

## 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](http://www.eclydre.fr)).

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

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

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

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

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

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

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible 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

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

<b>Notice du Volume</b>	
<b>Auteur(s) volume</b>	[s.n.]
<b>Titre</b>	<b>La science et la vie</b>
<b>Volume</b>	<b>Tome 60. n. 292. Décembre 1941</b>
<b>Adresse</b>	<b>Paris : La Science et la Vie, 1941</b>
<b>Collation</b>	<b>1 vol. (XII p.-p.[303]-430) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm</b>
<b>Cote</b>	<b>SCI. VIE 292</b>
<b>Sujet(s)</b>	<b>Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique</b>
<b>Thématique(s)</b>	<b>Généralités scientifiques et vulgarisation</b>
<b>Typologie</b>	<b>Revue</b>
<b>Langue</b>	<b>Français</b>
<b>Date de mise en ligne</b>	<b>10/12/2019</b>
<b>Date de génération du PDF</b>	<b>05/12/2019</b>
<b>Permalien</b>	<b><a href="http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.292">http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.292</a></b>

Décembre 1941

12 francs

# la Science et la Vie



# ECOLE SPECIALE DE T.S.F.

Normalement à  
**PARIS**

Sauf pendant la guerre  
152, Avenue de Wagram

SECTION DE L'ÉCOLE DU GENIE CIVIL

Fondée en 1917

Pendant la guerre :

**NICE**

3, Rue du Lycée

## COURS PAR CORRESPONDANCE

(Inscription à toute époque)

Les élèves des Cours par correspondance reçoivent des cours autographiés ou ouvrages imprimés et des séries de devoirs qui leur sont corrigés et retournés conformément à un emploi du temps.

### SECTION ADMINISTRATIVE

L'importance de cette section est des plus grandes, car les seuls brevets de Radiotélégraphiste délivrés par l'Etat sont les trois certificats que délivre après examen le Ministre des P. T. T. :

#### CERTIFICAT SPÉCIAL

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire.

#### CERTIFICAT DE 2<sup>e</sup> CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire supérieure ou ayant fait le lycée jusqu'à la seconde.

#### CERTIFICAT DE 1<sup>e</sup> CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant terminé la classe de première de lycée.

#### A QUOI SERVENT CES BREVETS ?

Le certificat spécial permet l'entrée dans les armes du Génie, de l'Air, de la Marine de guerre. Il permet d'être embarqué comme écouteur à bord des navires de commerce. Il peut servir aux officiers de la Marine marchande et aux navigateurs aériens.

Le certificat de 2<sup>e</sup> classe, à condition d'être titulaire du diplôme de Radio de la Marine marchande, permet de naviguer comme officier sur les navires de commerce.

Le certificat de 1<sup>e</sup> classe permet de devenir officier chef à bord des navires de commerce. Il est exigé pour se présenter à tous les concours administratifs : Aviation civile, Police, P. T. T., etc.

A noter que les concours d'opérateur et de Chef de Poste radioélectricien du Ministère de l'Air sont des plus intéressants.

#### DIPLOME DE RADIOTÉLÉGRAPHISTE DE LA MARINE MARCHANDE

Ce diplôme est délivré par le Ministre de la Marine après un examen portant sur la navigation. Ajouté au certificat de 1<sup>e</sup> ou 2<sup>e</sup> classe des P. T. T., il permet de naviguer comme officier sur les navires de commerce. Opérateur du Ministère de l'Air, Inspecteur radio de la Police.

Les candidats doivent posséder la 1<sup>e</sup> ou 2<sup>e</sup> classe P. T. T.

Envoi gratuit du programme détaillé pour chaque section.  
(Joindre un timbre pour réponse)

N. B. — Les titres délivrés par l'Ecole de T. S. F. de Paris, après examen, sont les suivants : Diplômes de monteur-dépanneur, dessinateur, contremaître ou adjoint technique, technicien ou chef de poste, sous-ingénieur ;

Certificat d'aptitude aux fonctions d'ingénieur.

Les examens peuvent être passés en zone libre.

Il est rappelé que les élèves par correspondance peuvent obtenir un diplôme d'ingénieur délivré par l'Etat en passant, s'ils réunissent certaines conditions, un examen au Conservatoire national des Arts et Métiers.

### SECTION INDUSTRIE

#### COURS DE MONTEUR-DÉPANNEUR

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie, Electricité. T. S. F. Dépannage, Construction et Montage de postes.

#### COURS D'ADJOINT TECHNIQUE OU D'OPÉRATEUR

Arithmétique. Algèbre. Géométrie. Physique. Mécanique. Electricité industrielle. T. S. F. Dessin. Dépannage, Construction et Montage de postes.

#### COURS DE RADIO-TECHNICIEN OU CHEF DE POSTE

Arithmétique. Algèbre. Géométrie. Trigonométrie. Règle à calcul. Mécanique. Résistance des matériaux. Physique. Chimie. Electricité. Moteurs thermiques. Radiotechnique théorique et appliquée. Dépannage, Construction et montage. Dessin.

#### COURS DE SOUS-INGÉNIEUR

Algèbre. Géométrie. Trigonométrie. Règle à calcul. Mécanique. Résistance des matériaux. Electricité (courant continu, courant alternatif). Unités des mesures électriques. Mesures électriques. Radioélectricité théorique et appliquée. Émission. Réception. Brouillage. Installation et ensemble. Stations transportables. Ondes dirigées, etc.

#### COURS D'INGÉNIEUR

Mathématiques supérieures. Géométrie analytique. Géométrie descriptive. Physique. Thermodynamique. Mécanique. Résistance des matériaux. Electricité (moteurs et machines). Electrotechnique. Essais des moteurs. Calcul des machines. Mesures. Construction de l'appareillage. Radioélectricité technique, théorique et appliquée. Projets.

**Pour les études de vos enfants, pour vos propres études**  
n'hésitez pas à recourir à l'enseignement par correspondance de

## L'ÉCOLE UNIVERSELLE

qui a comblé une grave lacune. Grâce à l'ÉCOLE UNIVERSELLE, en effet, tous ceux qui étaient jusqu'ici empêchés de s'instruire, parce qu'ils résident loin d'un centre ou parce que leur état de santé les retient à la maison, peuvent désormais travailler chez eux. Il en est de même de tous ceux qui sont astreints à de fréquents déplacements, ou qui ont un retard à rattraper, ou qui se trouvent dans l'impossibilité de poursuivre leurs études à un rythme normal, et aussi de ceux qui sont dans la nécessité de gagner leur vie. L'enseignement individuel de l'ÉCOLE UNIVERSELLE permet à chacun de faire chez soi, sans dérangement, dans le MINIMUM DE TEMPS, aux MOINDRES FRAIS, quel que soit le degré d'instruction de l'élève, en toute discréction s'il le désire, toutes les études qu'il juge utiles, quel que soit le but qu'il veuille atteindre.

L'enseignement de l'ÉCOLE UNIVERSELLE est merveilleusement efficace puisqu'il a permis à ses élèves de remporter dès

DIZAINES DE MILLIERS DE SUCCÈS AU BACCALAURÉAT  
et des dizaines de milliers de succès aux BREVETS, LICENCES, concours des GRANDES ÉCOLES,  
des GRANDES ADMINISTRATIONS, etc.

Pour être renseigné avec précision sur les études que vous pouvez faire, la carrière que vous pouvez aborder, découpez le bulletin ci-dessous, marquez d'une croix la brochure que vous désirez recevoir également, écrivez au bas votre nom et votre adresse, et expédiez ce bulletin, aujourd'hui même, à l'ÉCOLE UNIVERSELLE, 12 place Jules-Ferry, LYON.

**BROCHURE N° 17.933.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Certificat d'études, Bourses, Brevets, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.

**BROCHURE N° 17.937.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Examens de passage, Diplôme de fin d'études secondaires, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE N° 17.938.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats (Lettres, Sciences, Langues vivantes, Professorats pratiques), Examens professionnels, P. C. B., etc.

**BROCHURE N° 17.999.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, etc.

**BROCHURE N° 18.000.** — TOUTES LES CARRIERES ADMINISTRATIVES.

**BROCHURE N° 18.001.** — CARRIERES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Ingénieur (diplôme d'Etat), Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaitre, etc.

**BROCHURE N° 18.002.** — CARRIERES DE L'AGRICULTURE et du GÉNIE RURAL, etc.

**BROCHURE N° 18.003.** — CARRIERES DU COMMERCE (Administrateur commercial, Secrétaire, Correspondancier, Sténo-Dactylo, Représentant, Services de publicité, Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.

**BROCHURE N° 18.004.** — ORTHOGRAPHIE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESIN, ECRITURE, etc.

**BROCHURE N° 18.005.** — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Arabe, Annamite), TOURISME (Interprète), etc.

**BROCHURE N° 18.006.** — AIR, RADIO, MARINE : Pont, Machines, Commissariat, T. S. F., etc.

**BROCHURE N° 18.007.** — SECRÉTARIATS, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction, etc.).

**BROCHURE N° 18.008.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de jazz, Professorats, etc.

**BROCHURE N° 18.009.** — ARTS DU DESSIN : Dessin pratique, Anatomie artistique, Dessin de Mode, Illustration, Composition decorative, Aquarelle, Gravure, Peinture, Fusain, Pastel, Professorats, Métiers d'art, etc.

**BROCHURE N° 18.010.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE : Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse, Retoucheuse, Coupeur, Coupeuse, Modéliste, Professorats, etc.

**BROCHURE N° 18.011.** — CARRIERES FÉMININES dans toutes les branches d'activité.

A expédier gratuitement à M.....

Rue ..... N° .....

A ..... Département .....

Si vous souhaitez des renseignements ou des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre gracieux et sans engagement de votre part. Il vous suffira de nous les demander sur une feuille quelconque que vous joindrez au bulletin ci-dessus.

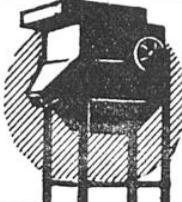
### ÉCOLE UNIVERSELLE

12 place Jules-Ferry, LYON

59 boulevard Exelmans, PARIS

*les grandes  
productions*  
**CARBOGAZ**

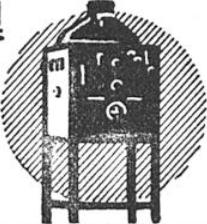
**CONCASSEUR-TRIEUR**



Licence Crotta-Champavère N° 22.741. Assure le calibrage régulier et l'élimination des fumerons. Permet le concassage, triage, dépoussiérage et mise en sacs de 400 à 800 kgs à l'heure.

**RAFFINEUR INTÉGRAL**  
**AUSTIN**

Voir Documentation page 6



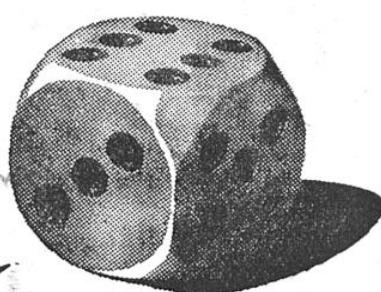
**GAZOGÈNE POLYCOMBUSTIBLE**  
Pour tracteurs agricoles, moteurs fixes, groupes marins.

**STARTER A ACETYLENE**  
Licence A.C.R.A. Permet un démarrage rapide par tous les temps.

Documentation sur demande à  
**CARBOGAZ - CENTRE**  
60, Rue de la Charité - LYON

Concessionnaires CARBOGAZ :

C'RBOGAZ-PARIS, 5, rue Jean-Jaurès Puteaux; CARBOGAZ-ALGERIE, 46, rue Sadi-Carnot, Alger; CARBOGAZ ALGERIE LETOUZEY, 6, bd. des Chasseurs, Oran; CARB GAZ T NISIE, 22, rue Lavigerie, Tunis; Ets CANINO, 4, rue de Strasbourg, Tunis; Ets AUTO-HALL, bd. de Marseille, Casablanca; Ets A.F.I.A. 8 av. Pierrre-de-Richelieu, Genève; Suis el; CAR BOGAZ-P. OVENCE, 7, quai de Rive-Neuve, Marseille; CARBOGAZ-TOULOUSE, 18, bd Carnot, Toulouse; Ets RICOU, 23, cours Jean Jaurès, Grenoble; Ets RICOU, rue Claude Martin, Chambéry; Ets DELACHENAL, 8 av. de Chambéry, Annecy; Ets PENE, 25, av. de Juillet, Limoges; Ets A.C.R.A. 1 av. du Maréchal-Pétain, Montluçon; Ets G GNEUR, route des Salines, Lons-le-Saunier; Ets DUBOIS, garagiste, Tramayes, (S.-et-L.); Ets SAPET, 105 av. Sadi-Carnot, Valence.



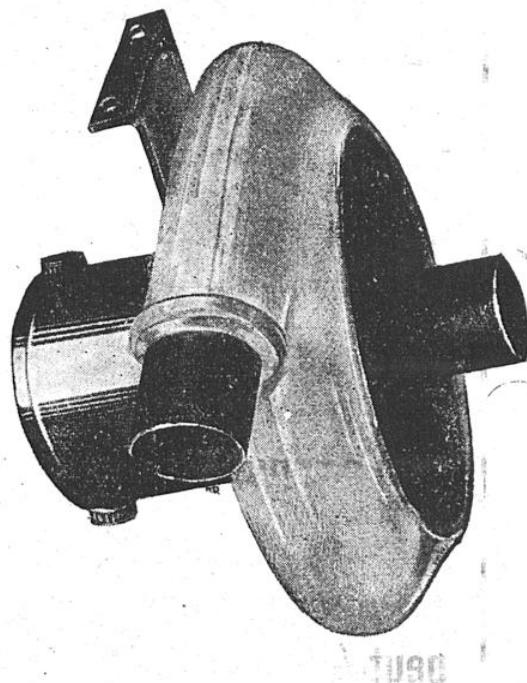
*Toujours gagnant*

You gagnerez toujours à la LOTERIE NATIONALE. Vous aurez d'abord le bénéfice d'une bonne action, puisque le produit de la LOTERIE NATIONALE est destiné au Secours National, vous aurez peut-être aussi la joie de gagner une fortune.

**LOTERIE NATIONALE**

Sans épuiser la batterie  
vous aurez un allumage rapide  
de votre gazogène avec

## ASPIROGAZ



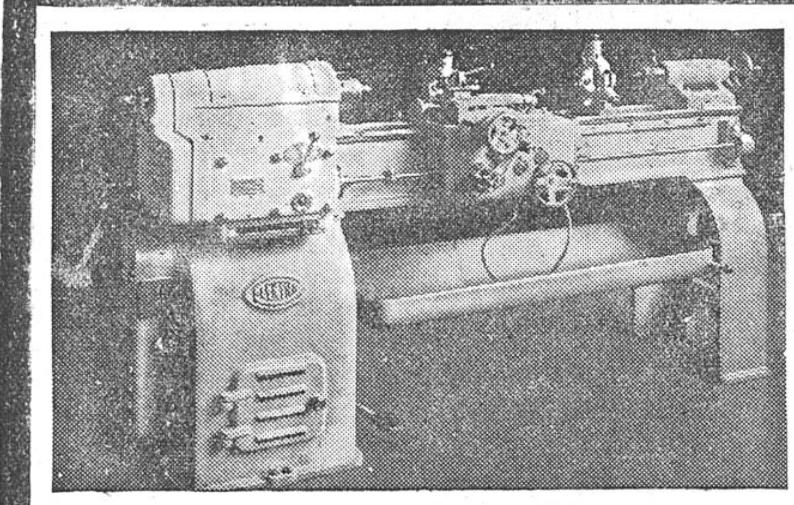
L'ASPIROGAZ MARCHAL M3  
DÉBITANT 1500-1600 LITRES-  
MINUTE SOUS UNE DIFFÉ-  
RENCE DE PRESSION DE  
150 MM D'EAU CONVIENT  
PARFAITEMENT A L'ALLUMAGE  
DE TOUS LES GAZOGÈNES. IL  
A UN RENDEMENT GLOBAL  
REMARQUABLEMENT ÉLEVÉ ET  
SA CONSOMMATION EXTRÊ-  
MEMENT RÉDUITE PERMET  
TOUJOURS L'ALIMENTATION  
DIRECTE PAR LA BATTERIE.

# MARCHAL

LES TOURS RAPIDES

ELEKTRA

16 VITÉSSES JUSQU'A 4.000 TOURS



ESTANG

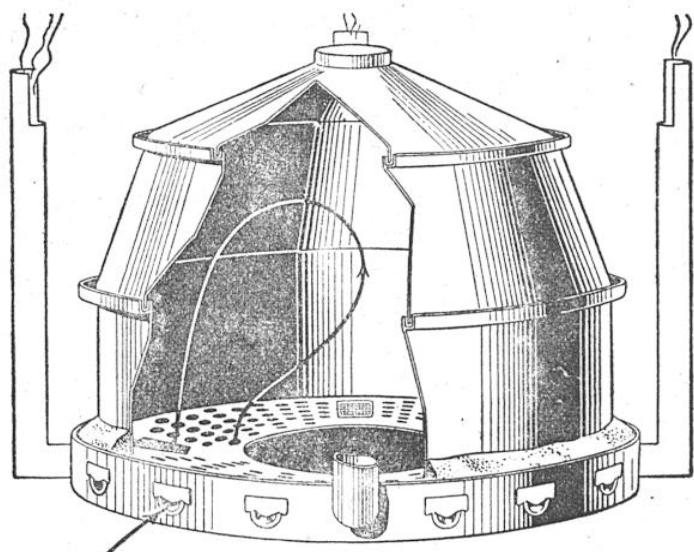
229, AV. DU PRADO, MARSEILLE

*Une production G. BONNECHAUX*

# LA SOLE "MONOBLOC 634"

POUR LA TRANSFORMATION DES FOURS « EAUX ET FORETS »

- 1° Augmente le rendement,
- 2° Supprime la surveillance,
- 3° Evite le coup de feu par la régulation d'air automatique.
- 4° Permet l'adaptation des appareils à récupération.



CONCESSIONNAIRES :

AIX (B.-du-R.). — Société AIXOISE du CARBONE CARBURANT, Pont d'Anthoine, tél. 15.36.  
 AMBERT (Puy-de-Dôme). — Etablissements ROCHER, boulevard Henri-IV, tél. 179.  
 ARLES (Bouches-du-Rhône). — FALIERE, 11 bis, boulevard Emile-Zola, tél. 5.08.  
 LIMOGES (Haute-Vienne). — CARBO-FRANCE-LIMOGE, 21, rue de la Fonderie, tél. 28.77.  
 LYON. — Etablissements RABATEL, 9, rue de la République, tél. Burdeau 63.31.  
 BÉZIERS (Hérault). — MAS, 24, rue des Docteurs-Bourguet.  
 PERPIGNAN (P.-O.). — CARBO-FRANCE-SUD, 2 bis, rue Porte-de-l'Assaut, tél. 5.66.  
 TOULOUSE. — CARBO-FRANCE-SUD-OUEST, 3, rue de la Colombette.  
 ALGÉRIE-MAROC. — Ets RABATEL, 9, rue de la République, LYON, tél. Burdeau 63.31.  
 CORSE. — DOMPIETRINI, 77, rue de la Joliette, MARSEILLE, tél. Colbert 41.83.  
 TUNISIE. — Société LE MOTEUR, 54, avenue de Carthage, TUNIS, tél. 54.39.



# CARBO-FRANCE

40 BOULEVARD CARNOT, TOULOUSE TELEPHONE 218-40

**HUILE USEE**

**les lubrifiants sont précieux**

**INDUSTRIELS, TRANSPORTEURS ET TOUS USAGERS DE LUBRIFIANTS, RÉGÉNÉREZ ET PURIFIEZ VOUS-MÊMES VOS HUILES USEES ET COMBUSTIBLES : FUELOIL, GAZOIL, ETC... GRACE AU RÉGÉNÉRATEUR INTÉGRAL AUSTIN**

équipé d'un générateur à vapeur surchauffée et d'un récupérateur par le vide, seul appareil assurant filtration sur terre activée sans acide sulfurique. ÉPURATION, CLARIFICATION DÉCOLORATION, DÉGAZOLAGE RENDEMENT 80 A 90% TRAITE 200 LITRES PAR 24 h SURVEILLANCE FACILE

En vente à : **CARBOGAZ - CENTRE**  
60, rue de la Charité LYON Tél. F. 28-41  
Et tous commissionnaires en accessoires automobiles

REGIE PRESSE

Lyon

MESTRE ET BLATGÉ : 139, Av. du Maréchal-de-Saxe - Lyon;  
RICOU : 23, Cours Jean-Jaurès - Grenoble; LAURENT : 34,  
Rue du Onze-Novembre - Saint-Étienne; VIDAL : Ingénieur,  
Rue de Pharaon - Toulouse; CARBOGAZ-TUNISIE à Tunis;  
BILLARD à Alger; AUTO-HALL à Casablanca; TOURNIER à  
Saïgon.

**"Sésame"**  
BREVETÉ S.G.D.G.

**LE PORTE-MINE AUTOMATIQUE DÉMONTABLE**

**LA PLUME INOXIDABLE**

**ALWAR**

**GROS : Les Fils de Ch. VUILLARD**  
**St-CLAUDE (Jura)**

CEYBE, publicité.

**INVENTEURS**  
Pour savoir comment protéger vos inventions et comment en tirer parti

L I S E Z

**LE MANUEL-GUIDE**  
D E  
**L'INVENTEUR**

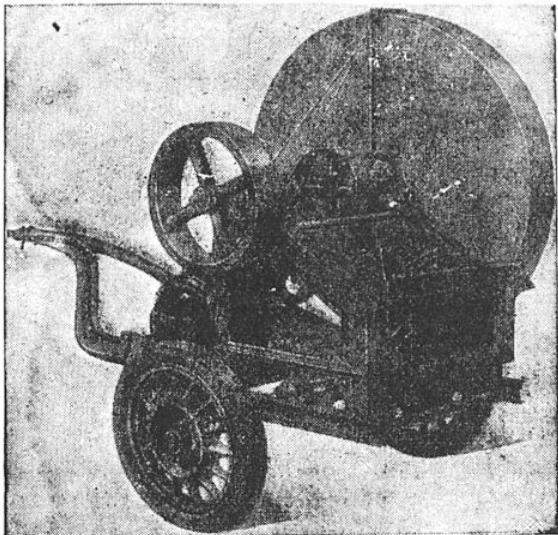
Qui vous s-ra adressé gratuitement sur demande par carte interzone à

**H. BOETTCHER Fils**  
Ingénieur-conseil pour Brevets d'invention en tous pays

Cabinet fondé en 1876

**23, rue La Boétie - PARIS (8<sup>e</sup>)**

# SUPERDÉCOUPEUSE A BOIS



PRODUITS PRÉTS POUR : CARBURANTS  
pour GAZO BOIS — CARBONISATION —  
USAGE DOMESTIQUE

valeur nulle ou presque, il est aisément d'obtenir un produit à un prix de revient dérisoire.

La SUPERDECOUPEUSE est montée sur roues à pneus pleins.

L'entraînement se fait automatiquement par 2 rouleaux superposés et tournant en sens inverse.

Le bois découpé, du fait de la vitesse de la coupe, se trouve projeté à plusieurs mètres et permet de découper plusieurs tonnes sans avoir à déblayer.

La découpe se fait par 2 lames en acier très robuste et montées sur un bras.

Munie d'un attelage combiné permettant la traction automobile et animale, elle est très facilement transportable en tous terrains.

La force nécessaire à sa bonne marche est de 5 chevaux.

Un socle est prévu pour la réception du moteur, qui peut être alimenté par un gazogène indépendant de la machine.

Cette machine figurait à l'Exposition de Marseille, du 13 au 28 Septembre, et à l'Exposition de Lyon, du 27 Septembre au 5 Octobre.

## LES CARBURANTS FORESTIERS CHAMPOENOIS

FOURNISSEURS DE LA GUERRE, DES COLONIES, DES EAUX ET FORÊTS

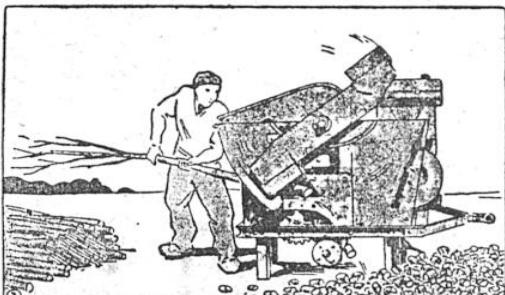
Zone occupée :

JAULGONNE (AISNE)  
Gare Varennes-Jaulgonne. - Tél. N° 18  
C. C. P. Paris 699-16  
R. C. Château-Thierry 4658



Zone non occupée :

St-GERMAIN-DES-FOSSES (ALLIER)  
Route de Billy (face gendarmerie)  
Téléph. N° 61 — R. C. Cusset 12.923  
C. C. P. Clermont-Ferrand 29-197



# UN BEAU CADEAU

Offrez à vos enfants,  
à vos amis,

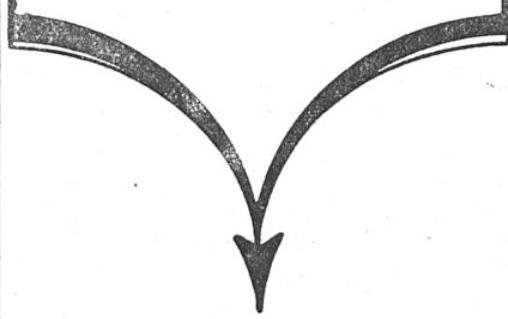
UN ABOUNEMENT A

# la Science et la Vie

UN AN : **60** Francs

C. C. Postal 184.05 Toulouse

BREVETS D'INVENTION  
MARQUES DE FABRIQUE  
DESSINS ET MODÈLES  
FRANCE ET ÉTRANGER



**J. BÉGUÉ**

13. RUE CROIX-BARAGNON. 13

TÉL. 258-99 - TOULOUSE

# AUTOCARBONE

(Brevet A. de ROMANET)

Le matériel rationnel de carbonisation

Fours continus, vase clos, produisant 1 500 kgs de charbon par 24 heures. Rendement garanti 25 kgs de charbon anhydride pour 100kgs de bois carbonisés. Possibilité de récupérer tous les sous-produits.

DÉCOUPEUSES à bois à grand travail.

CONCASSEURS TRIEURS DÉPOUSSIÉREURS donnant moins de 10 % de poussières.

Écrire : **AUTOCARBONE**  
**EYMOUTIERS** (Haute-Vienne)

*Devenez...*

**MONTEUR-DÉPANNEUR-RADIOTECHNICIEN,  
SOUS-INGÉNIEUR-RADIOTECHNICIEN,  
OPÉRATEUR - RADIOTÉLÉGRAPHISTE**

Aviation, Marine, Colonies, Administrations d'État, Industrie

En suivant les cours par correspondance d'une École spécialisée

## **ÉCOLE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE**

**Rue Maréchal-Lyautey - VICHY**

(Notices sur simple demande)



**Les Élèves effectuent des travaux pratiques à domicile**

## ***A nos lecteurs***

Le papier devient rare...

Aidez-nous à l'économiser en achetant tous les mois "**La Science et la Vie**" au même libraire, pour éviter les invendus.

Mieux, dans votre intérêt, abonnez-vous pour **60 francs par an**.

Vous réaliserez ainsi une sérieuse économie.

C. C. Postal 184.05 Toulouse

**GAZOGÈNES**  
POLYCOMBUSTIBLE

**FOURS** à CARBONISER  
CONCASSEURS      à charbon  
GRANULATEURS      de bois

S. J. & J. G. ROLLAND FRÈRES  
60, RUE BARRAULT - PARIS

SUCCURSALE  
26, RUE MALESHERBES, LYON  
TÉL. LAL 33-79

AGENTS A  
MARSEILLE, ALGER, CASABLANCA, DAKAR

CATALOGUE & PRIX SUR DEMANDE · SERV. T

Si vous avez un champ, un potager  
et une prairie

Faites vos volailles  
et vos œufs  
avec

COUVEUSES  
ÉLEVUSES, ARCHES  
ÉLECTRIQUES

**"BÉKOTO"**

Usine à METTRAY (Indre-et-Loire)  
zone occupée.

SUCCURSALE :  
43, Grande-Rue, à LOCHES  
(Indre-et-Loire) zone libre. Tél. 120

Grand catalogue conseils contre 10 francs  
ou 11 fr. 50 contre remboursement.

### Cyclistes !

L. TAJAN vous présente :

VÉLOMINE, Amortisseurs Armand  
CITROEN, Antivols JOPP et LE BLOCUS,  
Accus de poche et ménage, ACCUWAT  
et EFFEM

En vente chez tous les marchands de cycles

### LA MUTUELLE CYCLISTE

POUR VOUS GARANTIR CONTRE  
les ACCIDENTS et le VOL  
de votre bicyclette ou vélo-moteur

ASSUREURS ! DOCUMENTEZ-VOUS  
AGENTS DEMANDÉS

### LE GARAGE AUTOMATIQUE

Concessionnaires demandés

### Exclusivités L. TAJAN

13, Rue Jean-Pégot, 13 - TOULOUSE

Des Années d'Expérience...  
Des Centaines d'Équipements en circulation...

# GAZOGENES FRANCE "940"

(Brevetés en France et à l'Étranger)

HOMOLOGATION DÉFINITIVE 526

CLASSE B : CHARBON DE BOIS — CLASSE C : ANTHRACITE

# GÉNÉRATEURS D'ACÉTYLÈNE FRANCE "940"

HOMOLOGUÉS

BREVETS, PROCÉDÉS ET SYSTÈMES

## RENE IANDELLI

Constructeur Agréé par l'État N° 521

Bureau d'Études et Service Commercial:

18, Avenue de Valescure, 18

SAINT RAPHAËL (Var)

TÉLÉPHONE .. .. .. .. 4.51, 4.55

Agents dans toute la France et les Colonies

CEYBE, Publicité.



## Enseignement par correspondance

### INDUSTRIE

DESSINATEUR, TECHNICIEN,  
SOUS-INGÉNIER, INGÉNIER  
en Mécanique générale, Con-  
structions aéronautiques, Électricité,  
Radiotéchnique, Chimie industrielle,  
Bâtiment, Travaux Publics.

### ADMINISTRATIONS

Ponts et Chaussées et Génie  
rural (adjoint technique et ingénieur  
adjoint); P.T.T. (opérateurs radios,  
surnuméraires, etc.); Divers - Tous les  
concours techniques, géomètres  
compris, des diverses administra-  
tions en France et aux Colonies.

### MARINE MARCHANDE

Entrée dans les Ecoles de Navi-  
gation, Brevet d'Elève-Officier  
(Pont, Machines, T. S. F.), Bre-  
vets de Lieutenants, d'Officiers  
Mécaniciens et d'Officiers Radios.

### MARINE MILITAIRE

ÉCOLE NAVAL ET ÉCOLE DES  
ÉLÈVES INGÉNIERS MÉCA-  
NIENS.  
ÉCOLES DE MAISTRANCE, ÉCOLE  
DES ÉLÈVES OFFICIERS.

### AIR ET ARMÉE

Préparation à l'école de l'Air et  
aux écoles de sous-officiers, élèves  
officiers St-Méxent et autres, ac-  
tuellement en zone libre.

### AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens.  
Concours d'Agents techniques et  
d'Ingénieurs Adjoints Météorolo-  
gistes, Opérateurs Radioélectri-  
ciens, Chefs de Poste.

### COMMERCE - DROIT

SECRÉTAIRE, COMPTABLE ET  
DIRECTEUR, CAPACITÉ ET LICEN-  
CE EN DROIT, ÉTUDES JURIDI-  
QUES.

### AGRICULTURE

AGRICULTURE GÉNÉRALE, MÉ-  
CANIQUE ET GÉNIE AGRICOLE

### SECTION SCIENCES

Etude et développement par  
correspondance des Sciences  
mathématiques et appliquées  
depuis les cours d'initiation  
jusqu'aux cours les plus élevés.  
Arithmétique, Géométrie, Algèbre,  
Trigonométrie, Mécanique.  
Cosmographie, Géométrie des-  
criptive, Mathématiques généra-  
les, Calcul différentiel, Calcul  
intégral, Géométrie analytique,  
Physique, Chimie, Électricité, Ré-  
sistance des matériaux, Bacca-  
lauréats.

Les cours sont groupés de façon  
à permettre aux élèves d'obtenir  
des titres qui, bien que privés, ont  
la valeur consacrée par un examen  
passé sous l'autorité d'une  
école sérieuse.

Ces titres sont par ordre d'impor-  
tance : les diplômes d'initiation  
mathématique, de mathématiques  
préparatoires, de mathématiques  
appliquées, mathématiques théori-  
ques, de calcul infinitésimal et ap-  
pliqués, de mathématiques géné-  
rales et géométrie analytique,  
de mathématiques supérieures et  
appliquées.

On trouve dans ces différen-  
tes sections les éléments de  
préparation scientifique à  
tous les examens et concours  
existants.

### PROGRAMMES GRATUITS

Joindre un timbre

Inscriptions par correspondance  
à toute époque

Sur place, certains cours seulement  
ont lieu pour les sections navigation.

*E. P. Paris*

# la Science et la Vie

Tome LX - N° 292

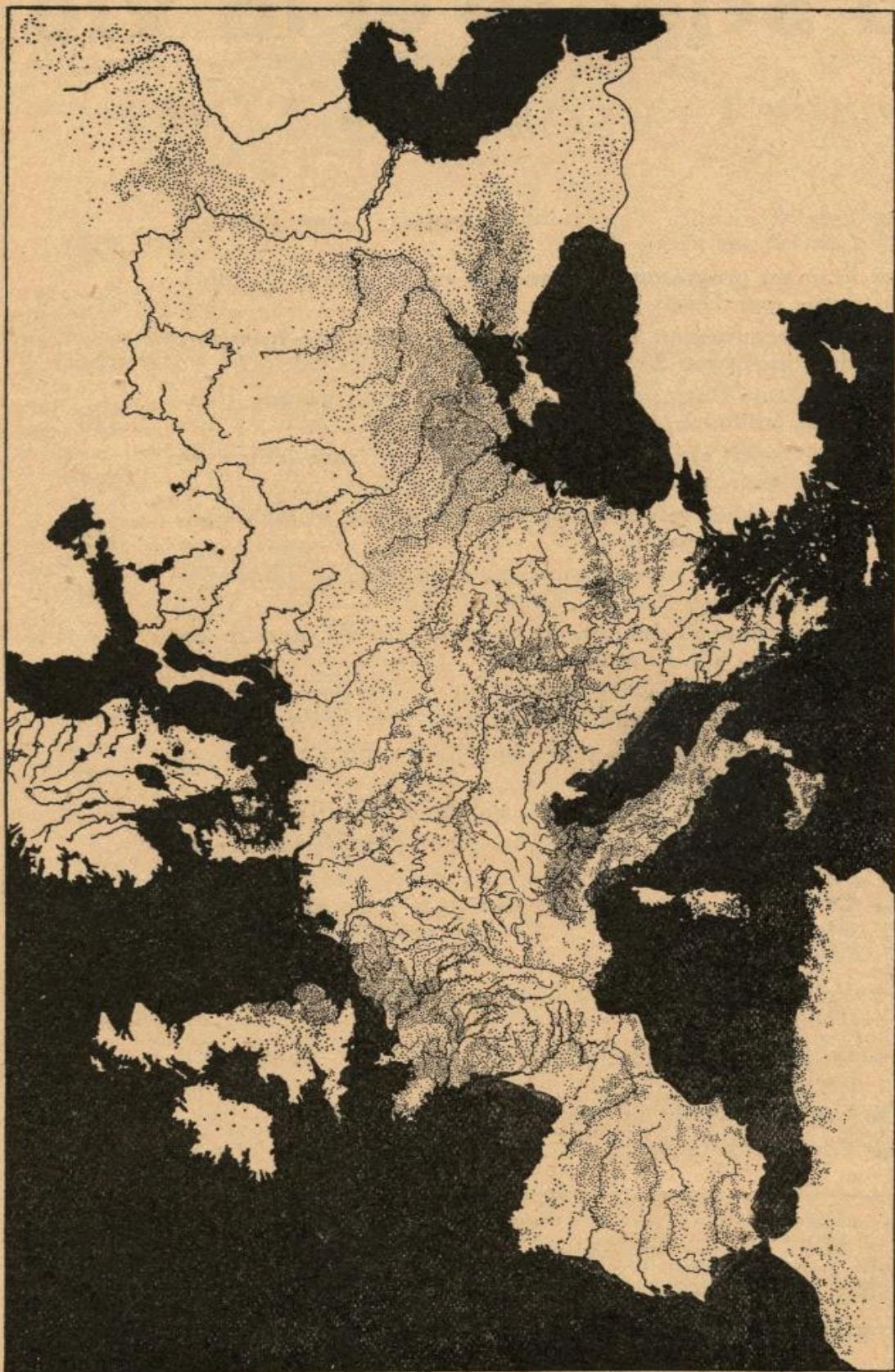
Décembre 1941

## SOMMAIRE

★ Que deviendra l'agriculture française dans l'Europe future? par Pierre Pont.....	305
★ Pour un programme national de carburants et de lubrifiants, par Henri Doyen.....	314
★ L'interconnexion européenne des réseaux de transport électrique, par Louis Barbillon.....	321
★ Les Etats-Unis pourront-ils devenir une grande puissance militaire? par François Courtin.....	329
★ Télévision et télécinéma progressent sans cesse en Amérique, par Pierre Hémardinquer.....	341
★ Les tourelles télécommandées des avions britanniques, par Pierre Armont.....	352
★ La culture du riz en Camargue et la mise en valeur des sols salés, par Lucien Thérond.....	355
★ L'assèchement des marais et le retour du chanvre en Périgord, par Edmond Blanc.....	363
★ 3 500 km à travers le désert : le Transsaharien, artère centrale de l'Empire français, par Henri François....	369
★ Le système métrique à la conquête du monde, par Jean Labadié .....	379
★ L'aviation japonaise dans le Pacifique, par P. Camblanc.	389
★ Le problème du sucre et les plantes sucrières méconnues, par Jean Francis.....	394
★ La course à la régénération par les sports vient relayer, en France, la course aux armements, par Charles Brachet .....	404
★ Vers la destruction des flottes marchandes, par Camille Rougeron .....	412
★ La guerre germano-russe (1 <sup>er</sup> octobre - 1 <sup>er</sup> novembre), par XXX .....	421
★ Les A Côté de la science, par V. Rubor.....	428
★ Chez les Editeurs.....	429

« La Science et la Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne, rédigé et illustré pour être compris de tous. Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 22, rue Lafayette, Toulouse. Chèque postal : numéro 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « La Science et la Vie », Décembre mil neuf cent quarante et un. Registre du Comm. : Seine 116.654. Abonnements : France et Colonies, un an : soixante francs; six mois : trente-deux francs.



LA RÉPARTITION DE LA CULTURE DU BLÉ EN EUROPE

Chaque point porté sur la carte correspond à la production de 100 000 boisseaux anglais, soit 27 200 quintaux de blé. On voit que les principaux greniers à blé de l'Europe sont, de l'ouest à l'est : le nord de la France, l'Italie du Nord, la Hongrie et enfin l'Ukraine.

# QUE DEVIENDRA L'AGRICULTURE FRANÇAISE DANS L'EUROPE FUTURE ?

par Pierre PONT

*L'économie agricole de la France a subi dans les derniers dix-huit mois de profonds bouleversements. La réduction des moyens de transport maritimes et terrestres, l'amenuisement des moyens d'échange internationaux, la destruction du cheptel et des moyens d'exploitation, et surtout la captivité lointaine de nombreux exploitants ou ouvriers agricoles, causes dont un certain nombre subsisteront sans doute encore longtemps, ont provoqué une crise profonde de sous-production aggravée par l'isolement où le blocus maintient le territoire métropolitain. Il est certain cependant qu'après une période de reconstitution dont on ne peut préjuger la durée, l'agriculture française sera en mesure de fournir un apport, sinon considérable, du moins appréciable à l'économie européenne. Pour cela un gros effort devra être fourni pour intensifier la production dans tous les domaines, soit en étendant les cultures (irrigations, assèchements de marais, reprise d'exploitations abandonnées, remembrement et réduction des friches), soit en augmentant les rendements (amélioration de l'équipement rural, électrification, adductions d'eau, coopératives de production et de traitement, etc.). Enfin et surtout, l'adoption de méthodes d'exploitation rationnelles doit permettre une augmentation générale de la qualité des produits agricoles, qualité qui correspond à nos climats, à nos sols, qui nous a ouvert et nous ouvrira de nouveau les marchés d'Europe.*

## La production agricole française et européenne avant la guerre de 1939

**A**VANT de tenter de dresser les grandes lignes de l'économie rurale européenne et, pour autant que cela soit possible dès maintenant, celles de l'économie rurale française, lorsque chaque nation aura quitté les armes pour la charrue, il importe de rappeler, pour l'avoir présent à l'esprit, quel concours la France a apporté à la production européenne, au cours des dernières années.

Les millions de quintaux métriques du tableau I peuvent impressionner par leur masse; mais il est préférable de s'attacher au pourcentage de la dernière colonne pour mieux apprécier la part relative de la France dans la production agricole européenne. Elle apparaît immédiatement considérable pour le vin, notable pour le froment, l'avoine et le sucre, faible pour les autres productions.

Encore faut-il remarquer que l'étendue de la France n'étant que le 1/18<sup>e</sup> de celle de l'Europe, soit 5,5 %, le pour-

centage des diverses productions de notre pays est le plus souvent supérieur, et de beaucoup, à celui de sa superficie.

D'où l'on serait tenté de conclure, en se fondant sur ce rapport de superficie, que la France, produisant en vin, blé, avoine, sucre et pommes de terre, plus que la moyenne des autres Etats européens, devait disposer d'excédents exportables sur les autres nations.

Ce serait là une conclusion tout à fait erronée. La faible production de certains Etats, en blé ou en vin, par exemple, peut tenir à de multiples causes qui n'impliquent pas forcément soit une agriculture peu évoluée, soit un besoin en ces produits. Tel Etat n'a pas de blé, mais a du seigle, et tel autre, qui n'a pas de vignes, boit de la bière et s'en accommode fort bien. Chaque Etat a des besoins et des goûts différents et tend à organiser sa production de telle sorte que celle-ci satisfasse ceux-là.

Or, la production française, loin de laisser quelques possibilités d'exportation, était, pour les denrées agricoles les plus courantes qui soient, normalement infé-

	FRANCE	EUROPE	U.R.S.S.	POURCENTAGE de la France
Froment .....	81,5	214,8	328,2	14,9 %
Avoine .....	46,1	166,1	175,3	13,4 %
Orge .....	10,4	113	76,2	5,2 %
Seigle .....	7,9	199	218,9	1,6 %
Mais .....	5,1	170,8	38,1	2,4 %
Pommes de terre .....	153,8	1 387,1	574,3	7,9 %
Sucre de betterave .....	9,9	66,2	17,9	10,8 %
Vin (hl.) .....	57	148	5	37,2 %

TABLEAU I. — LA PRODUCTION AGRICOLE FRANÇAISE ET EUROPÉENNE AVANT 1939  
(PRODUITS VÉGÉTAUX)

Ces chiffres (en millions de quintaux) sont extraits, sauf le dernier, de la Revue Internationale d'Agriculture; ils se rapportent, pour la majorité d'entre eux, à la moyenne des années 1933-1937. La dernière ligne est donnée par l'Annuaire International du Vin, comme évaluation approximative de la moyenne des années 1927-1936. La deuxième colonne doit s'entendre France incluse, U.R.S.S. exclue. La dernière colonne représente la part de la production française dans la production européenne totale (France et U.R.S.S. incluses).

rieure à la consommation. Ainsi, cette assez belle production, moyenne en tout, et qui, soit dit en passant, valait à notre pays de ne briller particulièrement (pour la quantité, et exception faite pour la viticulture) dans aucune branche de l'activité agricole, c'est-à-dire de ne détenir, sauf pour le vin, aucun rendement record, loin d'être génératrice d'un courant d'exportation, s'accompagnait, pour la satisfaction de notre grosse consommation intérieure, d'importations, plus étonnantes d'ailleurs par leur existence même que par leur grandeur.

### Nos importations

Pour quelques produits agricoles pris parmi les plus courants, la figure 1 indique la grandeur des échanges. A côté de la France, figurent les deux pays européens pour lesquels la différence importations-exportations, ou réciprocurement, est la plus grande.

Deux remarques peuvent être facilement faites à l'examen de cette figure.

La première, relative au sens dans lequel se déplacent les produits considérés, aboutit à la conclusion qu'il s'agit, en général, pour la France,

d'un courant d'importations. La deuxième, relative à l'intensité de ce courant, nous amène à dire que celle-ci était faible, aussi bien absolument que relativement.

Cette dernière remarque est mise en évidence par le tableau II, qui montre que notre territoire métropolitain était, en prenant la moyenne de plusieurs années, bien près de nous fournir la quasi-totalité des produits agricoles les plus courants dont nous avions besoin.

Le résultat serait le même si nous considérons d'autres produits.

Pour la viande, par exemple, la moyenne des six années 1934-1939 correspond à un excédent annuel des importations sur les exportations de 22 181 tonnes. Mais la quantité totale de viandes consommées annuellement sur le territoire atteint 1 701 205 tonnes. Le rapport de ces deux chiffres donne 1,2 %.

Et si nous prenons quelques chiffres relevés aux Halles centrales de Paris, la moyenne des années 1938 et 1939 nous indique, pour les œufs, 29,9 % de provenance étrangère, mais seulement 0,16 % pour le beurre, 1,74 % pour les fromages secs et 0 % pour les fromages frais.

Ainsi donc, mises à part les importations notables de vin, de maïs et d'œufs,

	PRODUCTION métropolitaine	EXCÉDENT des importations sur les exportations	POURCENTAGE
Seigle .....	7,8	0,01	0,1 %
Avoine .....	46,1	0,1	0,2 %
Pommes de terre .....	153,8	0,5	0,3 %
Froment .....	81,5	2,7	3,3 %
Orge .....	10,4	0,7	6,7 %
Vin (millions d'hl.) .....	57,0	15,0	26,3 %
Mais .....	5,1	7,1	139,2 %

TABLEAU II. — COMPARAISON ENTRE LES IMPORTATIONS ET LES QUANTITÉS PRODUITES SUR LE SOL FRANÇAIS

Les chiffres représentent des millions de quintaux. Ceux de la deuxième colonne totalisent le commerce fait avec l'étranger et celui fait avec nos colonies. Cette remarque a son importance, notamment pour le vin et le maïs, dont les importations, considérables, proviennent presque totalement de nos colonies.

la production moyenne de la France était, dans son ensemble, bien près de satisfaire notre consommation, et notre autarcie apparaît assez facile à réaliser.

