Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu.** — Propriétés générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** — Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** Statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs** Groupes et commutatrices. Génératrices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs** statiques. — **Redresseurs** à Vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à Oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à Vibreurs. — **Mesures** électriques des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de Self induction, de puissance. Transformateurs de Mesures. Etudes des courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande. — **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations. Type de Câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs, Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales.** Usines Hydrauliques Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute tension. Protection sélective.

### TOME II

**Installations** électriques dans immeubles et dépendances. — Règlements. Calcul des Canalisations. Appareillage. Outillage et Tours de main. Divers Schémas. — **Eclairage.** Etude de la Lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à Arc. Application de l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives Téléimprimeur. — **Téléphonie.** Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie.** Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie** et **Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Electricité Médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine Electrique. Production du froid. — **Horlogerie** Electrique. — **Ascenseurs** Monte-charges. — **Distribution** de l'Energie. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

## BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21 × 29) au prix de 225 francs payables aux conditions ci-après :

*a*) 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
*b*) En 3 paiements mensuels de 72 fr. 75 (3 % d'escompte) ;
*c*) En un seul paiement de 211 fr. 50 (6 % d'escompte) à la livraison.

Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

*Signature :*

*Nom et prénoms* .....
*Profession* .....
*Domicile* .....
*Ville* ..... *Dép*t .....
*Le* ..... *1936* *(Indiquer le paiement adopté)*

## BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

*Nom* .....
*Adresse* .....
.....

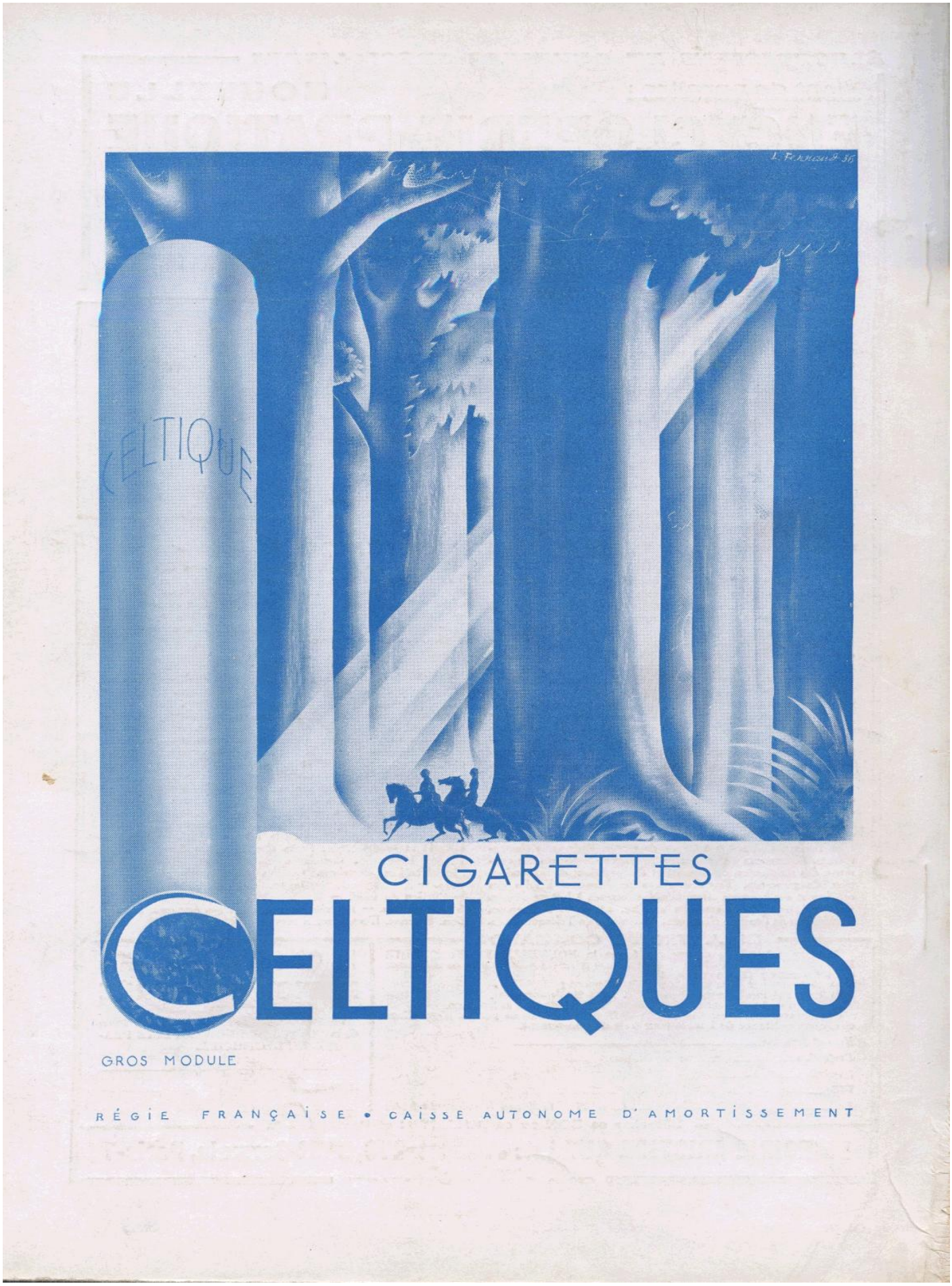
**Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la**

**LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET** S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, Bd St-Germain, Paris-7e**

**Service S. V.**

OU A SES REPRÉSENTANTS

**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**




**Droits réservés au Cnam et à ses partenaires**