En fait, ce problème de l'indépendance de l'économie agricole de la France est infinitélement plus complexe et plus délicat qu'il ne semble l'être lorsqu'on le réduit, ainsi que cela vient d'être fait, à sa plus simple expression.

Vouloir affranchir la France de toute importation de produits agricoles tient absolument de l'utopie. Envisager cela, c'est d'abord oublier que la France a un Empire, et le fait que ce dernier est venu parfois en concurrence avec la Métropole prouve simplement que l'économie agricole de l'ensemble France-Empire français, n'avait pas été l'objet d'un plan général; les agrumes, le café, le caoutchouc, le coton, les huiles végétales, le riz, le sisal, le thé doivent venir de nos colonies et constituent autant d'inéluctables importations. La France, ensuite, sera toujours désireuse d'importer, de l'Europe même,

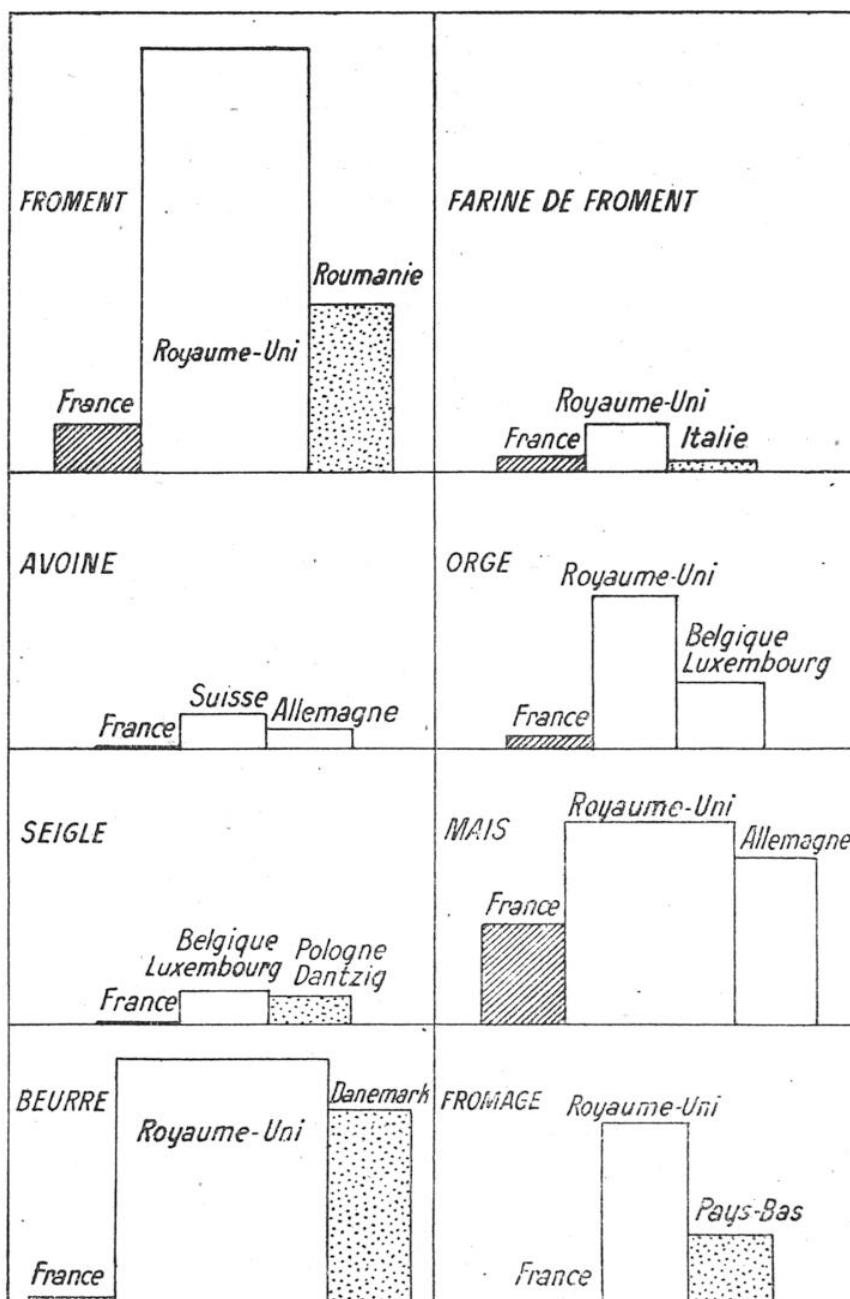


FIG. 1. — LE COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA FRANCE ET DE QUELQUES AUTRES ÉTATS EUROPÉENS FOUR CERTAINS PRODUITS AGRICOLES COURANTS

Sur ces graphiques, 1 mm<sup>2</sup> représente 100 000 quintaux pour les céréales et 10 tonnes pour le beurre et le fromage. Les surfaces représentent les différences entre les importations et les exportations, le blanc ou la hachure simple indiquant un excès d'importations et le pointillé et la hachure croisée, un excès d'exportations. Les quantités correspondent à une période qui finit uniformément au 31 juillet 1939, mais qui commence à des dates assez différentes selon les produits : 1<sup>er</sup> août 1937 pour les céréales, sauf le maïs ; 1<sup>er</sup> novembre 1937 pour le maïs ; 1<sup>er</sup> janvier 1938 pour le beurre et le fromage.

quelques produits agricoles spéciaux, à titre d'échange d'ailleurs contre nos propres spécialités. Les courants commerciaux subsisteront donc toujours, peu ou prou ; à nous de veiller à ce que la balance commerciale des produits agricoles penche, en fin de compte, en notre faveur.

### Que sera l'économie agricole de l'Europe de demain ?

Cependant, ces achats, ces ventes,

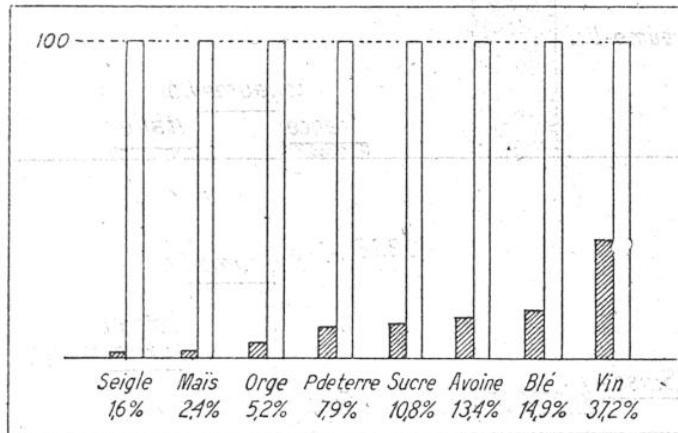


FIG. 2. — COMPARAISON ENTRE LA PRODUCTION FRANÇAISE ET LA PRODUCTION EUROPÉENNE (RAMENÉE À 100 POUR CHAQUE ANNÉE)

ces échanges, supposent réciproquement des vendeurs, des acheteurs et des coéchangistes. Quels seront-ils ? C'est là une question à laquelle il n'est guère possible de répondre aujourd'hui.

La seule chose qui paraît évidente, c'est que, les hostilités ayant cessé, deux périodes s'ouvriront successivement.

Dans la première, l'Europe exsangue entrera en convalescence, pour plusieurs années sans doute, et marchera tâtonnante à la recherche d'un nouvel équilibre agricole, industriel et commercial ; c'est alors que se situeront la démobilitation européenne et le retour, à leurs champs, des agriculteurs, la reconstruction des fermes et des bâtiments abritant les industries agricoles, la restauration des améliorations foncières, la reconstitution des troupeaux, la révision des machines agricoles, la remise en état des terrains, le réapprovisionnement en engrains, semences et produits divers.

Insensiblement, cette première période nous conduira à la deuxième, celle du retour à un nouvel équilibre économique, une sorte de retour à la santé. Dans cette

organisation, quelle sera la place de la France ? Si celle-ci est libre de la choisir, et sait la choisir, ce peut être une place propre à servir son prestige ; essayons de nous en faire une idée.

Parmi les différentes conceptions que l'on peut se faire de la structure économique de la future Europe, il en est une que l'on peut retenir et qui se ramènerait à l'hypothèse suivante : une Europe, dans laquelle chaque Etat, libre politiquement, serait tenu économiquement de se spécialiser dans la ou les quelques productions dont il est susceptible, par sa situation géographique, son sol, son climat, son outillage et ses aptitudes, d'obtenir le meilleur rendement. Dans cette nouvelle et européenne économie dirigée appliquant cette théorie, déjà ancienne, d'après laquelle chaque denrée est produite pour le mieux par le pays où les conditions naturelles de la production sont les plus favorables, l'Ukraine et la Roumanie, par exemple, auraient le froment comme production spéciale et dominante susceptible d'être exportée, les pays nordiques auraient le bois, la Pologne le seigle, l'Allemagne le sucre et les pommes de terre, le Danemark le beurre, les Pays-Bas le fromage, et la France...

### La place de la France dans cette économie

Et la France ?... Avant de répondre à cette question, portons nos regards sur une carte de notre pays.

Voyez nos plaines du Nord et leurs cultures industrielles qui se fondent dans les brumes avec celles de la riche Belgique ; descendez vers les deux Champagnes, puis, par la Bresse et les Dombes, gagnez la frontière de l'Est : voici que dans le Jura et dans les Alpes les sonnailles des troupeaux vous donnent l'illusion d'être en Suisse ; mais, plus au sud, brusquement, le littoral méditerranéen vous transporte sous les ciels de l'Italie et de l'Espagne : voici les oranges et les citronniers de Menton, les fleurs de Grasse, le riz même, dans la Camargue ; puis, suivant la courbe du littoral, l'opulent vignoble languedocien

qu'accompagne l'olivier. Bientôt apparaissent les Pyrénées, et l'Aquitaine qui vous offre son maïs et ses pinèdes, son tabac et ses primeurs. Longez l'Océan, visitez les fameuses beurreries des Charentes, puis, obliquez par le seuil du Poitou, descendez dans le bassin de la Loire, dans cette partie de la France qui possède ce privilège si enviable d'avoir un ciel qui, lui, ne se retrouve ni en Belgique, ni en Suisse, ni en Italie, ni en Espagne, le ciel même de la France, celui de la « douceur angevine ». Poussez ensuite jusqu'en Bretagne et remarquez le contraste que font ses landes avec sa riche ceinture dorée ; traversez les herbages et les vergers de la Normandie. Et maintenant dirigez-vous vers le centre de la France par les moissons de la Beauce, les étangs de la Sologne, les prairies et les châtaigneraies du Limousin ; terminez votre voyage au sommet des monts d'Auvergne et de là, faisant face successivement aux quatre points cardinaux, méditez sur la variété des paysages que vous venez de parcourir et qui sont autour de vous, à des certaines de kilomètres au-delà de l'horizon.

Prenez maintenant une carte géologique ; considérez ces mille teintes qui colorent les terrains français, dont la gamme est complète de l'antécambrien aux alluvions les plus modernes, et comparez un instant ce brillant coloris

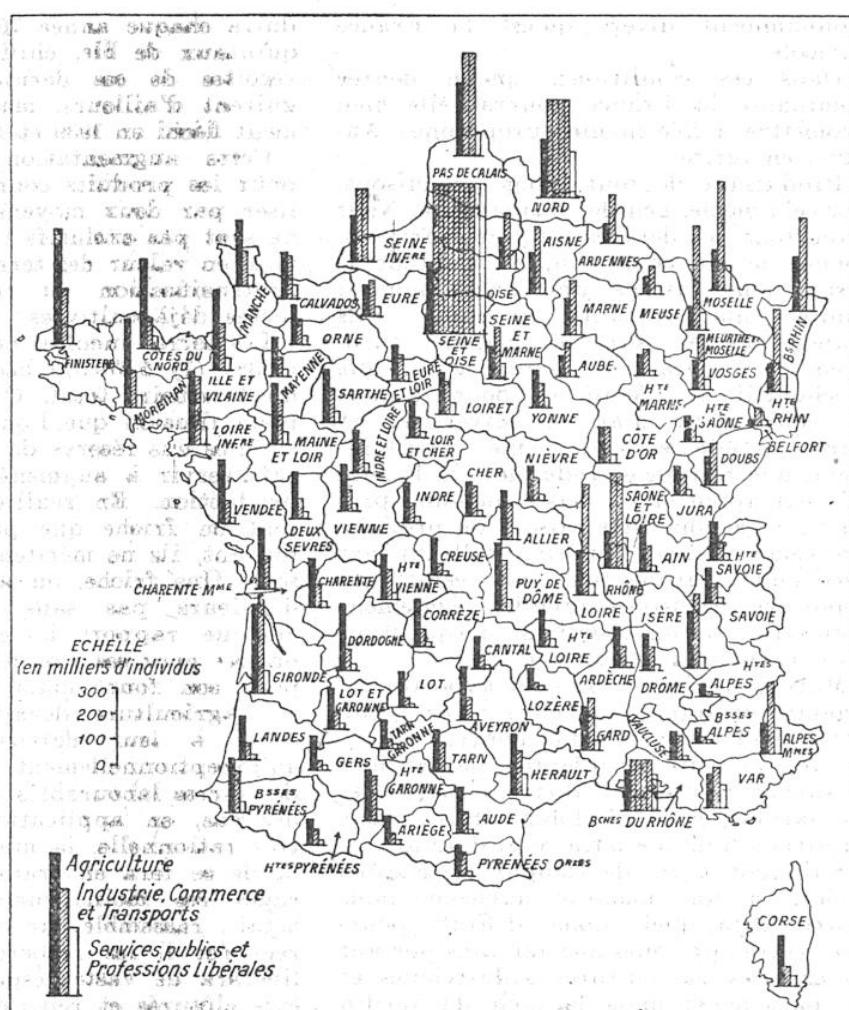


FIG. 3. — RÉPARTITION DE LA POPULATION FRANÇAISE DANS LES DIFFÉRENTS DÉPARTEMENTS

Cette carte met en évidence le caractère fondamentalement agraire de la France (1).

avec la teinte uniforme de l'est européen.

Relevez, sur une autre carte, l'altimétrie de nos sols qui s'étagent du niveau de la mer aux plus hauts sommets de l'Europe. Voyez encore leur échelle de fertilité qui, même pour les plaines, passe de la fertilité la plus remarquable à la stérilité absolue de la Crau.

A cette variété des sols, ajoutez encore celle qu'apportent nos sept climats principaux ; superposez enfin la diversité des populations, des us et coutumes : et vous aurez une idée de cet ensemble

(1) D'après A. Reithinger, *Le visage économique de l'Europe*, Payot, éd.

étonnamment divers qu'est la France agricole.

Dans ces conditions, quelle denrée dominante la France pourrait-elle bien promettre à l'économie européenne? Aucune, en vérité.

Produisant de tout, nous produisons, par cela même, peu de chaque chose. Nous importons nos denrées les plus courantes, comme le blé et le vin, et, de tout le reste, nous faisons une production si limitée que certains produits, s'ils étaient lancés sur le marché européen, n'y feraient guère figure que d'échantillons... Voilà ce dont il faut se convaincre. Par sa diversité, et parce qu'elle est elle-même, physiquement, une Europe en réduction, la France ne peut apporter en masse quelques produits, et, à plus forte raison, un produit. En cela, elle ne frustre d'ailleurs pas l'économie européenne, car celui qui apportera beaucoup prendra également beaucoup, chacun cherchant à équilibrer ses entrées avec ses sorties.

Mais si la France ne peut exporter un produit dominant, et courant, en quantité considérable, elle doit pouvoir exporter une quantité considérable de produits de valeur. Elle se doit d'être, entre toutes les nations, celle où l'agriculture passe du niveau d'un métier à celui d'un art.

S'il nous plaît de comparer l'Europe entière à un domaine agricole, nous savons déjà quels noms d'Etats pourraient être appliqués aux terrains portant les céréales, les cultures industrielles et les pâturages; mais le nom du jardin doit être : France.

Ainsi, dans les jours qui suivront ceux d'épreuve par lesquels nous passons, la France agricole inscrira à son programme d'action la réalisation de deux principes dominants : la quantité pour les produits courants, dont nous importions avant la guerre de 1939 quelques millions de quintaux, la qualité pour tous les autres; ce qui ramène à deux tous les problèmes de l'agriculture française : l'augmentation des rendements pour une part, la recherche de la qualité pour une autre.

### L'augmentation des rendements

Pour nous affranchir des importations qui ne sont pas inéluctables, il suffirait que le sol français produise normalement ce qu'il n'a, jusqu'à présent, produit qu'exceptionnellement; pour fixer les idées, il nous faudrait notamment pro-

duire chaque année 70 à 80 millions de quintaux de blé, chiffre que les grosses récoltes de ces dernières années atteignirent d'ailleurs, mais qui a brusquement fléchi en 1939 et 1940.

Cette augmentation des rendements, pour les produits courants, peut se réaliser par deux moyens qui, au surplus, ne sont pas exclusifs l'un de l'autre : la mise en valeur des terres encore incultes, l'intensification du rendement sur les terres déjà cultivées.

Les terres incultes occupent en France (1938) (1) 5 679 579 hectares, soit 10,3 % du territoire total. C'est par une complète illusion que l'on est tenté de voir en elles une réserve de terrains qui pourrait servir à augmenter d'autant notre production. En réalité, ces terrains ne sont en friche que parce que, le plus souvent, ils ne méritent pas un meilleur sort. Une friche, ou une lande, ne sont d'ailleurs pas sans procurer parfois quelque rapport à leur propriétaire : pacage pour ses troupeaux ou broussaille pour son four; mais, de toutes façons, si l'agriculture devait gagner quelque chose à leur défrichement, ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle gagnerait des terres labourables : dans la majorité des cas, en application d'une méthode très rationnelle, la mise en valeur de la lande se fera en transformant en pâtrages ses moins mauvais pacages; le bétail, rassemblé sur ces parties améliorées (et il les recherche de lui-même), libérera de vastes espaces qui pourront être clôturés et reboisés. Ainsi, le pâturage cessera-t-il de s'opposer à la forêt et l'économie sylvo-pastorale deviendra une réalité. Déjà, sur la montagne de la Rhune, peut se voir un intéressant exemple de cette transformation.

Mais, dans tout cela, les terrains labouables n'ont guère leur part.

Il ne nous reste donc plus, si nous voulons augmenter notre production, qu'à intensifier le rendement de nos terres déjà cultivées. Dans ce but, deux méthodes s'affrontent : l'une préconise l'industrialisation, la « normalisation » de notre production; l'autre, moins novatrice, se contenterait d'améliorer, sans changer le cadre, les conditions de la production.

La première méthode apporterait à notre économie rurale une radicale trans-

(1) Dernière statistique faisant état de la Moselle, du Bas-Rhin et du Haut-Rhin.

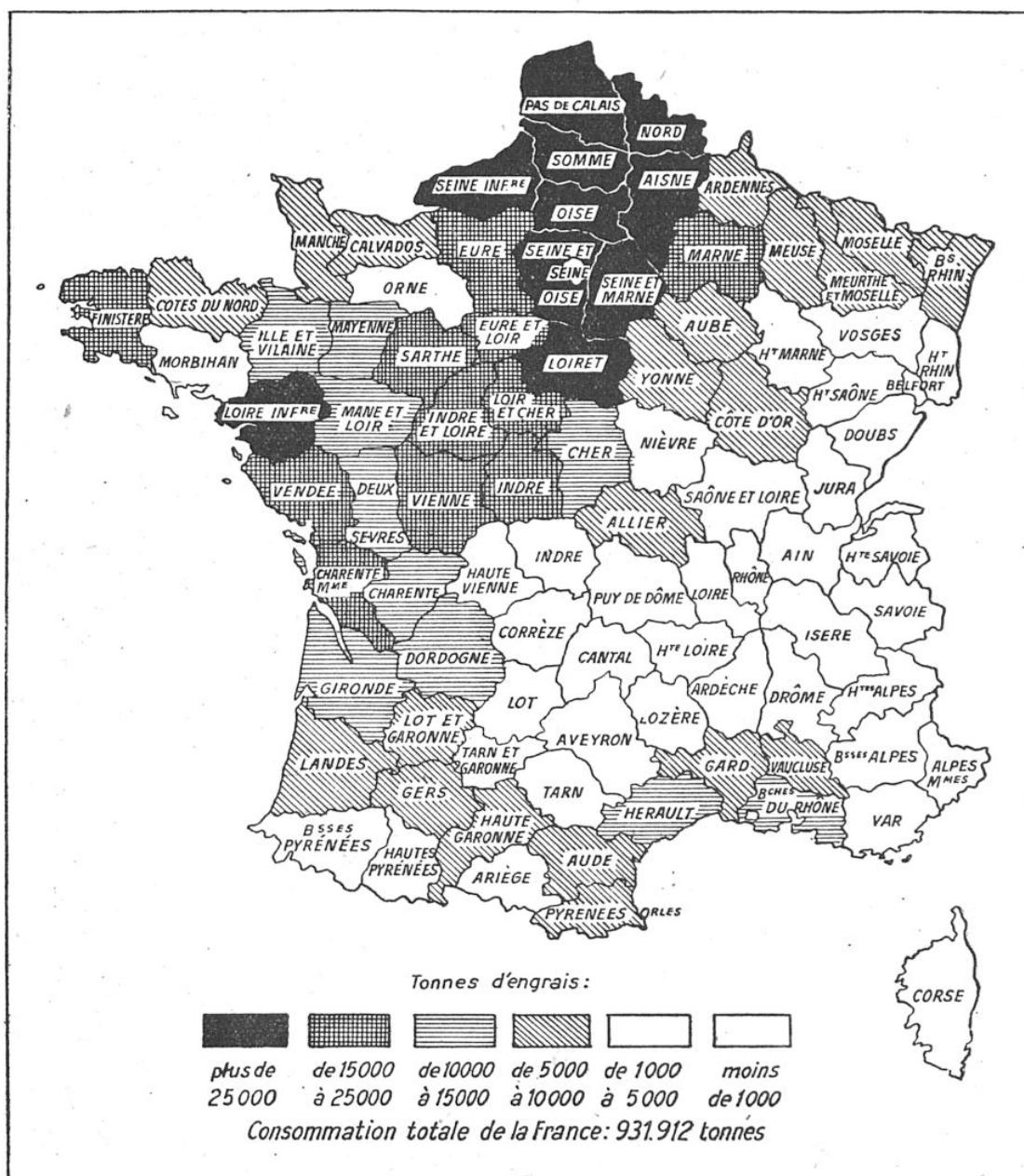


FIG. 4. — CONSUMMATION DES ENGRAIS AZOTÉS EN FRANCE EN 1938-1939

La consommation totale de la France a atteint cette année-là 932 000 tonnes d'enfrais azotés. Les départements gros producteurs de froment sont aussi ceux qui consomment beaucoup d'enfrais (1).

formation. Partant du fait, exact d'ailleurs, que l'exiguïté des parcelles, et même des propriétés, s'oppose à la mise en œuvre de moyens cultureaux puissants,

elle envisage l'enlèvement des bornes et la destruction des clôtures. Oubliant l'infinité variété de la France physique, elle projette d'uniformiser la production et n'a d'autre ambition que d'ajouter les quintaux aux quintaux. Faisant bon marché de nos traditions et de nos habi-

(1) D'après M. Augé-Laribé, *Situation de l'agriculture française (1930-1939)*, Berger-Levrault, éd.

tudes, elle passe malheureusement sous silence la question sociale, qui ne saurait être résolue par d'utopiques familialistes, et sacrifie nos bocages, nos prés et nos jardins pour d'impitoyables et interminables sillons.

L'autre méthode est plus française. Elle constate aussi les inconvénients du morcellement pour l'avenir de notre production, mais si elle donne un coup d'éponge au plan cadastral, ce n'est jamais que pour laisser la place libre à un nouveau tracé des parcelles, où chacun retrouvera son bien, plus harmonieusement distribué. Elle n'est pas insensible à l'attrait des puissants moyens cultureaux et préconise leur emploi partout où ils sont déjà possibles. Elle conseille la coopération aux petits exploitants chaque fois que s'y prêtent la production (labours, battages) et la transformation des produits agricoles (vinification, fabrication du beurre et du fromage). Et surtout, enfin, elle conserve à chaque agriculteur la possibilité de marquer ses productions de son goût, de ses aptitudes ou de sa personnalité. Nous y reviendrons dans un instant, mais, disons-le tout de suite, c'est bien cela qui est français.

Mais si nous conservons la structure actuelle de notre économie rurale, et la sagesse la plus élémentaire nous conseille de le faire, cette augmentation du rendement que nous devons rechercher pour nous affranchir des importations européennes, qui sont assez faibles comme nous l'avons vu, ne pourra venir, pour aussi paradoxal que cela puisse paraître, que de causes extra-agricoles, telles que le relèvement de nos industries électriques, chimiques ou sidérurgiques et la reprise des transports. Livrée à ses propres moyens, l'agriculture ne pourra guère faire mieux que ce qu'elle fait. Tout ce qu'elle peut améliorer par elle-même se résume dans une sélection plus poussée de ses semences, une meilleure conservation des engrains produits à la ferme, une utilisation plus intense de ses terres par la réduction des jachères (1) et le développement des cultures dérobées; peu de choses, on le voit.

Pour que notre agriculture produise davantage, il faut qu'elle soit secourue,

(1) Il ne faut pas confondre terre inculte et jachère. Une terre inculte est une terre qui n'a jamais été cultivée ou qui, l'ayant été, a été abandonnée par l'agriculteur. Une jachère est une terre qui ne porte provisoirement aucune culture afin de faciliter sa mise en état (destruction des mauvaises herbes, etc.).

qu'elle reçoive une impulsion de l'extérieur. Les engrains, les machines, les produits anticryptogamiques, les aliments plus en plus besoin. Elle attend de l'industrie ou du commerce. Elle en a et en aura de plus en plus besoin. Elle attend de l'industrie la rénovation de son outillage, et du commerce les produits qui lui font défaut. Quand a éclaté la guerre, l'électrification des campagnes n'était pas tout à fait achevée : 1 500 communes environ restaient encore à desservir; et si le réseau était achevé demain, combien manquerait-il de moteurs pour en tirer parti? Or, l'avenir de la France est ici plein de promesses : les Pyrénées avaient, en 1938, 283 000 kW aménagés; elles sont susceptibles d'en fournir 984 000. On envisage de nous donner, d'ici 1943, 225 000 kW supplémentaires pour les Pyrénées et le Massif central, et plus de 600 000 000 kWh d'énergie par an qui feront du sud-ouest de la France « un des plus grands bassins de houille blanche de la France, faisant pendant, à l'autre bout du pays, au bassin houiller du Nord » (1). De cette production gigantesque d'énergie électrique, il est permis de penser que l'agriculture aura sa part, soit directe, soit indirecte.

De grands progrès sont donc encore à attendre de l'équipement rural : une technique modernisée, dans un cadre traditionnel, voilà la formule de l'économie rurale française de demain.

### La recherche de la qualité

Quand on envisage l'ensemble des produits que l'activité économique de l'homme offre sur les marchés, on est tenté de ne voir que dans les produits manufacturés la possibilité pour lui de marquer sa personnalité de fabricant; il semble que les produits agricoles, mûris au grand soleil, ne soient pas susceptibles d'être façonnés par l'agriculteur au point de porter une véritable marque de ses soins.

Or, il faut savoir que l'homme intervient, de mille façons pour marquer les produits agricoles : à chaque culture, il choisit le sol et l'exposition, il sélectionne les variétés selon ses goûts et ceux des consommateurs et, pour les fruits en particulier, recherche telle précocité, telle forme ou telle couleur; par la taille, il

(1) Cf. dans l'ouvrage que vient de publier l'Association pour la renaissance de la Province de Toulouse : Organisation hydraulique et électrique de cette province, par H. Varlet.

discipline la sève; par le dosage des engrais, il pousse au volume ou à la densité; par l'ensachage, l'effeuillage, il règle l'insolation et, du même coup, la maturation des fruits. On voit combien peut être intense l'action de l'homme et l'on ne s'étonnera plus que des horticulteurs particulièrement soigneux aient songé à utiliser la lumière solaire pour marquer de leur nom les fruits de leur jardin.

Et s'il est possible d'agir par tant de soins sur la qualité des produits du sol, à plus forte raison l'art intervient-il lorsque ces produits subissent une transformation, dont les règles et les modalités, variables suivant les régions, mais partout scrupuleusement observées, aboutissent à l'obtention d'un « cru », ou d'une marque. Les premiers, pour les vins, les deuxièmes, pour les fromages, valent à ces produits français une universelle renommée. Cette renommée s'étend d'ailleurs à une foule de nos produits; un exemple : sur 1 336 chevaux de pur sang nés en France en 1937, 486, soit plus du tiers, ont été exportés.

Nous nous devons de maintenir ce bon renom de nos produits agricoles, et, dans cette recherche de la qualité pour laquelle les connaissances scientifiques sont particulièrement utiles, beaucoup d'intelligences françaises qui cherchent aujourd'hui leur voie et qui ne songent pas à l'agriculture, trouveraient à s'employer.

Les chiffres nous ont montré tout à l'heure que nous devions renoncer à l'éventualité d'exporter les produits agricoles courants, dont nous n'avions pas trop et que les autres nations peuvent produire, souvent dans de meilleures conditions que nous. Si nous voulons conserver un rang honorable dans le commerce européen des produits agricoles, il nous faut pouvoir présenter à nos acheteurs des produits d'autant plus

beaux qu'ils seront plus rares; mais il est vraisemblable que lorsque l'équilibre économique sera rétabli, la qualité des produits à exporter sera plus précieuse que la quantité. L'avenir de notre commerce en produits agricoles réside donc dans l'obtention et la mise en vente de produits de choix.

Et c'est bien ainsi. Chaque produit agricole français, de choix, doit être un don de la nature ouvrage par un artisan, une synthèse des qualités du sol et de la valeur professionnelle de celui qui le cultive.

En outre, à l'intérieur du pays, cette recherche de la qualité est moralisante : l'homme qui façonne un produit y attache un peu de lui-même, et s'y attache du même coup. Pour cette œuvre, la technique et la méthode ne suffisent pas, il y faut encore, stimulée par une pointe d'amour-propre, de l'exactitude, de la patience et de la persévérance. Mais ensuite, quelle satisfaction lorsque le but est atteint, le chef-d'œuvre façonné!

A l'extérieur, nos produits de qualité apporteront à l'Europe, et au monde, la preuve de l'excellence de nos méthodes et de notre savoir-faire. D'une manière modeste, sans doute, mais non négligeable, nos produits agricoles de qualité contribueront au renom de la production française et de la France tout court.

Si nous n'en sommes pas encore là, et si nous avons pour le moment à parer aux besoins plus immédiats de notre subsistance, du moins pouvons-nous envisager avec confiance la place qu'occupera notre agriculture dans l'Europe de demain. Que soit dessinée la carte agricole de cette future Europe, et nous y verrons la France, telle une mosaïque aux tons lumineux, briller des mille couleurs qui représenteront chacune l'une de nos mille productions.

P. PONT.

En 1940, l'effectif des vaches en Suisse était de 910 000 têtes, et la production de lait a atteint, au total, 27,7 millions de quintaux, représentant une valeur de 6,3 milliards de francs suisses. La capacité de production des vaches a donc été en moyenne de 2 970 kg de lait, mais certaines races ont atteint le chiffre remarquable de 4 236 kg par animal. En Suisse, en 1940, la consommation de lait, sous forme de lait frais et de produits laitiers, a été de 516 kg par habitant!

# POUR UN PROGRAMME NATIONAL DE CARBURANTS ET DE LUBRIFIANTS

par Henri DQYEN

*Le manque croissant de carburants et de lubrifiants fait peser une grave menace sur notre économie nationale. En juillet dernier, il a fallu réduire la circulation automobile et diminuer le nombre des trains en service. En octobre, la situation s'est encore aggravée, comme le prouvent les restrictions nouvelles dans le trafic ferroviaire. Il n'y a plus d'huile de graissage pour les machines à vapeur surchauffée, particulièrement pour les machines des trains rapides. S'il n'est pas remédié à brève échéance à cette situation, la plupart des usines, même celles des industries-clés, centrales électriques, houillères, aciéries..., devront fermer leurs portes dans moins d'un an. Ce serait une catastrophe économique sans précédent, à moins que l'on n'applique d'urgence les procédés industriels aujourd'hui bien au point, seuls capables de nous fournir rapidement des carburants et des huiles de graissage. La France ne peut actuellement recourir qu'aux carburants solides de remplacement (bois, charbon de bois, tourbe et agglomérés de charbon de bois) et à l'alcool (traitement de la betterave, hydrolyse des matières cellulaires). Quant aux lubrifiants, ils proviennent de la carbonisation des schistes bitumineux dont la France possède heureusement des réserves considérables (plusieurs milliards de tonnes), ou du traitement des oléagineux fournis par la métropole (colza, œillette et accessoirement ricin) et surtout par l'Afrique septentrionale où la matière première est particulièrement variée et abondante. Aux improvisations hâtives de l'an dernier doit succéder la mise en exploitation rationnelle de toutes les ressources présentes sur le territoire de la France et de son Empire.*

## Le problème du charbon de bois

**L**a décision prise en août 1940 de recourir au charbon de bois carburant pour parer au manque d'essence a permis jusqu'ici d'assurer des services de transport par des véhicules à gazogène, ingénierusement conçus le plus souvent, et rapidement construits. Il y en aura bientôt en France 50 000 environ, ce qui nécessiterait au minimum 500 000 tonnes de charbon de bois. Ce chiffre est loin d'être atteint, et cette pénurie de charbon de bois entrave, depuis plusieurs mois, l'emploi des véhicules à gazogène.

Cette situation est due à la nécessité dans laquelle on s'est trouvé l'an dernier de tout improviser au seuil de l'automne, c'est-à-dire peu avant le début de la campagne forestière. On a été conduit, en effet, à employer des fours rudimentaires qui ont rendu de grands services, mais présentaient de graves inconvénients :

— Médiocrité du rendement en charbon de bois : (13 % environ du poids de

bois à 20 % d'eau). Ceci provient de ce que la carbonisation du bois est assurée par chauffage interne, c'est-à-dire par combustion partielle du bois et des sous-produits de sa carbonisation.

— Hétérogénéité de qualité du charbon de bois fabriqué, en raison des difficultés de réglage de ces fours et aussi de l'inexpérience du personnel appelé à les conduire.

— Formation d'une quantité abondante de poussier (12 à 15 %).

— Perte totale des sous-produits (1).  
— Rendement thermique déplorable. Les 1 000 kg de bois à 18 % d'eau représentant 3 300 000 calories ne donnent naissance qu'à 130 kg de charbon à 7 000 calories, c'est-à-dire à 910 000 calories, de telle sorte que le rendement thermique ne s'élève qu'à 27,5 %, chiffre que l'on peut considérer comme un maximum

(1) Le goudron, fin août 1941, valait 8 fr. le kilogramme. Le rendement par tonne de bois dur à 20 % d'eau atteint 40 kg et même jusqu'à 120 kg pour du bois résineux. La perte est donc considérable.

rarement atteint, surtout quand on traite des bois d'abatage récent.

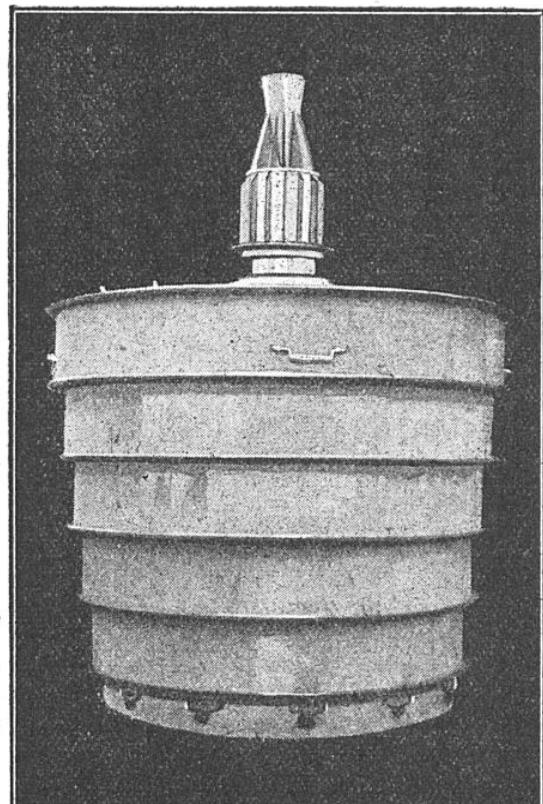
— Frais élevés d'exploitation à cause de la discontinuité des opérations. En employant des unités de 4 stères de capacité (considérées comme les plus pratiques), on comptait en janvier 1941 qu'il fallait, en moyenne courante, 8 jours et une équipe de 4 ouvriers, expérimentés et attentifs, pour arriver à produire 5 tonnes de charbon par semaine.

— Fragilité des fours qui ne sont qu'en tôle de 4 mm d'épaisseur, ce qui les expose à des avaries au cours de leur montage, démontage et transport, de telle sorte que la durée de service d'une unité n'est comprise qu'entre 12 et 18 mois. C'est donc en une année qu'il fallait prévoir leur amortissement. Un four de 4 stères de capacité coûtait, en moyenne, 4 000 francs en 1940.

L'avenir est aux fours verticaux métalliques, à marche continue, à chauffage par surface, rompant ainsi avec la pratique désastreuse, comme nous l'avons vu, du chauffage par combustion interne; à récupération de sous-produits, tout au moins de goudron; de faible poids, donc facilement transportables, et de construction économique. La carbonisation y a lieu à la température de 550-600°, considérée comme la plus favorable aux divers points de vue du rendement en charbon de bois, en goudron et en gaz, du bilan thermique de l'opération, de la bonne conservation et du débit maximum du four, puis finalement de la qualité du charbon de bois. Celui-ci est « étouffé » dans des caisses métalliques closes et indépendantes du four, ce qui, quand elles sont en nombre suffisant (1), laisse toute latitude pour rendre indépendante la marche de l'appareil de carbonisation du volume de l'étouffoir, donc de son encombrement et de son prix.

En général, si la teneur en eau du bois est inférieure à 25 % et si les pertes de chaleur par rayonnement du four sont modérées (inférieures à 25 %) — il convient en tout cas de le pourvoir d'un calorifuge solide et facile à entretenir (chemisage en tôle ou en carton d'amiante) — les gaz dégagés par la carbonisation du bois suffisent à assurer le service du chauffage du four. Il faut recourir à une source indépendante de chaleur (foyer

(1) En général, dans ces caisses, la température du charbon de bois est abaissée de 550° environ à 40-50° en quelque 8 heures.



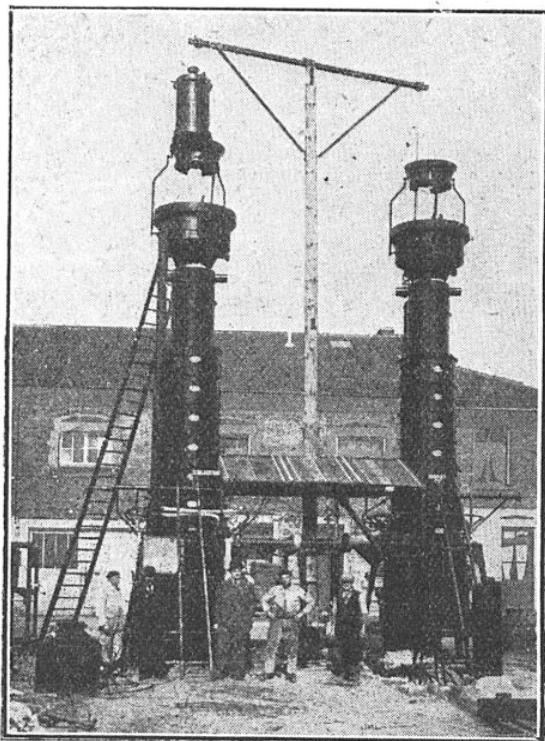
T W 13876  
FIG. 1. — UN FOUR A CARBONISER TRANSPORTABLE  
A RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS

Ce four peut fonctionner soit comme carbonisateur automatique pour la fabrication du charbon de bois, soit comme étuve pour la préparation du bois pour les gazogènes à bois (il peut traiter de trois à quatre tonnes de bois par jour), soit enfin pour la cokéfaction d'agglomérés de charbon de bois. Il assure le réglage automatique de la combustion et un condensateur à la partie supérieure permet la récupération des goudrons issus de la carbonisation (four « Autothermic » Bonnechaux).

à menu bois ou, mieux, gazogène) si le bois traité contient plus de 25 % d'humidité à son alimentation dans le four.

Un four 1941 pour la carbonisation du bois permet, suivant les modèles, de produire par jour, au minimum 600 à 1 000 kg de charbon de bois marchand, avec un rendement de 25 % en poids par rapport à du bois à 18-20 % d'humidité. Ceci représente un rendement sensiblement double de celui dû aux fours transportables dont on a fait usage jusqu'à présent.

Suivant les modèles, un four 1941 pèse avec tous ses accessoires — mais appareils de récupération exclus — de 1,6 à 2,0 fois plus que le poids de charbon de



T W 13875  
FIG. 2. — FOURS A CARBONISATION CONTINUE EN VASE CLOS

L'installation de ces fours, démontables en éléments faciles à transporter, ne nécessitant aucune fondation, peut s'effectuer n'importe où. La capacité journalière de chacun de ces deux fours atteint trois tonnes de charbon de bois. Un dispositif, ne figurant pas sur la photographie, permet de récupérer 600 kg de goudrons déshydratés et 150 kg de mélange méthanol-acétone constituant un excellent carburant (four « Autocarbone »).

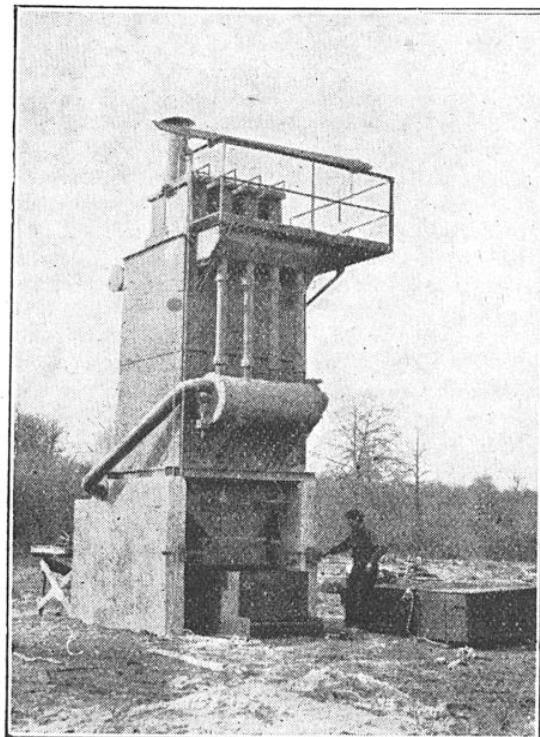
bois marchand obtenu par jour, soit au maximum 2 t pour les plus grands modèles. Ils sont construits de façon à pouvoir être démontés et remontés rapidement. Ils se prêtent aussi par les dimensions de leurs éléments à un transport par camions courants.

Le four 1941 se caractérise ainsi notamment par sa faculté de déplacement, son poids réduit, sa grande capacité de carbonisation, son adaptation à la récupération des sous-produits, son rendement élevé en charbon de bois marchand.

On peut aisément déplacer ces fours après une campagne forestière. Ils vont ainsi, selon une mesure raisonnable, « vers le bois ». Cette solution est beaucoup plus économique que celle qui consiste à installer des usines fixes. Chacune d'elles, aujourd'hui, coûte environ six

millions pour une production journalière de 10 t de charbon de bois tout-venant, ce qui représente environ 9 t de charbon de bois marchand. L'inconvénient de ces usines fixes provient de ce que le transport du bois nécessaire à leur ravitaillement doit se faire sur une distance qui varie, en moyenne, entre 30 et 40 kilomètres. Or, actuellement, le prix de revient de la tonne-kilométrique par la route s'élève à environ 6 francs. Autrement dit, les frais de transport du bois entrent d'une manière prohibitive dans le prix de revient d'une tonne de charbon de bois marchand.

Ainsi, grâce à une organisation judicieuse de la production et aussi de la distribution des carburants solides, il



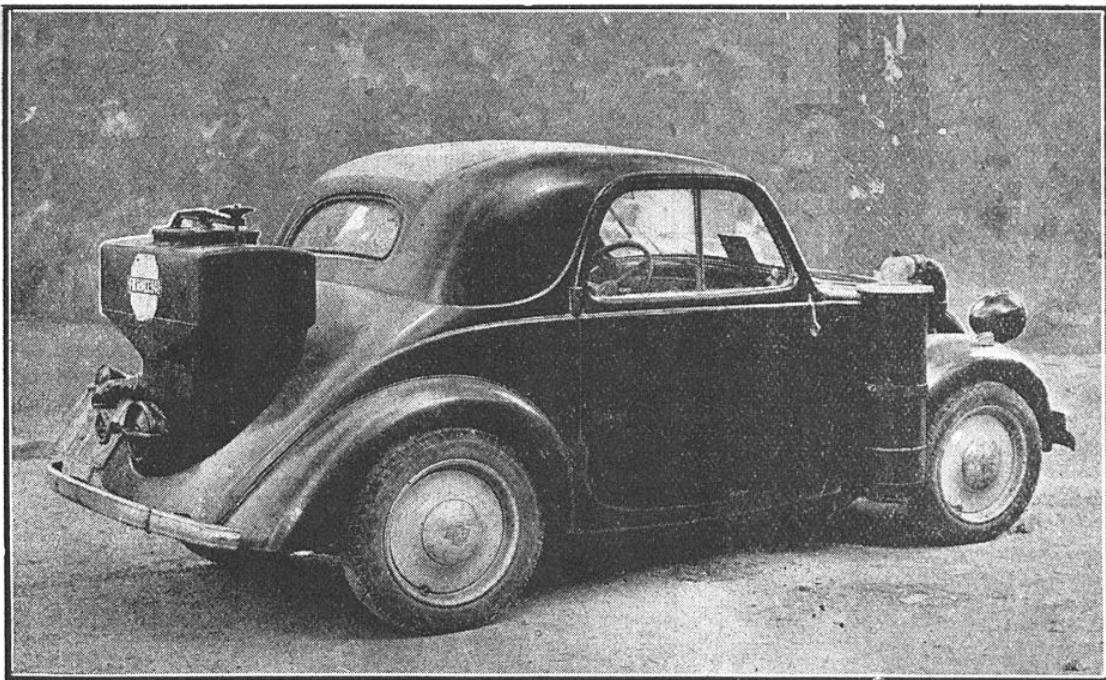
T W 13877  
FIG. 3. — FOUR VERTICAL POUR LA DISTILLATION CONTINUE ET PROGRESSIVE DU BOIS

Ce four se compose de chambres de distillation métalliques. Le bois, chargé à la partie supérieure, descend peu à peu en rencontrant les gaz de la combustion de plus en plus chauds. Le bois est d'abord séché, puis distillé jusqu'à 500° environ où tous les produits se dégagent. Le charbon de bois est recueilli à la partie inférieure du four (160 kg par heure en marche continue). Les gaz non condensables sont utilisés pour la chauffe du four, les autres produits gazeux sont dirigés vers le bâton de condensation. (« Carbomatic » J. R.)

deviendra possible de stimuler la construction des gazogènes, au lieu de lui imprimer de brusques « coups de freins », comme on l'a tenté ces derniers mois.

Le nombre des véhicules à gazogène pourrait même être notablement accru en associant le charbon de bois et la houille agglutinante en vue de la préparation d'un aggloméré qui, d'après les services

tion inéluctable de l'industrie de la carbonisation du bois, il demeure possible d'envisager, dès maintenant, l'emploi plus général du bois, de la tourbe et du lignite comme carburants. Ces deux derniers offrent l'avantage précieux d'avoir un prix de revient beaucoup plus bas que le charbon de bois, surtout si on les utilise crus, comme ce sera vraisemblable-



T W 13874

FIG. 4. — UN GAZOGÈNE POLYCARBURANT INSTALLE SUR UNE SIMCA V

Ce type de gazogène est capable d'utiliser le charbon de bois, le bois, l'anthracite, le lignite ou la tourbe. (« France 940 » Landelli.)

qu'il rend depuis quelques mois, constitue un perfectionnement marqué sur la « carbonite », produit classique, mais de fabrication impossible en raison du manque de goudron de bois. Cet aggloméré mixte permettrait notamment de tripler la quantité de combustible carburant mis à la disposition de l'économie nationale par les mines. D'autre part, la généralisation de ce procédé mettrait à la disposition des mines une quantité appréciable de brai de bois pour l'agglomération par les mines de charbons anthraciteux. C'est là un exemple des cas assez nombreux dans lesquels plusieurs techniques peuvent s'associer pour leurs bénéfices respectifs, et pour celui de l'économie nationale.

Cependant, en attendant cette évolu-

mient le cas d'ici les premiers mois de 1942.

#### La tourbe et le lignite

L'exploitation de la tourbe n'a pas, pendant l'année 1941, pris l'essor que l'on était en droit d'attendre. En juillet 1941, la production de tourbe marchande et plus ou moins cendreuse ne dépassait guère 100 tonnes par jour pour toute la France, et les méthodes mises en œuvre pouvaient paraître beaucoup trop rudimentaires. Il conviendra d'appliquer pendant la prochaine campagne les procédés modernes qui permettent d'extraire et de sécher la tourbe pendant la plus grande partie de l'année, opération qui n'est possible actuellement que du mois de mai à la mi-septembre.

La situation du lignite, exception faite

de ce qui existait avant la guerre dans les bassins de Fuveau et des Landes, ne diffère que peu de celle de la tourbe. Les gisements de la Dordogne, du Gard, du Minervois, de la Savoie, de la Tunisie, etc., n'ont encore qu'une production nettement insuffisante.

L'expérience allemande, avec tous ses perfectionnements incessants et grandioses, témoigne cependant de tout le merveilleux parti que l'on peut tirer des lignites. Certes, le lignite français n'égale pas toujours en qualité le lignite allemand, mais il est certain qu'il nous reste beaucoup à faire pour valoriser convenablement nos ressources et que les appareils perfectionnés, français ou allemands, ne nous manquent pas pour mettre à profit industriellement même des lignites cendreux à plus faible rendement en goudron primaire que les lignites saxons.

Parmi ces moyens, figure le traitement des lignites dans les gazogènes à insufflation d'oxygène et de vapeur, travaillant sous pression de façon à pouvoir obtenir, d'une part, du goudron primaire dont on extraira du gaz-oil et, d'autre part, du gaz dont le pouvoir calorifique peut varier entre 1 200 et 4 250 calories suivant la pression à laquelle la gazéification a lieu (1).

### L'alcool carburant

Parmi les carburants liquides de remplacement, l'alcool est celui vers lequel

(1) Cette technique offre un intérêt de grande actualité pour la Tunisie, riche en lignite. Ses 14 stations centrales à moteurs Diesel sont exposées à un arrêt prochain, leur approvisionnement en gasoil dérivant du pétrole touchant à sa fin. Elles pourraient, sans modifications importantes, utiliser du gaz à 3 500-4 000 calories, par exemple, conjointement à du gas-oil de lignite. Ces moteurs Diesel continueront à fonctionner suivant leur taux de compression et leur cycle habituel sans perdre de leur puissance. Au contraire, cette perte de puissance serait importante en même temps que les modifications les moteurs seraient longues et onéreuses, si l'on se contentait du gaz pauvre résultant du traitement des lignites dans des gazogènes classiques.

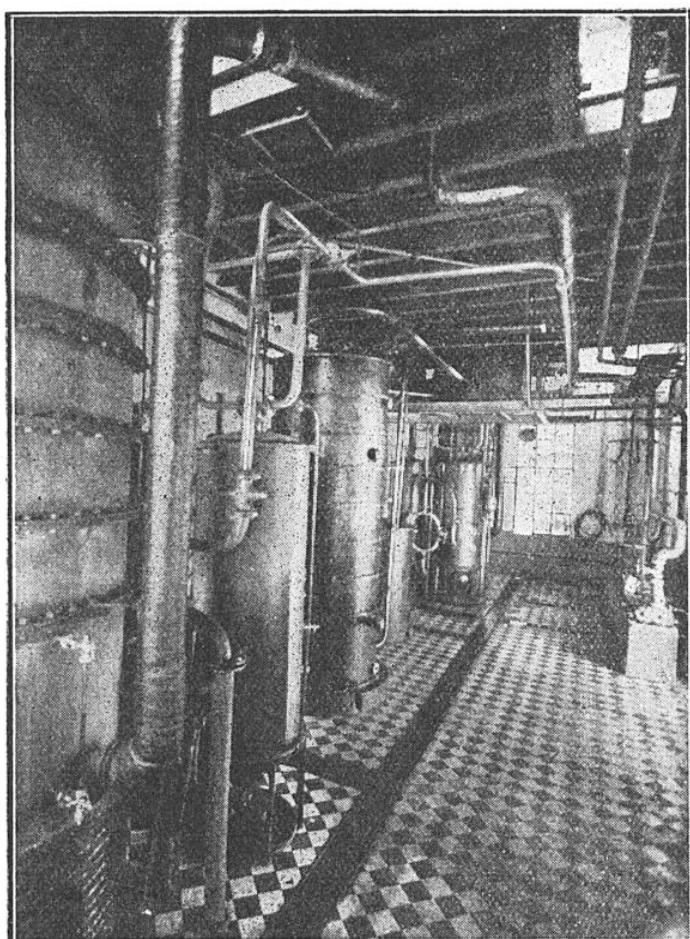


FIG. 5. — UNE DES DISTILLERIES DE LA SOCIÉTÉ TOULOUSAINE D'INDUSTRIES CHIMIQUES ET AGRICOLES, QUI FABRIQUE DE L'ALCOOL PAR HYDROLYSE DE LA CELLULOSE DES CANNES DE MAIS

on se tourne le plus volontiers pour assurer les besoins de l'automobile. C'est l'un des plus faciles à transporter et à utiliser. Malheureusement, d'octobre 1940 à septembre 1941, on est parvenu tout au plus à fournir un million d'hectolitres d'alcool, soit à peine la quarantième partie de la quantité de carburant requise par les 2,5 millions de véhicules qui, en 1939, circulaient sur le territoire français.

Pendant quelques années, la betterave cessera de représenter la source principale d'alcool parce qu'on la réservera à la production du sucre. On devra s'adresser à l'hydrolyse, cette technique représentant un moyen relativement rapide et économique de fabrication, et utilisant comme matière première des déchets cellulosiques de médiocre valeur

et se renouvelant au rythme des saisons : roseaux, marcs de pommes et de raisins, sarments, sciures de bois, etc... Dans ce domaine, on n'a malheureusement qu'à peine franchi le seuil des réalisations.

Il en est sensiblement de même pour les solutions à plus longues échéances : culture et traitement du topinambour, du sorgho, du souchet, de l'agave sisal...

Remarquons que le problème du traitement de matières cellulaires doit être envisagé sous un angle beaucoup plus large que celui de la fabrication de l'alcool. Chaque fois que la nature de la matière première s'y prête, il doit être orienté de façon à obtenir simultanément de l'alcool, de la pâte à papier et de la lignine (utilisable pour l'alimentation des gazogènes), sans préjudice d'autres sous-produits dont nous étions importateurs des Etats-Unis généralement (furfurol, acétate de cellulose).

Ce plan serait ainsi conçu de façon à articuler, pour le plus grand bien de notre économie, l'industrie des carburants et celle du papier, ce qui est d'autant plus facile que nous devons recréer l'une et l'autre.

Si considérables que soient les services que nous rendra l'alcool, ils ne combleront pas néanmoins tous nos besoins. Il faudra encore de l'essence pour les moteurs d'aviation, du mazout pour la chauffe de certains navires. On n'obtiendra ces hydrocarbures qu'en recourant à l'hydrogénération des huiles de schistes et de lignite, à la synthèse de Fischer (1).

Une loi implacable nous contraindra tôt ou tard à utiliser nos gisements considérables de lignite suivant des méthodes et en employant des appareils mis au point par les Allemands. Il serait puéril autant que néfaste de continuer à méconnaître l'immense supériorité des procédés allemands correspondants, sans oublier cependant d'observer que les dispositifs français de traitement des schistes bitumineux sont techniquement et économiquement les meilleurs du monde.

Evoquons encore la possibilité d'extraire du pétrole du sous-sol national, sous réserve d'entreprendre une campagne judicieuse de sondages, notamment en Limagne, sur les bords du plateau de

(1) Les schistes bitumineux font l'objet de remarquables installations de traitement à Autun (500 tonnes par jour), à Saint-Hilaire (Allier), au Maroc. Les gisements du Jura, de la Lozère, de l'Aveyron, de l'Ardèche, de la Provence représentent une réserve potentielle en pétrole considérable.

Millevaches, en Haute-Garonne. Dans ce département, les travaux qui se poursuivaient à Saint-Gaudens ont été malencontreusement interrompus, d'abord par des accidents matériels, puis par le récent incendie du forage qui était précieux par l'abondance de son débit en gaz (matière première de carburant) et en une huile qui contenait jusqu'à 60 % d'huile lubrifiante de bonne qualité.

### Les lubrifiants

Les données qui précédent montrent qu'on dispose de moyens étendus pour préparer des quantités massives de carburants. La situation est malheureusement très différente pour les lubrifiants, spécialement pour ceux qui conviennent à des usages spéciaux : machines à vapeur surchauffée, transformateurs électriques, etc... Jusqu'à présent, on n'a trouvé que des succédanés relativement grossiers, à base d'huile anthracénique additionnée d'un épaisseur. Ils ne se prêtent guère qu'au graissage des machines agricoles et des essieux de wagons.

Assurément, il convient de se tourner vers les lubrifiants végétaux (huile de ricin notamment). D'ailleurs, il importe de faire subir à ces huiles un raffinement rendant propres au graissage des moteurs à explosion, des turbines, etc., etc... (1).

Les meilleures qualités d'huiles lubrifiantes s'obtiennent par synthèse proprement dite : polymérisation, alcoylation. Suivant la pratique acquise en Allemagne et en Italie depuis plusieurs années, on prend pour base de départ de ces fabrications de lubrifiants, ou bien les lignites, en passant par l'intermédiaire soit du procédé Fischer, soit de l'hydrogénération du goudron primaire fourni par la semi-carbonisation de ces lignites, ou bien les schistes bitumineux.

(1) M. Martinot-Lagarde a montré récemment que dans les seules régions de Mogador et d'Agadir, l'extension de la culture du ricin à quelque 50 000 hectares de terrain sablonneux, noyés de marécages, fournirait par an entre 18 000 et 20 000 tonnes de graines capables de céder au minimum 6 000 tonnes d'huile utilisable pour l'alimentation des moteurs Diesel. En 1937, les exportations d'oléagineux de l'A.-E.F. et de l'A.-O.F. se sont élevées à 355 000 tonnes représentant une valeur de 790 millions de francs, dont 630 pour l'arachide, 148 pour le palme et l'huile de palme; 12 millions pour les autres oléagineux : karité, ricin, coprah, coton, etc. Une exploitation rationnelle viserait à développer ces cultures et plantations en vue d'une production capable de satisfaire la consommation d'énergie que la France demandait jusqu'ici au pétrole.

### L'économie française des carburants et des lubrifiants

Les carburants et les lubrifiants formant la base de toute l'activité économique de notre civilisation, il serait inadmissible de s'en tenir aux méthodes improvisées adoptées en 1940. D'ores et déjà, il faut attribuer à chaque carburant la part raisonnable qui lui reviendra dans la future organisation économique, en tenant compte des ressources du territoire et des délais pour l'exécution des projets.

Sur la base d'une consommation annuelle d'essence évaluée à 2 millions de tonnes sur le territoire français, il semble raisonnable, en première approximation, de réserver aux carburants de remplacement : charbon de bois, bois, agglomérés, anthracite et gaz (1) une quote-part de l'ordre de 30 %, soit l'équivalent de 700.000 tonnes d'essence. Le solde reviendrait aux carburants liquides proprement dits : alcools méthylique et éthylique, essence Fischer et d'hydrogénéation des huiles de schistes et de lignite.

(1) Si intéressants que soient les combustibles gazeux, on ne peut malheureusement pas leur attribuer toute la part que l'on voudrait leur donner dans le plan national de production de carburants. Il faut, en effet, ravitailler d'abord en charbon les usines de carbonisation (fours à coke). Il convient ensuite de réservé à la population une proportion importante de gaz, afin que les besoins domestiques puissent être assurés d'une façon aussi large que les circonstances le permettent. D'ailleurs, on manque de matériaux pour construire les compresseurs nécessaires à l'emmagasinement du gaz, ainsi que de bouteilles en acier forgé pour le transport du gaz comprimé à haute pression.

Cette répartition se caractérise par sa souplesse parce que, suivant les possibilités d'approvisionnement en pétrole brut (découvertes de gisements dans l'Empire français, retour des importations, etc.), selon les besoins en bois, selon la création probable et désirable d'un plan européen de production et d'utilisation des carburants lubrifiants, il sera toujours possible de modifier les quanta attribués ici à titre de première approximation, aux différents carburants de synthèse et de remplacement.

D'ailleurs, les nouvelles usines de fabrication d'alcool par hydrolyse, puis d'essence et de lubrifiants par synthèse, constitueront l'assise de l'industrie qui se consacrera à l'élaboration de nombreux produits chimiques (acides gras, alcools, matières grasses, matières plastiques, etc.).

Quand on procède à l'inventaire des ressources (matières premières) et des moyens (procédés techniques) propres à nous rendre des carburants et des lubrifiants, on est surpris de leurs considérables possibilités.

L'œuvre constructive des prochaines années réside notamment en la constitution d'une économie française des carburants, ayant son centre de gravité à l'intérieur de l'Empire, mais soutenant des relations étroites et multiples avec l'étranger pour l'achat de licences et de matériel, et pour s'informer des résultats obtenus afin d'adapter les réalisations étrangères à nos besoins propres.

H. DOYEN.

Les trois grands centres de pêche allemands de la mer du Nord, Cuxhaven, Wesermünde et Altona livrent en abondance aux grandes cités du continent du poisson qui, pour la commodité du transport, est livré, dans la proportion de 45 %, sous forme de filets. De grandes quantités de déchets demeurent par suite sur place et les peaux, entre autres, font depuis longtemps l'objet de traitements particuliers pour servir soit d'engrais dans les vignobles, soit de nourriture pour animaux, tels que porcs, volailles ou poissons de viviers, soit encore de matières premières pour l'industrie de la colle. Plus récemment, des procédés industriels de tannage ont été mis au point pour la fabrication de cuir à l'aide de ces peaux préalablement écaillées par des moyens chimiques. Le cuir de poisson, doué de qualités différentes de celles du cuir classique, jouirait déjà d'une telle faveur qu'on envisage non seulement de stimuler la pêche, mais même d'importer des pays voisins des quantités appréciables de peaux.

# L'INTERCONNEXION EUROPÉENNE DES GRANDS RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

par Louis BARBILLION

Docteur ès Sciences

Ancien Directeur de l'Institut Electrotechnique de Grenoble

*De vastes projets ont été récemment arrêtés, d'un commun accord, pour la coopération des forces hydrauliques surabondantes de France avec les usines thermiques si puissantes et si perfectionnées du Reich. Le programme comporte en principe l'envoi des excès de puissance hydraulique, correspondant à nos régimes de hautes eaux, à des postes de réception allemands par des lignes de transmission d'énergie, presque toutes construites déjà, avec, à titre de réciprocité, refoulement, quand nos ressources seront trop maigres, d'énergie thermique produite, comme l'on sait, dans des conditions particulièrement économiques par la combustion des lignites qui constituent, dans le Reich, un combustible de première importance, ne le céder qu'à la houille proprement dite. Ce sera un premier pas vers la réalisation de l'interconnexion européenne qui permettra d'exploiter harmonieusement l'ensemble des ressources thermiques et hydrauliques de tous les pays européens.*

**L**a première tentative d'échange d'énergie, en France, remonte à 1907-1908. Elle réalisait le transport des reliquats invendables d'énergie hydraulique de nos Alpes septentrionales, concentrés au poste de Pariset, près Grenoble, dans la région de houille noire de Saint-Etienne, plus précisément au poste de réception et de transformation de Saint-Chamond. Ce transport d'énergie avait été prévu comme unilatéral. Toutefois, au cours de l'hiver si spécial de 1921-1922, la sécheresse fut telle dans cette région de nos Alpes que maintes industries furent arrêtées trois jours ouvrables sur six.

Comme un bienfait n'est jamais perdu, à titre de réciprocité, la houille noire de Saint-Etienne vint au secours de la houille blanche déficitaire de Grenoble, et rétablit la situation. Pas complètement toutefois. On constata sur le vif l'insuffisance de nos interconnexions régionales, puisque, faute d'une ligne de très petite longueur, quelques kilomètres à peine, la région du Vercors, fort dépourvue, ne put participer à la bienfaisante distribution d'énergie supplétive.

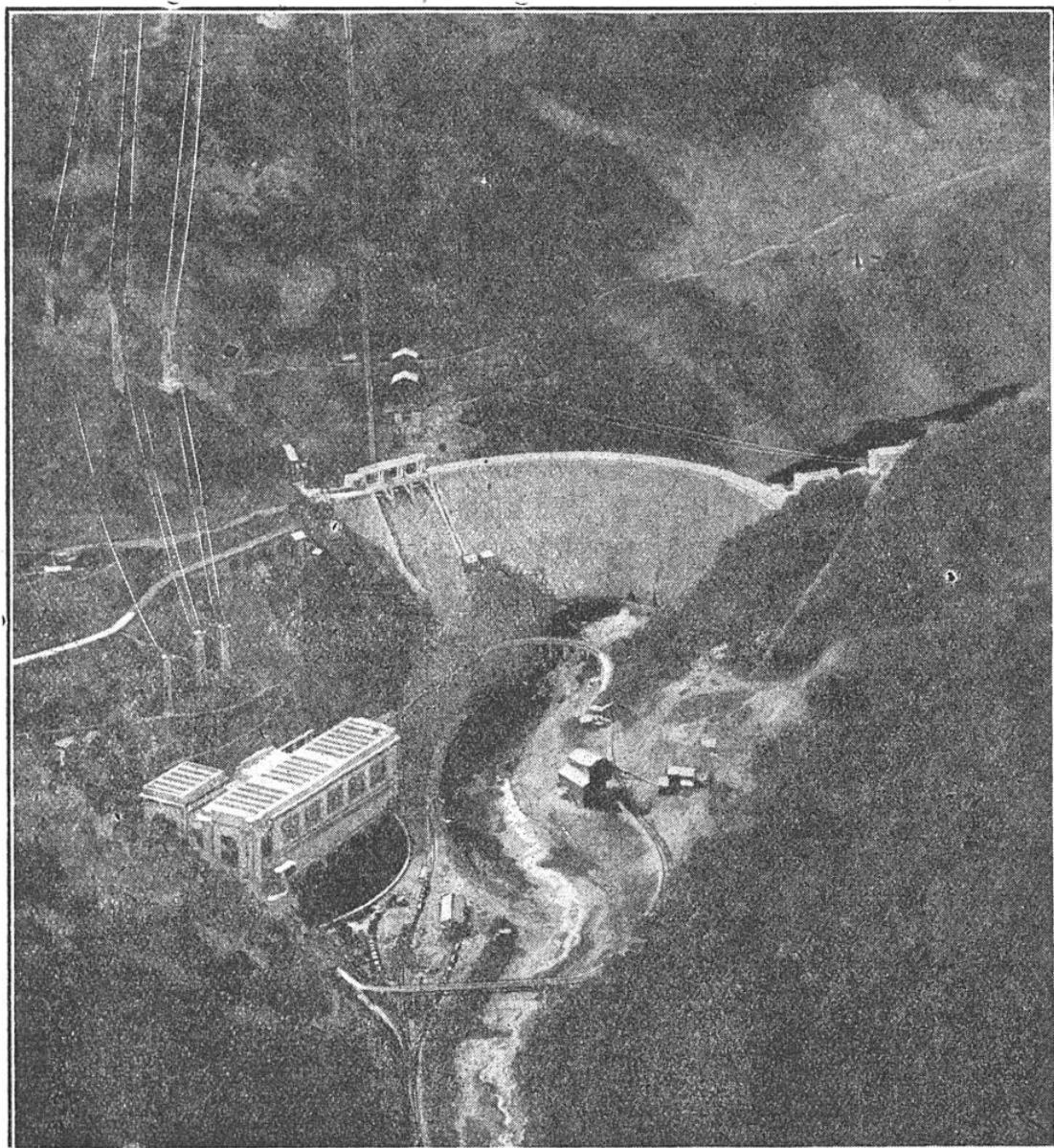
Aujourd'hui, il semble logique d'utiliser de la même manière, pour le « nivela-

lement » des richesses énergétiques naturelles des divers Etats, la souple et puissante électricité, aux applications par ailleurs innombrables. Au point de vue technique, rien n'est impossible. Mais le facteur économique intervient (1).

## Qu'est-ce que l'interconnexion ?

L'interconnexion, car c'est là le terme classique, est née du désir d'apporter plus de sécurité dans la distribution, la défaillance d'une station centrale pouvant être supplée par le surcroît d'activité des autres. Les exemples en sont déjà anciens ; l'un des premiers nous a été fourni par la Belgique. Plusieurs réseaux d'interconnexion groupaient cha-

(1) Dans tout transport d'énergie, deux facteurs interviennent : le prix d'établissement de la ligne, qui se traduit, dans les dépenses annuelles par l'amortissement et l'intérêt des capitaux engagés rapportés au kWh transporté; puis le coût de transport du kWh supplémentaire dont on peut disposer dans les usines hydrauliques. La somme de ces deux coûts doit être la plus petite possible et, en tout cas, ne pas être supérieure à la différence des prix des kWh produits thermiquement sur place, et des mêmes kWh, aux pertes près, produits grâce à l'utilisation des chutes. Il faut donc que, sur les lignes de transport et d'échange ainsi constituées, une puissance suffisante s'écoule pendant un temps suffisant.



T W 13843

FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DU BARRAGE ET DE LA CENTRALE DE MARÈGES DANS LE MASSIF CENTRAL  
*Cette centrale de 130 000 kW est reliée, d'une part, aux centrales thermiques de la région parisienne par une ligne à 220 000 volts et contribue, d'autre part, à l'alimentation de la ligne de chemin de fer Paris-Brive. Avec les autres centrales équipées dans le Massif Central (Éguzon, Coindre, Brommat, Sarrans, etc.), elle fait partie d'un groupement régional qui fournit au réseau français plus de deux milliards de kWh par an sur les quinze milliards de kWh produits en France (huit milliards fournis par la houille noire, sept milliards par la houille blanche).*

cun en une chaîne des stations centrales publiques, des usines métallurgiques privées, etc. C'est ainsi que le réseau dénommé « Union LI. NA. LUX. » rassemblait déjà, dans la région de Liège, de Namur et du Luxembourg, une soixantaine de stations. En 1926, une inonda-

tion très grave en arrêta plusieurs, sans qu'à aucun moment le système cessât de fonctionner.

Les avantages d'une telle organisation étaient évidents : mise en veilleuse des stations centrales les plus anciennes, et aux marchés les moins économiques, puis,

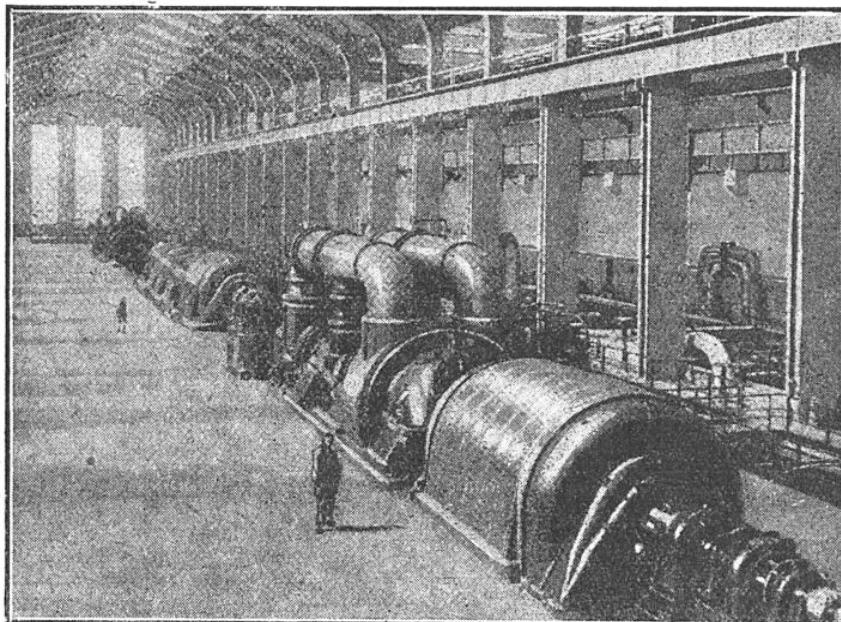
en raison de la division des chances d'accidents, diminution de ce qu'on appelle « la réserve tournante », c'est-à-dire des groupes de réserve prêts à se substituer, à chaque instant, à des groupes avariés.

Depuis lors, cependant, les conceptions ont évolué, et l'on distingue aujourd'hui plusieurs stades dans l'interconnexion : le groupement régional d'abord, associant souvent des usines qui sont toutes hydrauliques ou thermiques, et plus rarement des usines relevant des deux catégories. Ces groupements régionaux sont reliés aux groupements voisins. Il y a là un réel avantage lorsque les travaux de liaison à entreprendre ne sont pas trop importants. En effet, beaucoup d'usines hydrauliques marchent à pleines eaux, c'est-à-dire sans réservoir d'accumulation ou de compensation ; elles peuvent ainsi donner toute leur mesure. Dans les périodes de basses eaux, les usines thermiques forcent leur production, et ainsi, on peut faire face aux besoins si divers, dans le temps et dans l'espace, des consommateurs.

Généralement, ce groupe régional possède un centre (il devrait toujours en posséder un), par lequel il se relie aux centres correspondants des réseaux voisins. Cette liaison sert de collecteur, et le sens de l'énergie transmise variera au besoin suivant les heures de la journée, et les jours de l'année, toujours pour tenir compte par compensation à la vapeur des variations de la puissance produite par les usines hydrauliques. Sous réserve de prescriptions ministérielles d'ordre national, et de contrats spéciaux avec les réseaux voisins, le réseau régional inté-

ressé a seul à débattre avec les consommateurs, ses abonnés.

Ainsi, les réseaux régionaux sont groupés en un super-réseau national. Suivant les pays, et, par conséquent, les régimes politiques et administratifs qui les ont caractérisés, l'Etat a joué un rôle plus ou moins grand, lors de l'organisation de ce réseau national. En Allemagne et



T W 13841  
FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DE LA SALLE DES MACHINES DE LA CENTRALE THERMIQUE « SAINT-DENIS II » DE LA RÉGION PARISIENNE

Cette centrale est reliée au réseau parisien à 60 000 volts, ainsi qu'au transport d'énergie à 220 000 volts du Massif Central et à la ligne à 220 000 volts issue de l'est-sud-est de la France. Equipée de groupes turbo-alternateurs de 50 000 kW de puissance unitaire, elle doit atteindre une puissance de 450 000 kW environ.

en Italie, son influence a été grande. En Angleterre, le « Grid » national et gouvernemental est venu un peu tardivement mettre l'harmonie nécessaire parmi de multiples installations désordonnées. En France, il semble qu'on ait eu un peu le tort de laisser les grandes sociétés privées constituer ce super-réseau comme elles l'entendaient. On a abouti, avec l'interconnexion, chez nous, à une nouvelle manifestation de ce vice national : la centralisation excessive. Toutes les forces, ou presque toutes, de nos Alpes, de notre Plateau Central, des Pyrénées et de nos grands fleuves, le Rhin et le Rhône, convergeaient sur Paris, ou allaient le faire, lorsque est survenu le drame de 1939-1940. La paix revenue, il faudra se remettre à

l'œuvre, et surtout tenir compte des « vraies » nécessités nationales, qui supposent, en dehors des faisceaux radiaux et étoilés de nos communications de toutes sortes tendus sur Paris, d'autres communications transversales ou latérales, les liaisons actuelles étant encore manifestement insuffisantes.

Ce défaut de coordination avait, du reste, frappé beaucoup de spécialistes, et notamment nous avions eu l'occasion, à plusieurs reprises, de suggérer aux industriels de l'interconnexion et aux pouvoirs publics des solutions plus rationnelles. C'est bien celles, à quelques différences près de réorganisation administrative, qui semblent avoir inspiré le texte de la nouvelle loi du 14 septembre 1941, remaniant le réseau national d'interconnexion à 220 000 volts et de tension éventuellement supérieure, et notamment introduisant l'autorité de l'Etat dans l'exploitation et la mise au point de ce réseau d'intérêt capital pour notre pays.

Il y aura donc un centre national de commande destiné à coordonner tous ces afflux et ces répartitions d'énergie, mais le chef de cette distribution s'interdira d'agir à l'intérieur des réseaux régionaux, qui continueront à disposer de l'autonomie nécessaire, sous réserve naturellement du respect des contrats qui les lient aux autres distributeurs.

En ce qui concerne plus spécialement la technique, il y aura à examiner d'abord la répartition optimum des fournitures de puissance à assurer par les divers réseaux régionaux, ce qui est relativement facile, étant donnés les renseignements numériques et statistiques de tout genre dont on dispose, et, en outre, à prévoir des dispositions extrêmement strictes et d'urgence, pour parer à un accident toujours possible. Plus ces transports d'énergie seront importants, plus ils supposeront l'intervention d'usines lointaines, et bien que l'on s'efforce, dans le tracé des lignes, d'assurer toute la sécurité possible à ces transports, des circonstances climatériques imprévues, un cyclone, par exemple, peuvent abattre des lignes sur une zone fort étendue. Il convient donc que les usines restantes soient aptes à fournir, dans un temps très court, une puissance de remplacement suffisante. C'est bien ce problème qui se posa inopinément aux Parisiens le 16 novembre 1937. Les lignes amenant l'énergie hydraulique

du Plateau Central à Paris ayant été brusquement interrompues, les usines thermiques de la région parisienne, qui travaillaient presque en veilleuse, à ce moment, durent fournir dans le plus bref délai la majeure partie des 200 000 kW qui venaient ainsi à être supprimés. De cet accident mémorable, et aussi des difficultés rencontrées pour y faire face, par un personnel pourtant d'élite, est née une conception toute nouvelle des usines thermiques.

### **Le rôle nouveau des centrales thermiques**

Jusqu'à ces dernières années, on s'attachait surtout à installer des groupes puissants, de 50 000 à 80 000 kW, donc en petit nombre, mais doués de rendements excellents, pouvant atteindre 97 % pour les alternateurs, et un chiffre évidemment inférieur, mais fort élevé tout de même, pour les turbines à vapeur. En somme, le souci prédominant était de produire le kWh à des conditions très favorables. Alors que, dans les usines datant d'une vingtaine d'années, on comptait sur 4 500 calories par kWh, dans les usines les plus récentes, cette dépense de chaleur était réduite environ d'un tiers, soit à 3 050 calories. Vu, d'autre part, qu'il était nécessaire, en raison du caractère variable de la consommation, d'y faire face, à chaque instant, par une puissance convenable, on installait dans les usines des groupes supplémentaires de puissance moindre, successivement mis en route ou arrêtés, suivant la demande, de manière à faire l'appoint et à permettre aux grosses unités de travailler toujours, quand elles travaillaient, au rendement maximum.

Le coût de plus en plus élevé du charbon a incité l'industrie à faire appel, dans des limites beaucoup plus larges, à l'énergie hydraulique, les usines de ce dernier type représentant des capitaux d'installations énormes, cinq à dix fois plus grands, à puissance égale, que ceux réclamés par les usines thermiques, mais ne nécessitant, en ordre de marche, qu'un personnel restreint, à tel point qu'on a pu dire que le fonctionnement de telles usines ne revenait pas beaucoup meilleur marché à vide qu'en charge.

Donc, une partie des usines thermiques doit maintenant être équipée en vue de produire très rapidement une forte puissance électrique de substitution. Il con-

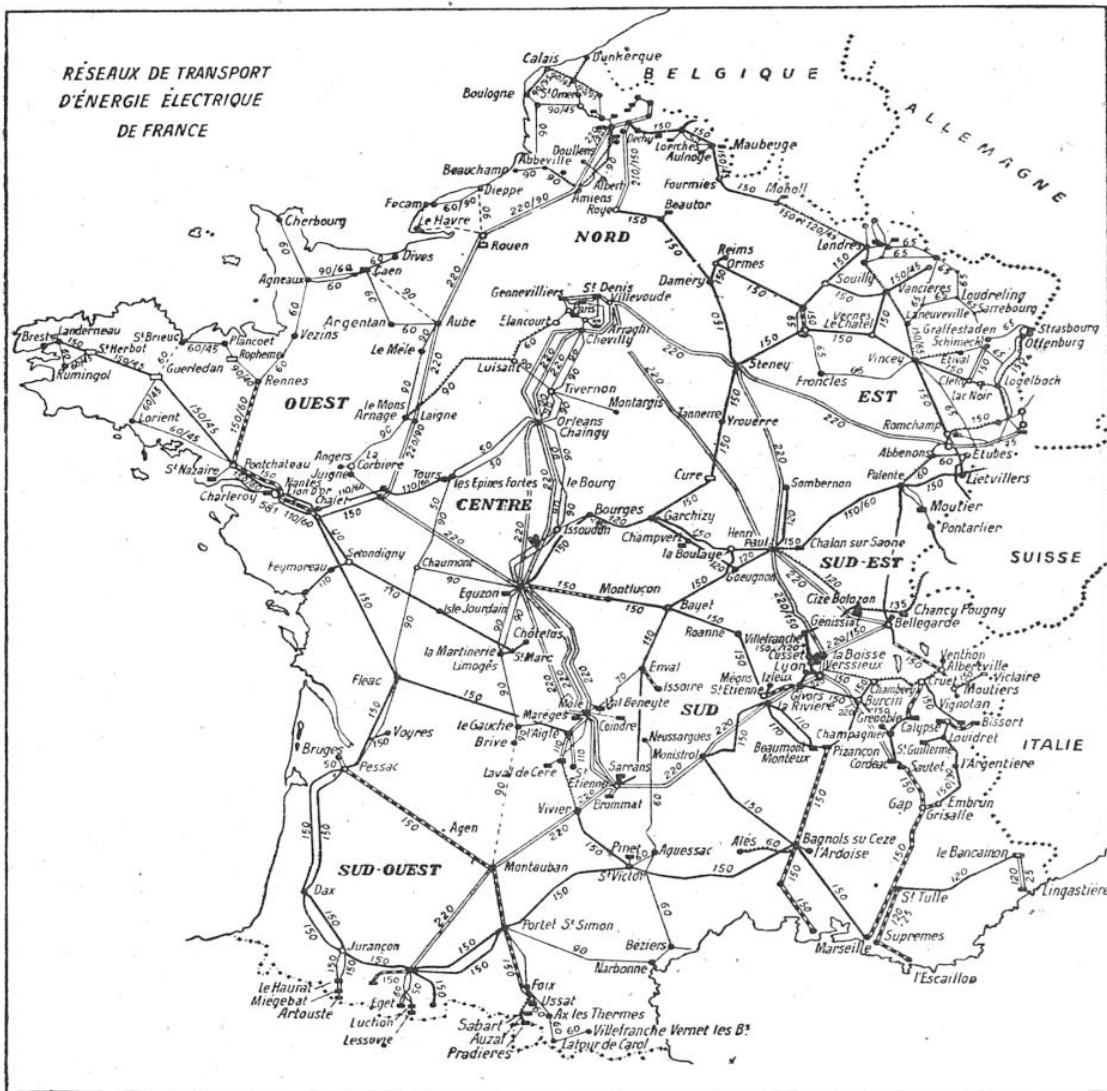


FIG. 3. — L'INTERCONNEXION ET LES RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ENERGIE EN FRANCE

L'interconnexion comprend à son premier stade la liaison entre centrales thermiques et hydrauliques d'une même région. La liaison des groupes régionaux entre eux aboutit ensuite à un super-réseau national qui doit permettre, sans compromettre l'autonomie des réseaux régionaux, de suppléer à la défaillance de certaines usines du pays par un apport supplémentaire d'énergie demandé aux autres centrales du super-réseau.

vient donc, puisque la partie de pure électricité répond instantanément à la demande, de prévoir des chaudières d'une part, et des turbines à vapeur de l'autre, susceptibles d'être mises presque immédiatement en route. On peut, ou bien adopter des chaudières à vaporisation presque immédiate, comme la chaudière « Velox », ou bien tenir ces chaudières en activité réduite; dans ce dernier cas, on peut compter, en cinq minutes au plus,

sur une production de vapeur égale à la moitié de la production normale; en un quart d'heure, celle-ci est elle-même atteinte.

Même souci de mise en marche rapide dans le cas des turbines; ou bien on les laisse froides, ce qui est dangereux, car il y a toujours dans la période d'échauffement d'une turbine des périodes délicates, ou bien on les maintient en état de chaleur modérée jusqu'à la mise en

vitesse normale et la possibilité d'utilisation totale de la force motrice, opérations qui peuvent être extrêmement rapides (2 à 5 minutes), pour permettre au groupe d'être branché utilement sur le réseau.

En somme, il faut compter, entre le moment où l'accident (rupture de la ligne d'énergie) s'est produit et celui où

référence de la puissance fournie effectivement par rapport à la puissance contractuelle. Dès lors, il indique, à l'usine intéressée, d'avoir à effectuer sa correction de marche, et même, dans certaines installations plus perfectionnées, c'est lui-même qui lance, sous forme électrique, les ordres nécessaires pour ajuster cette puissance.

Imaginons qu'à la suite d'un accident survenu à une ligne importante, ou d'un accroissement brusque de charge, ou encore d'une diminution immédiate de la consommation, le régime des usines vienne à être momentanément modifié. Le chef-répartiteur, dans ce cas, sait quelle fraction de puissance supplémentaire, ou soustractive, chaque usine doit avoir à fournir, compte tenu de sa constitution, et des appareils, plus ou moins sensibles, qui lui permettent de modifier sa charge. Ainsi est substitué à l'initiative individuelle de chaque direction d'usine un réglage d'ensemble, infiniment préférable, et qui constitue, du reste, la seule solution possible lorsque les usines intéressées sont en nombre supérieur à deux. Toute consultation individuelle d'une

FIG. 4. — SALLE DE DISPATCHING DE L'UNION D'ÉLECTRICITÉ

L'Union d'Electricité a créé tout d'abord le réseau à 60 000 volts réalisant l'interconnexion des centrales thermiques de la région parisienne, réseau relié ensuite à ceux à 90 000 et 220 000 volts des centrales hydroélectriques du Massif Central. Le dispatching a précisément pour but de mettre sous les yeux d'un répartiteur général l'état de marche des diverses centrales du réseau, afin que les charges puissent être rationnellement réparties.

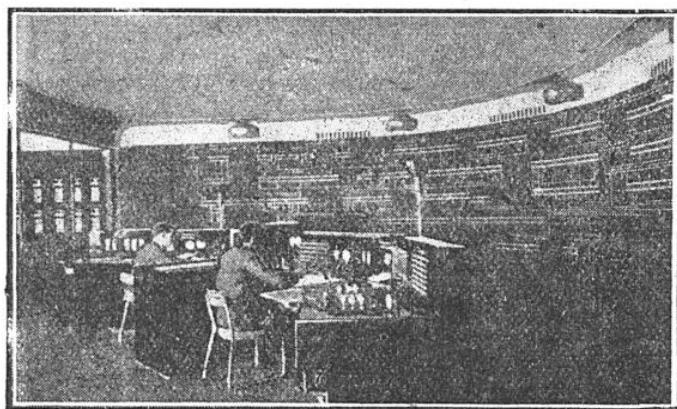
le secours thermique est prêt, sur un intervalle de cinq minutes. Que se passe-t-il dans cette période cruciale ? Comment parvient-on à déjouer les chances d'arrêt général ?

#### Le réglage de la puissance en cas d'accident sur le réseau d'interconnexion

Pour comprendre ce qu'est la solution dans un tel cas d'alerte, il faut d'abord saisir comment s'exécute la conduite, en régime normal, d'un tel concert d'usines. Toutes les usines d'un groupe régional, formant un ensemble, sont soumises aux décisions d'un unique répartiteur ; le poste de direction est pourvu de tous les moyens de contrôle, de renseignements et de lancement d'ordres nécessaires. Ce répartiteur-chef a, en effet, sous les yeux, les éléments caractéristiques de la marche de chaque usine et la puissance qu'elle fournit effectivement ; il peut même, par simple artifice, avoir sous les yeux la dif-

usine à l'autre serait une source de désordre, et même d'accident. On peut donc admettre que, dans les installations modernes, même les plus compliquées, le répartiteur, au bout d'un temps déterminé, a pu assurer lui-même, ou faire assurer, les corrections de marche. Quel est ce temps ?

Imaginons que l'incident soit un accroissement brusque de la consommation. Dans ce cas, l'ensemble des usines, réglées pour fournir une puissance déterminée insuffisante pour faire face au nouveau régime, baisse plus ou moins rapidement de vitesse. C'est cette baisse de vitesse qui, dans chaque usine, alerte les régulateurs de puissance des groupes. Ces régulateurs, aujourd'hui merveilles de sensibilité, puisqu'ils sont mis en route pour des écarts de vitesse relatifs de 1/500, bientôt de 1/1000, exécutent la correction nécessaire, mais malheureusement dans des temps assez différents. Les régulateurs de turbines à vapeur procéderont en général beaucoup plus vite à l'opéra-



T W 13842

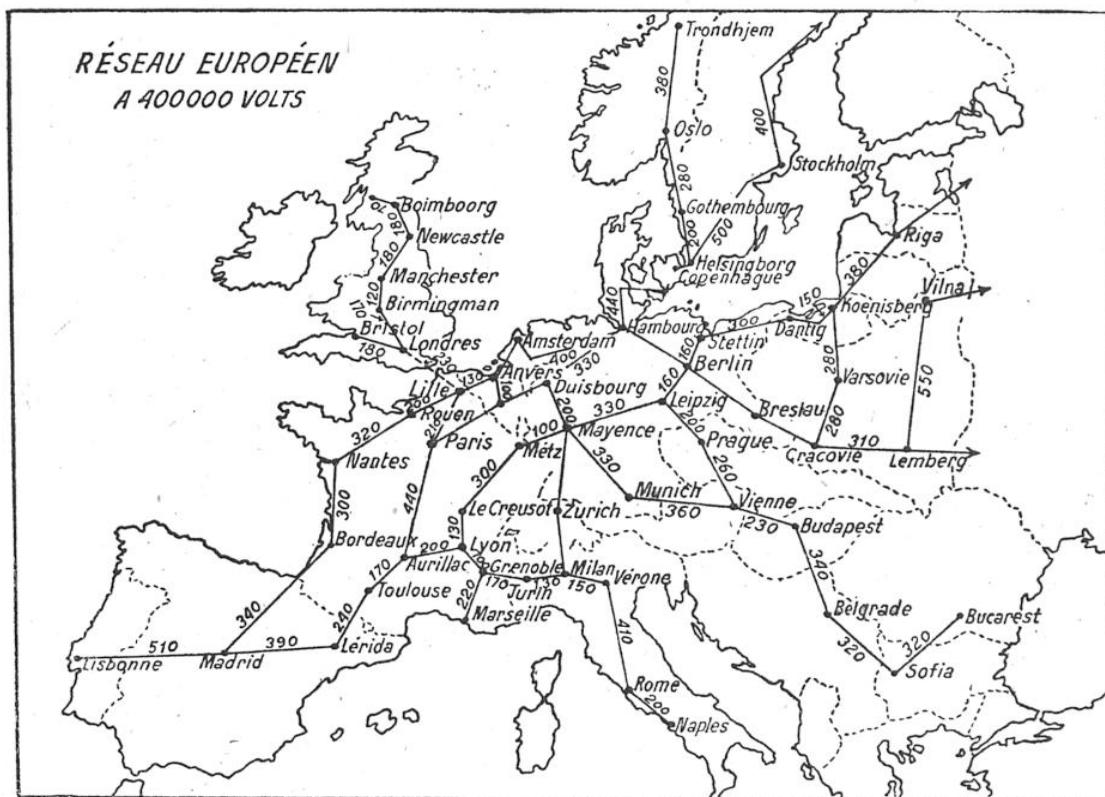


FIG. 5. — PROJET D'INTERCONNEXION EUROPÉENNE A 400 000 VOLTS

*La France, l'Italie, l'Espagne, la Suisse apporteraient au réseau leurs ressources en énergie hydraulique. La France pourrait fournir 2 300 000 kW d'origine thermique et 5 800 000 kW d'origine hydraulique.*

tion que les régulateurs de turbines hydrauliques. Il faut donc éviter, pour ne pas créer des oscillations et des « pompages » d'une usine à l'autre, que certaines stations aient déjà fini, et même exagéré le réglage, avant que les autres, plus lentes à se mouvoir, aient terminé le leur. Ceci pose un nouveau problème : s'arranger de telle sorte que chaque usine opère sa correction dans son domaine propre, mais n'intervienne pas dans le réglage des autres parts de puissance à fournir par les usines distantes.

Lorsqu'il s'agissait de n'interconnecter qu'un petit nombre de stations, une solution très simple s'offrait à l'esprit : laisser au plus grand nombre des usines le soin de travailler à puissance constante, en réservant à une usine, ou deux au maximum, la mission de marcher à puissance variable, et de combler, à chaque instant, le déficit existant entre la puissance réclamée et celle fournie par les usines à marche constante, dites « usi-

nes de base ». L'usine régulatrice était, par contre, munie de tous les artifices nécessaires pour procéder, rapidement et automatiquement, à son réglage propre. Elle ramenait par son action la fréquence à sa vitesse normale, d'où son nom image d'« usine chef-d'orchestre ». Mais avec l'extension du nombre des usines reliées, cette solution s'avéra impossible, en raison des réactions des usines de réglage les unes sur les autres, ce qui retardait considérablement le retour à un régime définitif et stable.

En égard à ce fait que les insuffisances des usines se manifestent par une baisse de vitesse, les excès, par une hausse de celle-ci, on utilisa dès lors ce test : variation de la fréquence, pour imposer, à chacune des usines, suivant une proportion et une modalité convenables, le soin de régler le quantum de puissance qu'elle devait fournir, en se fixant sur l'écart de fréquence, par rapport à la fréquence normale qu'elle accusait. La réalisation

du système est malheureusement assez compliquée. Toutefois, cette solution, aujourd'hui, semble la seule bonne à retenir, et l'on en est presque parfaitement devenu maître.

### Vers les transports d'énergie transcontinentaux à 400 000 V

Nous venons ainsi d'explorer l'arsenal très riche qui permet à l'électricien d'établir des transports puissants d'énergie à de longues distances et, pour économiser les pertes, sous de très fortes tensions. Nombreuses sont les lignes en France, en Allemagne, et même dans certains autres pays d'Europe, en Amérique du Nord aussi évidemment, qui fonctionnent à 220 000 V. Les Allemands avaient, ces dernières années, procédé à des essais d'exploitation par lignes à 380 000 V, disposes parallèlement au Rhin.

On peut admettre, sans être taxé de présomption, que le transport d'énergie à 400 000 V est à la veille de voir le jour. Cette constatation nous amène à rendre l'hommage qui est dû à certains novateurs qui, il y a plus de dix ans déjà, convaincus de la nécessité, juste du reste, de répartir convenablement les richesses naturelles entre les divers pays intéressés, avaient élaboré des projets de transmission transcontinentale de l'énergie. Beaucoup n'étaient que des songe-creux et des impuissants au point de vue technique. Trois noms, cependant, doivent être retenus comme ceux de techniciens doublés de sociologues. Ces trois personnalités ont établi des projets presque identiques. Ce sont MM. le docteur Oliven, en Allemagne, l'ingénieur Schöltenger, en Suisse, et enfin Georges Viel, directeur de la Compagnie Electrique de la Loire et du Centre, auteur d'un admirable projet, dont il avait du reste doublé la valeur en créant le matériel technique nécessaire pour un transport lointain à 400 000 V (fig. 5).

M. Viel part de cette conception que les pays riches en houille blanche de l'Europe occidentale, France, Italie, Espagne, Suisse même, possèdent d'énormes quantités inemployées d'énergie hydraulique provenant d'usines déjà installées, et que l'on pourrait tirer d'autres centrales à créer.

Le point de concentration des puissances françaises serait Aurillac. Deux grandes lignes, l'une médiane et l'autre côtière, sur l'Ouest, convergeraient à Lille,

la première par Paris et de là se dirigeant sur Hambourg et les Etats scandinaves. Un deuxième faisceau de lignes, avec interconnexion à Aurillac, joint la Méditerranée italienne et française, mène les forces adriatiques à Mayence par ligne directe via Zurich, où par une ligne passant par le Creusot. De là, l'artère poursuit sa course sur Leipzig, Berlin, Stettin, enfin la Pologne et la Lithuanie. Une transversale : Hambourg, Berlin, Cracovie, Lemberg. Autre artère : Berlin, Leipzig, Vienne, Budapest, Belgrade, Sofia et Bucarest : le circuit des capitales balkaniques.

Le monde nouveau doit être un monde bien organisé économiquement, où les grands transports d'énergie pourront voir le jour.

Comme ils sont destinés à favoriser les conditions de vie des hommes, il n'est pas sans intérêt de prévoir, dès maintenant, l'énergie qu'il faudra transporter ça et là. Un très sérieux rapport, fourni au Comité économique français par M. Guiselin, a abouti à cette conclusion fort importante que l'Européen moyen consomme une quantité d'énergie (évaluée en charbon) pour ses besoins propres, chauffage, éclairage, cuisine, industrie familiale et autres, de l'ordre de deux tonnes par an. Evidemment, le Samoyède s'inscrit pour moins que l'habitant de Berlin ou de Paris. N'importe! Restons-en aux moyennes. C'est là une donnée fort précieuse, qui permettra d'asseoir le futur réseau, le moment venu.

Un dernier mot encore sur ce sujet passionnant. Un tel réseau serait-il rentable? Tenons-nous-en à un exemple concret. M. Viel a étudié un transport de 400 000 kW sous 400 000 V de 1 000 km. Chiffres en main, déduits des documents statistiques et officiels français, il aboutit à cette conclusion que, au moins à l'époque où il a établi son travail, pour une marche de 2 500 à 3 000 h du réseau transporteur, ces 400 000 kW constituent une opération blanche, tous frais d'amortissement et d'intérêts compris.

C'est là une conclusion fort intéressante, car, entre les 8 600 h de marche annuelle maximum et le chiffre indiqué, il y a une grande marge, que les progrès de la civilisation permettront de combler en partie. En tous cas, en attendant les décisions des chefs d'Etats, les techniciens, d'ores et déjà, sont prêts.

Louis BARBILLION.

# LES ÉTATS-UNIS POURRONT-ILS DEVENIR UNE GRANDE PUISSANCE MILITAIRE ?

par François COURTIN

*Les Etats-Unis qui, depuis le début des hostilités en Europe, s'étaient tenus soigneusement à l'écart du conflit qui divise le vieux continent, sont peu à peu sortis de leur attitude de neutralité : aide à l'Angleterre et à ses alliés, occupation de l'Islande, intervention dans la bataille de l'Atlantique et, sans doute bientôt, abrogation plus ou moins complète de la loi de neutralité. Une situation stratégique exceptionnellement favorable leur permet de le faire sans danger immédiat, mais, si leur alliée européenne vient à s'effondrer, les Etats-Unis devront assurer seuls leur défense. Aussi font-ils un effort énorme pour constituer une armée. Depuis le mois de septembre 1940, 16 millions d'hommes sont inscrits sur les listes de conscription. Mais ces ressources humaines et les possibilités de la plus puissante industrie du globe ne peuvent suffire à constituer du jour au lendemain une armée moderne. Inexistante en 1940, l'armée américaine ne commencera à occuper un rang honorable parmi les forces terrestres du monde que vers 1943.*

## **Les Etats-Unis, nation sans armée parce que sans voisins**

**D**ANS l'état actuel de la technique militaire, les Etats-Unis jouissent encore, par rapport au reste du monde, du même isolement que l'Angleterre par rapport à l'Europe au siècle dernier. Comme ils n'ont aucun voisin disposant d'une puissance militaire considérable, ils n'ont pour ainsi dire pas besoin d'armée pour se défendre sur leur continent. La largeur des océans à traverser avant d'atteindre les côtes de l'Amérique met celle-ci à l'abri d'une invasion, elle la protège encore contre les bombardements venus du continent européen. Aussi la sécurité des Etats-Unis repose-t-elle, en temps de paix, sur leur flotte. Avant la guerre de 1939, elle avait nominalement la parité avec celle de l'Angleterre ; aujourd'hui, on peut la considérer comme la plus puissante du monde, et les Etats-Unis travaillent fièreusement à en doubler encore la puissance.

Lorsque les affaires d'Europe donnent des inquiétudes aux Américains, comme ce fut le cas en 1917, ils improvisent une armée qu'il faut enrôler, armer et instruire. Ceci ne va pas sans des délais considérables, encore plus considérables

cette fois qu'en 1917-1918, car la guerre est devenue beaucoup plus complexe et demande plus de matériel. En 1941, la tâche est d'autant plus difficile à mener à bien que cette fois les Etats-Unis ne sont pas en guerre et que le peuple américain tient à deux choses qu'il considère comme ses biens les plus précieux : son confort et la paix.

En juin 1940, la guerre d'Europe, qui avait jusque-là grand peine à se maintenir en seconde page des journaux américains, a évolué brusquement, et le peuple américain s'est senti menacé. L'armée régulière comprenait alors 230 000 hommes sous les drapeaux. Elle en a maintenant 1 600 000 environ, dont certains sont encore incomplètement équipés et à demi entraînés ; elle en comptera 2 millions au début de 1942, effectifs bien faibles encore si on les compare à ceux des armées qui s'affrontent en ce moment en Europe, et le chiffre de 4 millions ne sera atteint qu'au milieu de 1943.

## **L'armée américaine du temps de paix : un soldat pour 750 habitants**

Jusqu'au 16 septembre 1940, date à laquelle le Congrès a voté le service militaire obligatoire d'un an, l'armée américaine se recrutait uniquement par voie d'engagements volontaires, les engagés

étant autorisés à désigner l'arme ou le service (1) de leur choix. Elle comprenait l'armée régulière et la réserve.

L'armée régulière, composée de soldats de métier, était destinée à fournir :

1<sup>o</sup> Les cadres chargés de développer et d'instruire l'armée de réserve;

2<sup>o</sup> Les cadres de commandement de l'armée de campagne s'il devenait nécessaire d'en constituer une;

3<sup>o</sup> Une force immédiatement utilisable sur le continent américain ou ailleurs;

4<sup>o</sup> Les effectifs nécessaires pour occuper les positions-clés au point de vue de la défense des côtes et pour défendre les possessions d'outre-mer (Philippines, Hawaï). L'armée régulière comprenait, à la fin de 1939, 175 000 hommes pour une population de 130 millions d'habitants.

L'armée de réserve comprenait deux échelons : la « Garde Nationale » et les « Réserves Organisées ».

La Garde Nationale était une force organisée dès le temps de paix, susceptible d'être soumise à un certain entraînement militaire, mais dont le gouvernement fédéral ne pouvait disposer, en période d'hostilités ou de troubles, sans avoir été autorisé à prendre des mesures de mobilisation. Elle se subdivisait en « garde nationale active », organisée en unités de la manière prescrite pour l'armée « régulière », et en « garde nationale de réserve ». Son recrutement était assuré par les autorités locales des divers Etats. A la fin de 1939, on évaluait la Garde Nationale à 171 000 hommes.

Les Réserves Organisées avaient pour objet de fournir des unités partielle-

(1) Au point de vue des corps de troupe, l'armée américaine distingue, en effet, des « armes » et des « services ». L'infanterie, la cavalerie, l'artillerie de campagne, l'artillerie de côte, l'aéronautique, le génie et le corps des signaleurs (transmissions) constituent autant d'armes distinctes. Quant aux principaux services, ce sont ceux de l'adjoint général (archives militaires et administration), de l'inspection générale, de la justice, de l'intendance, de la trésorerie, le service de santé, la direction de l'artillerie (entretien du matériel), le service de la guerre chimique, enfin l'aumônerie.

lement organisées et instruites, susceptibles d'être facilement portées à l'effectif de guerre en cas de nécessité. En fait, elles ne comportaient, dans le temps de paix, que des éléments de cadres et de spécialistes désignés pour encadrer et former des hommes qui seraient appelés au service. Ces cadres et ces spécialistes étaient, eux-mêmes, des réservistes. Les Réserves Organisées constituaient donc le second échelon des forces américaines à mobiliser.

Le Président des Etats-Unis est le commandant en chef de l'armée et des gardes nationales des divers Etats, lorsque celles-ci sont appelées au service fédéral ; mais ses pouvoirs sont étroitement contrôlés par le Congrès, et il ne peut nommer les officiers qu'avec le consentement et l'accord du Sénat. Un secrétaire d'Etat, assisté de deux secrétaires adjoints, dirige le département de la guerre et est assisté par un état-major général, dont le chef est son conseiller pour toutes les questions touchant directement aux armes et aux services de l'armée. Le chef d'état-major général n'est pas forcément le commandant en chef de l'armée qui serait désigné en temps de guerre ou en cas de nécessité.

crétaires adjoints, dirige le département de la guerre et est assisté par un état-major général, dont le chef est son conseiller pour toutes les questions touchant directement aux armes et aux services de l'armée. Le chef d'état-major général n'est pas forcément le commandant en chef de l'armée qui serait désigné en temps de guerre ou en cas de nécessité.

#### Répartition et organisation de l'armée américaine du temps de paix

Une loi du Congrès, du 4 juin 1920, qui avait pour but de rendre possible un accroissement rapide des effectifs de l'armée américaine, prescrit qu'elle doit, en tout temps, être organisée en corps d'armées, divisions et brigades. Sur le papier, et malgré les effectifs peu importants de la force permanente, il existait donc une organisation très complexe, puisque six armées étaient prévues qui groupaient ensemble :

9 divisions d'infanterie et 3 de cavalerie de l'armée « régulière »;

18 divisions d'infanterie et 4 de cavalerie de la Garde Nationale;

27 divisions d'infanterie et 6 de cavalerie provenant des Réserves Organisées.

Toutes devaient avoir la même composition.



FIG. 1. — CAVALIER MOTOCYCLISTE ARMÉ D'UNE MITRAILLEUSE

En fait, les effectifs réels de ces diverses formations ne comprenaient, le plus souvent, qu'un petit nombre d'éléments constitutifs. C'est ainsi que trois des divisions de l'armée « régulière » étaient en « inactivité » et leur existence purement théorique. Les six autres étaient incomplètes ; il n'existe qu'un seul état-major de division de cavalerie au lieu de trois réglementaires.

Quant à la Garde Nationale, aucune de ses divisions ne possédait, non plus, la totalité de ses unités, tandis que les divisions de Réserves Organisées ne comportaient qu'une petite proportion d'officiers de réserve et un nombre encore plus faible d'hommes de troupe réservistes. Cette répartition en grandes unités « fantômes » avait surtout pour but de préparer un cadre à la mobilisation.

Dans la pratique, le territoire continental des Etats-Unis, y compris le territoire de l'Alaska et l'île de Porto-Rico, est divisé en neuf régions. Chacune de ces régions était prévue pour comprendre les noyaux d'une division de l'armée régulière, de deux divisions d'infanterie de la Garde Nationale, de trois divisions de Réserves Organisées, plus les troupes de corps d'armée (artillerie, génie, etc.) et les états-majors nécessaires. En outre, il existait trois départements militaires spéciaux : Panama, les Hawaï et les Philippines, et un certain nombre de divisions de cavalerie étaient réparties sur l'ensemble du territoire américain.

Fin 1939, avant que l'on eût commencé à envisager un accroissement sérieux des forces américaines, les grandes unités existantes sur le territoire continental étaient les suivantes :

- 4 divisions de 5 brigades d'infanterie (certaines incomplètes) ... 68 500 h;
- 1 division de cavalerie .... 4 800 h;
- 1 brigade mécanisée (caval.) - 2 200 h;
- 4 régiments de DCA mobile. 3 200 h;
- les effectifs de la défense des côtes (en majorité de l'artillerie) ..... 5 800 h;
- le personnel des services.... 31 000 h;

ensemble  
115 000 hommes environ, auxquels s'ajoutaient :

21 000 h (une division) aux Hawaï;

12 000 h (une brigade, un régiment d'artillerie de côtes) à Panama;

1 000 h (un régiment) à Porto-Rico;

3 500 h aux Philippines (plus 6 000 « éclaireurs philippins ») et environ 22 000 hommes pour l'aviation.

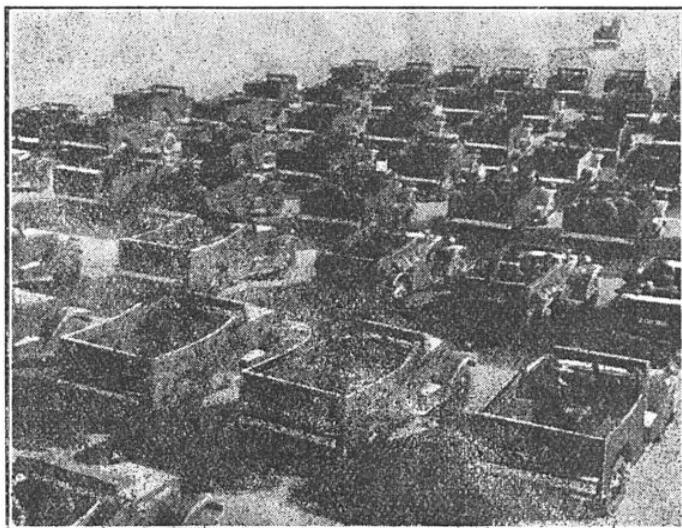


FIG. 2. — VOITURETTES DE RECONNAISSANCE DE LA CAVALERIE  
Ces véhicules rapides peuvent être utilisés soit comme voitures radio, soit comme voitures antichars armées d'un canon de 37 mm, soit pour le transport du personnel.

La Garde Nationale ne comportait pas des effectifs sensiblement plus importants puisqu'on les évaluait, à la même époque, à 171 000 hommes environ, dont seulement 147 000 hommes pour les 18 divisions prévues (effectif théorique d'une division : 22 000 hommes), 11 500 hommes pour 4 divisions de cavalerie (au lieu de 39 000 hommes), plus 7 000 de DCA, 5 500 d'artillerie de côte et 2 000 hommes pour l'aviation, dont 300 pilotes.

Les Réserves Organisées ajoutaient à ce total de 350 000 hommes, dont la moitié seulement de professionnels avec une formation sérieuse, une centaine de milliers d'hommes, dont 80 000 titulaires d'une commission d'officier.

#### Comment sont recrutés les cadres de l'armée américaine

Les officiers de l'armée active (au nombre de 12 000 à 13 000 en temps normal) sont formés pour la plupart (1) par

(1) Quelques-uns proviennent des rangs; d'autre

l'Académie militaire de West Point où ils entrent entre 17 et 22 ans comme « cadets » sur présentation des parlementaires ou à la suite d'un concours (lorsqu'ils proviennent des corps de troupes) ou encore après avoir été choisis parmi les diplômés de certains établissements d'enseignement. Les cours durent quatre ans et les élèves reçoivent une instruction générale largement comprise, ainsi qu'une formation militaire, élémentaire quoique suffisante pour leur permettre d'assumer les fonctions de sous-lieutenant dans toute branche de l'armée à laquelle ils peuvent être individuellement affectés à leur sortie de l'école.

Après avoir été commissionné et affecté à une unité, l'officier suit les cours d'une école de troupes pour recevoir une instruction élémentaire concernant son arme : il existe autant d'écoles de troupes que d'armes ou de services. Lorsqu'il atteint le grade de lieutenant ou de capitaine, chaque officier doit suivre de nouveau les cours d'une école spéciale de son arme. Plus tard, enfin, il peut être appelé à suivre des cours, « supérieurs », cette fois, et c'est alors seulement qu'il peut être désigné pour recueillir l'enseignement d'écoles de perfectionnement concernant une arme autre que celle à laquelle il appartient, par exemple l'école de commandement et d'état-major, ultérieurement, enfin, l'école de guerre.

Les officiers de la Garde Nationale ou des Réserves Organisées, autres que les anciens diplômés de West Point démissionnaires, peuvent sortir du rang, mais proviennent, en général, des étudiants diplômés par les universités ou collèges qui reçoivent des subsides de l'Etat et où l'instruction militaire élémentaire est obligatoire (3 à 5 heures par semaine et, en général, 6 semaines de camp d'instruction). Le fait d'avoir suivi ces cours n'implique aucune obligation de service militaire ultérieur envers le gouvernement fédéral. S'il se qualifie pour être nommé officier de réserve, l'étudiant peut, à son choix, accepter ou refuser d'être nommé officier de réserve. Pour compléter cette première formation, il existe dans toutes les écoles de l'*« armée régulière »*, sauf dans les écoles de troupes, des cours spéciaux à l'usage des officiers de la Garde Nationale ou des Réserves Organisées ; mais le nombre des derniers sont d'anciens officiers de la Garde Nationale ou de réserve.

officiers appelés à suivre ces cours était en général très limité par les crédits disponibles. On voit par ce qui précède que l'armée américaine ne dispose que d'un petit nombre d'officiers de carrière et que, même pour les grades supérieurs, les cadres de l'armée mobilisée des Etats-Unis doivent comprendre un pourcentage d'officiers de complément beaucoup plus considérable que dans les armées européennes.

### Vingt mois de réarmement

C'est en juin 1940, nous l'avons vu, que l'impulsion a été donnée au réarmement américain. Voici quels étaient, au bout d'un an, les résultats obtenus :

En mai 1940, l'armée américaine comprenait 230 000 hommes et 13 500 officiers pour l'armée régulière et 225 000 hommes pour la Garde Nationale.

En mai 1941, elle comptait 1 302 000 hommes à demi équipés et entraînés, et 79 500 officiers. En septembre 1941, elle comptait 1 576 400 hommes.

*La Science et la Vie* a déjà décrit le formidable effort de l'industrie de construction aéronautique américaine (1). Si la plus grande partie des appareils construits aux Etats-Unis est livrée en Afrique, en Chine ou en Angleterre, l'autre sert à constituer une flotte aérienne qui sera considérable, puisque l'on a prévu des effectifs de 100 000 pilotes et de 700 000 hommes de personnel non-naviguant.

En mai 1940, l'Amérique disposait de 3 322 pilotes entraînés et 1 894 élèves pilotes.

En mai 1941, elle en comptait respectivement 10 000 et 15 000, et elle organise l'entraînement de 30 000 pilotes par an. Quant à l'aviation navale, elle comptait, en mai 1941, 4 400 pilotes et prévoyait un chiffre de 15 000 pour le milieu de l'année 1944 (2).

Pour loger les hommes déjà enrôlés, des camps se sont construits dont certains sont de véritables villes capables de recevoir 60 000 soldats. Une industrie d'ar-

(1) Voir : « L'essor prodigieux de l'aviation américaine », dans *La Science et la Vie*, n° 264 (juin 1939).

(2) Aux Etats-Unis, en effet, l'aviation ne constitue pas une armée de l'air indépendante comme dans les armées européennes, mais elle est rattachée soit à l'armée de terre, soit à la marine. L'aviation terrestre est organisée en corps aériens qui sont chacun sous le commandement direct d'une armée de terre ou des forces blindées.

ments qui s'est trouvée devant la tâche écrasante de fournir du matériel, non seulement à l'armée en formation, mais aux armées des puissances amies, prend peu à peu naissance grâce aux milliards de dollars votés par le Congrès.

Les dépenses occasionnées par cette paix armée sont en effet fabuleuses et dépassent d'ores et déjà les dépenses de la guerre de 1917-1918.

En septembre 1941, elles atteignaient les chiffres suivants :

— commandes déjà exécutées : 5 milliards de dollars ;

— crédits votés ou sur le point de l'être : 43 milliards de dollars.

— estimation officielle du coût du réarmement : 100 milliards de dollars.

Le tableau I, qui indique le prix de quelques articles fabriqués par l'industrie américaine, donnera une idée du coût de ce réarmement.

La mobilisation de la plus puissante industrie du monde n'est pas allée sans difficultés parce qu'elle a dû s'opérer dans un pays qui n'est pas en guerre et, par conséquent, n'a pu être que partielle (la plus grande part des chaînes de fabrication d'automobiles continue à fonctionner), et parce que les considérations de profit individuel sont parfois venues entraîner le travail en provoquant des grèves.

En ce qui concerne l'équipement de l'armée de terre, il a fallu pratiquement partir de zéro pour la fabrication de certains matériels tels que les chars et les canons. Si l'on songe, d'autre part, au trouble qu'a pu apporter à l'industrie américaine un afflux soudain de commandes diverses : réarmement naval accéléré, construction de navires marchands pour compenser le tonnage coulé dans la bataille de l'Atlantique, fournitures à diverses puissances en vertu de la loi « Prêt et Bail », on comprendra que les Etats-Unis ne soient pas capables de mettre en ligne des quantités de matériel d'un or-

dre de grandeur comparable à celles que l'on voit engager sur les champs de batailles européens, et que cette absence de matériel retarde sensiblement l'instruction de l'armée en formation.

### La division d'infanterie américaine

Les événements ont conduit les autorités américaines à donner à la nouvelle armée, en cours de formation, une composition et une organisation différentes

NATURE	PRIX EN DOLLARS
Canon antiaérien de 37 mm.....	20 000
Canon antichars de 37 mm.....	5 000
Obus explosif de 37 mm.....	4,54
Mitrailleuse de 13 mm contre avions.....	1 576
Obusier de 105 mm.....	25 000
Fusil Garand.....	80
Grenade.....	1,56
Char moyen.....	38 500
Ambulance de campagne.....	1 200
Bombardier lourd.....	350 000
Bombardier léger.....	135 000
Ballon de barrage.....	5 400
Parachute.....	150
Bombe d'avion de 10 kilos.....	15,67
Casque d'acier.....	2,80
Cuirassé de 35.000 tonnes.....	70 000 000
Torpille.....	8 500
Mine.....	de 4 000 à 1 000
Canon de 203 mm sur voie ferrée.....	195 000
Un coup de canon de 406 mm.....	1 505

TABLEAU I. — PRIX DE QUELQUES PIÈCES DE L'ARMEMENT AMÉRICAIN

de celles qui étaient officielles il y a quelques mois. Récemment encore, les Etats-Unis n'avaient toujours pas adopté pour leurs divisions d'infanterie le système ternaire, pratiqué depuis près de 25 ans, par toutes les grandes armées européennes, dans lesquelles la division est en général formée de la réunion de trois régiments d'infanterie appuyés d'un régiment d'artillerie légère (75 mm) et d'un régiment d'artillerie moyenne (155 mm) de campagne.

Les Américains avaient conservé l'ancienne composition, fondée sur la réunion de deux brigades homogènes à deux régiments d'infanterie. Leurs divisions, d'un effectif théorique de 895 officiers et 21 075 hommes, représentaient donc une masse beaucoup plus nombreuse et beaucoup plus lourde à manœuvrer que les unités similaires des armées française ou allemande, par exemple. Elles avaient la composition suivante :

— 4 régiments d'infanterie comprenant chacun 3 bataillons (3 compagnies de fusiliers, 1 de mitrailleuses), 1 compagnie d'état-major, 1 compagnie d'engins (ca-

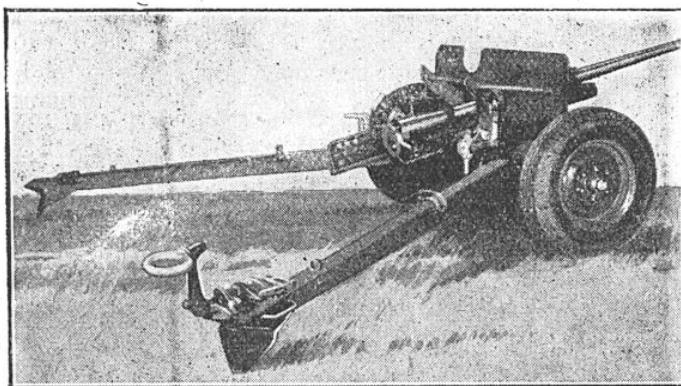


FIG. 3. — LE CANON DE 37 MM ANTICHARS DE L'INFANTERIE AMÉRICAINE

Cette pièce est capable de percer 3,8 cm de blindage à la distance de 900 m. Elle peut être montée sur voiture légère pour l'équipement de bataillons de chasseurs de chars (fig. 2).

nons de 37 mm et mortiers de 75 mm), 1 compagnie hors-rang;

— 1 brigade de trois régiments d'artillerie à 6 batteries chacun (dont 1 régiment de 155 mm), soit 48 canons de 75 mm et 24 de 155 mm;

— 1 régiment du génie : 2 bataillons, soit 6 compagnies;

— 1 « régiment » d'intendance : 6 compagnies de transports automobiles, de motocyclistes et de camions, 1 compagnie d'état-major ;

— 1 « régiment » du service de santé ;

— divers décachements comprenant :

1 compagnie de signaleurs, 1 compagnie d'état-major, 1 compagnie de chars légers.

De son côté, la division de cavalerie comprenait :

— 4 régiments de cavalerie comportant chacun 3 escadrons, 1 peloton de mitrailleurs, 1 peloton d'état-major ;

— 1 régiment d'artillerie à cheval (canons ou obusiers de 75 mm) ;

— 1 escadrille d'automobiles blindées et 1 cou-

pagnie de chars de combat légers ;

— 1 bataillon du génie ;  
— 1 « escadron » du service de santé.

Depuis plusieurs années, cependant, l'état-major américain étudiait une réorganisation de ses grandes unités, et, en particulier, de la division d'infanterie, pour faire état des récents progrès réalisés dans les domaines de la motorisation, de la mécanisation et de la puissance du feu ; on voulait notamment l'alléger et réduire au minimum le nombre des échelons de commandement, par exemple, en supprimant les états-majors de brigade.

Sur les principes du système ternaire, on avait ainsi envisagé une division comportant seulement :

— 3 régiments d'infanterie avec compagnies de mitrailleuses motorisées ;

— 1 escadron de reconnaissance motorisé ;

— 1 régiment d'artillerie (12 batteries) ;

— 1 bataillon du génie ;

— 1 bataillon de transports automobiles ;

— des troupes d'état-major et des services ;

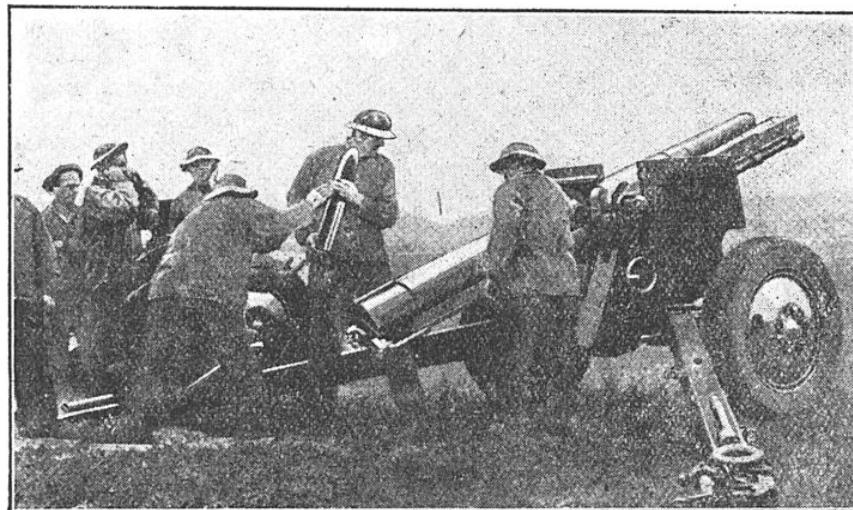


FIG. 4. — L'OBUSIER AMÉRICAIN DE 75 MM

Cet obusier est destiné à équiper la division de cavalerie. Ses caractéristiques sont les suivantes : poids en batterie, 1 450 kg; champ de tir vertical de 15° à 45°; champ de tir latéral, 85°. Il tire un projectile de 6,8 kg à la vitesse initiale de 665 m/s et sa portée maximum est de 12,5 km.

au total, 673 officiers et 12 839 hommes (1).

Des expériences effectuées en ce sens furent sans doute concluantes, puisqu'en juillet 1941, 9 divisions étaient déjà organisées sur le système ternaire. L'une d'entre elles,

(1) D'autres formules étaient préconisées d'après lesquelles on devait avoir simultanément des divisions « lourdes » (les divisions à 4 régiments d'infanterie et 3 régiments d'artillerie déjà existantes) et un certain nombre de « divisions légères » rapides et motorisées, fortes de 400 officiers et 10 000 hommes environ, qui devaient comprendre :

— 2 régiments d'infanterie ordinaires;

— 1 régiment mécanisé constitué par un bataillon de chars rapides, un bataillon mécanisé, un bataillon d'infanterie légère transporté par autocars, transportant chacun une escouade (1 mitrailleuse Browning pouvant tirer contre avions, un petit canon d'infanterie et six fusils semi-automatiques par autocar);

— 1 régiment d'artillerie;

— des services.

On ne s'était pas contenté d'études théoriques : un régiment d'infanterie, le 29<sup>e</sup>, avait été chargé d'expérimenter une des formules nouvelles pour rendre ces unités plus mobiles et leur donner une plus grande capacité offensive. Ce régiment avait été formé de 3 bataillons légers armés exclusivement du nouveau fusil semi-automatique Garand, sur le point d'être adopté pour l'ensemble de l'armée américaine, et de mitrailleuses légères, et de 1 bataillon lourd d'accompagnement motorisé comprenant 3 compagnies de mitrailleuses à 8 pièces, 1 compagnie de mitrailleuses lourdes de 12 pièces (antichars et antiaériennes) et 1 compagnie d'engins (6 mortiers de 8 mm).

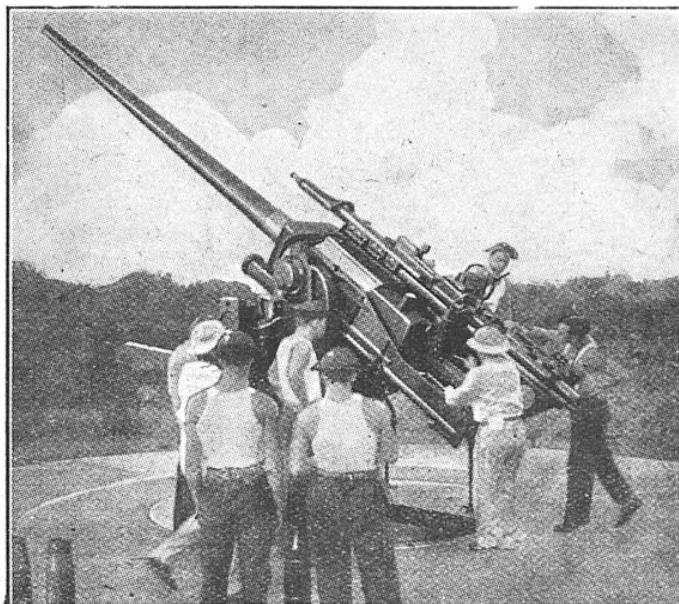


FIG. 6. — PIÈCE DE 105 MM ANTIAÉRIENNE  
Le canon de D.C.A. américain de 105 mm lance un projectile de 14,6 kg à l'altitude de 12,5 km.

la 4<sup>me</sup>, choisie comme « division expérimentale », est déjà complètement motorisée. Elle doit être la première à recevoir une dotation de chars d'assaut (52 chars légers et 54 chars moyens). Elle verra sa puissance de feu passer de 282 à 465 mitrailleuses, de 48 à 66 canons (75 mm, 105 mm et 155 mm), de 16 à 26 voitures blindées de reconnaissance. Ses effectifs, ramenés de 15 550 à 14 000 hommes, sont transportés sur des voitures chenillées.

#### Parachutistes et infanterie de l'air

Les troupes parachutistes et l'infanterie de l'air sont des troupes d'élite qui doivent subir un entraînement spécial. Les parachutistes doivent apprendre à se lancer en un minimum de temps. Ils doivent savoir se défendre même quand ils sont en l'air, se poser sans accident à l'arrivée au sol, se regrouper et être immédiatement prêts au combat, replier leur parachute, etc. Cet entraînement particulier est pratiqué au camp de Fort-Bennington, dans l'Etat de Géorgie. A Fort-Sam Houston

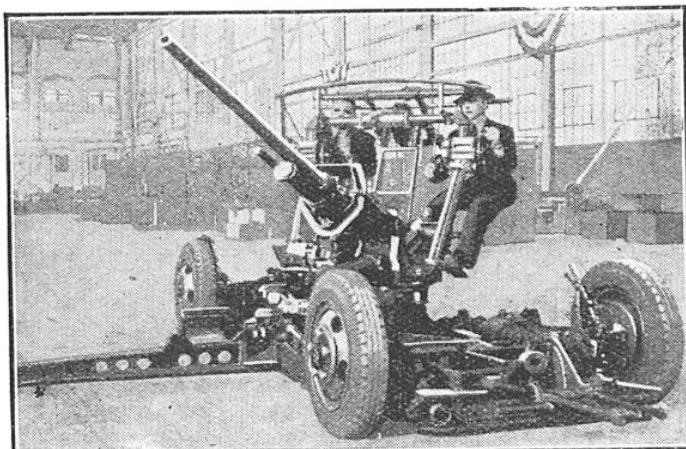


FIG. 5. — LE CANON DE 37 MM ANTIAÉRIEN AMÉRICAIN  
Ce canon automatique tire 120 coups à la minute. Il commence à être produit en série.

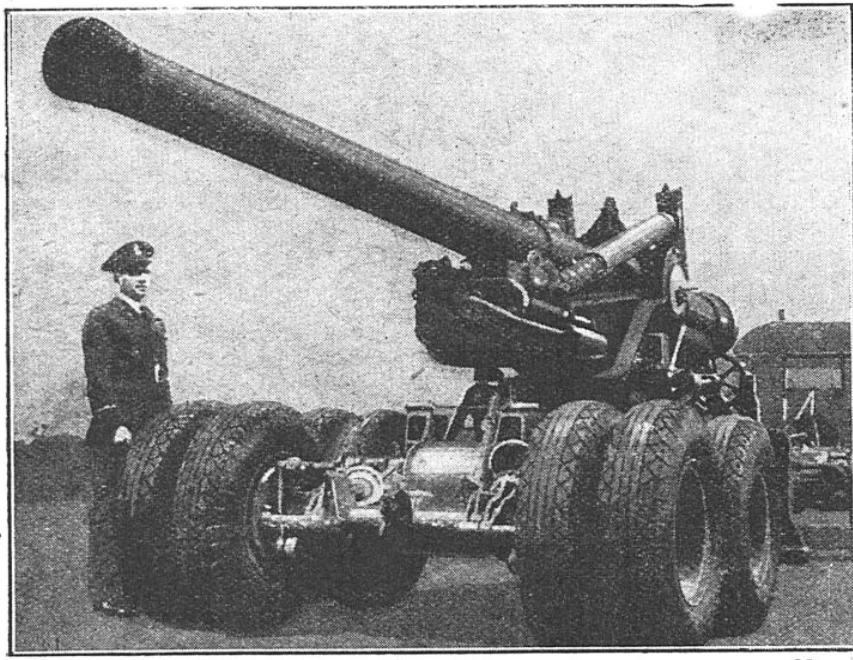


FIG. 7. — LE CANON DE 155 MM LONG

Ce canon est porté par un affût à quatre roues qui lui permet des déplacements extrêmement rapides sur route. Sous l'angle de tir maximum ( $45^\circ$ ), il lance un projectile de 43 kg à la distance de 24 km.

(Texas) existe un camp d'entraînement pour l'infanterie de l'air. Des avions de transport, armés de canons de 37 mm et d'armes de divers calibres, y servent à l'instruction des fantassins de l'air dont la mission serait de conquérir certains points d'intérêt stratégique et d'opérer sur les arrières de l'ennemi contre ses centres de ravitaillement. Ils sont destinés à opérer par unités de treize appareils.

#### Les « marines »

Indépendamment de leur armée proprement dite, les Etats-Unis disposent encore d'une force militaire spéciale, admirablement constituée et entraînée, et qui dépend du département de la marine : « les marines ». Les « marines » ne sont pas des matelots, mais un corps de soldats et d'aviateurs. Lorsqu'ils sont embarqués, leurs détachements forment le corps de débarquement du cuirassé ou du croiseur auquel ils sont affectés. A terre, ils constituent la garnison des bases navales, et leurs effectifs : 50 000 hommes autorisés, soit 20 % du personnel global de la marine de guerre, ont permis de former deux divisions légères prêtes en tout temps à être transportées rapidement et qui comprennent chacune :

- 3 régiments d'infanterie ;
- 1 groupe d'artillerie (canons de débarquement) ;
- 1 groupe de chars légers ;
- 1 groupe de DCA et, innovation récente, 1 groupe de 400 parachutistes.

En outre, cent vingt avions du « Marine Aviation Corps » (chasse et bombardement) sont régulièrement affectés à chacune de ces deux divisions. On voit qu'ainsi constituées les divisions de « marines » américaines sont très représentatives de ce que peut être une force de

« choc » moderne. Depuis le réarmement et l'occupation par les Etats-Unis d'un certain nombre de bases dans l'Atlantique (Bahamas, Islande, etc.), le nombre des « marines » a été porté à 80 000 hommes.

#### La division de cavalerie américaine, les divisions blindées

Etant donnée la nature des terrains où l'armée américaine pourrait être appelée à se défendre et qui ne seraient pas toujours pourvus de routes carrossables, les Etats-Unis, dans un temps où la tendance est à la motorisation à outrance, ont conservé les divisions de cavalerie d'ancien type, mais en les modernisant.

La division de cavalerie américaine (effectif total : 11 600 hommes) est composée de quatre régiments formant deux brigades et appuyées par de l'artillerie de 75 mm à cheval. Chaque régiment est composé d'un escadron à cheval et d'un escadron motorisé. Les cavaliers, armés du fusil semi-automatique et de pistolets automatiques, se déplacent à cheval et combattent à pied. L'escadron mécanisé est composé de motocyclistes et de voitures de reconnaissance ; les motocyclistes sont armés de mitrailleuses (fig. 1) et les

voitures de reconnaissance portent une mitrailleuse de 13 mm et deux mitrailleuses de 8 mm.

Chaque brigade dispose, en outre, d'une unité antichars de 37 mm et de mortiers de 81 mm. Des camions spéciaux ont été prévus pour le transport des chevaux à grande distance, ce qui donne à la division de cavalerie une grande mobilité stratégique.

A l'exemple des armées européennes, les Etats-Unis ont commencé à équiper et à entraîner des divisions blindées. En mai 1941, deux divisions blindées étaient déjà formées et deux autres étaient en voie de formation.

### Le matériel

Les matériels des diverses armes qui étaient à peu près inexistant au début de la guerre en Europe, à l'exception des armes légères d'infanterie, commencent à être construits en grande série grâce principalement à la participation de l'industrie automobile américaine.

Ce matériel comporte un grand nombre de nouveautés, parce qu'avant d'entreprendre la construction en série de leur matériel, les Américains ont tenu compte des données de la guerre actuelle.

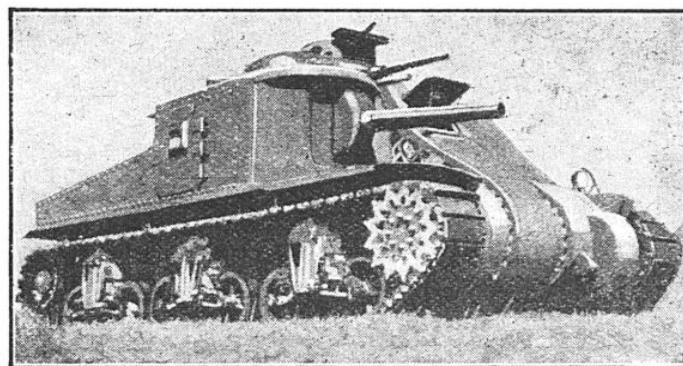


FIG. 9. — LE NOUVEAU CHAR MOYEN M 3 DE L'ARMÉE AMÉRICAINE  
Voici les caractéristiques de ce char que les usines Chrysler, à Détroit, construisent en grande série, et qui équipera les divisions blindées américaines : poids, 28 tonnes; armement, 1 canon de 37 mm antiaérien sous tourelle, 1 canon de 75 mm sur le côté, 4 mitrailleuses. Equipé d'un moteur d'avion de 400 ch, il se déplace à la vitesse de 55 km/h.

L'armement de l'infanterie comporte en particulier le nouveau fusil automatique Garand (1).

### L'artillerie

En 1939, les Etats-Unis disposaient pour leur artillerie de campagne d'un stock important des matériels, livrés en 1917-1918, et dont le nombre s'élevait, à la fin de la campagne, à un peu plus de 3 000 canons de campagne et à 2 200 canons lourds environ. On sait que l'industrie américaine ne pouvant usiner, dans les délais demandés, des quantités aussi considérables des matériels alors réglementaires dans l'armée des U.S.A., le général Pershing avait adopté les modèles français surtout, et également anglais, qui lui avaient paru le mieux convenir à ses troupes, notamment notre canon de 75 mm, modèle 1897, le 155 mm GPF Filloux, l'obusier français de 155 mm, modèle 1917, et les mortiers de 6 pouces britanniques. On évaluait à 2 500 canons de 75 mm, 500 obusiers de 155 mm et 200 canons de 155 mm GPF le nombre des pièces de cette origine dont l'armée américaine pouvait encore disposer, il y a quelques années. Bien que certains de ces ma-

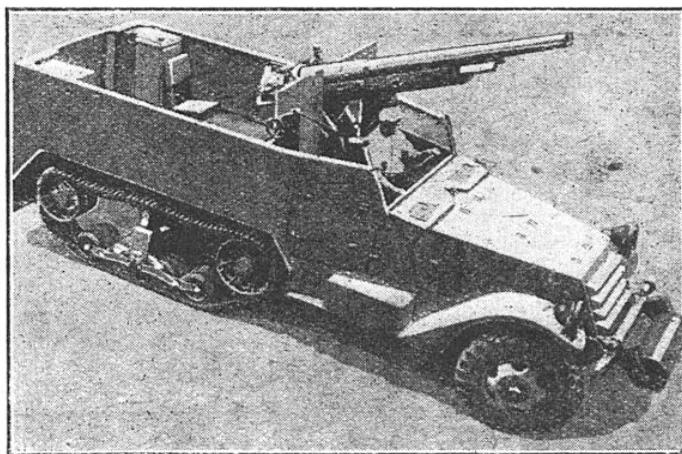
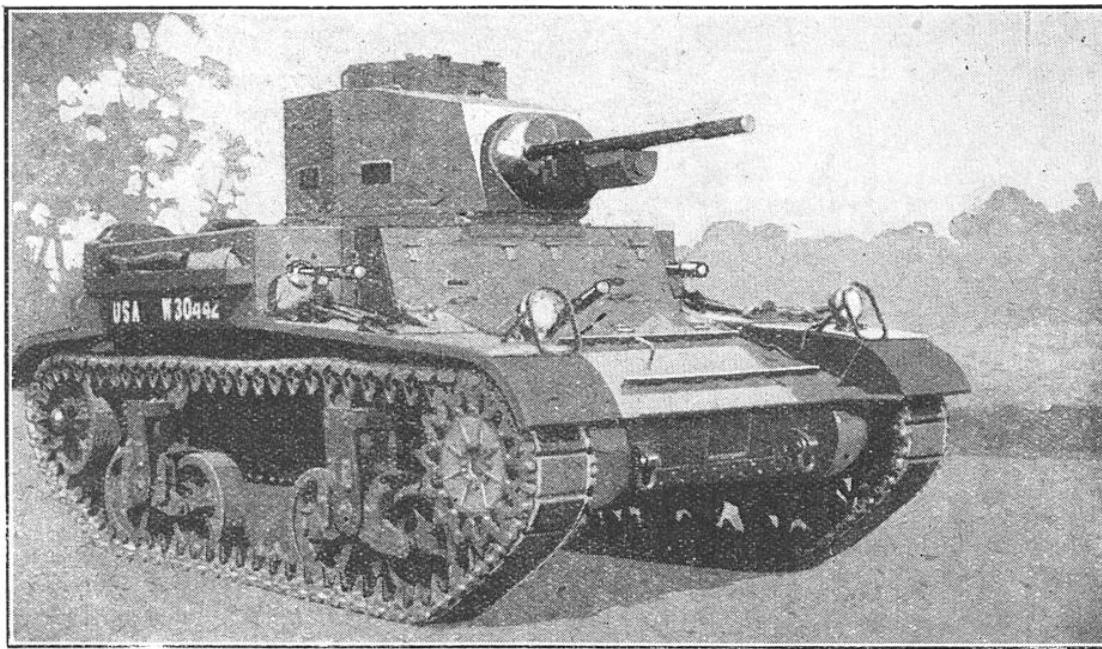


FIG. 8. — CANON DE 75 MM MONTÉ SUR UNE VOITURE DE RECONNAISSANCE ET DESTINÉ À LA DESTRUCTION DES CHARS

*La protection de ce chasseur de chars a été sacrifiée à sa mobilité; celui-ci doit rompre le combat aussitôt après avoir tiré. L'armée allemande a employé de tels chasseurs de chars sur le front russe.*

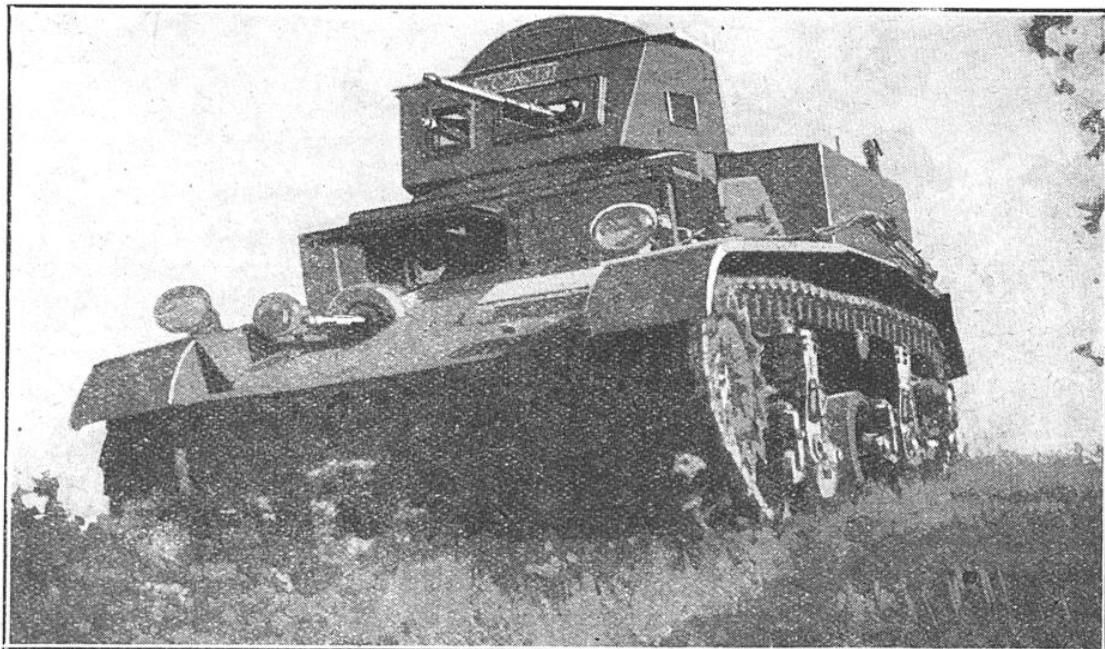
(1) Voir : « Le fusil automatique américain », dans *La Science et la Vie*, n° 281 (janvier 1941).



T W 13813

FIG. 10. — LE CHAR LÉGER M 2 A 4 DE 11 T, DESTINÉ A L'INFANTERIE

Ce char de 11 tonnes, armé d'un canon de 37 mm sous tourelle et de quatre mitrailleuses, se déplace à la vitesse de 55 km/h.



T W 13812

FIG. 11. — LE CHAR DE CAVALERIE M 1 DE 5,5 TONNES

Ce char est remarquable par sa mobilité. Un moteur de 260 ch lui permet d'atteindre la vitesse de 72 km/h, de gravir des pentes de 38°. Il peut parcourir sans ravitaillement 240 km sur route et 160 km en terrain varié. Il est armé d'une mitrailleuse lourde et de deux mitrailleuses légères.

tériels aient fait, au printemps 1940, l'objet de livraisons importantes à l'Empire Britannique, on est en droit de penser qu'en attendant la mise en service de nouveaux matériels, nombre de batteries américaines sont encore équipées avec ces pièces.

Ces matériels sont d'ores et déjà considérés comme démodés, et les Américains ont tenu compte pour les remplacer des enseignements de la campagne de Pologne, qui a montré l'efficacité de l'obusier et sa supériorité sur le canon à tir tendu. L'artillerie moderne doit pouvoir être déplacée sur route à grande vitesse, se mettre en batterie rapidement, et sans aucune manœuvre compliquée battre un champ de tir en direction le plus

ample possible, quel que soit le relief du terrain, ce que permet seul le tir courbe et l'adoption de la flèche ouvrante. Les Etats-Unis disposeront de trois obusiers de campagne : le 75 mm (fig. 4), le 105 mm et le 155 mm.

Le 105 mm, dont le prototype est apparu au début de mai 1941, est destiné à constituer l'ossature de l'artillerie américaine et à remplacer l'ancien 75 mm ; il lancera un obus de 15 kg à 11 km, tandis que le 75 mm lançait à 12,5 km un projectile de 6,8 kg. Son affût biflèche lui donne un champ de tir vertical de 65° et un champ de tir horizontal de 45°. Le tube est équipé d'un frein de bouche.

Un nouveau matériel de montagne a été également mis en service : c'est un obusier de 75 mm tirant sur affût biflèche un projectile de 6,8 kg (vitesse initiale : 381 m/s) à 9 200 mètres. Le poids en batterie est de 630 kg formant la charge de six mulets ; mais il peut être attelé (667 kg avec les roues) avec deux mulets en flèche. Ce sont des données comparables à celles du 75 mm de montagne français modèle 1919.

L'armée américaine possédera également des matériels lourds, en particulier un 155 mm long (fig. 7) et un 240 mm qui tire un projectile de 153 kg à plus de 14 km.

#### Les armes antichars et antiaériennes

Le 75 mm, détrôné comme canon de

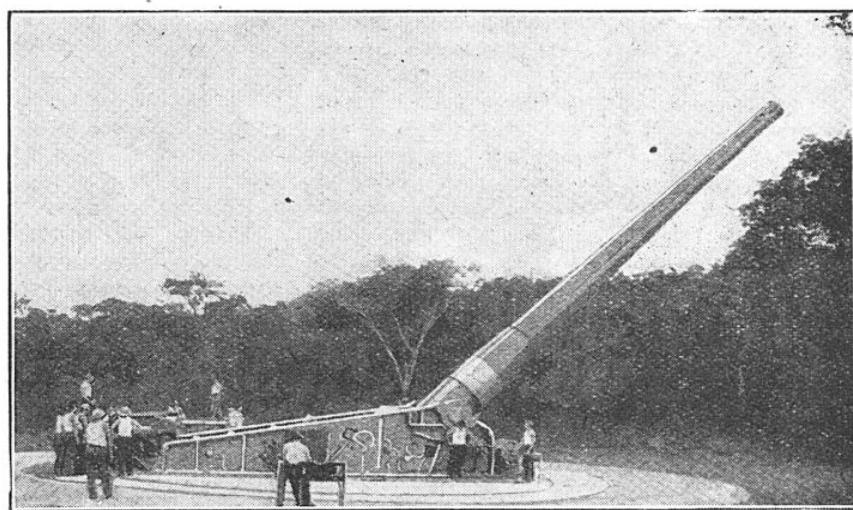


FIG. 12. — UN CANON DE CÔTE DE 406 MM DES BATTERIES DE DÉFENSE DU CANAL DE PANAMA

campagne, finira sa carrière comme arme antichars. En outre, l'armée américaine possède un 37 mm. Cette pièce, portée par un affût à flèche ouvrante, a été, comme le 75 mm, montée sur des voitures rapides qui constitueront des bataillons de chasseurs de chars. La mobilité de ces chasseurs de chars (fig. 8) sera d'ailleurs à peu près leur seule protection. Un canon plus puissant que le 37 mm serait à l'étude, le calibre de 37 mm étant inefficace contre certains chars lourds.

L'artillerie de DCA américaine a suivi la même évolution que les matériels réalisés en Europe, c'est-à-dire qu'elle a augmenté considérablement sa puissance à mesure que s'accroissaient les performances des avions modernes.

La DCA américaine dispose d'un matériel de 75 mm, d'un canon de 90 mm, tous deux considérés comme insuffisants.

Les pièces de DCA les plus modernes sont du calibre de 105 mm (fig. 6) et portent à une altitude de 12,5 km. On a également expérimenté un 105 mm, dit « stratosphérique » portant verticalement à 16 km, avec direction de tir perfectionnée.

Contre les attaques rapprochées, un canon de 37 mm (fig. 5) sera bientôt construit en série. En attendant, l'armée américaine est équipée de mitrailleuses lourdes de 13 mm.

### L'artillerie de côte

L'artillerie de côte, et l'on sait quelle importance les Etats-Unis ont attaché de tout temps à la défense des points importants de leur littoral, comporte des pièces du plus gros calibre, soit fixes, soit sur voie ferrée. Ce sont des canons de 406 mm comparables aux pièces de même calibre des cuirassés et des mortiers de 406 mm (fig. 12), ces derniers lançant à 27 000 m des projectiles de 1 000 kg, des canons et des mortiers de 305 mm lançant des obus, dont le poids varie suivant leur nature entre 318 et 485 kg, à des portées de 14 000 m pour les mortiers et 25 000 m (suivant les affûts) pour les canons. Une autre pièce de côte intéressante à signaler est le 178 mm sur chenilles. C'est une ancienne pièce de marine, débarquée de cuirassés condamnés, lançant à 860 m/s et à 23 km un projectile de 68 kg.

### Les chars américains

En ce qui concerne les chars, l'armée américaine a adopté plusieurs modèles nouveaux pour tenir compte des enseignements des campagnes européennes.

En 1939, les Etats-Unis disposaient en fait d'engins modernes des types suivants :

Le char léger Herrington de 3,7 tonnes (vitesse : 52 km/h, rayon d'action : 250 km ; armement : 1 canon de 37 mm ou 1 mitrailleuse lourde, et 1 mitrailleuse légère) ;

Le char T 4 de 1936, d'un poids de 8,6 tonnes, armé de 3 mitrailleuses, dont 2 sous tourelle, cuirassé à 9,5 mm et capable de rouler à 80 km/h ou de se déplacer sur chenilles à 47 km/h ;

Le char de cavalerie M 1 de 5,5 tonnes, capable de se déplacer à 72 km/h grâce à un moteur de 280 ch (fig. 11) ;

Le char moyen M 2 A 4 de 11 tonnes, armé de 1 canon de 37 mm et de 4 mitrailleuses, se déplaçant à la vitesse de 60 km/h (fig. 10) ; c'est le char qui actuellement équipe les unités d'infanterie.

L'armement du char moyen ayant sem-

blé insuffisant, les Etats-Unis ont adopté, et construisent en grande série aux usines Chrysler, le char M 3, armé de 1 canon de 37 mm antiaérien sous tourelle, de 1 canon de 75 mm et de 4 mitrailleuses. Ce char est déjà sorti à une cadence de 400 par mois (fig. 9).

L'évolution ne s'arrêtera pas là et déjà on annonce l'apparition pour le printemps prochain de deux nouveaux modèles :

Le char léger T 7 de 16 tonnes, armé de 1 canon de 37 mm sous tourelle et de 5 mitrailleuses ;

Le char moyen T 6 de 30 tonnes, dont le canon de 75 mm sera placé sous tourelle au lieu de se trouver sur le côté.

Enfin, les Etats-Unis, qui ne possédaient encore aucun char lourd moderne, viennent de réaliser un char de 55 tonnes, construit à la Baldwin Locomotive Co, et dont le prototype va commencer ses essais. Cet engin serait armé d'un 75 mm antichars et antiaérien, d'un 37 mm, de trois mitrailleuses lourdes de 13 mm et de trois mitrailleuses de 7,5 mm. Son équipage serait de six hommes et sa vitesse de 40 km/h. Il eût été possible de donner à un tel engin une plus grande puissance de feu en l'équipant, par exemple, avec du 155 mm, mais la plus grande part du poids a été consacrée au blindage.

### Conclusion

Les Etats-Unis, qui travaillent à devenir « l'arsenal des démocraties », ont aussi l'ambition de se transformer, pour leur propre défense, en une immense caserne. Ils y travaillent à l'abri de deux océans, qui constituent actuellement le plus clair de leur sécurité. Mais la tâche est immense, aussi bien dans le domaine de l'armement que dans le domaine de l'instruction. Une division blindée est un mécanisme de précision qui demande de longs mois de mise au point avant de pouvoir entreprendre avec l'infanterie et l'aviation les manœuvres hardies de la « guerre éclair ». C'est pourquoi, avec 16 millions d'hommes inscrits sur les listes de la conscription, l'armée américaine ne commencera à pouvoir se comparer aux armées européennes que dans le courant de l'année 1943.

François COURTIN.

# TÉLÉVISION ET TÉLÉCINÉMA PROGRESSENT SANS CESSE EN AMÉRIQUE

par Pierre HÉMARDINQUER

*Les stations mondiales de radiophonie n'ont pas, du fait du conflit actuel, vu leur activité ralentie, bien au contraire, mises à part celles des pays envahis. Par contre, l'absence des réseaux de diffusion ne permettant pas de considérer la télévision comme un moyen de propagande efficace, les postes émetteurs européens ont cessé leur fonctionnement régulier dès le début des hostilités (1). Les perfectionnements techniques n'ont cependant pas été interrompus; les laboratoires américains, en particulier, poursuivent leur activité et, en Europe même, les travaux de certains chercheurs pourront avoir des résultats importants lorsque, dans un avenir peut-être très rapproché, le moment sera venu d'envisager enfin une exploitation industrielle de la télévision. Celle-ci est d'ores et déjà en bonne voie aux Etats-Unis, où, depuis le 1<sup>er</sup> juillet dernier, les recettes publicitaires peuvent assurer la vie normale des stations d'émission (2). Les standards techniques ont été fixés : 30 images par seconde, décomposées en 525 lignes; transmission des images avec modulation en amplitude, transmission des sons avec modulation en fréquence; 18 longueurs d'onde ont été attribuées à la télévision dans le domaine des ondes ultracourtes (3). Déjà, les programmes s'organisent, et plusieurs stations d'émission ont été installées à Washington, pour la transmission des spectacles de caractère politique; à Hollywood, où la collaboration avec l'industrie cinématographique s'annonce étroite; à New York, etc... Mais, la pénurie de matières premières pour la fabrication des émetteurs et des récepteurs se fait sentir aux Etats-Unis comme partout ailleurs, et il faudra sans doute attendre la fin du conflit pour assister au prodigieux développement qui attend la télévision dans le monde. On nous annonce déjà en France l'étude d'un réseau de grandes stations d'émission locales (Paris, Lyon, Marseille) par les services de la Radiodiffusion Nationale. Les sans-filistes français bénéficieraient ainsi, dès que les circonstances le permettront, des progrès techniques les plus récents.*

**D**ès les premiers travaux sur la télévision, les chercheurs se sont efforcés de créer un appareillage imitant les organes naturels de la vision; le dispositif de Carey, en 1875, comportait une véritable rétine électrique, formée de nombreuses cel-

(1) Les émissions quotidiennes de télévision ont repris récemment en Allemagne.

(2) Les stations américaines sont, en général, des stations privées appartenant ou non à un réseau et seulement soumises à un contrôle technique établi par la Commission Fédérale des Communications.

(3) Les données standard arrêtées par la Commission ne sont pas applicables strictement. Elles ne sont pas non plus définitives et sont seulement fixées pour six mois d'essais pratiques. Au terme de ce délai, il sera possible d'envisager d'autres changements, en tenant compte particulièrement de la télévision en couleurs. Toutes les stations d'émission ont été invitées à composer des programmes comportant des expériences de télévision en couleurs.

lules au sélénium, et sur laquelle venait se former l'image du sujet à téléviser. Chaque cellule devait être reliée par un câble, analogue à un nerf optique, à une lampe correspondante d'un écran récepteur, comparable au centre nerveux de l'œil, ce qui devait permettre de reproduire l'image plus ou moins grossièrement.

La camera électronique de télévision, aujourd'hui adoptée universellement, comporte également presque toujours un écran, composé de nombreuses cellules photoélectriques élémentaires, et pouvant être comparé à la rétine électrique de Carey. La différence réside essentiellement dans le procédé de transmission. Les éléments d'images ne sont plus transmis simultanément, mais successivement.

La partie essentielle du dispositif transmetteur comme du récepteur, est

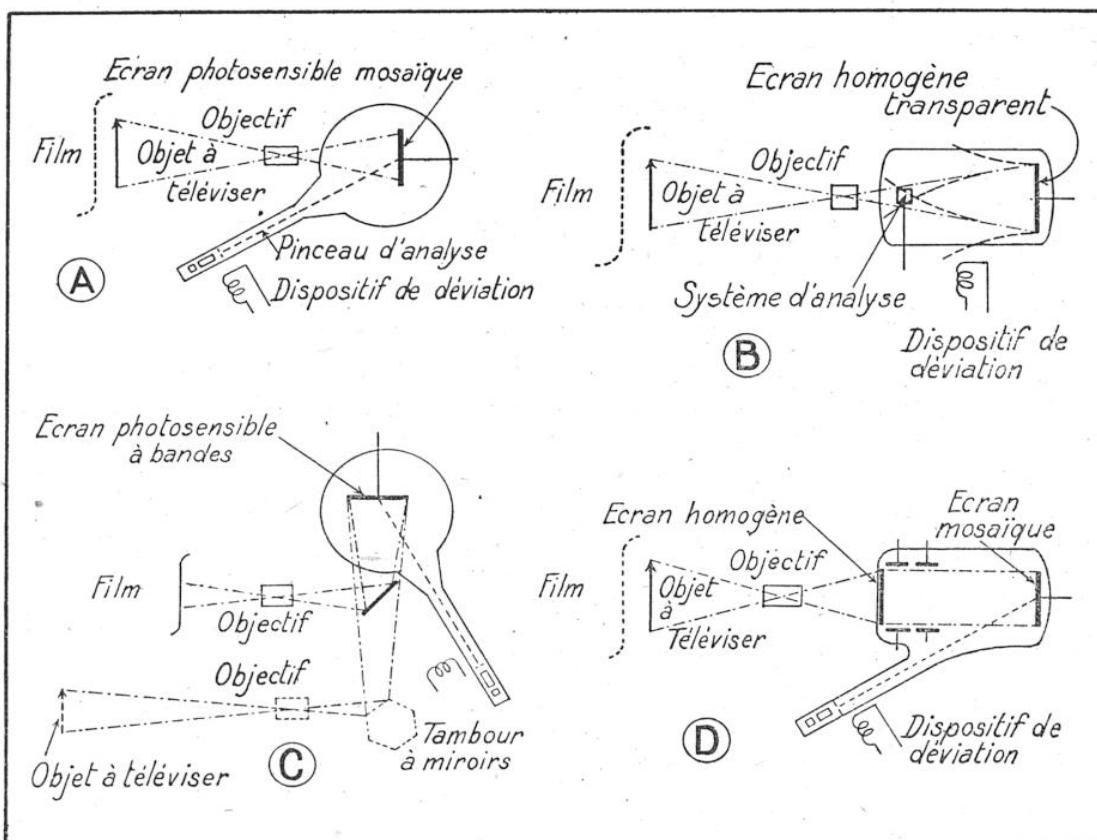


FIG. 1. — DIFFÉRENTS TYPES DE TUBES CATHODIQUES POUR CAMÉRAS ÉLECTRONIQUES

Ils diffèrent essentiellement par la constitution de l'écran cathodique photosensible, sur lequel est projetée l'image du sujet à transmettre. En A, cet écran opaque mosaïque est formé d'une multitude de petites cellules photoélectriques élémentaires que le pinceau d'analyse balaye successivement en les déchargeant. C'est le principe de l'Iconoscope de Zworykin. En B, au contraire, l'écran photosensible est transparent et homogène; il constitue en quelque sorte une cellule photoélectrique unique; un flux électronique d'intensité variable avec l'éclairage s'échappe de chacun des points de sa surface. L'ensemble de ce faisceau est dévié par le dispositif classique, de manière à ce que le flux électronique émis par les différents points vienne frapper isolément et successivement le système d'analyse fixe. C'est le principe du Dissector de Farnsworth. Remarquons que, dans ce modèle, la sensibilité est relativement faible, car on ne bénéficie pas de l'avantage que confère l'accumulation des charges électriques. Le type C dérive du Télémroscope de l'ingénieur italien Castellani. On ne projette plus sur la cathode multicellulaire l'image entière, mais seulement une bande horizontale ou ligne d'éléments à la fois, et chaque bande l'une après l'autre. Ce système est utilisé, en particulier, pour le télécinéma; il aurait l'avantage de réduire la distorsion, de simplifier les méthodes d'analyse et d'augmenter la durée de service de l'écran. En D se trouve un dernier modèle de caméra, plus récent, qui comporte à la fois un écran homogène transparent sur lequel l'image est formée, et un écran mosaïque permettant l'accumulation des charges, dont l'effet amplificateur se trouve renforcé par l'émission secondaire du premier écran. Sur toutes ces figures, le dispositif de déviation est représenté schématiquement. Il se compose, en réalité, de deux parties disposées à angle droit pour obtenir le balayage en largeur et en hauteur.

constituée généralement par un oscillographe cathodique plus ou moins modifié (1).

(1) L'oscillograph cathodique permet la transmission, comme la réception; aussi le technicien américain Allen B. Du Mont a-t-il songé, du moins pour la réalisation de dispositifs particuliers en visiotéléphonie, à construire des appareils cathodiques émetteurs-récepteurs permettant une liaison

Le principe de cet appareil est bien connu. C'est un tube de verre comportant une partie cylindrique, raccordée à une

duplex. Le tube comporte un écran à la fois fluorescent pour la réception, et photosensible pour l'émission, pouvant être commandé par un seul ou par deux faisceaux cathodiques d'exploration. Un tel dispositif, s'il est généralisé, peut assurer l'établissement de véritables cabines de transmis-

partie généralement conique, et dans laquelle on a fait le vide ou qui peut contenir quelques traces de gaz. Il comporte, dans la partie cylindrique, une cathode, généralement chauffée indirectement, d'où partent des rayons cathodiques (électrons).

Ces rayons cathodiques peuvent être déviés par un champ électrique ou un champ magnétique, et étant presque complètement dépourvus d'inertie, obéissent instantanément à toute variation de ces champs. On peut ainsi, ayant isolé un « pinceau » très fin de ces rayons cathodiques, faire varier continuellement sa direction, à l'aide d'un dispositif de déviation électrostatique ou électromagnétique actionné par un oscillateur local, ou par les courants de télévision, suivant qu'on veut utiliser l'oscillograph à l'émission ou à la réception.

Le pinceau cathodique qui se déplace ainsi constamment vient frapper le fond du tube ou de l'écran, et produit un « spot » lumineux ou électrique qui permet d'analyser les éléments de l'image ou de les reproduire au poste récepteur. Un dispositif de modulation permet, s'il y a lieu, de faire varier l'intensité du flux électronique, et, par suite, l'effet produit sur l'écran du tube, en particulier la brillance du « spot » obtenu.

#### Des images de plus en plus fines

Pour transmettre les images, on les analyse généralement par lignes ou bandes parallèles, accolées ou non, et dont la hauteur est égale à celle du « spot » signalé plus haut. Sur chaque ligne, on analyse ainsi un certain nombre d'éléments qui n'ont pas une forme géométrique précise, et dont le nombre dépend du sujet considéré; l'ensemble constitue ce qu'on peut considérer comme la trame de l'image.

Quelle est la finesse optimum de cette trame? On considérait, il y a quelques années, une transmission limite de quel-

sions visiotéléphoniques, analogues aux cabines téléphoniques. Comme il s'agit uniquement de transmission de « gros plans » (visages ou bustes), la trame d'analyse peut être relativement grossière.

que 40 000 éléments transmis 25 fois par seconde, soit un million d'éléments d'image par seconde; ce stade semble dès à présent bien dépassé.

Le standard américain adopté était déjà de 441 lignes d'analyse (il va être porté à 525 lignes) et la cadence de 30 images entières par seconde, soit 60 demi-images entrelacées (1), le rapport

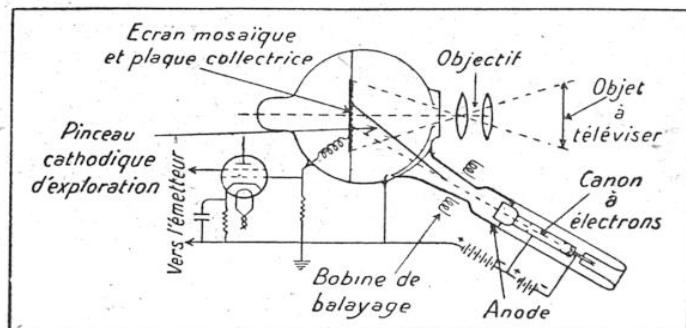


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE CAMERA MODERNE :  
L'« ÉMITRON »

Elle comporte un écran mosaique opaque composé de globules minuscules d'argent rendus photosensibles par du césium. Les cathodes photoélectriques élémentaires sont ainsi réparties côté à côté sur une feuille de mica argentée au verso et supportée par une plaque métallique. L'anode commune pour toutes les cellules est constituée par une couche d'argent déposée sur la paroi à l'intérieur du tube.

des dimensions d'images étant de 4 à 3. La fréquence correspondante est alors de 2 750 000 hertz. Déjà, on songe à aller encore plus loin, et on envisage normalement des analyses de plus de 600 lignes, ce qui conduit à réservier pour les transmissions des bandes de modulation d'une largeur supérieure à 6 000 000 de hertz au lieu de 9 000 pour la radiophonie (2).

#### Les cameras à accumulation

A l'émission, l'image à transmettre est formée, à l'aide d'un objectif à grande ouverture, sur un écran photosensible à

(1) Le procédé d'exploration par entrelacement consiste à balayer successivement les lignes paires de l'image en sautant les lignes impaires, puis les lignes impaires en sautant les lignes paires. On réduit ainsi le phénomène du scintillement.

(2) La fréquence élevée de modulation entraîne évidemment des difficultés considérables d'amplification, de modulation et surtout de transmission. Il est en particulier impossible d'utiliser les câbles téléphoniques ordinaires et il faut faire appel à des câbles concentriques. De même, on doit utiliser exclusivement des ondes très courtes permettant de larges bandes de modulation, mais dont la portée ne dépasse pas la zone de visibilité optimale, soit 50 à 60 km.

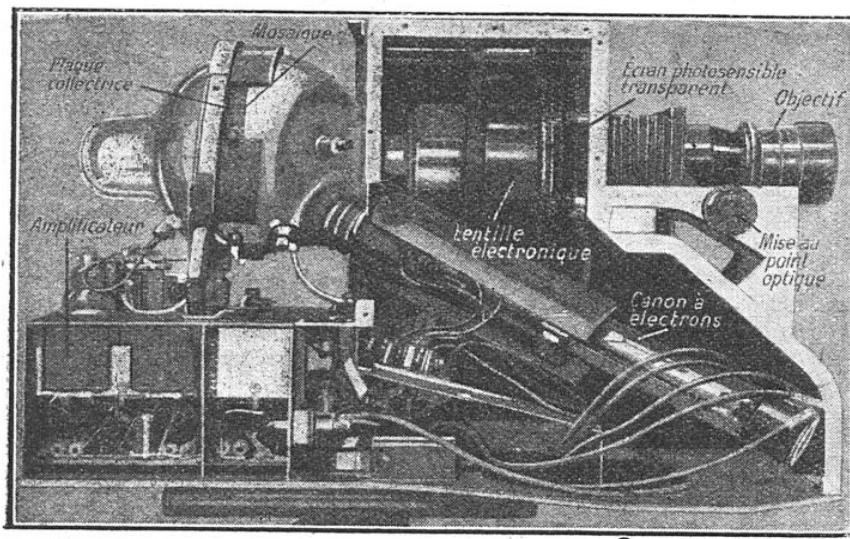


FIG. 3. — LA CAMERA « SUPER-ÉMITRON »

On retrouve sur cette photographie les éléments de la fig. 4.

éléments multiples, disposé généralement à l'intérieur de l'ampoule de l'oscillograph jouant le rôle de camera; elle est balayée par le pinceau explorateur cathodique. Grâce à cette disposition, un élément photoélectrique de l'écran photosensible, reste éclairé pendant tout le temps de transmission d'une image complète, et non pas seulement pendant le temps de *balayage électrique* de ce seul élément, comme c'était le cas avec les premiers appareils de transmission, où l'analyse du sujet était réalisée en l'éclairant point par point par *balayage lumineux*.

Pendant la transmission d'une image, il y a donc *accumulation des charges électriques* sur l'écran, et le faisceau cathodique d'analyse recueille les charges accumulées, pour les transmettre au dispositif émetteur.

L'effet électrique final obtenu est donc multiplié, par rapport à l'analyse ordinaire, par un facteur d'autant plus important que le nombre d'éléments est plus grand. Il s'élève à 200 000 environ pour une image à trame de 400 lignes à 500 éléments par ligne.

Ces éléments sont balayés successivement pendant une durée théorique de 1/25 de

électricité à la transmission, et, à la réception, pour déterminer la fluorescence de l'écran.

Des temps aussi courts ne sont envisagés dans aucune technique optique ou électrooptique. On ne considère guère, en photographie, des temps d'exposition inférieurs à un millième de seconde; la cinématographie à grande vitesse elle-même n'a pas à considérer des temps d'exposition de ce genre, incompatibles avec la sensibilité des émulsions.

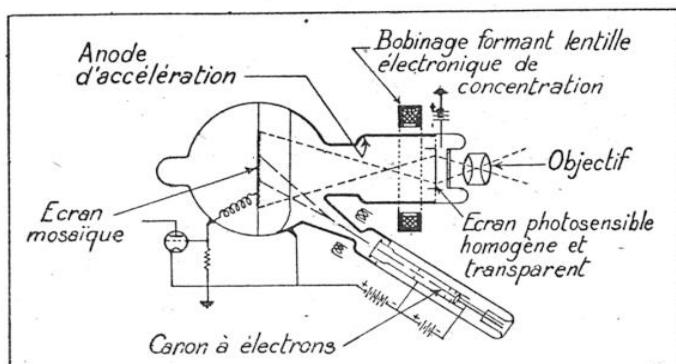


FIG. 4. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA CAMERA « SUPER-ÉMITRON »  
L'image est projetée sur un premier écran photosensible, et le flux électronique qu'il libère, lequel varie en densité suivant la région de l'image éclairée, est accéléré et concentré sur un écran mosaïque. Celui-ci n'est pas photosensible et le pinceau électronique projeté sur lui y détermine une « image électrique » correspondant à l'image optique de la cathode photosensible et un effet d'émission électronique secondaire. L'écran est analysé à la manière habituelle par un pinceau électronique qui ramène les éléments à leur potentiel d'équilibre.

seconde, si la cadence est de 25 images par seconde; mais, en pratique, la vitesse de balayage est constante pendant 1/31 de seconde seulement. Le temps de balayage d'un seul élément est ainsi de 0,161 micro-seconde.

Ce temps presque infinitésimal (un micro-seconde vaut un millionième de seconde) est réservé au pinceau cathodique pour effectuer l'opération photo-

### Les défauts de la camera à écran mosaïque

La surface de l'écran mosaïque est balayée par un pinceau cathodique formé de charges élémentaires négatives; elles neutralisent la charge positive des éléments photosensibles, successivement frappés au cours de l'analyse. La charge négative de l'autre armature de ces éléments s'écoule le long d'une résistance, et on obtient un courant de décharge d'autant plus élevé que la charge accumulée est plus importante.

Le nombre d'éléments distincts de l'écran mosaïque est de l'ordre du million; le système peut donc permettre la transmission d'images à trames très fines, de l'ordre de 600 lignes.

Les avantages du procédé sont, en principe, très grands, par suite de l'accumulation de charge; en pratique, le gain de sensibilité est loin de correspondre à la théorie. Il est seulement de l'ordre de 5 à 10 % de la valeur théorique.

A quoi sont dus les inconvénients du procédé? Le faisceau cathodique explorateur décharge bien les éléments de l'écran chargés positivement sous l'action de la lumière, mais son action normale tend, ensuite, à les charger négativement; le potentiel d'un élément dépend ainsi de la vitesse d'exploration du « spot » cathodique. Mais il se produit surtout une émission électronique secondaire de l'écran mosaïque provoquée par le bombardement cathodique, et qui diminue le contraste de l'image.

### Le super-émitron et l'orthiconoscope

Comment éviter la saturation de l'effet photoélectrique durant le balayage, et l'émission électronique secondaire de l'écran? Les ingénieurs anglo-américains ont eu l'idée de séparer les deux fonctions de l'écran photosensible mosaïque, émission photoélectrique, et accumulation de charges, et ont réalisé dans ce but le « Super-Emitron » (fig. 3 et 4). Ce tube comporte un écran photosensible qui reçoit l'image; son émission électronique abondante est dirigée vers une mosaïque non photosensible qui reçoit

le faisceau explorateur et produit sous cette action une émission électronique secondaire. Le « Super-Emitron » permettrait d'obtenir une sensibilité au moins double de celle du type normal d'« Emitron » (fig. 2).

La suppression des inconvénients de l'émission secondaire a été obtenue par un autre moyen dans un tube R.C.A. à un seul écran mosaïque opaque dit Orthiconoscope (1). Il dérive de l'Iconoscope

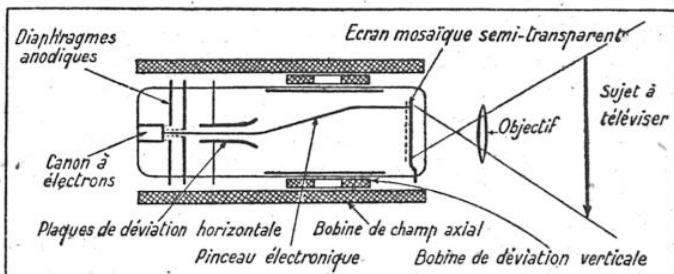


FIG. 5. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L' « ORTHICONOSCOPE »

Le tube comporte un écran mosaïque transparent que vient frapper le faisceau d'exploration. En pratique, le tube a la forme d'un cylindre de 50 cm de longueur et 10 cm de diamètre. L'analyse peut être effectuée sans difficulté avec une trame de 600 à 700 lignes. Un premier dispositif électrostatique détermine la déviation horizontale du faisceau, tandis que la déviation verticale est assurée par un champ électromagnétique engendré par des bobines extérieures. Enfin, un champ axial est obtenu à l'aide d'une bobine extérieure. La vitesse des électrons est faible et le faisceau électronique a toujours une direction perpendiculaire à la surface de l'écran.

et sa sensibilité serait dix à vingt fois plus grande que celle de ce type primitif (fig. 5).

L'émission parasite de l'écran, dans l'Iconoscope, était due à la vitesse élevée des électrons qui venaient le frapper, vitesse provoquée par la haute tension anodique nécessaire.

L'écran de l'Orthiconoscope est maintenu au potentiel de la cathode, et par conséquent, le pinceau électronique se déplace entre deux électrodes qui sont au même potentiel; la vitesse des électrons demeure très faible, et il ne se produit pas d'émission secondaire.

L'emploi d'un pinceau électronique à faible vitesse a soulevé des difficultés, par suite des déviations à craindre sous l'action des champs magnétiques ou électriques, et des déformations qui se produiraient si la direction d'attaque de l'écran était oblique. Pour y remédier, on a adopté un dispositif assurant l'at-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 277, page 45.

taque de l'écran toujours perpendiculairement à sa surface.

Ce tube perfectionné à grande fidélité est employé désormais couramment dans les caméras américaines.

### **La réduction de la cadence par les tubes récepteurs phosphorescents**

Une des difficultés de la transmission des images à haute définition est due à la nécessité de transmettre un certain nombre d'images complètes par seconde, ce qui exige la multiplication du nombre des éléments d'images correspondants, et, par conséquent, augmente la fréquence des signaux.

Si l'on réduit la cadence dans les systèmes ordinaires, il en résulte vite un effet de scintillement très désagréable pour le spectateur, et bien plus gênant encore qu'en cinématographie, par suite des conditions particulières d'observation des images.

Cet effet est d'autant plus à craindre que l'image est plus éclairée, et, par conséquent, de meilleure qualité. C'est pour l'atténuer qu'on a adopté le procédé d'analyse à *lignes entrelacées* déjà signalé plus haut, et permettant d'analyser une demi-image à la fois, au lieu de l'image complète. Malgré tout, on a reconnu qu'il fallait au moins transmettre 25 ou 30 images complètes à la seconde, soit 50 ou 60 demi-images.

Le technicien américain Allen B. Du Mont a établi récemment un nouveau dispositif cathodique qui semble permettre d'éliminer le scintillement, tout en réduisant la cadence de transmission et, par conséquent, la fréquence des signaux à transmettre. L'oscilloscopie employé comporte un écran fluorescent particulier à *persistence lumineuse*, c'est-à-dire à phosphorescence.

La persistance lumineuse est un défaut, si elle est irrégulière, et de durée relativement longue; des éléments d'image pourraient ainsi demeurer sur l'écran à la fin d'une transmission, alors que la transmission de l'image suivante commence. Mais, elle peut devenir une qualité, si elle est réduite ou commandée; elle permet d'éliminer une cause accessoire du scintillement, à savoir l'absence de lumière entre deux images successives, de réduire l'effet d'analyse des lignes, et, par conséquent, la cadence de transmission. Ce nouveau tube aurait permis de

réduire la cadence à 15 images par seconde au lieu de 30 suivant le standard américain. A égalité de finesse d'analyse, il devient ainsi possible, de réduire de moitié la bande de fréquences nécessaires, et, sans élargir la bande de fréquences, l'analyse à 441 lignes peut être portée ainsi sans inconvénient à 625 lignes, ce qui permet d'espérer la transmission d'images de grande surface, d'une qualité comparable à celle du cinéma, bien que le potentiel anodique ne dépasse pas 8 000 volts.

La phosphorescence dure environ 1/30 de seconde, et elle tombe rapidement à zéro, de sorte que l'effet de contraste indispensable n'est pas affaibli.

### **Les problèmes de la réception : l'éclairement**

La qualité d'une image télévisée n'est pas une notion absolue, mais dépend, en partie, de la distance d'observation; il existe, comme pour le cinéma, un rapport optimum entre cette distance et la surface.

Pour un tube cathodique à vision directe, de 30 cm de diamètre assurant une image de 25×20 cm, la distance normale d'observation est de 1,50 m à 1,80 m; si la surface de l'image atteint, par exemple, 40 sur 50 cm, la distance d'observation doit être portée à 3 m ou 3,60 m.

Si l'on veut augmenter la surface, pour l'observation directe, ou, au contraire, utiliser un petit tube de grande brillance pour projection sur un écran, un premier problème se pose : celui de l'éclairement. La brillance obtenue dans un tube cathodique dépend d'un certain nombre de facteurs complexes et surtout de la tension anodique, qui permet d'augmenter la vitesse des électrons, et, par conséquent, l'intensité du bombardement électronique, ainsi que la densité du flux.

Dans tous les cas, l'écran fluorescent de l'appareil récepteur n'est atteint, à un moment donné, que par le flux cathodique élémentaire correspondant à la reproduction d'un élément d'image.

L'observateur n'aperçoit donc, en réalité, à un moment donné, qu'un seul élément d'image à la fois, ce qui rend le phénomène très différent de la projection cinématographique, dans laquelle on projette, en même temps, tous les éléments d'une image entière.

La luminosité moyenne de l'image com-

plète, reconstituée grâce au phénomène de persistance de l'impression lumineuse, demeure faible, même si le « spot » fluorescent a une brillance très élevée, d'autant plus que le nombre d'éléments d'image est plus grand.

Comment augmenter la luminosité moyenne de l'image ? L'adoption des tubes classiques de projection à grande brillance est délicate et coûteuse, malgré les

dans lequel le tube comporte un écran intérieur transparent à deux parois parallèles renfermant des particules très fines en suspension. Celles-ci se déposent en fonction de l'intensité du pinceau d'exploration, et engendrent des différences de transparence correspondant aux différents éléments d'images (fig. 6).

Le tube *Skiatron* réalisé par les ingénieurs de la Société *Scophony* comporte,

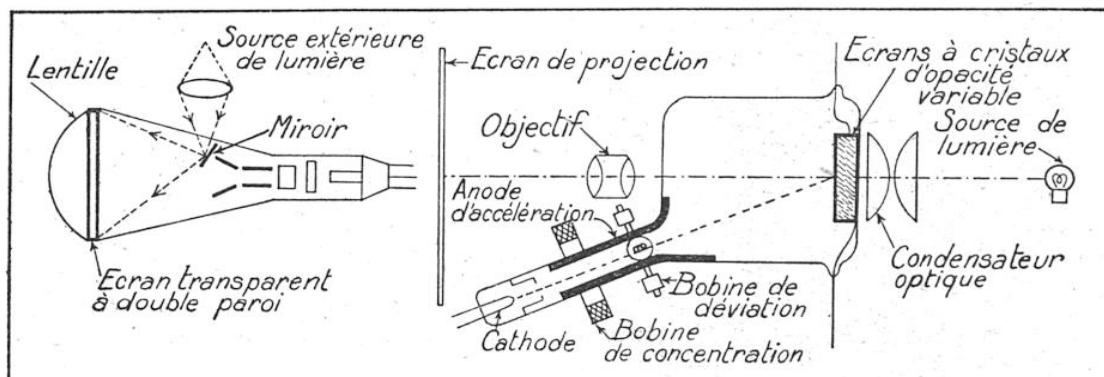


FIG. 6. — SCHÉMAS DE PRINCIPE DE TUBES A ÉCRANS D'OPACITÉ VARIABLE

Dans le modèle allemand de gauche, l'écran à doubles parois transparente renferme des particules en suspension qui se déposent sur la paroi sous l'action du pinceau électronique. On voit à droite un schéma de « skiatron » Scophony. L'écran est formé de cristaux de sels de métaux alcalins qui se colorent sous l'action des rayons cathodiques. Il ne fonctionne qu'à une certaine température maintenue à l'aide d'un thermostat.

perfectionnements réalisés. C'est donc le principe même du tube qui doit être modifié ; il faut chercher à obtenir un effet d'accumulation de lumière dans le récepteur, correspondant, en quelque sorte, à l'accumulation électrique sur l'écran du tube transmetteur.

#### Le tube cathodique à accumulation de lumière : le « Skiatron »

Le tube classique à rayons cathodiques joue à la fois le rôle de source de lumière, de modulateur, et d'intégrateur de l'image ; avec quelques modifications, il peut constituer seulement un modulateur de lumière laquelle peut provenir d'une source auxiliaire. C'est ainsi que Von Ardenne, en Allemagne, a cherché à réaliser des écrans possédant une transparence variable suivant les charges électriques déposées sur eux. Ces charges demeurent pendant les intervalles où le pinceau explorateur ne frappe pas les éléments à analyser, d'où un effet d'accumulation.

Signalons également un curieux projet

de même, un écran dont la transparence varie suivant l'action du pinceau cathodique. La fabrication de cet écran est fondée sur les recherches du physicien E. Goldstein qui a étudié, en 1894, les différentes matières normalement transparentes à la lumière visible, et devenant colorées sous l'action des rayons cathodiques. On peut citer ainsi les chlorures, les bromures, et les iodures de sodium, de potassium, de lithium, le fluorure de calcium et de strontium, etc... L'effet obtenu sous l'action du pinceau cathodique ne disparaît pas immédiatement, ce retard assure l'avantage de l'accumulation de lumière, et permet, en outre, d'éviter le scintillement, même en réduisant la cadence de transmission à 17 ou 20 images à la seconde.

#### Le tube cathodique à deux vitesses

A côté de ces créations nouvelles, le tube à rayons cathodiques pour l'observation directe ou la projection, établi suivant les principes classiques, a été aussi constamment perfectionné. Malgré les grandes difficultés dues aux hautes

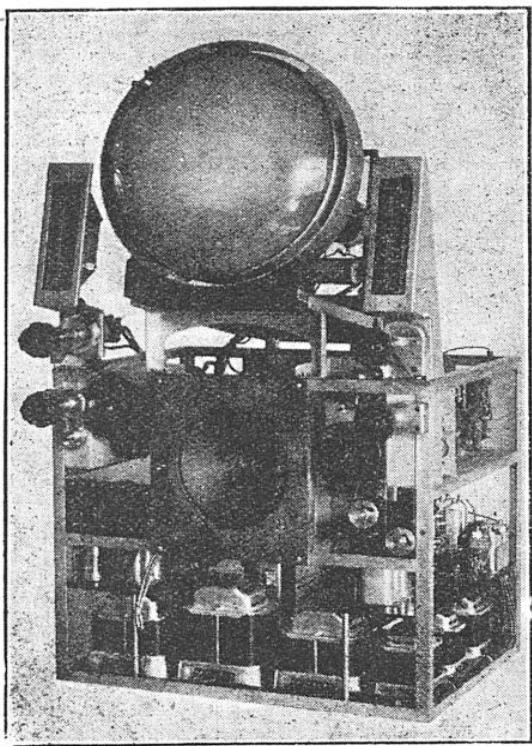


FIG. 7. — RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION OUVERT, UTILISANT UN TUBE A RAYONS CATHODIQUES A FOND PLAT ET DE GRAND DIAMÈTRE (S.A.F.A.R.)

pressions que supportent les parois et aux tensions élevées appliquées sur les électrodes, on a réussi à réaliser des modèles de diamètres de plus en plus grands, et à fond plat (fig. 7).

Pour obtenir une grande brillance sur l'écran cathodique, il faut, comme nous l'avons vu, que les électrons de bombardement soient animés d'une grande vitesse, d'où la nécessité d'utiliser des tensions anodiques très élevées. Mais, la grande vitesse des électrons rend beaucoup plus difficiles le guidage et la modulation, et, par conséquent, augmente les risques de déformation de l'image.

Pour éviter cet inconvénient, les derniers modèles de tubes cathodiques américains comportent une anode supplémentaire qui permet d'augmenter la vitesse du flux électrique, après qu'il a traversé le dispositif de déviation et de modulation (fig. 8).

Il est possible de produire ainsi une plus grande bril-

lance finale de la surface de l'écran fluorescent pour une puissance totale donnée, et, par conséquent, même si les signaux de télévision sont faibles.

### Les développements de la cellule ultrasonore

Les progrès des tubes cathodiques ne doivent pas faire négliger les possibilités d'autres modulateurs de lumière permettant d'analyser plusieurs éléments d'image à la fois, en réalisant ainsi les effets d'accumulation de lumière recherchés, tout en permettant d'augmenter la finesse de la trame. Telles sont les cellules ultrasonores.

La cellule à ondes ultrasonores de l'ingénieur J. H. Jeffre, constamment perfectionnée, permettrait des réceptions d'amateurs sur écran de l'ordre de 0,60 m sur 0,50 m, et la projection en public sur écran de 1,80 × 2,50 m.

Elle se compose d'une cuve transparente, dans laquelle on produit des ultrasons au moyen de cristaux de quartz piézoélectrique. En reliant le cristal au récepteur de télévision, on détermine ainsi dans la profondeur du liquide des ondes de compression et de dilatation d'une longueur de l'ordre d'une fraction de millimètre. Un faisceau de lumière, issu d'une source constante, et agissant sur la cuve transversalement, est plus retardé par les régions comprimées du liquide que par les régions dilatées; l'effet obtenu est complexe, car il se produit à la fois des effets de modulation et de diffraction. La source lumineuse servant à la projection est constituée par une image de toute la colonne du liquide (kérosène).

Les groupes d'ondes ultrasonores se

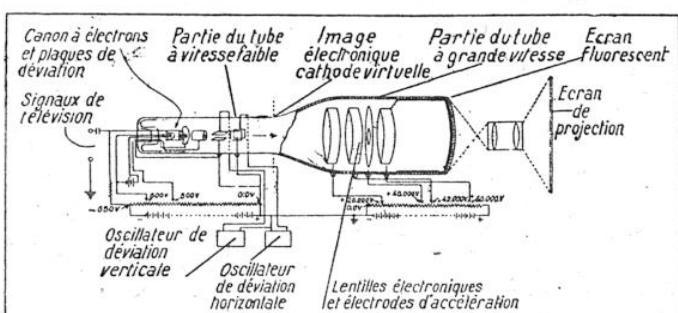


FIG. 8. — SCHÉMA D'UN TUBE CATHODIQUE A DEUX VITESSES  
Une anode supplémentaire permet d'augmenter la vitesse du flux électrique après qu'il a traversé les plaques de déviation. On obtient ainsi une grande brillance de l'image et on rend plus faciles la modulation et la déviation.

propageant avec une vitesse définie, on peut ainsi transmettre à la fois plusieurs éléments de l'image, en modulant à la fois plusieurs faisceaux lumineux. Chaque point du liquide, à une certaine distance du cristal, peut moduler un faisceau de lumière, avec un décalage égal au temps mis par l'onde pour parvenir à ce point. La longueur de la colonne liquide est déterminée par le nombre des éléments d'image que l'on désire obtenir *simultanément* sur l'écran.

Le nombre d'éléments transmis simultanément atteint environ 200.

### Les perfectionnements des multiplicateurs électriques « l'Augetron »

L'amplification en télévision soulève des problèmes délicats en raison de la faiblesse des courants mis en œuvre; de là, l'utilisation de systèmes amplificateurs particuliers, dits à *multiplication électrique*.

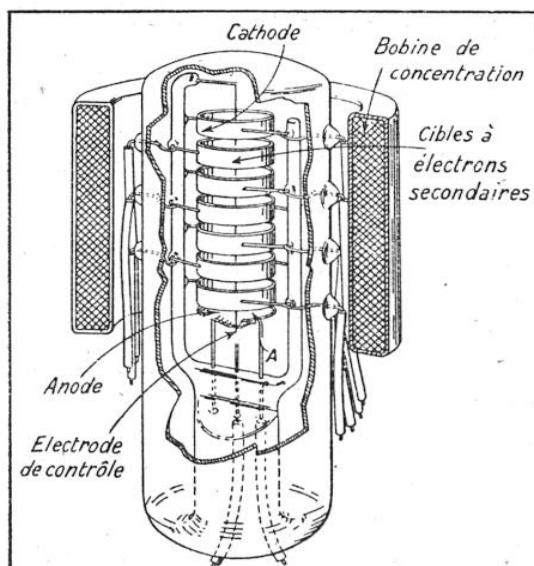


FIG. 9. — SCHÉMA D'UN MULTIPLICATEUR ÉLECTRIQUE.

Les électrodes-cibles, en forme d'anneaux, sont disposées concentriquement autour d'une électrode d'accélération portée à un potentiel positif élevé. Le courant de sortie est recueilli par une anode terminale en forme de cône. On applique un champ magnétique extérieur au moyen d'un bobinage qui entoure le tube. Les électrons libérés par la cathode sont forcés, par l'action combinée du champ électrostatique de l'électrode et du champ magnétique du bobinage, de se précipiter sur la surface interne de chacun des anneaux, ce qui produit à chaque opération une amplification de l'ordre de 8.

nique, combinés, en général, avec les tubes électroniques les plus récents, du type triode ou pentode. Le principe de ces dispositifs repose sur le phénomène d'*émission secondaire*. Lorsqu'un électron émis par une cathode frappe des surfaces sensibles convenablement disposées avec une vitesse suffisante, il en extrait des électrons secondaires, animés d'une vitesse de projection inférieure à la vitesse de l'électron initial.

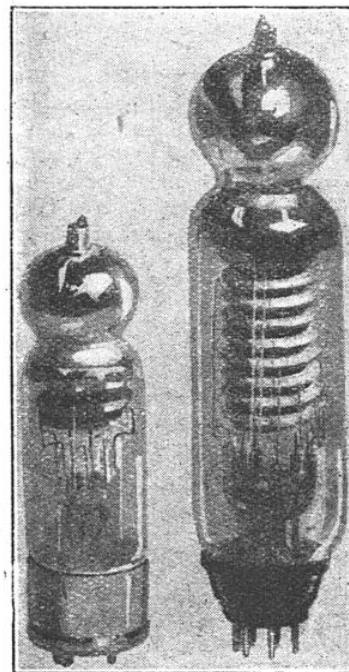
Ces électrons secondaires peuvent, à leur tour, produire une deuxième émission électronique, et ainsi de suite, de sorte qu'on obtient un phénomène en cascade.

Sur ce principe, on a déjà établi de nombreux modèles de multiplicateurs, dont un des plus récents est schématisé par la figure 9. Cet appareil comporte une cathode primaire, et une série d'électrodes-cibles, en forme d'anneaux.

L'« Augetron » est un tube du même genre à cibles plates.

Différents modèles de ces appareils ont été réalisés. Le maximum du courant que l'on peut obtenir est de l'ordre de 20 milliampères sous 250 volts, et le gain est de 1 000 environ, de sorte qu'un courant de 10 milliampères peut être produit par un courant d'entrée de 10 microampères. Un tel système assure ainsi un résultat trois ou quatre fois meilleur que la meilleure des lampes de T.S.F. actuelles.

Un multiplicateur à six étages fonctionne avec un voltage total de 2 000 volts, c'est-à-dire environ 300 volts par étage d'amplification.



T W 13837  
FIG. 10. — DEUX MODÈLES D'AMPLIFICATEURS ÉLECTRONIQUES « AUGETRONS » A 2 ET 10 ÉTAGES

### Aurons-nous des salles de télécinéma ?

Les avantages du « télécinéma », c'est-à-dire de la diffusion des images enregistrées sur film sensible, sont très grands.

Il n'y a plus à considérer d'objets opaques en relief, dont la position varie constamment; l'éclairage est rendu très facile, même avec de fortes intensités, et le stock des films existants assure déjà la possibilité d'établir à peu de frais des programmes intéressants. L'image est,

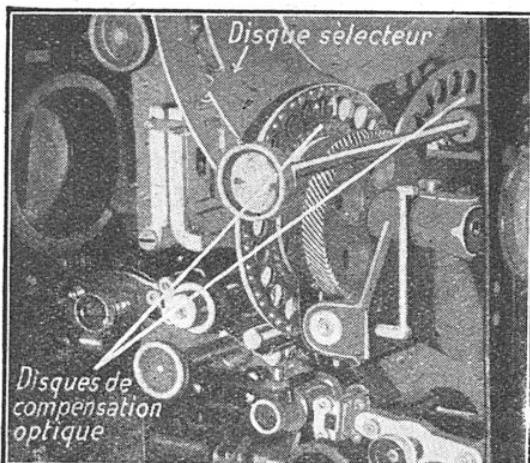


FIG. 11. — DISPOSITIF AMÉRICAIN POUR LE TÉLÉCINÉMA

*Le film se déroulant d'une manière continue, on utilise un ensemble optique pour la compensation de ce mouvement. Deux disques comportant chacun 24 lentilles bien corrigées tournent en sens contraire, parallèlement au film. Un disque à fentes en spirales permet l'analyse de l'image par lignes entrelacées.*

d'ailleurs, en blanc et noir, et il n'y a plus à s'occuper des conditions chromatiques; l'analyse est devenue beaucoup plus facile, le film se déplaçant seulement de haut en bas, d'un mouvement régulier, continu ou saccadé.

La cadence de transmission normalement de 24 images/seconde pour le film standard sonore, doit être portée à 25 ou 30 images. Chaque image, dans la méthode d'analyse à lignes entrelacées, doit de plus être analysée deux fois, d'abord par lignes impaires, puis par lignes paires, par exemple.

En raison du caractère des images télévisées, la transmission ne doit plus se faire d'une façon saccadée avec intervalles d'obturation de lumière, qui diminuent le rendement, mais par *projection continue*. C'est pourquoi, on

utilise des appareils projecteurs cinématographiques à déroulement continu, très recommandables, en théorie, également, pour la projection cinématographique, mais peu utilisés jusqu'à présent.

Ces projecteurs cinématographiques à déroulement continu sont complexes et délicats; on a donc cherché à établir des dispositifs de transmission plus simples, adaptés exclusivement pour le télécinéma; il en est de très nombreux.

Nous citerons en particulier le « Télépantoscope » italien. Un dispositif américain particulièrement simple permet une analyse de 60 demi-images par seconde; avec une caméra ordinaire, le temps de passage d'une image à l'autre étant de l'ordre de 10 %, soit 1/600 de seconde. Le film est entraîné d'un mouvement continu à la vitesse de 27 mètres par minute, et le mouvement est compensé optiquement à l'aide d'un système de lentilles qui se déplacent parallèlement au mouvement du film (fig. 11).

Si la transmission des films s'opère actuellement toujours sans difficultés, quel que soit le système d'analyse considéré, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit d'obtenir des réceptions dans des salles sur grands écrans, et lorsqu'il devient nécessaire de réaliser des images de  $4,50 \times 3,50$  m au minimum.

Dès à présent, l'éclairement obtenu est de l'ordre de 40 lux, alors que celui des cinémas est de l'ordre de 100 à 120 lux, et l'utilisation des projecteurs et des objectifs à grande ouverture ne permet d'améliorer ces résultats qu'en partie. Le problème réside essentiellement dans la réalisation de tubes de projection à grande brillance, du type ordinaire à très forte tension anodique, ou des modèles à accumulation de lumière, et des cellules ultrasonores décrites plus haut.

Avec cette dernière cellule, il a déjà été possible d'obtenir pratiquement des images de 1,50 m sur 1,80 m pouvant être observées simultanément par 500 à 700 spectateurs.

### Voici la télévision en couleurs

Les recherches sur la télévision en couleurs ont permis d'aboutir à des résultats remarquables; elles sont combinées avec celles de même nature, sur le cinématographe en couleurs, bien que le problème soit pourtant assez différent. On décompose chaque élément de l'image à transmettre dans les trois couleurs fonda-

mentales qui sont transmises avec leurs intensités respectives, et mélangées à nouveau sur l'image, et dans les mêmes proportions, de manière à reconstituer, autant que possible, la coloration initiale. Pour chaque élément d'image, il y a ainsi, en réalité, trois signaux élémentaires à transmettre, et cette transmission peut se faire simultanément ou successivement.

Dans la première méthode, on a recours à trois voies de transmission séparées, mais on fait simultanément la triple décomposition des couleurs de l'image à l'aide d'un seul objectif. Les images partielles formées par le mélange des trois couleurs fondamentales sont, de même, projetées simultanément, à l'aide de trois analyseurs mécaniques synchronisés, ou de pinceaux cathodiques synchronisés.

La deuxième méthode consistant dans la transmission successive des trois signaux élémentaires, avec une seule voie de transmission, est adoptée dans les dispositifs les plus récents : il faut que la durée s'écoulant entre les trois excitations lumineuses ne dépasse pas le temps de persistance de l'impression rétinienne, et que la décomposition chromatique soit faite si rapidement que l'objet considéré ne se soit pas sensiblement déplacé pendant l'opération.

Ce résultat peut être obtenu, par exemple, avec un filtre tournant réglé en synchronisme avec la cadence des images, assurant la décomposition des couleurs par image, et comportant des fentes. Mais, ce système ne peut être employé si l'on veut décomposer les couleurs par points ou lignes de points ; il faut alors employer des disques perforés.

### Les réseaux de radiovision

Nous avons vu que les images télévisées à haute définition ne peuvent être transmises que par des câbles spéciaux concentriques, ou au moyen d'ondes radioélectriques très courtes, par suite de la haute fréquence correspondante nécessaire. Il en résulte que la transmission directe sans fil ne peut être effectuée à grande distance, et seulement dans des conditions normales, dans un rayon d'une soixantaine de kilomètres, lorsque l'émetteur et le récepteur sont, en quelque sorte, dans des conditions de visibilité optique.

Les transmissions de télévision paraissent donc devoir être, jusqu'à présent, exclusivement locales ; il est cependant

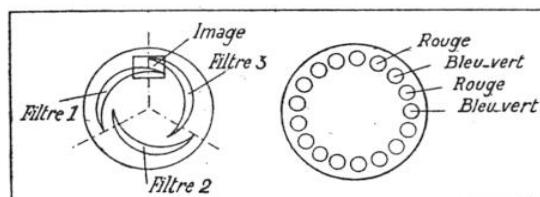


FIG. 12. — EXEMPLES DE DISQUES SÉLECTEURS POUR LA TÉLÉVISION EN COULEURS

A gauche : systèmes de fentes pour l'analyse trichrome des images et la transmission successive des images élémentaires ; à droite : disque perforé pour l'analyse bichrome.

inutile d'établir, dans chaque région, des studios avec appareils de transmission et d'amplification séparés. Des relais de transmission avec des systèmes émetteurs à ondes courtes dirigées ont été proposés depuis longtemps, mais n'avaient pu être étudiés pratiquement d'une manière régulière.

Aux Etats-Unis, la National Broadcasting Company vient d'établir à Philadelphie, Washington et Chicago, de nouvelles stations radioélectriques de relais, qui constitueront les bases d'un réseau de télévision R.C.A., dans les différentes villes américaines ; le nouveau système utilisé comporte l'emploi d'ondes décimétriques, et une transmission régulière a déjà été établie entre New York et Riverhead.

Les stations de relais sont alimentées par le secteur avec un dispositif automatique de régulation ; elles sont mises en marche et arrêtées à distance, à l'aide de signaux radioélectriques. L'emploi des ondes ultracourtes permet de réduire au minimum la puissance nécessaire et, pour relier deux points à une distance de l'ordre de 25 à 50 milles (de 40 à 80 km), il suffit d'une puissance rayonnée inférieure à 5 watts.

La distance totale entre la station de départ de New York à l'Empire State Building et la station de rediffusion d'arrivée de Riverhead est de 110 milles (180 km). On utilise le procédé de transmission à modulation de fréquence, et des longueurs d'onde de transmission intermédiaires de l'ordre de 0,60 m seulement.

Les opérations semblent compliquées, mais les stations relais ont un fonctionnement automatique, et leur puissance est infime ; l'emploi d'un tel réseau paraît donc, dès à présent, pouvoir assurer des résultats pratiques très satisfaisants.

Pierre HEMARDINQUER.

# LES TOURELLES TÉLÉCOMMANDÉES DES AVIONS BRITANNIQUES

par Pierre ARMONT

**L**a *Science et la Vie* a décrit récemment les tourelles quadruples à commande mécanique Nash-Thompson et Boulton-Paul qui équipaient les bombardiers britanniques de 1939 et les chasseurs Boulton-Paul « Defiant » et Blackburn « Roc » de 1940 (1). L'année 1942 verra probablement sortir les tourelles télécommandées, dérivées des premières, mais qui comportent une séparation entre le mitrailleur-pointeur et la tourelle elle-même. Cette séparation des mitrailleuses et de leur pointeur permet

(1) Voir, dans *La Science et la Vie*, « Les Tourelles quadruples des bombardiers britanniques », n° 284, avril 1941.

de reporter celui-ci dans la partie la plus large de la cellule et de loger les mitrailleuses dans un espace réduit qui s'adapte mieux au profil du fuselage et par conséquent permet une plus grande finesse aérodynamique. Par suite, elle convient mieux aux grandes vitesses des bombardiers récents, puisqu'elle permettra de concilier plus facilement que dans les anciennes tourelles les exigences de la vitesse et celles du tir sans angles morts. Trois brevets ont été pris sur cette technique par Fairey, Boulton-Paul et Blackburn. Aucune indication n'a été donnée encore sur la réalisation et la mise en service de ces trois dispositifs télécom-

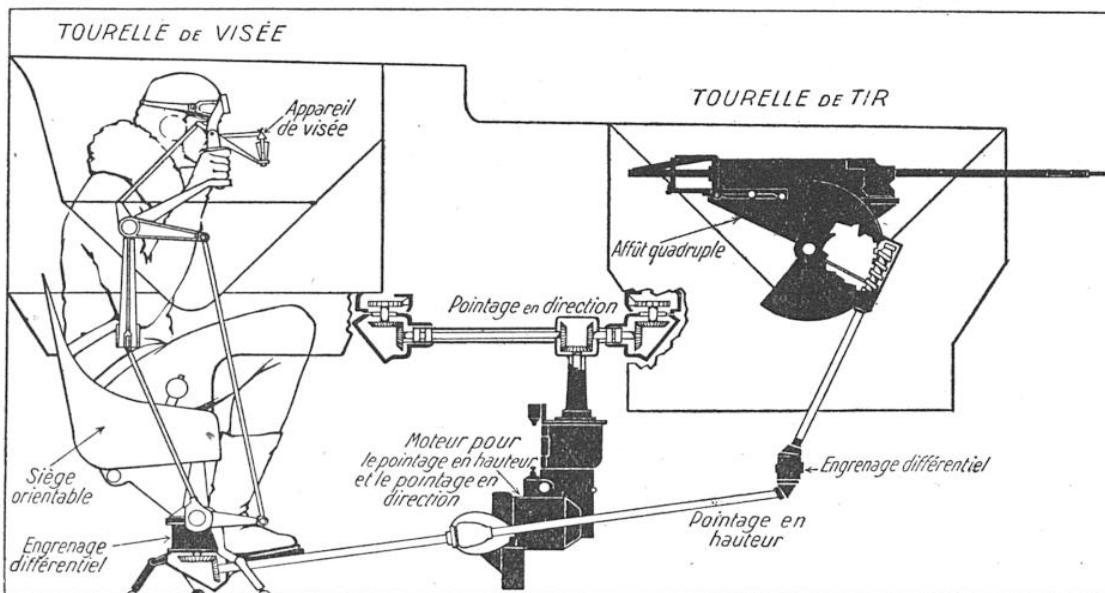


FIG. 1. — LE DISPOSITIF FAIREY POUR LA COMMANDE MÉCANIQUE À DISTANCE D'UNE TOURELLE QUADRUPLE  
L'orientation des appareils de visée et des armes est obtenue par un moteur unique, servant à la fois pour le pointage en direction et pour le pointage en hauteur. Ce moteur est commun aux deux tourelles de visée et de tir, dont les déplacements sont ainsi rigoureusement liés. Pour la direction, par exemple, le siège du mitrailleur-pointeur tourne avec les appareils de pointage, en même temps que les armes, tous entraînés par des jeux d'engrenages actionnés par le même moteur. Les mouvements sont obtenus par commande hydraulique; les pressions exercées par le mitrailleur-pilote sur les poignées de l'appareil de visée se transmettent aux deux embrayages hydrauliques réglables du moteur d'entraînement. Pour le pointage en hauteur, deux engrenages différentiels rendent les mouvements en hauteur indépendants de la rotation des tourelles. Le champ de tir est de 190° dans le plan horizontal et de 180° dans le plan vertical.

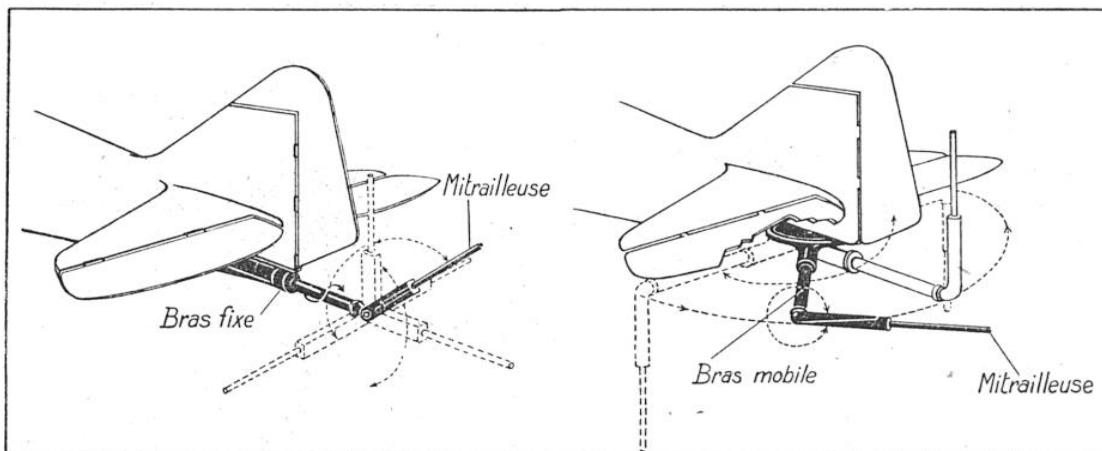


FIG. 2. — LE DISPOSITIF BOULTON-PAUL D'INSTALLATION D'UNE MITRAILLEUSE TÉLÉCOMMANDÉE DANS LA QUEUE D'UN AVION DE COMBAT

A gauche, la mitrailleuse est fixée à l'extrémité d'un bras fixe. Elle peut être animée de deux mouvements, l'un autour d'un axe porté par le bras-support, l'autre autour de l'axe du bras lui-même. Elle peut battre ainsi pratiquement tout l'espace arrière. A droite, la mitrailleuse est fixée au bout d'un bras mobile qui peut tourner autour d'un axe vertical. La mitrailleuse, elle, peut tourner autour de l'axe du bras avec lequel elle fait toujours un angle droit. Comme précédemment, elle peut battre tout l'espace arrière.

mandés, mais nous pouvons en indiquer les caractéristiques principales.

#### Le dispositif Fairey

Fairey admet le principe de la tourelle quadruple de queue, mais il en réduit

sensiblement le diamètre, en enlevant le mitrailleur et en le reportant vers le centre du fuselage. L'avantage est double : un étambot mieux profilé et un poste de pointage à l'abri des vibrations d'extrémité du fuselage.

Le mitrailleur-pointeur commande un moteur électrique relié à deux embrayages : un pour le pointage en direction de la tourelle de mitrailleuses, l'autre pour le pointage en hauteur. Les champs de tir obtenus sont ceux de la tourelle Nash-Thompson : 180 à 190°.

#### Le dispositif Blackburn

Une disposition analogue a été étudiée par Black-

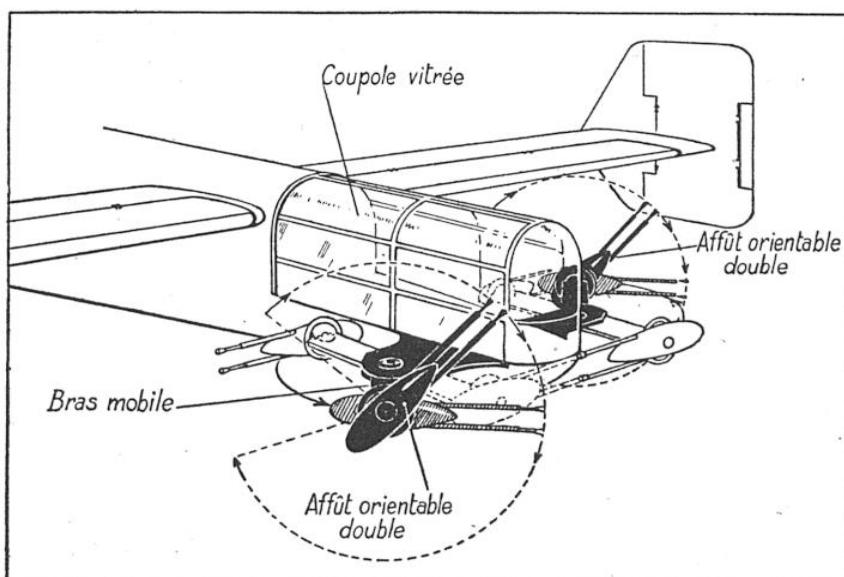


FIG. 3. — VARIANTE DU DISPOSITIF BOULTON-PAUL POUR L'INSTALLATION DE QUATRE MITRAILLEUSES DE QUEUE TÉLÉCOMMANDÉES

Les mitrailleuses peuvent tourner en synchronisme, d'une part avec leurs supports, d'autre part autour de l'axe de ces supports, pour battre là encore tout l'espace arrière. Le mitrailleur est logé dans l'espace vitré de l'extrémité arrière du fuselage.

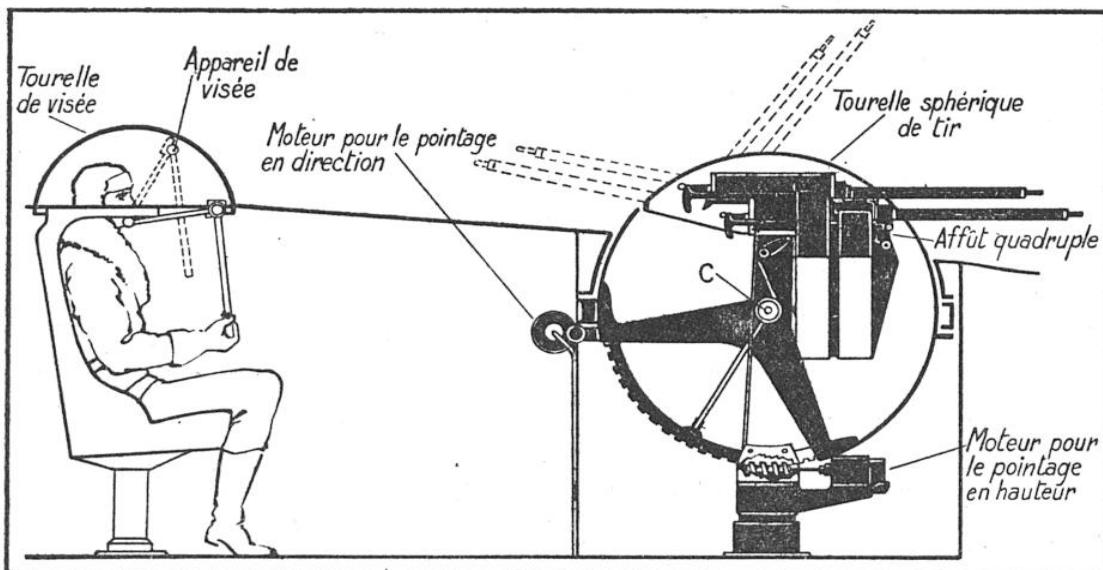


FIG. 4. — LE DISPOSITIF BLACKBURN POUR LA TÉLÉCOMMANDE D'UNE TOURELLE QUADRUPLE

Cette tourelle est sphérique et peut tourner, d'une part autour de l'axe horizontal C pour le pointage en hauteur, d'autre part autour de l'axe vertical passant par C pour le pointage en direction. Le premier mouvement est obtenu par le moteur du bas actionnant une vis sans fin. Dans le second mouvement, la sphère est entraînée par une autre vis sans fin en même temps que le support du moteur précédent. Le dispositif de visée est fixé sur un bras relié aux moteurs d'entraînement de la tourelle, et sa poignée porte le bouton commandant le tir.

burn, et plus perfectionnée, car les champs de tir sont plus considérables et atteignent près de 360 degrés. La tourelle est devenue une véritable rotule sphérique, et le mitrailleur-pointeur est monté lui-même dans une petite coupole d'où il peut embrasser tout l'horizon.

#### Le dispositif Boulton-Paul

Très différent est le dispositif Boulton-Paul pour queue de fuselage.

Cette fois, au lieu d'être groupées en tourelles, les mitrailleuses sont montées de part et d'autre de la queue du fuse-

lage, sur des articulations situées à l'extrémité de la pointe aérodynamique du fuselage et même sur un prolongement de celui-ci. Les champs de tir sont, dans le plan horizontal, de l'ordre de 190 degrés. Il existe une variante selon que l'empennage vertical est simple ou à double dérive. Dans ce dernier cas, le mitrailleur-pointeur est installé dans l'étambot, à l'intérieur d'une étroite cabine vitrée, et les mitrailleuses sont montées de chaque côté sur des rotules télécommandées.

Pierre ARMONT.

Les Etats-Unis poursuivent leur équipement industriel à un rythme sans cesse plus accéléré. Un plan gigantesque pour le développement de la production d'électricité vient de voir le jour. Il prévoit la construction de 111 nouvelles centrales électriques et de 73 centrales hydrauliques alimentées par 55 barrages nouveaux. Ce plan, de plus de 2 milliards de dollars, doit être réalisé en 1946; à ce moment, la puissance installée aux Etats-Unis s'élèvera à 63 millions de kilowatts, soit plus du double de la puissance des centrales existant en l'année « record » de 1929.

# LA CULTURE DU RIZ EN CAMARGUE ET LA MISE EN VALEUR DES SOLS SALÉS

par Lucien THÉROND

Docteur de l'Université de Dijon (Sciences)

Quand on parle de la culture du riz en France, on éveille le plus souvent une curiosité un peu sceptique. Bien que nous ayons sous les yeux les rizières de l'Italie et de l'Espagne, le riz demeure pour nous la céréale des pays asiatiques et des régions subtropicales. Certes, la science agronomique, malgré d'appreciables résultats (1), ne prétend pas étendre encore au delà de certaines limites l'aire de culture des multiples variétés de l'« oryza sativa » qui nourrissent une part importante de l'humanité. Mais si les pays exotiques doivent en demeurer les éternels et immenses greniers, il faut profiter aujourd'hui, devant les nécessités de l'heure, des si intéressantes possibilités que nous offre cette culture dans les vastes étendues du delta camarguais. La riziculture doit y prendre un grand essor, en contribuant à la mise en valeur des sols salés, à leur exploitation permanente dans le bas Rhône, où elle a d'ores et déjà fait ses preuves.

## La steppe salée et le phénomène du « salant »

**D**es milliers d'hectares non marécageux demeurent voués à l'inculture dans le delta camarguais par suite d'un excès de salinité des terres.

Formés au sein de la mer, et soumis pendant de longues périodes à son invasion, les sols de Camargue sont imprégnés ou saturés de sels dont les efflorescences déterminent par endroits des zones caractéristiques, où le sol, littéralement stérilisé, ne laisse apparaître aucune végétation.

Ces taches dénudées ou « sansouïres », donnent à la plaine son aspect de solitude désolée et d'accablant abandon.

Heureusement, le degré de salinité des terres est très variable, suivant leur nature physique et leur altitude au-dessus du plan d'eau. On trouve alors, au fur et à mesure que le niveau s'élève, les vastes herbages entrecoupés d'étangs où dominent les plantes salicoles, et qui donnent cet étrange et âpre paysage, hanté par une faune sauvage, et dont le charme pittoresque a fait tant d'admirateurs.

Quand la cote dépasse 1,50 m, on trouve des cultures dont le maintien est cepen-

dant subordonné à l'irrigation par submersion qui empêche les remontées de sel que les eaux pluviales sont impuissantes à arrêter.

Le phénomène du « salant » procède d'une sorte de siphonnement qui consiste dans l'infiltration et la diffusion, dans les couches profondes, de l'eau qui se charge de sels pendant son trajet, et dans l'ascension vers la surface de ces eaux souterraines remontant par capillarité. Il faut donc, pour éviter les remontées de sel des couches inférieures, que l'évaporation soit entièrement compensée par un apport d'eau douce. De cet équilibre dépend le maintien de la fertilité des sols soumis au dessalement.

D'après des expériences officielles, l'évaporation annuelle de la tranche d'eau sous le climat d'Arles atteint environ 1 m, alors que la quantité recueillie au pluviomètre ne dépasse pas 0,55 m. Ce déséquilibre détermine un appel des eaux souterraines vers la surface où elles arrivent par capillarité, et là, sous l'influence du soleil et des vents, y abandonnent des croûtes de sel. Ces ascensions se traduisent ainsi par une différence de salinité entre les couches superficielles — généralement plus riches en sels — et le sous-sol, la teneur augmentant ensuite avec la profondeur.

Le phénomène du « salant » détermine, par ce mécanisme, l'apparition du sel

(1) Voir : « La jarovisation ou printanisation des semences transformera-t-elle la technique agricole ? » dans *La Science et la Vie*, n° 254 (août 1938).

dans des parcelles jusqu'alors indemnes, lorsque celles-ci sont voisines de masses d'eaux : vignobles submergés, canaux, etc..., ou lorsqu'elles présentent des dépressions, des « baisses » (comme disent les Camarguais), contenant des eaux accumulées qui s'infiltrent et remontent par capillarité dans les zones avoisinantes plus élevées.

Les digues de la Camargue forment comme un immense vase clos où le sel se trouve emprisonné, sans que les crues périodiques du Rhône, puissent, comme autrefois, opérer des lessivages et arrêter l'ascension saline. Les vignes françaises, si elles étaient privées des submersions d'été, ne tarderaient pas à disparaître ; quant aux autres cultures, elles ne peuvent croître sans arrosages fréquents, et beaucoup périront.

Malgré les progrès accomplis dans les travaux d'élévation d'eau et de submersion, il serait temps que les projets actuellement à l'étude trouvent leur réalisation en Camargue (1).

### La lutte contre le sel

Le dessalement représente donc le souci constant et l'objectif capital de l'agriculteur camarguais. Certes, le degré de salinité s'atténue, dans une certaine mesure, par les façons aratoires qui détruisent les vaisseaux capillaires du sol ou freinent également les ascensions salines en recouvrant ce dernier de toutes substances propres à s'opposer à l'évaporation : roseaux, litières, etc... Mais ce sont là procédés longs et insuffisants, et le dessalement n'est vraiment efficace que par l'application du système de la submersion prolongée qui permet, si le nivellement du sol a été bien effectué, d'abaisser en quelques mois, par lessivage, la teneur saline au-dessous de 1 à 2 pour mille, taux maximum pour la croissance des plantes cultivées, dont certaines ne

(1) L'introduction de la culture du riz en Camargue peut être située vers le milieu du siècle dernier. Les domaines de Paulet et des Crottes la pratiquèrent en 1844, puis elle apparut au Château Davignon en 1847, et à l'Eyselle, dans le Plan du Bourg, en 1851. Elle ne prit quelque extension que vers 1906, grâce aux efforts de M. Jean Granaud, et de grandes étendues incultes furent ainsi mises en valeur. Mais, bien que la riziculture fut ensuite pratiquée par un certain nombre d'agriculteurs camarguais, elle ne devait conserver qu'un caractère accidentel et se raréfier de plus en plus. Cette culture visant seulement à des gains de terrain sur la steppe salée ne rentrait pas dans l'assoulement.

supportent même que des teneurs bien inférieures.

Une culture, celle du riz, permet de résoudre en grande partie le problème du dessalement puisqu'elle peut prospérer, pourvu qu'il y ait de l'eau renouvelée, sur un sol salé fraîchement défriché où aucune autre plante cultivée ne saurait se développer.

### Le rôle de la riziére dans le dessalement

Contrairement à ce qu'on pourrait envisager, la faculté de dessalement d'une riziére, n'est pas liée à une adaptation exceptionnelle du riz au milieu salin. La résistance de cette plante à la concentration toxique des chlorures de sodium et de magnésium, n'est pas plus élevée que celle de la plupart des végétaux cultivés. Mais la riziére nécessite d'abord un défrichement parfait, puis un nivellement du sol et enfin des façons aratoires de préparation du sol, opérations qui réalisent un système de « dry-farming » freinant déjà la montée du « salant ».

Ensuite, c'est la submersion qui s'impose pendant une période de quatre ou cinq mois avec des alternances et un renouvellement continu.

Il se produit donc un bon lessivage, éliminant par les colatitudes une grande quantité de sels. En outre, le système radiculaire du riz prend un grand développement en milieu aqueux et le pouvoir absorbant de ses fines radicelles est considérable ; l'assimilation de tous les principes minéraux est donc intense. D'autre part, la grande production de gaz carbonique par les racines du riz agissant, soit par double décomposition avec les chlorures, soit par la solubilisation des sels de sodium existant dans le sol à l'état de complexes insolubles résistant aux lessivages et s'opposant sous cette forme à un dessalement suffisant, permet une élimination plus active des sels par les fossés d'écoulement. Cette particularité biochimique des cultures de riz présente donc un intérêt remarquable pour l'amélioration des terres de Camargue.

On peut dire qu'après la réalisation de une ou deux rizières, les terres les plus salées sont généralement aptes à recevoir n'importe quelle culture régionale (vigne ou luzerne) et en particulier celles des céréales et des fourrages. Le riz est la culture qui peut suivre immédiatement

le défrichement d'une terre inculte ou d'une friche, d'une terre négligée où se manifeste à nouveau le « salant », d'un vignoble décimé par l'excès de sel. Mais il est certains terrains qui ne se montrent pas entièrement dessalés par la rizière et il faut les irriguer parfois pendant toute la période de la culture qui suit (ce qui n'est qu'un demi-mal).

D'autres, enfin, renferment une proportion si énorme de complexes sodiques presque insolubles, que leur dessalement par la rizière et les lessivages continus s'avère extrêmement difficile, sinon impossible (1). Ce sont ces terrains, renfermant du « mauvais sel » que l'agriculteur camarguais distingue depuis longtemps de l'autre type de terrain salé qui se dessale rapidement par la culture du riz.

#### La riziculture productive est-elle possible en Camargue?

Le riz, qui se trouve en Camargue à la limite extrême de son aire de culture, est, pour son adaptation, sous la dépendance de deux facteurs essentiels : la température et l'eau. Il est bon à cet égard de comparer les données thermométriques et pluviométriques moyennes concernant la Camargue et celles relevées dans un pays voisin comme l'Italie où la riziculture est pratiquée avec succès depuis plusieurs siècles. L'examen de ces moyennes, résultant d'observations faites tant à Arles qu'à Milan pendant quatorze années consécutives, montre que les

(1) Les terrains réputés réfractaires ont déjà fait l'objet de diverses tentatives d'amélioration par des procédés chimiques, dont le plus intéressant paraît être celui au chlorure de calcium; mais d'après des expériences bien conduites de M. Henri Comte, ingénieur agricole, les résultats sont loin d'être très satisfaisants : l'emploi du chlorure de calcium ne saurait à lui seul assurer le dessalement de sols réfractaires et ne pourrait être conseillé que pour réduire les *taches* de sel qui résistent à la rizière et aux irrigations successives.

conditions thermiques sont sensiblement analogues dans les deux régions, et que pendant la durée de végétation du riz (d'avril à septembre) les températures moyennes ne diffèrent que de 0°3, les écarts entre les moyennes des températures minima ou maxima étant peu sensibles.

Il n'en est pas de même des conditions

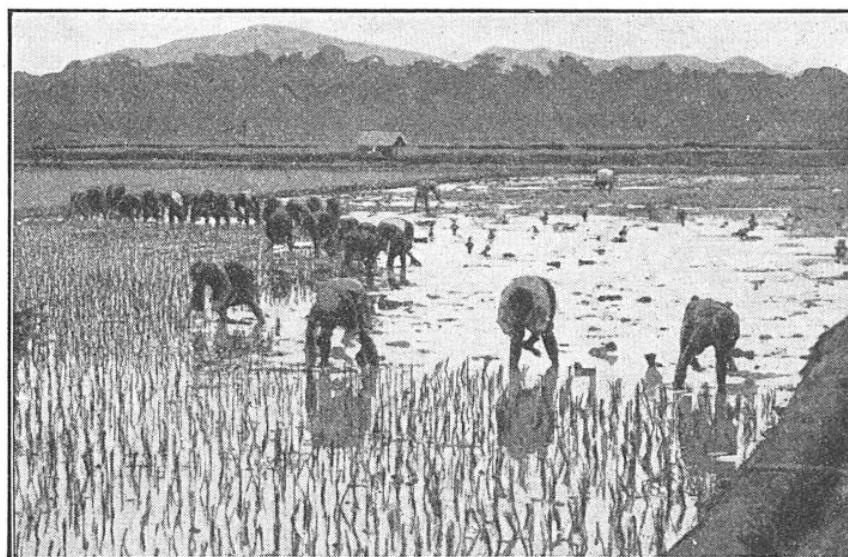


FIG. 1. — PLANTEURS DE RIZ A JAVA (INDES NÉERLANDAISES)

pluviométriques qui accusent au contraire de très importantes différences. En effet, alors que la hauteur d'eau recueillie à Arles est de 291 mm pour la période d'avril à septembre, et de 544 mm pour l'année entière, les normales correspondantes de l'Observatoire de Brera sont de 537 mm et 1 039 mm, ce qui démontre qu'il pleut environ deux fois plus à Milan qu'à Arles.

Si l'on considère, en outre, que l'état hygrométrique de l'air est moins élevé en Camargue que dans le Milanais, que, par suite, l'évaporation y est plus intense, que les vents y sont plus desséchants aussi, on comprendra que si, en Italie, l'ascension capillaire des eaux d'un sous-sol salé est arrêtée par les pluies, et le dessalement rapidement obtenu, il ne peut en être de même en Camargue où la rizière doit marcher de pair avec un lessivage continu du sol par l'irrigation.

Mais la chaleur demeurant de beaucoup le facteur le plus important des besoins physiologiques du riz, on peut dire que l'adaptation de cette culture est au moins

aussi bonne en Camargue que dans l'Italie septentrionale.

L'extension de sa culture est donc possible dans le Delta avec les moyens hydrauliques dont peuvent disposer les agriculteurs, moyens qui ne peuvent manquer de s'accroître dans un avenir peu éloigné.

L'introduction de la culture du riz en Camargue remonte d'ailleurs assez haut, puisqu'elle peut être située vers le milieu du siècle dernier.

Mais, jusqu'à présent, les agriculteurs camarguais ont surtout cherché à conquérir sur la steppe salée de nouvelles terres productives, plutôt qu'une source directe de profits par les récoltes de riz. C'est pourquoi, ces dernières arrivant seulement à payer les dépenses engagées (par suite des cours trop bas du riz camarguais), la riziculture n'a eu jusqu'à présent dans le Delta qu'un caractère accidentel. Elle n'est pas entrée dans l'assoulement, son but étant seulement de permettre l'installation ultérieure d'une luzernière ou la plantation de vignes.

A l'heure actuelle, toutes ces conditions sont changées et la production du riz peut s'intensifier en Camargue.

### La riziculture adaptée à la Camargue

Originaire des régions sud-est de l'Asie : Chine, Indochine, Indes, le riz, plante herbacée annuelle et monocotylédone de la vaste et généreuse famille des Graminées, semble avoir été introduit en Europe au XVIII<sup>e</sup> siècle, d'abord par les Arabes en Espagne, puis en Italie un peu plus tard (où Pierre de Crescence, agronome de Bologne, l'appelait « le trésor des marais »). Mais sa culture ne s'y est guère affirmée qu'à partir de 1450, en Novare et en Lombardie, où des canaux furent alors creusés pour l'irrigation des rizières.

Vers la fin du XV<sup>e</sup> siècle, les cultures y prirent même une telle importance que des gouverneurs ordonnèrent des mesures de restriction et même de destruction des rizières. Par la suite, la culture du riz put se maintenir partout où les conditions économiques le permirent, mais les rizières n'ont pas pris le développement attendu du fait de la concurrence des riz étrangers, et peut-être aussi par l'appauvrissement des terrains, état engendré par la rizière permanente et la non restitution d'éléments fertilisants.

Parmi les trois types de rizières ita-

liennes : rizière persistante ou permanente, rizière de colmatage et rizière alternante ou assolée, seule cette dernière doit présenter un intérêt certain en Camargue. Ici, le riz devant entrer dans l'assoulement cultural, on peut prévoir, après une rizière, un ensemencement en orge ou en blé, les deux années suivantes une luzernière ou une prairie avec retour de la rizière au bout de quatre à cinq ans de rotation. L'enrichissement azoté du sol complété par une fumure minérale phosphatée et potassique conduirait alors aux plus hauts rendements en « risone ».

### Le choix de la variété

Par leur différence d'adaptation au sol, leur degré de résistance aux diverses influences du milieu, aux maladies ; par leur productivité, leur degré de précocité, la qualité du grain, les variétés de riz offrent d'immenses ressources aux agriculteurs.

Les variétés de riz sont innombrables. Celles de la riziculture italienne sont fort nombreuses et beaucoup résultent de croisements ou hybridation.

Les agriculteurs camarguais ont toujours recherché, par-dessus tout, la précocité des variétés. C'est pourquoi ils ont d'abord adopté le *Bertone* et le *Nostrale*, puis le *Ranghino*, hâtifs ou demi-hâtifs (1).

Dernièrement, de nouvelles variétés comme le *Maratelli* ou l'*Allorio*, ont paru s'introduire solidement en Camargue du fait de leur haute productivité (pouvant atteindre 25 à 30 quintaux à l'hectare), mais les avis sont encore controversés sur la préférence à donner, soit aux variétés hâtives, soit aux variétés à grand rendement (2).

(1) Le *Nostrale*, une des plus anciennes variétés italiennes, qui n'est plus guère utilisée que dans les rizières permanentes aux sols ingrats, où sa qualité compense encore les faibles rendements, est à retenir pour la Camargue. Le *Bertone* est le plus précoce des riz italiens, très anciennement introduit. Il résiste bien à la fameuse maladie de la « brusone » ou « brucione », « carbonchio », aux causes mal définies, mais qui semble favorisée par la richesse en matières organiques du milieu, la température élevée ou trop froide des eaux, etc. Elle est peu répandue en Camargue. Le *Ranghino*, d'origine japonaise, fut découvert en Italie dans une culture de riz japonais. Il porte le nom de son créateur, qui le multiplia et le répandit. Cette variété, résistante aux maladies et aux eaux froides, donne un grain abondant, d'excellent aspect.

(2) La récolte faite tôt permet d'éviter les pluies d'automne qui causent l'embourbage des attelages et compromettent la valeur marchande des grains. Cette précocité laisse aussi à l'agriculteur plus de

Toutefois, l'avis de techniciens particulièrement autorisés sur les possibilités de la culture du riz en Camargue, nous permet de penser qu'il faut tenir compte, tant que la riziculture n'aura pas atteint dans le Delta un certain perfectionnement, des graves inconvénients d'une récolte tardive. Les variétés à grand rendement, moins précoces, auront leur place assurée dans la future extension de la riziére, qui devra recevoir les fumures nécessaires par les besoins plus grands de ces variétés en principes nutritifs. En attendant, il ressort de l'expérience que la variété *Bertone* réunit beaucoup de qualités dans la culture camarguaise, du fait de sa précocité permettant la récolte dans de bonnes conditions, *avant les vendanges*, alors que le *Muratelli*, ne mûrissant qu'en octobre, offre des conditions de récolte difficiles (1).

### Les eaux d'irrigation

Le volume d'eau nécessaire pour un hectare de riziére est variable avec la perméabilité du sol, le dispositif d'irrigation, le réglage du débit, les pertes, etc.

Toutefois, en comptant sur une couche d'eau de 15 à 20 cm de hauteur recouvrant la riziére, le volume nécessaire serait de 1 500 à 2 000 m<sup>3</sup> par hectare, ce qui correspond, en négligeant les pertes par infiltration, à un débit continu de 17 l et 23 l par seconde pendant 24 heures. Pratiquement, ce débit peut être largement augmenté pour gagner du temps.

En Camargue, on estime qu'il faut

temps pour la préparation du sol en vue de la culture qui succède. Il est juste de remarquer que les agriculteurs italiens n'en ont pas moins adopté les variétés tardives, malgré des pluies abondantes et plus fréquentes en Italie qu'en Camargue à l'époque de la récolte.

(1) Certes, le riz *Bertone* présente le défaut d'un égrenage assez facile sous l'effet du vent, mais on y peut remédier en faisant éléver l'eau de la riziére à la hauteur des tiges.

disposer d'un débit réel de 20 à 25 l par hectare et par seconde. L'entretien de la couche d'eau sera assuré par un débit d'environ 2 à 3 litres par seconde et par hectare. Le renouvellement doit être lent et continu, les différences de température et le courant pouvant nuire aux plantes. Son réglage s'impose donc à ce point de vue comme à celui de l'économie.

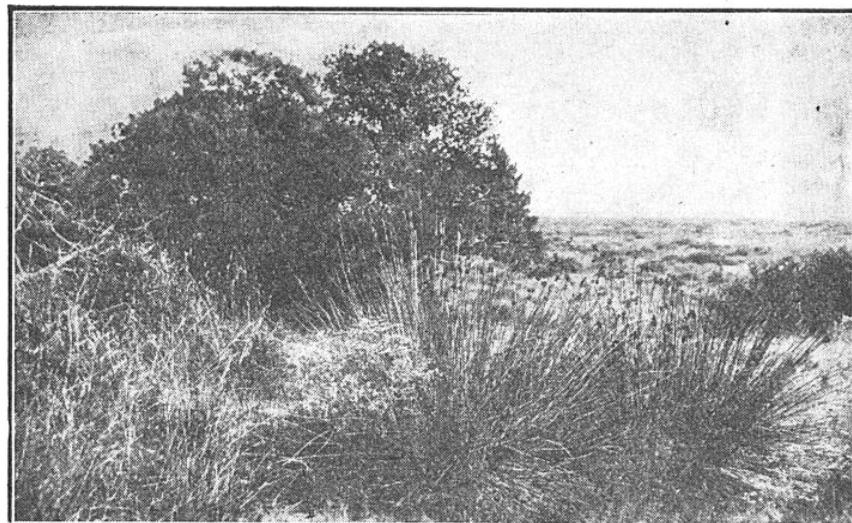


Photo George, Arles

T W 13827

FIG. 2. — LA FLORE DES TERRAINS SALÉS DE LA CAMARGUE

La température de l'eau ne doit être ni trop basse ni trop élevée. Dans certaines rizières italiennes, voisines des sources des cours d'eau, on note une tardivité des récoltes et les plantes situées aux abords des prises sont chétives et de mauvaise maturité. On admet qu'au moment de la « levée » du riz, la température doit être comprise entre 10 et 12  (1). En général, les eaux du Rhône peuvent être considérées comme assez chaudes. Une eau trop chaude (au-dessus de 25 ) favorise les maladies. A noter que le réglage de la température   t en liaison avec celui de l'alimentation en eau (en faisant varier la hauteur de la couche et la vitesse du renouvellement). La qualité de l'eau est   g  alement étendue   t étendue ; mais, à la condition de ne pas contenir de substances nuisibles ou toxiques, ou d'être excessivement limoneuses (le limon peut par son dépôt sur les feuilles gêner leur développement), on peut dire que la rizi  re utilise toutes les eaux,

(1) Les températures extérieures les plus favorables étant de 22 à 26  pour la floraison et de 19 à 20  pour la maturité des grains.

dont le trouble peut, dans une certaine mesure — qu'il ne faut pas s'exagérer — constituer un apport non négligeable de matières fertilisantes.

### Le sol

Les exigences du riz paraissent assez élastiques du point de vue de la constitution physicochimique du sol. L'épaisseur de la couche arable, sa teneur en principes fertilisants sont évidemment des facteurs de productivité pour le riz, mais cette plante s'adapte bien aux sols peu profonds et ingratis, car, par son système radiculaire, elle tire parti des terres les plus maigres.

Rappelons que le choix de la variété est ici très important. En Italie, on observe que certaines variétés donnent des résultats satisfaisants sur des sols « épuisés » où d'autres n'y fourniraient qu'une récolte dérisoire.

D'une façon générale, les terrains argilo-calcaires sont ceux qui conviennent le mieux au riz, mais il croît aussi bien dans les plaines siliceuses de la rive gauche du Pô que dans les sols argilo-calcaires de la rive droite, et dans d'autres régions où prédomine le sable.

Cependant, la fertilité du sol a une influence très grande sur les rendements et la qualité. Sa composition chimique présente de notables différences selon la variété et le lieu de culture.

Un sol trop riche en humus favorise les maladies du riz et cause un déséquilibre végétatif. Aussi, un bon équilibre alimentaire est-il à la base de la culture rationnelle du riz, équilibre particulièrement à surveiller dans la rizièrassolée qui succède souvent à une légumineuse, enrichissant le sol en azote.

En Camargue, tous ces principes doivent trouver leur application en tenant compte du degré de salinité du sol (sondages analytiques), de l'épaisseur de la couche arable liée à la profondeur des labours placés sous la dépendance du « salant ». Les terres alluvionnaires de Camargue sont du type argilo-silico-calcaire avec, en certains endroits, prédominance d'éléments fins. Leur composition chimique, ainsi qu'il résulte des nombreuses analyses de M. Gastine dans son étude des sols camarguais, révèle des teneurs très satisfaisantes et constantes en acide phosphorique, assez bonnes en potasse, alors que les proportions d'azote sont presque toujours très

insuffisantes, l'élément calcaire s'y révélant abondant.

### L'établissement de la rizièrassole

Les conditions culturales et économiques des rizières italiennes et camarguaises sont très différentes, du fait que jusqu'à présent les dernières n'occupent guère le sol qu'une seule année et que les soins donnés à leur culture ne conviennent guère à une bonne production. La rizièrassole est établie jusqu'à présent sur des défrichements, sur des sols plus ou moins épuisés, où le « salant » est revenu, parfois même seulement pour réduire la salinité de certaines zones dont le nivellement a remonté le sous-sol. On connaît les raisons du manque d'extension de cette culture qui n'arrive à payer que les frais qu'elle nécessite. Et cependant, si on compare les conditions naturelles de la production du riz en Italie et en Camargue, elles sont loin d'être défavorables à cette dernière région.

Jetons simplement ici, à grands traits, le schéma de cette entreprise agricole qu'est la rizièrassole, et qui ne vise pour l'instant que la réalisation économique du dessallement, la mise en valeur des sols. En se plaçant d'abord à ce point de vue, il faut envisager le défrichement d'une partie de steppe salée qui consiste en premier lieu dans l'opération du « désinganage », ou enlèvement du singano, végétation composée de salicornes, de « gazon », d'herbes sauvages (*carex*, *cyperus*, *juncus*, etc.) croissant en sols humides ou salés. Après les sarclages assez profonds à la charrue tri-soc à tracteur, les tas sont réunis et brûlés dans les fossés d'écoulement, et non sur place à cause de leur salinité. Des sous-solages, prudemment effectués suivant la richesse en sel du sous-sol, divisent et aèrent le terrain, où les troupeaux ne doivent plus venir. On procède ensuite au nivellement du sol, opération très importante, d'où résultent la régularité et la réussite de la rizièrassole. En Camargue, le nivellement s'effectue à plat après étude des cotes de niveau, nivellement effectué soit à la main avec un personnel italien spécialisé, ou mécaniquement avec les pelles à niveler; mais ici se pose la grave question actuelle du carburant (fuel-oil). La pente maximum donnée au nivellement est de l'ordre de 0,15 m à 0,20 m pour 100 mètres, et on crée un canal d'aménée d'eau ainsi que les fossés

d'écoulement qui sont reliés au réseau général de colature (1). L'essentiel est de déterminer si l'écoulement de la cote la plus basse peut s'opérer facilement dans le collecteur d'évacuation. L'étendue nivélée qu'on a circonscrite est divisée en lots de dimensions variables qui, en Camargue, font environ 1 à 2 hectares (trop grands, l'action des vagues serait nuisible), en réalisant des compartiments à l'aide de bourrelets de terre d'une hauteur de 25 à 30 cm, appelés « argini » en Italie et « levadons » dans le Delta du Rhône. Les « levadons » sont, en rizière assolée, refaits chaque année au moment de la préparation du sol. Ils portent des ouvertures dont la position est alternée, et qui servent, les unes à l'admission de l'eau, les autres à sa sortie. Suivant la température de l'eau, on la fait traverser successivement les divers compartiments (système à « *bocca morta* ») ou bien l'eau n'arrose qu'un seul compartiment avant de s'écouler dans le canal d'évacuation (système à « *bocca viva* », préférable avec des eaux chaudes).

La préparation du sol consiste en un labour assez peu profond (0,15 m environ) effectué de préférence à l'automne, et qui devrait être suivi d'une fumure bien étudiée.

L'ensemencement, qui a lieu de la mi-avril à la mi-mai, est réalisé en Camargue après la submersion du terrain en semant à la volée les grains qui se fixent alors

(1) Un plan d'ensemble d'aménée d'eau du Rhône a été réalisé. Dans chaque propriété, il y a une pompe au Rhône fonctionnant soit à l'électricité, au mazout ou au gazogène, cette installation étant particulière ou collective. Au domaine de Boisviel (Directeur : M. Cauziv) fonctionne une pompe de 60 ch alimentant avec un module de 400 l par seconde 130 hectares de terrain. Du « portant d'eau » principal partent des dérivations ou « portant » secondaire dirigeant l'eau dans les compartiments.

dans la vase (1). L'eau, une fois éclaircie, est retirée jusqu'à une hauteur de quelques centimètres. Les semis en ligne au semoir ou à la main, permettent, avec plus de régularité, une grande économie de grain. Lorsque le semis est terminé dans le compartiment, on fait arriver une mince couche d'eau, qui fixe, sans la déplacer, la semence introduite dans le sillon.

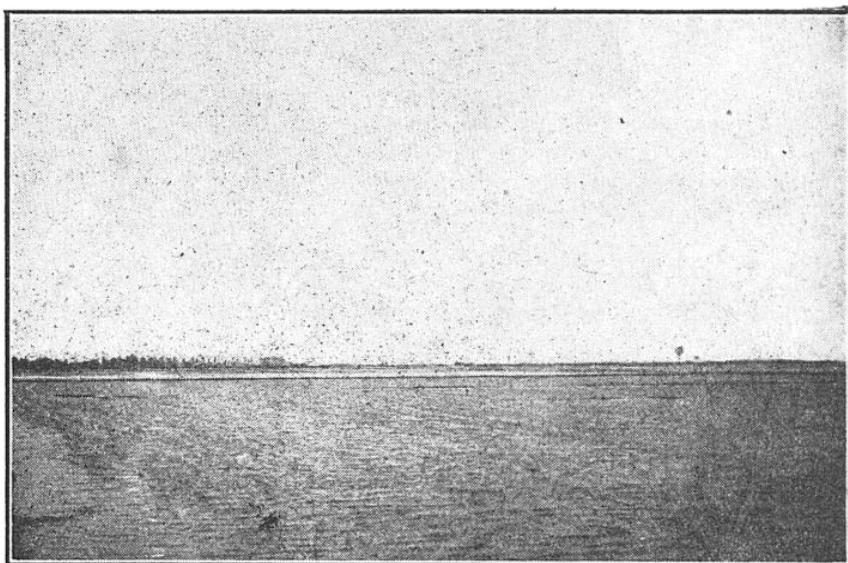


FIG. 3. — LA SUBMERSION DE GRANDES SURFACES DE TERRES EN CAMARGUE EN VUE DU DESSALEMENT

Après la germination du riz qui s'opère en quinze ou vingt jours, on élève progressivement le plan d'eau qu'on règle ensuite suivant les conditions atmosphériques et l'allure évolutive des cultures. Le développement éventuel des maladies, les périodes venteuses, la température conditionnent ce réglage qui peut aller jusqu'à l'assèchement partiel ou total pendant un certain temps. C'est ainsi que l'opération du sarclage vers la mi-juin début juillet, qui est des plus utiles pour la propreté de la rizière plus ou moins envahie d'herbes adventices (ici le semis en lignes favorise l'opération), implique après son achèvement une mise à sec qui paraît avoir de bons effets, notamment pour la destruction des algues

(1) Il est bon de semer assez dru (80-100 kg à l'hectare) à cause des pertes provoquées par l'entraînement des plantules sur les bords, sinon, en raison du tallage, une quantité de 50 kg suffirait.

vertes. Mais, en Camargue, les sarclages sont peu pratiqués à cause du prix élevé de la main-d'œuvre. Quant à l'opération de repiquage, elle ne l'est pas du tout.

La moisson du riz s'effectue après un ressuyage suffisant de la riziére, vers la mi ou la fin septembre, suivant la variété cultivée. L'emploi de la moissonneuse-lieuse y est assez difficile.

Le battage du grain s'effectue comme pour les autres céréales. A ce moment, le « risone » contient de 20 à 30 % d'eau, et il convient d'éviter son échauffement qui produit le jaunissement du grain. En Italie, des soins particuliers sont apportés mécaniquement au séchage du riz, mais en Camargue, où cette opération est mal conduite, on obtient des grains de moindre valeur marchande. Le riz camarguais qui pourrait rivaliser avec les riz étrangers en qualité et en aspect, est souvent déprécié par le jaunissement, et il importe que dans l'avenir un séchage bien compris et rendu possible par le climat, évite ce grave défaut.

### L'avenir de la riziculture camarguaise

Depuis le temps où le Conseil général des Bouches-du-Rhône, envisageant l'extension de la culture du riz en Camargue, prit l'initiative d'envoyer en Italie une délégation de techniciens pour y étudier les méthodes de la riziculture, de grands progrès ont certes été réalisés dans le « Delta », mais la production des rizières y est demeurée très faible, celles-ci allant en se raréfiant. Nous connaissons les causes de cette situation. Pourtant, le rendement en grains, dans des conditions de culture les moins favorables, y varie, selon la variété et l'année, de 25 à 30 quintaux à l'hectare.

On a dit, plus haut, que la culture pro-

ductive est non seulement possible en Camargue, mais qu'elle y peut prospérer.

Pour atteindre ce but, trois conditions essentielles paraissent indispensables :

1<sup>o</sup> Une rémunération intéressante de la riziére qui ne devrait plus avoir le caractère accidentel qu'elle a eu jusqu'à présent, l'agriculteur s'étant contenté du seul bénéfice de l'amélioration des terres.

2<sup>o</sup> L'obtention assurée de semences sélectionnées.

3<sup>o</sup> La rationalisation des méthodes de la riziculture, marchant de pair avec l'aménagement hydraulique, les données scientifiques concernant l'application de fumures équilibrées, étudiées expérimentalement en Camargue, la lutte contre les maladies, et enfin l'exécution d'opérations culturales (sarclages, repiquage, séchage...), avec une main-d'œuvre spécialisée.

Il apparaît qu'à la faveur des circonstances exceptionnelles présentes, la plupart de ces conditions soient réalisables.

Sans que l'extension de la riziculture puisse nuire aux cultures existantes, disons seulement qu'on peut d'ores et déjà envisager la mise en culture de milliers d'hectares compris entre les cotés de niveau de 0,80 m à 1 m, où aucune autre culture que celle du riz ne serait possible. De l'avis autorisé de certains propriétaires ou exploitants riziculteurs, on peut même évaluer à plus de 3 000 hectares les sols incultes qui, sans nivellement préalable, sont aptes immédiatement, après quelques façons culturales, à recevoir des rizières... On se plaît à concevoir les résultats de semblables réalisations du point de vue de notre approvisionnement.

Lucien THÉROND.

Le dernier recensement de la population des Etats-Unis, effectué au printemps de l'année dernière, a donné, pour le chiffre total des habitants du territoire continental, le chiffre de 131 409 981, c'est-à-dire 8 634 835 de plus qu'au recensement de 1930. La population des Etats-Unis est donc aujourd'hui trois fois plus nombreuse que celle de l'Angleterre, qui, en 1937, comptait 46 000 000 d'habitants. L'agglomération de New York s'est accrue de 6,5 % depuis 1930, avec un chiffre total de 7 380 259 habitants. Il importe de remarquer que, si la population des Etats-Unis va toujours en augmentant, son taux d'augmentation s'est sensiblement abaissé. C'est ainsi qu'entre 1910 et 1920, il était de 14,9 %, et de 16,2 % entre 1920 et 1930. Entre 1930 et 1940, il n'est plus que de 7 %.

# L'ASSÈCHEMENT DES MARAIS ET LE RETOUR DU CHANVRE EN PÉRIGORD

par Edmond BLANC

*Parmi les terres restées ou devenues improductives, le marécage tient en France une place importante. Il est naturel d'essayer de l'assainir pour en faire un sol de culture. C'est ainsi qu'après les projets établis pour la Crau où trente mille hectares s'offraient à cette mise en valeur, on s'est préoccupé des milliers d'hectares inondés autour de Dol, des étangs de la Sologne et des solitudes aquatiques de la Brière. L'aspect du problème et les espoirs de moissons varient d'ailleurs avec la région, et il arriva que les derniers marais auxquels on songea furent assainis les premiers. Tel fut le cas des vallées de la Dordogne où, en des lieux divers, cent millions de mètres carrés restaient couverts de roseaux, de nénuphars et de joncs. Là où s'ouvriront en juin dernier les chantiers des Beunes, on verra l'an prochain, sous un climat très favorable, surgir les céréales, les primeurs et surtout le chanvre.*

## Le bassin des Beunes

**E**N 1882, on évaluait déjà à dix mille hectares les terres inondées en Dordogne où le mal, depuis, ne put que s'étendre. Dans certaines zones, comme dans la vallée de la Lisonne, on ne peut songer à extraire du sol asséché que de la tourbe de qualité moyenne.

En Périgord noir, on désigne par « Les Beunes » un ensemble de petites vallées encaissées entre des falaises calcaires taillées en champignons, creusées de grottes préhistoriques et couronnées de forêts et de châteaux anciens. Dans ce décor romantique coulent la *Beune*, rivière de six lieues, la *petite Beune*, deux fois plus courte, et leurs ruisseaux affluents dont le principal est celui d'Allas. Ces eaux vont se déverser dans la Vézère, près des Eyzies, cette capitale de la préhistoire, où se dresse à mi-falaise l'effigie en pierre de l'Homme de Cromagnon.

De ces lieux jadis fertiles, la négligence des propriétaires et le désintéressement des anciennes administrations avaient, depuis un demi-siècle, fait un paysage désolé, empire des hautes herbes où pullulèrent grenouilles, aspics et moustiques, agents de malaria.

Cet état des choses s'explique encore par l'impuissance des tentatives isolées où les moyens de curage des lits et d'assèchement faisaient défaut, et aussi par un

singulier effet du machinisme agricole. Les terrains considérés étaient coupés de rigoles et, quand apparurent les faucheuves, il fallut disposer dans ces rigoles des fagots pour que les machines n'y enfonçassent point leurs roues. Maint fagot oublié accéléra ainsi la formation du marécage et peu à peu celui-ci gagnait du terrain dans la zone comprise entre Les Eyzies, Tamniès et Sarlat, où l'on voyait, à la fin du siècle dernier, croître le chanvre et le colza, et tourner 22 moulins. On y trouvait aussi des forges et des pressoirs à huile. Par ailleurs, les cultures du colza et du chanvre ne « payaient plus » et la seule loi qui permettait une entreprise officielle de reconquête des terres perdues, la loi de 1865, exigeait l'accord d'au moins les deux tiers des propriétaires intéressés, ce qui ne put jamais être réalisé.

## Topographie d'urgence et curage

C'est alors que, le 16 février 1941, apparut une loi du Maréchal (*Journal officiel* du 9 avril) donnant aux préfets le pouvoir de décider eux-mêmes et sans délai de l'exécution des travaux d'assainissement. On résolut alors de mettre fin à la situation désastreuse des Beunes et de commencer sans attendre les travaux de curage, car on ne disposait que de quelques mois d'été pour les exécuter. Le 20 mai 1941, les onze communes des Beu-

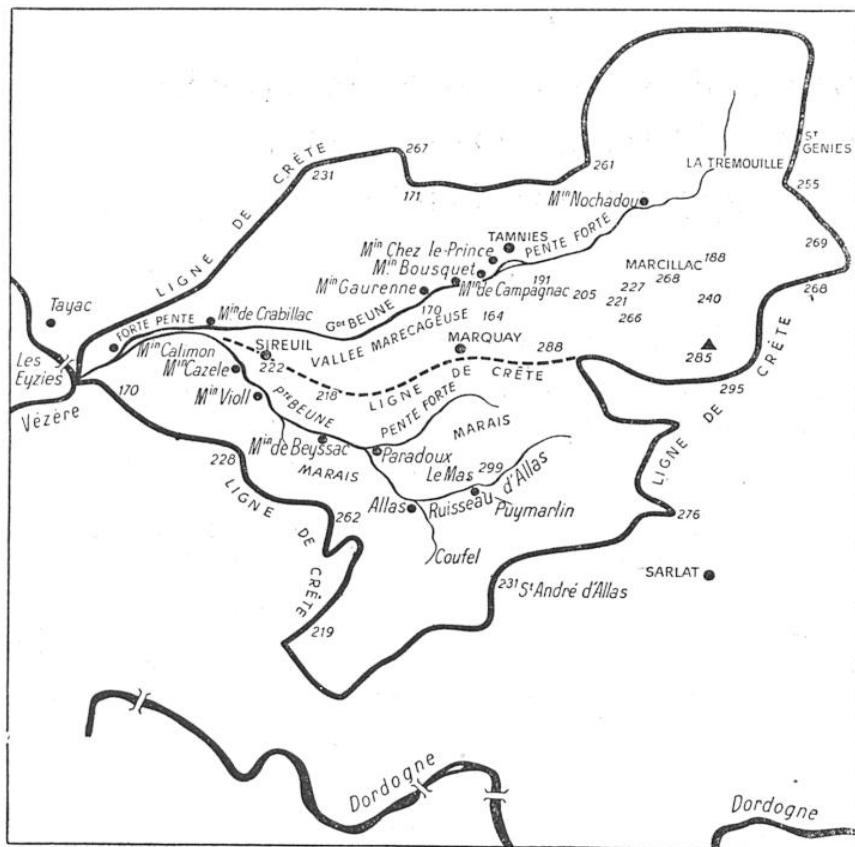


FIG. 1. — LE BASSIN VERSANT DES BEUNES

Les lignes de crête enferment un espace de 160 km<sup>2</sup> dans lequel coulent au nord la Grande Beune, au centre la Petite Beune, le ruisseau d'Allas et leurs affluents. Toutes ces petites vallées étaient envahies par les hautes herbes et les roseaux. Il a fallu curer le lit des cours d'eau et fauconner les roseaux et les joncs sur près d'un millier d'hectares.

nes se groupaient au sein d'un Syndicat intercommunal. Tout de suite, dans un terrain souvent inaccessible, zébré de rigoles et où se répanquaient en grand désordre les eaux dévalant des plateaux sarladais, les topographes se mirent à l'œuvre.

Ils ne disposaient que du plan cadastral et du relevé des cotes du dernier curage prescrit en 1897 par les Ponts et Chaussées. Le plan cadastral (où figuraient des ponts avec 10 mètres d'écart par rapport à leur emplacement véritable) se révélant peu orthodoxe et, d'autre part, les porteurs de mires ne pouvant cheminer, même avec des bottes, dans ces lieux où les mires s'enfonçaient de

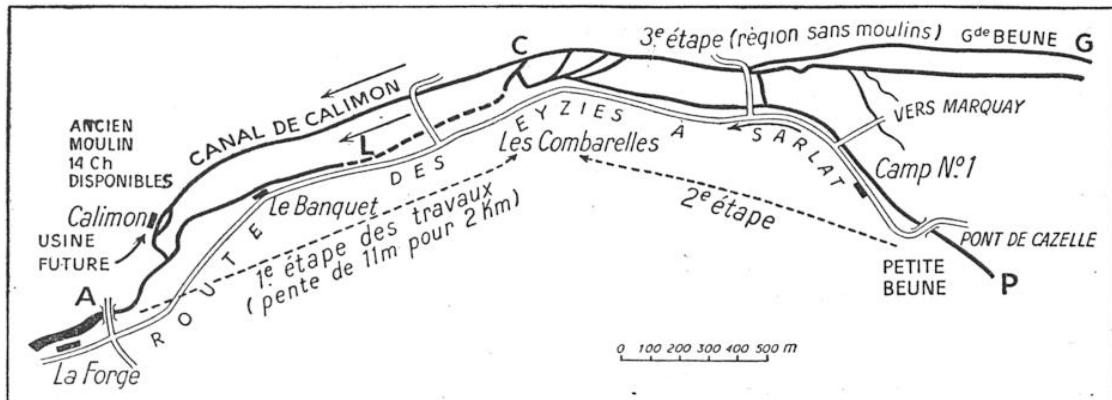


FIG. 2. — LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DES BEUNES

Dans la première étape AC, le canal d'amenée de Calimon a permis de détourner les eaux pour curer et rétablir l'ancien lit de la rivière (ALC). De C (confluent des deux Beunes) à P, deuxième étape dans la vallée de la Petite Beune, divers canaux d'amenée ont permis le curage de l'ancien lit. De C à G, troisième étape dans la vallée de la Grande Beune, où n'existe aucun moulin et, par suite, aucun canal d'amenée, un lit nouveau a été offert au cours d'eau (voir fig. 5).

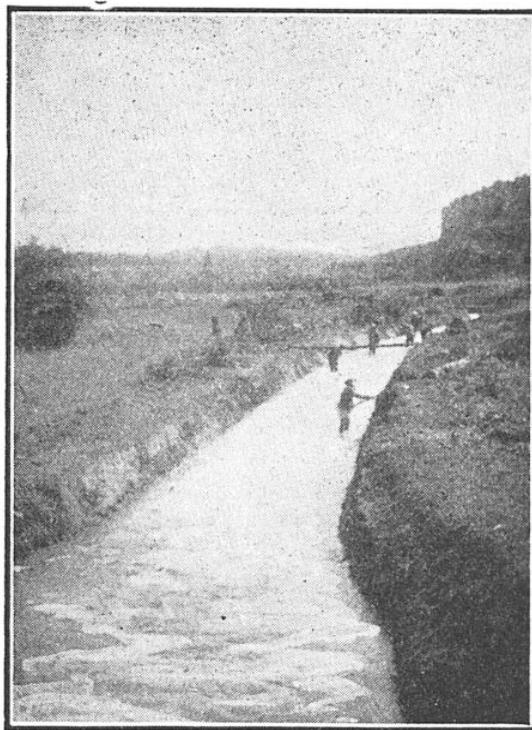
leur propre poids, l'ingénieur en chef des travaux décida d'user d'une *méthode mixte* et de mener de front l'étude topographique et le curage, car il n'était pas permis d'attendre la fin d'un relevé aussi difficile pour l'étude d'un grand canal général.

Les opérations topographiques de début comportèrent alors l'établissement, sur la route des Eyzies à Sarlat, d'une « polygonale », arête d'une ossature réalisée simplement à l'aide des jalons et des équerres d'arpenteur, du moulin de Calimon au confluent des Beunes.

Entre les crêtes qui enferment la Dordogne, la Vézère et les Beunes, se trouve un bassin versant de 160 km<sup>2</sup> de surface dont il fallait évaluer le débit au cours des orages. Le passé révélait en effet que le débit de la Beune près de son confluent oscillait entre un minimum de 640 litres et un maximum de 22 000 litres environ, ce qui indiquait d'assez violentes crues. Le Génie rural prescrivit de calculer les débouchés à raison de 3 litres par hectare et par seconde en cas d'orage. La première tranche de travaux consista alors dans l'augmentation de la section d'un canal long de 2 km (canal de Calimon) près des Eyzies, et destiné à absorber le tiers des eaux de la grande Beune afin de pouvoir curer celle-ci et la ramener aux dimensions de 1897.

#### Vieux fonds - vieux bords

La seconde tranche eut pour objet de créer la rivière principale en approfond-

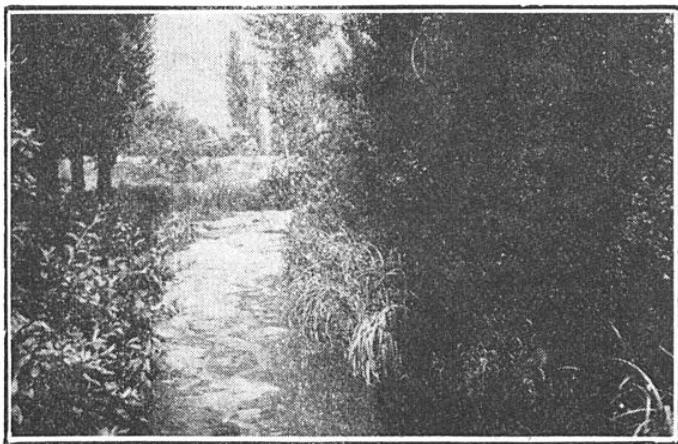


T W 13803  
FIG. 4. — LE LIT ÉLARGI DE LA BEUNE DANS UN MARÉCAGE DÉJA LARGEMENT FAUCARDÉ

*Auparavant, dans cet espace envahi par les roseaux, les eaux divaguaient en tous sens, inondant tout le fond de la vallée.*

dissant et dessouchant son lit pour la remettre « vieux fonds-vieux bords » sans autres corrections. Ce lit se trouvait en effet encombré non seulement de roseaux, mais de souches de vergnes et de chênes atteignant parfois 25 et 30 cm de diamètre. Le travail de dessouchage représentait les deux tiers de celui que réclamait le curage.

Dès la fin de juillet, on put voir ainsi la rivière divagante et chevelue changée sur près d'une lieue en un canal dont les abords avaient été dégagés par un *faucardage*, à l'aide de ces faux à long manche qui font merveille pour trancher la luxuriante végétation des marais. Dans certains endroits de la commune de Marquay, les roseaux atteignaient 4,50 m de hauteur. Notons en passant que le faucaudage ne tentait guère les paysans aupara-



T W 13802  
FIG. 3. — UN DES ASPECTS DE LA BEUNE A L'ÉTAT SAUVAGE, DANS UNE DE SES PARTIES OU L'ON POUVAIT APERCEVOIR LE LIT DES EAUX, PLUS SOUVENT TOTALEMENT RECOUVERT PAR LES HAUTES HERBES (Photo Edme Goyard).

vant, car la « fenasse » ainsi récoltée, mélange de joncs, d'herbes et de roseaux, ne peut guère offrir qu'une litière médiocre fort peu absorbante et impropre à faire de bon fumier. D'autre part, on ne peut faucarder qu'après un assèchement. L'eau de la Beune est claire et, dans la période où son lit s'est peu à peu comblé pour la jeter au hasard du fond de vallée, on ne peut invoquer l'ensablement, mais plutôt une *incrustation calcaire* qui enrobe les débris végétaux comme le ferait une fontaine pétrifiante.

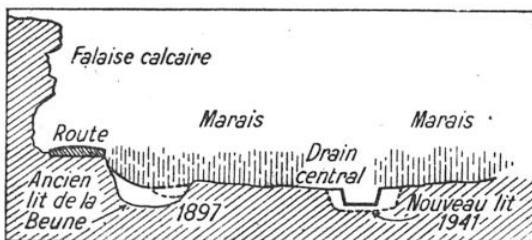


FIG. 5. — L'ANCIEN LIT DE LA GRANDE BEUNE, COMPLÈTEMENT ENVAHI ET PRESQUE COMBLÉ, A DU ÊTRE ABANDONNÉ FAUTE DE CANAL AUXILIAIRE POUR LE DÉTOURNEMENT NÉCESSAIRE DES EAUX. LA RIVIÈRE COULERA DANS UN NOUVEAU LIT SUIVANT L'ANCIEN DRAIN DE LA VALLÉE.

Dans tous les bras de ruisseaux où se trouvait un moulin et son canal d'aménée, on pouvait utiliser celui-ci pour travailler plus aisément sur le cours d'eau lui-même. Beaucoup de ces anciens moulins avaient été abandonnés parce que, sous le poids des maçonneries, le sol ameubли par l'eau avait cédé. Les moulins s'enfonçaient.

#### Nouveau lit

Restait, pour la troisième étape des travaux, la partie du cours de la Beune sur laquelle aucun moulin ne fut construit. La rivière coulait alors au bas de la falaise et les roseaux l'avaient obstruée, cependant que les eaux allaient tout naturellement vers l'ancien drain tracé au milieu de la vallée au point le plus bas. Pour aller au plus pressé, c'est ce drain central qui, approfondi, deviendra le *nouveau lit de la Grande Beune*.

Ceci fait, il ne restait plus qu'à raccorder les tronçons et, sur le sol asséché, à parfaire les opérations topographiques pour arriver aux cotés convenables des fonds. En général, il a suffi d'approfondir de 0,50 m pour obtenir un drainage parfait. La mesure des pentes des divers ruisseaux devait enfin permettre de fixer

les sections de passage. Ces pentes varient sensiblement. Leur maximum (5 m pour 1 km) fut observé aux tronçons extrêmes.

Ainsi, à la place des marais des Beunes, apparaît la tache grandissante des cultures. Légumes et céréales y alternent avec le chanvre qui, voici un demi-siècle, couvrait là près de 500 hectares. Ces terres riches en humus vont ainsi fournir du textile, heureuse fortune en ces temps de disette, car si le chanvre, plus rude que le lin, ne peut rivaliser avec lui pour les tissus fins, il peut fournir (outre les ficelles et cordages) des draps, du linge de table et de toilette résistant bien à l'usure. On peut même en tisser du linge de corps, mais la fibre du chanvre demande quelques précautions quand on repasse le linge.

#### Le retour du chanvre

Il y a là, dans les plantations faites déjà à titre d'essai et où le chanvre a atteint 2,50 m de hauteur, une curieuse revanche du passé. Il y a 50 ans, en effet, dans ce pays, chaque paysan réservait au bord des ruisseaux une parcelle de son meilleur terrain. C'était son « caneval », c'est-à-dire son « val à chanvre », où il semait le chénevis qu'il lui fallait par ailleurs préserver de la gourmandise des oiseaux. Dans ce coin du Périgord, on traitait donc le chanvre qu'on peut considérer sous le rapport de ses transformations mécaniques comme du lin commun. Pour être traitées à la manière du lin, ses fibres n'auront besoin que d'être ramollies. Comme pour le lin, la partie extérieure qui durcit pendant la végétation, à la manière d'une écorce (et constitue la *chènevotte*), comprend une série de tubes intimement liés entre eux par une sorte de gomme-résine que l'on dissout par l'opération du rouissement, au cours d'un long séjour dans l'eau. La macération dure entre cinq et huit jours dans l'eau stagnante, suivant la température et la nature du végétal, d'autant plus long à rouir qu'il est plus dur. Le passé a prouvé que l'eau des Beunes convenait pour cette sorte de fermentation.

Bref, nos ancêtres périgourdins faisaient le chanvre devenir *roux* dans des mares avoisinantes qu'on appelait *routoirs*. Cela valait mieux que de faire séjourner le chanvre dans le ruisseau même, pour séparer la filasse de l'écorce, car on estime que le rouissement dans les cours

d'eau pourrait nuire au bétail et faire périr le poisson.

Bien qu'au siècle dernier, cependant, un certain Parent Duchatel ait prouvé l'innocuité du rouissement en buvant et en faisant boire à sa famille l'eau d'un rouet, il paraît plus convenable de centraliser le rouissement dans un étang voisin, en raison de l'odeur désagréable de cette opération. Le chanvre a d'ailleurs un parfum peu goûté auquel on attribue des céphalées et des hallucinations qui font penser à ce chanvre exotique dont les orientaux tirent le *haschisch* ou au *gunja* des Indiens, feuilles du chanvre « *indica* » alliées aux parties résineuses desséchées des tiges, ou au *marihuana* qui exerce ses ravages aux Etats-Unis.

Il importe certainement de ne pas séjourner sans raison dans les chênevières qui, si elles attirent les oiseaux aux semaines, éloignent les insectes par la suite, à telle enseigne qu'on pourrait voir là un précieux voisinage pour les champs de pommes de terre où sévit le doryphore.

Le chanvre préfère les climats doux, les vallées abritées et les bas-fonds. Rien ne pouvait mieux lui convenir que ces régions des Beunes où, par surcroît, les bonnes terres calcaires, aux alluvions profondes, sont si favorables à sa racine pivotante.

Aussi ne s'est-il pas fait trop prier pour reparaître. Semé dès la fin des gelées, il poussa suivant l'état du sol et la nature des cultures précédentes. En général, la composition du sol est assez constante dans toute cette région. L'essentiel est que la chaux y entre en proportions suffisantes. Il en faut 350 kg par hectare.

### Graines et plantes

On éprouverait en revanche plus de difficultés pour semer, car la graine du chanvre, assez malaisée à sélectionner, exige souvent le choix d'un spécialiste. Elle doit être recueillie de préférence sur des tiges plantées *isolément* autour des champs et des vignes. Le chênevis doit être récent, pesant et d'un gris luisant et foncé. Les cultivateurs périgourdins, devenus chanvriers, tâtonnèrent beaucoup pour mettre en train cette culture et eurent recours, tant aux souvenirs des vieux paysans, témoins des cultures d'autrefois, que des spécialistes réfugiés de guerre dans le Périgord.

L'un d'eux, M. Armand Triplet, réuss-



T W 13801  
FIG. 6. — UN DES PROPRIÉTAIRES CHANVRIERS DES TERRES RÉCUPÉRÉES, TENANT UNE TIGE DE CHANVRE DE 2,50 M DE HAUTEUR

sit à faire venir du chênevis de Hongrie, à défaut de la Yougoslavie que les événements du printemps dernier mettaient dans l'impossibilité d'en fournir.

Ainsi la tradition du chanvre put reprendre en Dordogne, où les semaines furent faites en mai, à raison de 220 litres par hectare, c'est-à-dire très serrées (pour donner des tiges plus longues). En août, les pieds mâles furent arrachés, et les pieds femelles en septembre. (On sait, en effet, que le chanvre est une plante *dioïque* à fleurs sans pétales disposées en groupes sur le pied mâle et réunies en petites têtes sur le pied femelle, toujours plus fort et plus grand que l'autre, et de plus longue végétation, car il doit mûrir ses graines.) Le rendement par hectare varie avec la valeur et la fumure du terrain. La moyenne est de 650 kg de graines pour 800 kg de filasse après rouissement et *teillage*.

Le *teillage* (broyage), qui débarrasse la filasse de la chênevotte, se faisait jadis avec la « *macque* » ou « *broie* », fourreau

à mâchoire mobile que des outils plus modernes remplaceront.

### Renaissance des filatures

Il ne restera plus qu'à créer les usines fabriquant la ficelle et les tissus, avec un personnel relativement réduit (un homme et un enfant suffisaient jadis à assurer le rouissage quotidien de 8 tonnes de chanvre). Il y a, dans la région, des cours d'eau pouvant assurer la force motrice nécessaire aux usines. Les filasses les plus grossières (semi-claires) seront utilisées pour la fabrication des cordages et les plus fines, comme textiles. Quant à l'huile provenant du pressage des graines, elle demeure peu estimée, mais peut trouver en savonnerie un emploi assez heureux, en des époques où l'industrie des savons manque de matières premières. On peut, plusieurs années de suite, obtenir du chanvre dans la même chênevière et ces marais desséchés lui conviendront très bien, car cette plante demande, outre la chaux, la potasse et l'engrais organique. Les cendres de chênevotte pourront lui en fournir abondamment.

Quarante propriétaires possèdent déjà leur « carnaval » de début sur les anciens marécages, marquant ainsi le commencement d'une opportune décentralisation des textiles. Les malheurs périodiques de nos régions du Nord en établissent définitivement la nécessité.

Culture *facile*, d'ailleurs, que celle du chenye qu'on peut installer là où le blé n'a point réussi par suite des gelées ou du mauvais temps, et qui n'exige point de soins spéciaux. Culture *commode*, puisqu'elle laisse à chaque automne la terre libre pour d'autres semences. Culture d'un *très bon rapport* enfin, puisqu'elle ne fait point appel à une main-d'œuvre de choix et que la rareté des textiles fait que l'offre n'atteint pas le centième des demandes.

Nous verrons vraisemblablement, dès 1942, une ficellerie et une filature s'élever dans ces vallées du Périgord noir qui, hier encore, n'étaient qu'un cimetière pour des eaux tristes.

Edmond BLANC.

Les premiers appareils à cabine étanche pour le vol à très haute altitude furent réalisés en 1931, à peu près simultanément en Allemagne (Junkers Ju-49) et en France (Farman F 1000). D'autres appareils du même ordre furent construits au cours des années suivantes en Russie, en Belgique (Renard 35), en France (Farman 2234). Mais la création de beaucoup la plus intéressante (1937) fut celle, aux Etats-Unis, du Lockheed XC-38, dérivé du célèbre bimoteur commercial Lockheed 14. C'est lui qui permit de rassembler les résultats expérimentaux nécessaires pour résoudre les problèmes que soulève la construction d'une cabine étanche. Depuis, plusieurs types d'appareils à cabine étanche ont été mis en construction et même, pour certains, en service régulier sur les lignes commerciales. Ce furent : le Short 14/38 B (32 t, 10 passagers, 4 moteurs de 1 100 ch, vitesse maximum 440 km/h à 7 600 m); le Fairey FCI (19 t, 30 passagers, 4 moteurs de 1 050 ch, vitesse maximum 355 km/h à 4 600 m); le Boeing 307 (19 t, 33 passagers, 4 moteurs de 900 ch, vitesse maximum 358 km/h à 5 800 m); le Curtiss CW-20 (19 t, 36 passagers, 2 moteurs de 1 500 ch, vitesse maximum 338 km/h à 6 100 m); le Douglas DC-4A (23 t, 40 passagers, 4 moteurs de 1 000 ch, vitesse maximum 368 km/h à 4 600 m). Les deux premiers appareils anglais ne semblent pas avoir été terminés, mais les trois appareils américains sont en service régulier, en particulier le Boeing 307. L'aviation militaire des différents pays a évidemment mis à profit ces expériences. Mais on ne possède guère d'indications que sur un appareil américain, le destroyer Lockheed 22 qui pèserait 6,5 t et serait prévu pour une altitude de 10 000 m. On sait seulement que divers chasseurs et bombardiers sont à l'étude avec télécommande des canons et mitrailleuses et dispositifs spéciaux pour parer aux dangers d'atteinte de la cabine étanche.

# 3 500 KM A TRAVERS LE DÉSERT LE TRANSSAHARIEN, ARTÈRE CENTRALE DE L'EMPIRE FRANÇAIS

par Henri FRANÇOIS

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique

*Malgré les restrictions que nous subissons actuellement du fait de la guerre, nous ne devons pas perdre de vue que c'est à peine si l'homme a fait jusqu'ici l'inventaire des richesses du globe. Le continent africain est l'un de ceux qui recèlent le plus de terres inexploitées et sa situation dans la partie la plus chaude du globe doit en faire, partout où l'eau se trouve en quantité suffisante, un des greniers du monde. Mais l'essor de l'agriculture africaine est lié à l'équipement mécanique des exploitations, car le climat interdit à l'homme tout effort physique. L'Europe et l'Afrique sont donc complémentaires au point de vue économique, et un important courant d'échanges est appelé à s'établir entre elles : l'existence de communications à grand rendement entre ces deux portions du globe est donc une des conditions de leur prospérité. La France possède en Afrique un vaste empire destiné à devenir un prolongement de la métropole. Elle travaille depuis de longues années à établir des ouvrages d'irrigation de la vallée du Niger, qui deviendra dans cinquante ans une seconde Egypte. Cette perspective d'avenir explique que l'on vienne d'entreprendre la construction d'une voie ferrée de 3 500 km de long à travers le désert le plus vaste du monde pour relier le Niger à l'Algérie. Le Transsaharien, comme le furent en leur temps le canal de Suez et de Panama, est une œuvre dont l'intérêt n'apparaîtra qu'au bout de longues années. Il semble cependant qu'il pourrait devenir l'artère centrale de l'Empire français et l'amorce d'un Transafricain qui relieraient Le Cap à l'Europe, en donnant aux voies de communications africaines la cohérence qui leur manque.*

## Le Transsaharien

Un projet, qui depuis des années était un sujet de grandes polémiques, vient d'entrer dans la phase des réalisations : la construction du chemin de fer transsaharien vient d'être décidée dans le cadre d'un réseau d'ensemble appelé « Méditerranée-Niger ».

La voie ferrée transsaharienne constituera la liaison finale entre deux systèmes d'antennes Nord et Sud qui sont dès maintenant entrepris.

Les antennes Nord desserviront les bassins houillers du Sud-Algérien, dont la production doit atteindre un million de tonnes par an dans un délai assez bref.

Les antennes Sud draineront le bassin du Niger et se souderont à la ligne déjà existante de Dakar à Bamako. Elles permettront l'évacuation vers la côte de la production nigérienne pendant la période

de construction de la voie transsaharienne ; lorsque celle-ci sera achevée, elle captera une grosse partie du trafic entre l'Afrique noire et la France, formant un nouvel « axe de colonisation », une artère nourricière dont pourront tirer profit l'économie coloniale et celle de la Métropole.

## L'exploration du Sahara

Il y a un siècle encore le Sahara formait sur les cartes une grande tache blanche, vide de nomenclature.

Pourtant, dès le début du xv<sup>e</sup> siècle, le monde européen était renseigné sur le Sahara. C'est en 1413, en effet, qu'un Toulousain, Anselme d'Aselagues, égaré sur les côtes d'Afrique, pénétrait au fond même de l'Afrique noire et découvrait Tombouctou, ville de 12 000 habitants alors et qui n'en compte plus que 4 000 aujourd'hui.

Un autre voyageur, du nom de Mal-

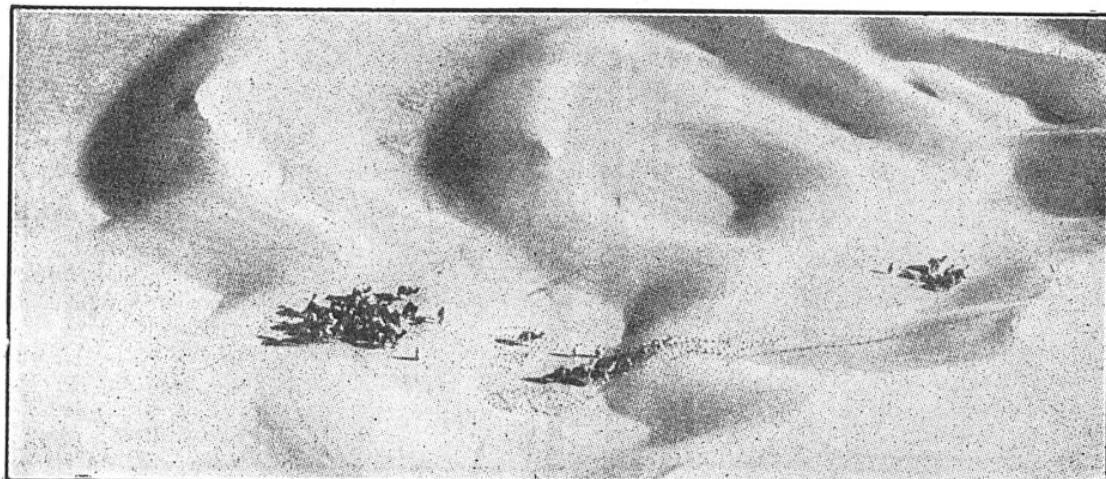
fente, atteignait le Touat par le nord, en 1447.

Mais ces exploits extraordinaires devaient rester des faits isolés, et, au début du siècle dernier, le Sahara était un désert à peine connu des Européens et Tombouctou une ville mystérieuse.

Le Sahara n'était néanmoins pas un complet *no man's land*. Entre le monde arabe, établi au nord, et le monde noir, établi au sud, existait tout un réseau

quatre années qui le menait au lac Tchad et de là au Niger.

Quelques années plus tard, une mission officielle dirigée par Duveyrier partait de Constantine à la recherche de renseignements géographiques, linguistiques et culturels sur le Sahara oriental. Elle devait découvrir une vieille civilisation décadente dans la région du Fezzan : travaux de puits, d'irrigation, de forces hydrauliques, plus ou moins abandonnés.



T W 13965

FIG. 1. — UNE CARAVANE DANS LES DUNES DU GRAND ERG

*Les « ergs » sont des régions couvertes de dunes dont certaines atteignent jusqu'à 300 m de hauteur. Le tracé adopté pour le Transsaharien évite le passage à travers la région des dunes.*

d'échanges. De nombreuses caravanes allaient d'oasis en oasis, chargées de pacotille, de tabac, de parfums, qu'elles portaient jusqu'au Niger où l'échange se faisait contre de l'or, de l'ivoire et des plumes d'autruche. Mais le plus grand mystère entourait tant les transports que les échanges.

En 1824, la Société de Géographie de Paris marquait tout l'intérêt qu'elle attachait à la « découverte » du Sahara et du cœur de l'Afrique noire en promettant un prix au voyageur qui parviendrait le premier à Tombouctou.

Un jeune Poitevin, René Caillé, familiarisé avec l'Afrique, partait de la côte de l'Afrique occidentale, déguisé en Egyptien et réussissait à atteindre Tombouctou le 20 avril 1828 ; puis à traverser le Sahara à dos de chameau, pour arriver le 12 août à Fez, remportant la palme et apportant une riche documentation sur les régions traversées.

En 1850, le savant Barth partait de Tripoli pour une expédition de près de

Le Touat, centre du Sahara, que depuis le voyageur Malfente au XV<sup>e</sup> siècle aucun Européen n'avait pu atteindre, était enfin exploré par un Légionnaire, Rohlf, en 1861.

Rohlf avait suivi depuis le Tafilat l'« Allée des Palmiers », vallée de l'oued Saoura où passera la voie ferrée actuellement projetée.

C'est vers la même époque qu'éclosent les idées d'un chemin de fer transsaharien : plusieurs projets sont présentés par Hanoteau, Duponchel, Rolland, Freycinet, alors Ministre des Travaux Publics, institue en 1880 une commission d'études, qui envoie la Mission Flatters sur place. Cette mission est malheureusement anéantie par les indigènes en 1881, et cette catastrophe fait retomber dans le sommeil le projet de voie ferrée.

Enfin la Mission Foureau-Lamy (1898-1900) démontre la possibilité de franchir le Sahara sans difficultés excessives, à condition d'éviter les sables des Ergs et

les massifs montagneux qui se dressent au milieu de l'immense plateau désert.

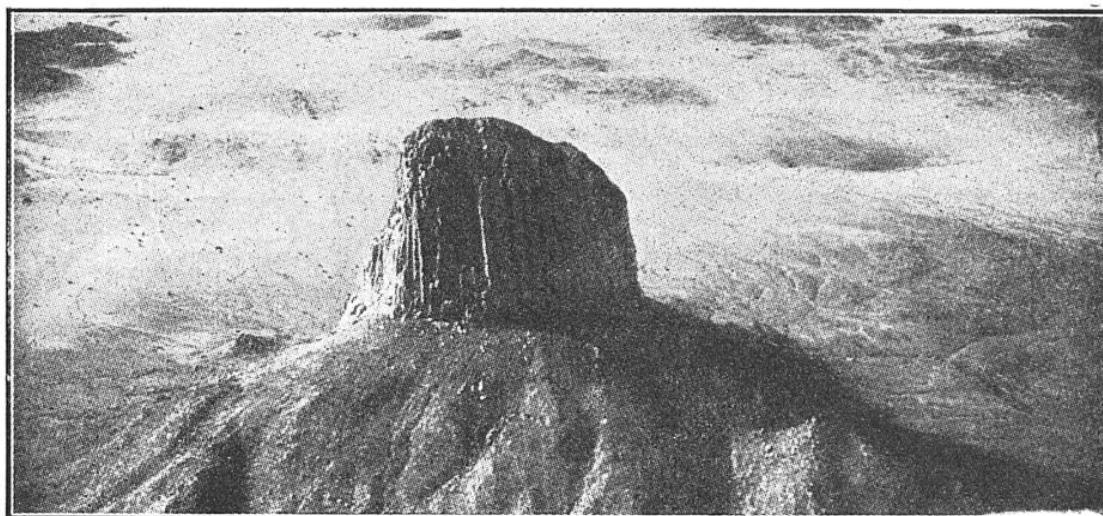
Les premiers projets sont repris sur de nouvelles bases par Paul Leroy-Beaulieu (1904) et André Berthelot (1911), et les efforts de ces pionniers aboutissent à la création, en 1928, d'un Organisme d'Etudes.

Enfin, la construction vient d'être décidée par le Gouvernement du Maréchal

mais permettant par contre une pénétration plus profonde et plus sûre de la civilisation occidentale.

### Le Sahara, région d'aspect extrêmement varié

A l'heure actuelle, le Sahara est l'un des déserts les mieux connus du monde. C'est pourtant aussi le plus grand et le plus aride. Il s'étend de l'Atlantique à la



T W 13966

FIG. 2. — VUE AÉRIENNE DU PITON DU HOGGAR

*Le Hoggar, massif montagneux dont le point culminant atteint 3 000 m d'altitude, est une des régions du Sahara dont l'accès est le plus difficile du fait de son relief tourmenté. (Photographie aérienne prise par le Lt Schneider.)*

Pétain et immédiatement entreprise aux antennes Nord et Sud.

Entre temps, les raids automobiles, puis les services routiers réguliers avaient permis d'étendre nos connaissances du Sahara et de perfectionner les études entreprises.

C'est en effet pendant l'hiver 1922-1923 que la Mission Citroën réussit la première traversée en auto-chenilles.

Peu après (janvier 1924), la Mission Gradis-Estienne renouvelle cette performance en six jours de traversée sur voitures Renault à roues ordinaires, posant les premiers jalons de la « Route Gradis », appelée aussi « piste occidentale » et que suivent, depuis, les autocars de la « Compagnie Générale Transsaharienne ».

Des hôtels, des centres de réparation, des postes de T.S.F. sont maintenant installés tout le long de la route, comme par exemple au fameux « Bidon V », enlevant au Sahara le charme de l'inconnu,

mer Rouge sur une surface de plus de 10 millions de kilomètres carrés, soit le quart de l'Afrique.

Le Sahara n'est pas, comme on a pu le croire initialement, un ancien fond de mer asséché. C'est une surface continentale, qui doit son facies désertique aux conditions climatiques, elles-mêmes conséquences de sa situation particulière entre la zone tempérée et la zone tropicale. La véritable cause qui fait que le Sahara est un désert réside donc dans sa latitude, dont l'influence n'est contrebalancée par aucune chaîne de montagnes continue.

Etant axé sur le tropique, le Sahara jouit d'un climat extrêmement uniforme caractérisé par la sécheresse de l'air (pas plus de 2 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup> d'air) et par l'élévation diurne des températures, qui atteignent 50°.

Ces deux raisons agissent dans le même sens et provoquent une évaporation intense et une véritable déshydratation.

Mais alors que les températures diurnes sont très élevées, les nuits sont froides et même le gel n'est pas inconnu, ce qui n'a pas permis à la race noire de s'y acclimater.

Le vent est le phénomène le plus régulier et le plus typique. Il est une des causes déterminantes de la physionomie de cette région.

Dans ce milieu peu favorable, la vie a pris des formes très spéciales, en apparence atrophiées. Les plantes sont à « superstructure » minuscule et à racines très développées. L'aridité cause une grande dispersion de la végétation : brouter dans le Sahara est pour l'herbivore un véritable problème. Par contre, aux lisières du désert existe une ceinture de steppes où la vie végétale est exubérante. C'est là que se trouvent groupés les seuls animaux du Sahara : le lion même n'est qu'un passager dans le désert. L'éléphant de l'époque carthaginoise a disparu. Le chameau, introduit par les Romains, s'est acclimaté de façon si heureuse, qu'il semble être un véritable autochtone du Sahara.

Si on analyse le modèle du grand plateau désertique, on constate que, contrairement à une idée assez courante, l'action du vent est assez insignifiante sur le relief à côté de celle de l'eau et des changements de température.

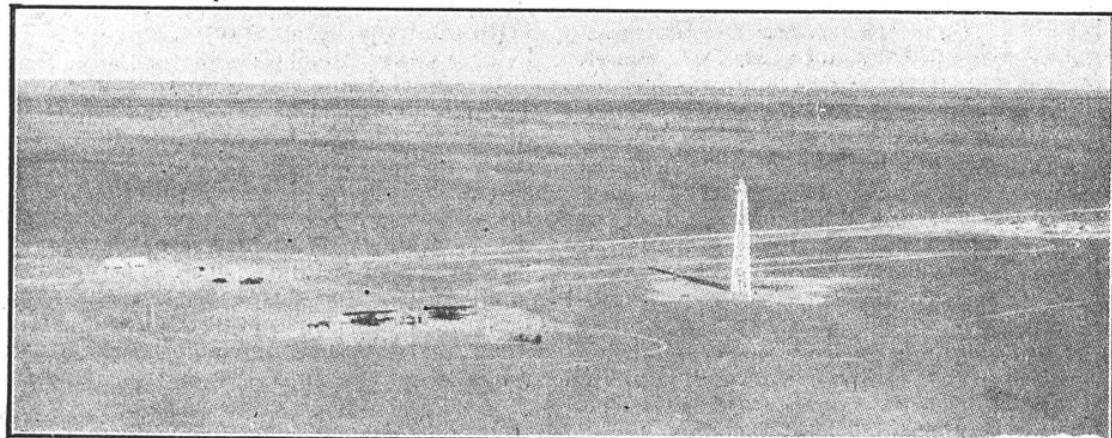
Les rapides alternances de froid et de chaleur désagrègent la roche, et les très rares mais formidables orages « lavent » le

matériau ainsi désagrégré. L'action du vent n'est qu'épidermique. Le vent trie les produits de l'érosion aquatique, nettoie les plateaux, constitue et transforme les dunes, emporte au loin les poussières les plus fines, créant cette étrange atmosphère saharienne, très peu transparente du fait des particules en suspension.

Mais tout compte fait, l'action du vent a des limites bien définies et l'envahissement par les sables n'est pas sensible à l'échelle humaine des temps : René Caillé signalait des cases construites sur des dunes de sables mouvants. D'ailleurs, les zones de sable, soumises au vent, n'occupent que le neuvième de la superficie du Sahara.

On voit en résumé que si l'eau est un élément rare, son action est fondamentale. Elle l'était encore plus aux périodes préhistoriques plus humides que la nôtre. Les cours d'eau de ces époques charriaient des apports solides qui ont fourni la matière des dunes. Mais même alors, les cours d'eau n'avaient pas la force d'arriver à la mer et s'épuisaient dans les régions « évaporatoires ». Leurs abouissements constituaient des zones d'épannage où s'accumulaient les apports, congestionnant et déviant les cours d'eau, comme cela a lieu dans les deltas.

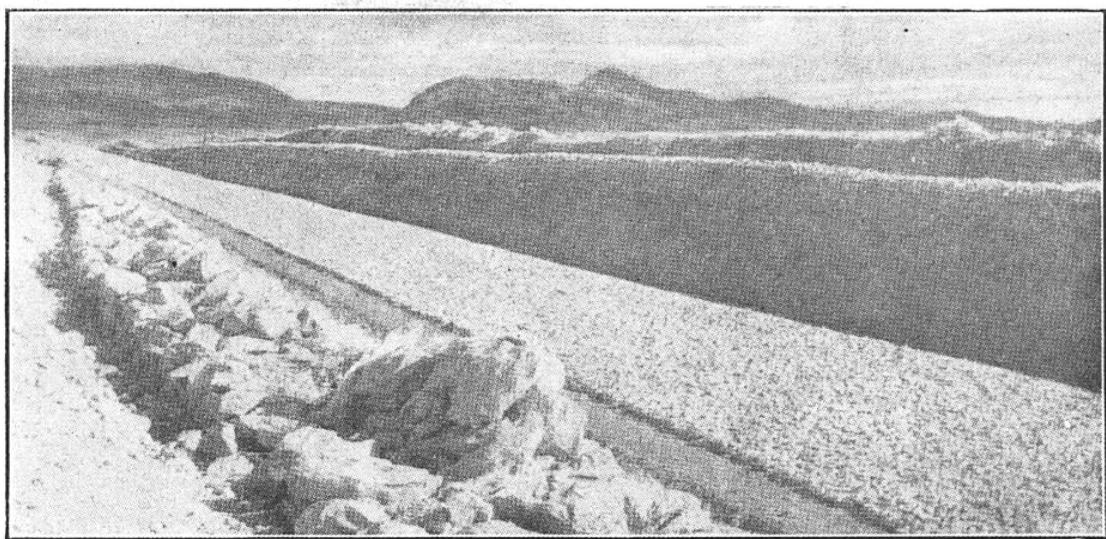
Cet engorgement est la cause du phénomène de capture qui a donné naissance à la forme actuelle du Niger. Le Haut-Niger était un fleuve indépendant, apportant l'eau des pluies équatoriales dans



T W 13963

FIG. 3. — VUE AÉRIENNE DU POSTE DE BIDON V

*Le poste de Bidon V est une escale aérienne et un des jalons de la piste automobile qui constitue, depuis quelque quinze ans, la principale voie de pénétration à travers le désert. Il se trouve dans la région du Tanesrouft, la plus centrale et aussi la plus désolée du Sahara. La station comporte une soute à essence, des cars-dortoirs et un phare. Bidon V sera une des stations du Transsaharien. (Photographie aérienne prise par le Lt Schneider.)*



T W 13962

FIG. 4. — INFRASTRUCTURE DE LA VOIE FERRÉE SUR LE TRONÇON NORD DU TRANSSAHARIEN

*Comme on peut s'en rendre compte sur cette photographie, la réalisation du Transsaharien ne présentera pas de difficulté technique particulière au point de vue de la stabilité de la voie, ni au point de vue du danger d'ensablement.*

une zone d'épandage qu'il encombrait d'apports et dont on retrouve la forme dans une cuvette de 20 000 km<sup>2</sup>, où coule encore souterrainement une partie de l'eau du Niger.

Le Bas-Niger, autre fleuve indépendant, et qui partait d'une région située au sud de cette cuvette, a fini par « scier » la ligne de séparation des eaux et a capté le Haut-Niger dans la région du coude actuel, près de Tombouctou.

A ce sujet, signalons l'idée de M. Delaporte, qui consisterait à rétablir l'état de choses ancien : un barrage reproduirait la ligne de séparation des eaux, une brèche serait creusée dans les apports anciens du Haut-Niger. Au prix de ces travaux pourrait être reconstitué un immense lac allant du Niger à Taoudeni : la moitié du Transsaharien pourrait être remplacée par un trajet en ferry-boat.

A chaque point d'apparition de l'eau correspond une zone de vie. Strabon disait déjà du Sahara qu'il était semblable à une peau de panthère tachetée d'oasis.

Cette eau provient de réserves souterraines ; et il n'est pas impossible qu'elle date des époques humides de la préhistoire : ce serait de l'eau « fossile ». Et comme elle correspond à des écoulements souterrains suivant le tracé des oueds géologiques, on constate dans la disposition des oasis des alignements remar-

quables, tel par exemple « la Rue des Palmiers » qui mène du Tafilalet au Touat.

C'est précisément cette chaîne d'oasis qu'empruntera le Transsaharien pour traverser 3 500 km de désert.

#### Les diverses solutions

Le projet d'un chemin de fer transsaharien a soulevé au cours des dernières années des discussions enflammées. Les opposants mettaient en avant des objections de tous ordres que les défenseurs s'acharnaient à réfuter.

Nous allons les examiner, en discutant leurs valeurs respectives.

Il est certain que la construction du Transsaharien nécessitera l'investissement de capitaux très importants, de l'ordre de 5 milliards de francs au moins. Par ailleurs, le jeu des « intérêts intercalaires », correspondant au temps mort de la période d'aménagement, pourrait faire varier considérablement la dépense finale, suivant la durée des travaux. Une grande part d'inconnu semble donc résider dans les aléas d'une œuvre aussi gigantesque, entreprise à travers un immense désert torride, d'une sécheresse exceptionnelle, soumis à toutes sortes de perturbations atmosphériques, encore peu connues et qui pourraient allonger de beaucoup les délais.

Le chiffre global pourrait donc s'élever

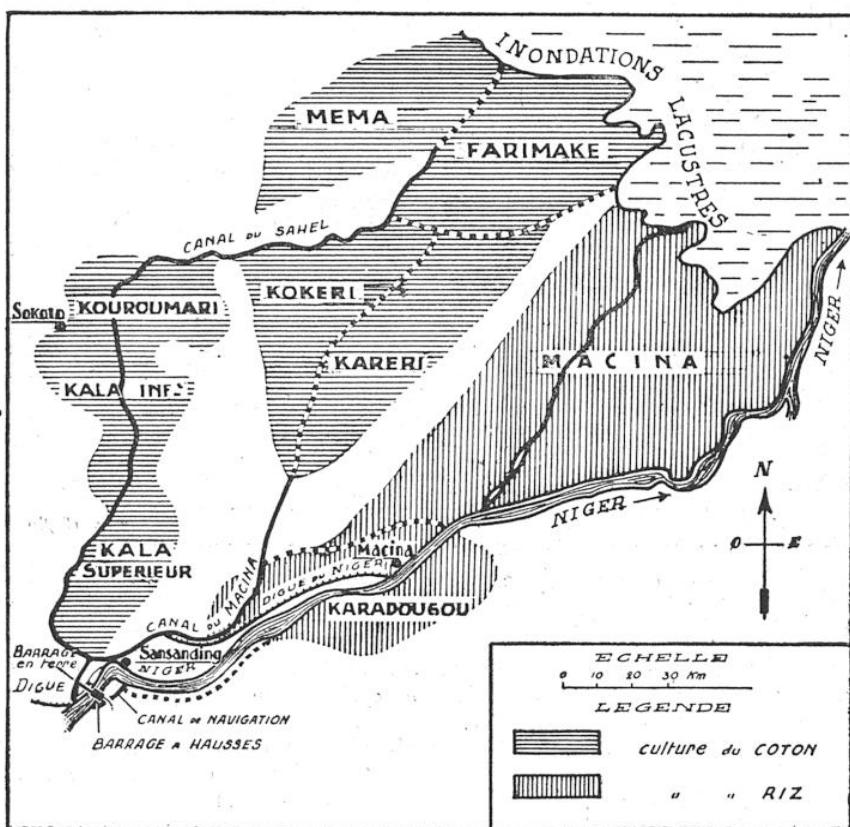


FIG. 5. — CARTE DE LA PORTION IRRIGABLE DU DELTA DU NIGER

Sur l'emplacement d'un ancien lac, disparu depuis les temps préhistoriques avec la capture du Haut Niger par le Bas Niger, le fleuve se divise en plusieurs bras que séparent des étendues marécageuses. L'irrigation de ce delta à l'aide des eaux retenues par le barrage de Sansanding permettra de rendre cultivables environ 1 250 000 hectares de terres, dont 750 000 produiront du coton et 500 000 seront transformés en rizières.

considérablement. Heureusement, le projet de Transsaharien, tel qu'il est actuellement prévu, ne nécessite que fort peu de travaux de terrassement, travaux qui donnent lieu en général aux plus dangereuses surprises. L'emploi d'ouvriers particulièrement adaptés aux climats des régions traversées évitera les risques de faible rendement et de maladies. On sait de plus que la sécheresse saharienne, plus nocive encore pour les microbes que pour l'homme, compose un climat qui n'est nullement malsain.

Si l'on envisage maintenant le problème financier du Transsaharien, il est possible de diminuer l'importance des intérêts intercalaires en appelant les capitaux nécessaires par tranches, suivant un programme de travaux établi à l'avance.

Des objections techniques ont également été mises en avant. La question

plein suffit pour toute la traversée), réalisant une locomotion presque « anhydre », qui a déjà fait ses preuves sur d'autres lignes transdésertiques.

L'eau nécessaire au personnel à établir le long de la voie n'est pas à mettre en ligne de compte, étant donné le petit nombre de stations nécessaires.

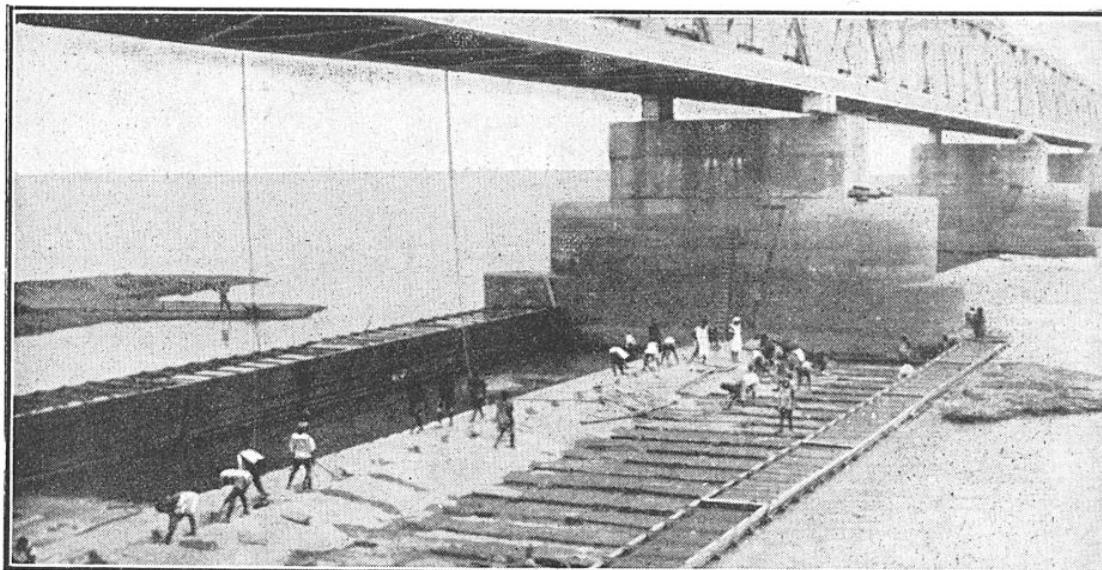
Une autre crainte a été quelquefois exprimée : celle de voir de violentes tempêtes de sable ensevelir la voie ferrée, bloquant des trains en plein désert.

C'est afin d'écartier ce danger que les tracés étudiés ont été piquetés en dehors des zones de mouvement des sables.

Nos connaissances actuelles sur la géographie désertique permettent d'affirmer que les périphéries des dunes sont stables à l'échelle des temps qui nous intéressent et qu'en dehors de ces périphéries l'action éolienne est assez limi-

de l'eau est évidemment celle qui vient tout d'abord à l'esprit. Les taux de consommation en eau d'une machine à vapeur sont en effet tels qu'une impressionnante conduite devrait être construite parallèlement au chemin de fer pour amener en tous les points l'eau du Niger nécessaire aux locomotives : d'où difficultés de réalisation énormes, dépenses supplémentaires, nécessité d'un personnel spécial chargé de l'entretien et de la surveillance.

En fait, il n'est pas question d'utiliser des locomotives à vapeur mais des locomotives Diesel - électriques marchant au mazout, et qui n'utilisent qu'une quantité d'eau insignifiante (un tender



TW 13,964

FIG. 6. — — BARRAGE DE SANSANDING ET VIADUC DU TRANSSAHARIEN

*Le barrage de Sansanding est la pièce maîtresse de tous les travaux d'irrigation qui feront de la région du Niger une seconde Egypte. Il se compose d'une digue de terre fixe de 1 700 m de longueur et d'un barrage mobile à hauteur réglable de 816 m de long, qui s'adapte aux variations de débit du fleuve. Il doit rendre cultivable une superficie de plus d'un million d'hectares. Le tronçon Tombouctou-Ségou du Transsaharien franchit le Niger au-dessus du barrage de Sansanding.*

tée. C'est ainsi que le canal de Suez — dont certains avaient prédit un rapide comblement par les sables — ne nécessite que de faibles dépenses de dragage. L'exploitation d'autres chemins de fer transdésertiques, comme le Transcaspien ou le Transarabien, qui traverse 1 300 km de désert, analogue à celui du Sahara, n'est pas non plus spécialement gênée par les apports de sable.

De sorte que l'idée de protéger le Transsaharien en l'enfermant par exemple dans un tube d'acier relève de la plus haute fantaisie.

Le problème de la main-d'œuvre pourra être résolu dans de très bonnes conditions étant donné qu'il sera possible de trouver facilement plusieurs milliers d'ouvriers en Afrique du Nord et en Afrique occidentale. Les oasis échelonnées le long du trajet pourront également fournir une part du personnel nécessaire.

Certains opposants au projet, tout en admettant la possibilité financière et technique, en niaient l'utilité immédiate.

Ils prétendaient en premier lieu que si la vallée du Niger est bien une Egypte en puissance, elle est encore à un stade d'évolution peu avancé : beaucoup de brousse et de marécages ; l'usage de la

charrue introduit depuis très peu d'années. Il serait donc prématuré de tabler sur les possibilités d'exportation de l'Afrique occidentale pour faire face aux intérêts du capital investi, à l'amortissement et aux frais d'exploitation. A cela, on peut répondre qu'un vaste programme de travaux d'aménagement agricole est en voie de réalisation (le grand barrage du Sansanding destiné à l'irrigation vient d'être mis en service) qui permettra de transformer entièrement la physionomie de la vallée du Niger. Les cultures les plus variées pourront être entreprises, donnant du travail aux 4 millions d'indigènes de l'Afrique occidentale et créant une importante source de richesses pour l'économie nationale.

Un cheptel de plus de 10 millions de têtes fournira de la viande, des cuirs et de la laine. Les 100 millions d'hectares de forêts donneront les bois de construction, les bois d'ébénisterie et la cellulose destinée à la pâte à papier, tous produits pour lesquels la France était en partie tributaire des pays scandinaves.

Des centaines de milliers d'hectares fourniront du café, du cacao, des bananes, des arachides, des céréales, du coton, du caoutchouc.

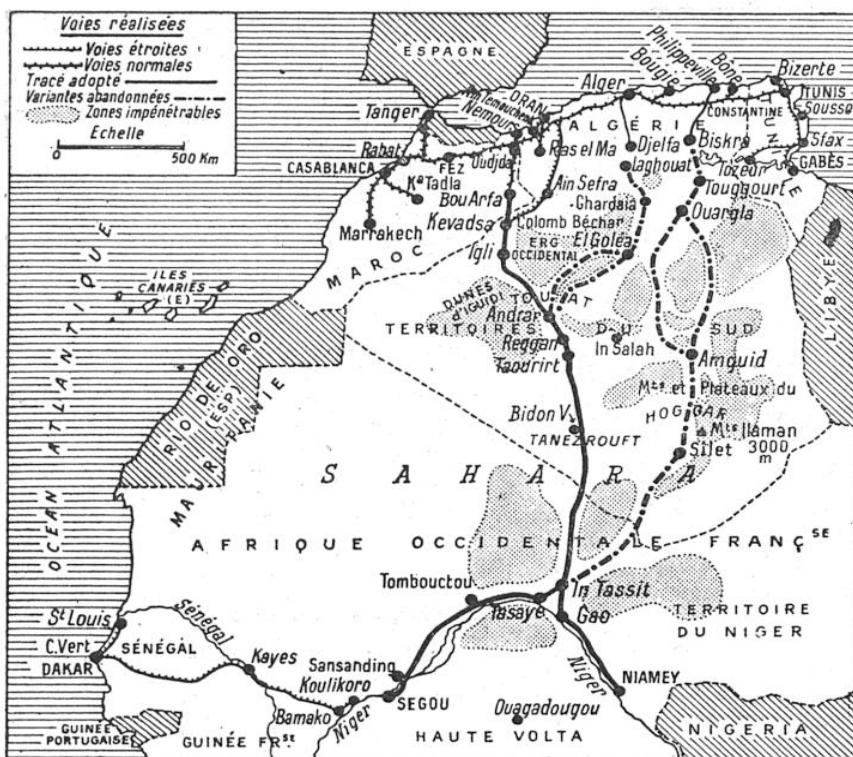


FIG. 7. — CARTE DES DIVERS TRACÉS TECHNIQUEMENT POSSIBLES DU TRANSSAHARIEN

On a représenté en grisé les régions de pénétration difficile, montagneuses ou sableuses. Les divers tracés proposés pour le Transsaharien profitent des passages possibles entre ces régions. Le tracé adopté (en trait plein) emprunte sensiblement la voie que suivent actuellement les caravanes automobiles.

Toute cette production, que la mise en œuvre des irrigations pourra permettre de faire démarrer rapidement, fournira le tonnage minimum de 200 000 t par an, nécessaire pour couvrir les frais d'exploitation seuls, puis les 500 000 t qui assureront l'amortissement complet des dépenses annuelles.

En résumé, la mise en valeur de la vallée du Niger permet et même impose un développement parallèle des liaisons de transport.

D'autres opposants, acceptant la nécessité d'une intensification des liaisons de transport entre l'A.-O.F. et la Métropole, estiment que le véritable débouché des produits du Niger est formé par les ports de la Côte d'Ivoire, du Dahomey et du Sénégal et par les transports maritimes.

Il est certain qu'une partie du transport restera du ressort des voies maritimes. Mais, comme partout ailleurs, une spécialisation se fera entre les différen-

tes marchandises (plus ou moins pondéreuses, plus ou moins chères, en quantités faibles ou fortes) qui permettra une évacuation plus rationnelle par les débouchés simultanés de la mer et du rail. Le rail aura en outre l'avantage d'une sécurité plus grande et d'une indépendance plus complète par rapport aux autres nations.

Enfin, on oppose souvent au projet de chemin de fer transsaharien les liaisons automobiles et aériennes déjà existantes.

Les transports automobiles sont, en effet, actuellement bien mis au point et organisés en services publics réguliers. Le roulage se fait sur des pistes presque

naturelles, puisque le « reg » ou gravier agglutiné avec du sable, qui forme une partie du terrain à parcourir, donne une surface unie et dure. Sur plus de 500 km, on trouve cependant une mauvaise surface de roulage. Mais si les transports routiers devaient répondre aux besoins normaux, c'est-à-dire au trafic d'exportation du Niger, il faudrait construire une véritable route, plus difficile à réaliser et à entretenir qu'une voie de chemin de fer. Pour cette dernière, il suffit, en effet, d'un aménagement grossier de la plate-forme pour recevoir les traverses et les rails, alors que pour la route il y aurait à transporter sur place des quantités considérables de matériaux d'empierrage et de revêtement. L'entretien de la route poserait également des problèmes très difficiles.

Quant aux transports aériens, plusieurs lignes ont déjà été créées, que jalonnent les pistes actuelles, mais elles seront tou-

jours l'apanage de transports très particuliers : courrier, colis précieux et voyageurs.

Mais l'existence de ces deux modes de transport n'infirme pas l'intérêt de la liaison par voie ferrée.

En résumé, le Transsaharien est donc réalisable et il vient compléter l'œuvre colonisatrice entreprise par la France en Afrique occidentale. Son but essentiel est d'assurer une liaison de transport pour les marchandises ; mais le développement de la vallée du Niger créera des courants de voyageurs, qui suivront la même voie.

### Les tracés

Parmi les nombreux projets envisagés depuis plus de soixante ans, trois surtout rassemblent le plus de conditions favorables :

1<sup>o</sup> *Oran-Niger*. — Ce tracé, passant par Colomb-Béchar et les oasis du Touat, traverse le Tanesrouft pour atteindre Gao. Il suit approximativement la « piste Gradis », la même que parcoururent depuis quinze ans les autocars de la Compagnie Générale Transsaharienne. La construction devra s'étendre sur huit ans, dont deux années de préparation ; la dépense a été estimée, en 1931, à 3 milliards de francs. La longueur du parcours de Bou-Arfa au Niger serait de 2 000 km.

2<sup>o</sup> *Alger-Niger*. — Le deuxième tracé, partant d'Alger, traverse le Ghouat, El Goléa, In-Salah et In-Zize. Sa réalisation demanderait plus de dix ans de construction et la dépense, en 1931, était estimée à 4 milliards. Le parcours de Biskra au Niger serait de 2 600 km.

3<sup>o</sup> *Constantine-Niger*. — Ce dernier tracé demanderait dix ans et près de 4 milliards de francs (en 1931).

On voit que, tant au point de vue des délais d'exécution que de la dépense nécessaire, la solution Oran-Niger par Colomb-Béchar est la plus intéressante. C'est cette solution qui vient d'être adoptée.



FIG. 8. — LE TRANSSAHARIEN, AMORCE POSSIBLE DU TRANSAFRICAIN

La carte ci-dessus illustre l'incohérence des chemins de fer africains. Ceux-ci partent de la côte et pénètrent peu dans l'intérieur des terres. Ils n'ont d'autre débouché que la mer. Ce réseau est à l'image d'un continent qui n'a pas encore développé ses ressources. Une ligne centrale reliant le Transsaharien à Stanleyville (Congo belge), pourrait servir « d'épine dorsale » au futur système de voies ferrées africain, concurremment avec la ligne du Cap au Caire, plus excentrique par rapport au continent européen.

### Le Transsaharien, amorce du Transafricain

L'effort de construction actuel porte surtout sur les embranchements Nord du Transsaharien qui permettront de desservir, dès l'année prochaine, les bassins de Kenadza (1) et du Guir et feront atteindre Bou-Arfa, dans le Sud algérien. C'est là que commencera, à proprement parler,

(1) Le gisement houiller de Kenadza, à une trentaine de kilomètres à l'ouest de Colomb-Béchar, déjà exploité avant la guerre, serait capable de fournir à l'administration des chemins de fer algériens environ 300 000 tonnes de charbon gras par an.

la voie transdésertique. Elle passera dans le couloir qui sépare, d'une part, les Dunes d'Igoudi et l'Erg Chech et, d'autre part, l'Erg occidental ; puis ira en direction d'In-Tassit, bifurcation future des embranchements Sud vers Segou et Niamey, sur le Niger, en amont et en aval de Tombouctou.

En plus des 2 000 km de partie saharienne, il y aura à construire 1 500 km de partie nigérienne.

Il est facile de voir que la construction des 2 000 km sahariens ne pourra se faire qu'en commençant aux extrémités et en marchant « à l'avancement ». Une circonstance heureuse fait que la plupart des ouvrages d'art se trouvent dans les parties terminales et pourraient donc être construits pendant les deux premières années, si on attaque les deux bouts simultanément. C'est alors qu'on pourra lancer la pose du rail, sans arrêt, l'approvisionnement en matériaux se faisant par la voie ferrée elle-même, au fur et à mesure de sa construction.

Quelques milliers d'ouvriers suffiront pour l'ensemble des chantiers. Signalons, une fois de plus, l'importance du problème de l'eau en indiquant qu'au taux minimum de 10 l d'eau par homme et par jour, il faudra fournir aux chantiers 100 t d'eau potable par jour.

Le tracé adopté donnera à la ligne de très bonnes caractéristiques : les rampes seront partout inférieures à 5 mm par mètre et les courbes à grand rayon. L'utilisation du rail standard de 46 kg/mètre permettra le roulage de trains lourds de marchandises et de trains rapides de voyageurs.

Les vitesses de marche normale permettront aux trains de marchandises de faire le voyage en 100 heures et aux trains de voyageurs en 70 heures avec des arrêts très peu nombreux.

Un train de marchandises par jour et deux trains de voyageurs par semaine, dans chaque sens, suffiront largement pendant une première période. Ce régime d'exploitation nécessitera l'emploi de

Non loin de là, à Djedara, un gisement d'anthracite fournirait une quantité égale de charbon maigre. Il semble que les richesses du Sud Oranais (houille, fer et cuivre) ne soient encore qu'imparfaitement reconnues.

50 locomotives avec 100 mécaniciens et de 1 000 wagons de tous types (à voyageurs, à marchandises, wagons-citerne à eau et à mazout).

L'entretien de la voie sera fait par plus de 1 000 ouvriers groupés en une trentaine d'équipes.

Differents services : direction, secrétariat, comptabilité, bureaux techniques, service médical, service électrique, seront groupés dans les bureaux centraux.

Aux deux extrémités de la ligne devront être installés des services d'approvisionnement, d'exploitation, les services de la voie, du matériel et traction.

En tout, il y aura près de 4 000 agents, soit trois agents pour deux kilomètres de voie.

En plus, il faudra prévoir une protection militaire de la ligne, une organisation de dispatching, un réseau de communications sans fil.

On voit l'immensité de la tâche à laquelle vont s'attaquer les constructeurs du Transsaharien. Dans quelques années, lorsque la réalisation en sera achevée, des projets plus hardis encore auront peut-être acquis droit de cité et le Trans-africain lancera peut-être ses prolongements jusqu'au Cap de Bonne-Espérance, le détroit de Gibraltar sera peut-être franchi par un tunnel...

On verra alors l'Afrique réunir les moyens de transport les plus disparates, depuis l'archaïque caravane de chameaux, les modernes autocars et chemins de fer jusqu'aux ultra-modernes avions. Le voyageur de l'avenir aura le choix de Paris au Cap entre 12 jours de mer, 7 jours de chemin de fer ou 2 jours d'avion.

Ces différents moyens, tout en se concurrençant, pourront apporter les uns aux autres une collaboration efficace.

La route aura facilité la construction de la voie ferrée. Le chemin de fer se chargera de l'approvisionnement en carburant des centres de ravitaillement pour la route et l'avion. L'avion sera guidé par la route et le rail.

Et ainsi seront resserrés les liens qui unissent l'Afrique à l'Europe, permettant à chacun des deux continents de mieux bénéficier des richesses de l'autre.

Henri FRANÇOIS.

# LE SYSTÈME MÉTRIQUE A LA CONQUÊTE DU MONDE

par Jean LABADIÉ

*Le dix-neuvième siècle restera dans l'histoire des sciences physiques l'époque où la méthode expérimentale, progressivement mise au point depuis plus de deux cents ans, a révélé toute sa fécondité. Cette méthode est fondée sur la recherche des rapports numériques entre les circonstances des phénomènes, et l'on a pu dire que la science commence là où l'on mesure des grandeurs. La science étant universelle, l'adoption d'un système universel de mesures s'imposait pour rendre comparables entre elles les expériences de tous les laboratoires du monde. Elle était réclamée aussi pour les besoins du commerce qui allait bientôt sillonna tout le globe, et de l'industrie dont les nouvelles méthodes de production en série, avec la division extrêmement poussée du travail qui en résulte, nécessitaient un contrôle rigoureux des fabrications. Cette réforme, dont l'initiative revient pour une grande part à la France, a donné naissance au système métrique, dont la supériorité réside non seulement en ce qu'il est admis sur toute la terre, mais encore en ce qu'il est décimal, c'est-à-dire qu'il permet le passage le plus aisément d'une unité à ses multiples et sous-multiples. Malheureusement, son adoption, qui entraîne une révolution dans des habitudes très anciennes, n'a pas été rendue obligatoire dans les pays anglo-saxons dont le système de mesure devenu archaïque a cependant conservé une grande diffusion grâce à leur puissance économique. Mais pour la recherche scientifique, le système métrique est le seul pratiqué universellement.*

## L'incohérence des mesures anglo-saxonnes

L'INCOHÉRENCE qui résulte du confinement anglo-saxon dans des traditions locales surannées a été décrite avec une telle précision par l'écrivain espagnol Julio Arcival, que ce texte issu d'un esprit latin vaut d'être cité : « Imaginez un système où les rapports numériques sont enfantés par l'imagination la plus dévergondée. Dans les mesures de poids, une livre vaut 7 000 grains ou, ce qui revient au même, 16 onces. Une « pierre » (stone) vaut 14 livres, sauf chez le boucher où elle n'en vaut que 8. Vingt-huit livres font un « quart », 4 quarts font un « cent-poids » (hundred-weights) et 20 « cent-poids » font une tonne. D'où il résulte qu'une tonne vaut 2 240 livres. Vous voyez comme c'est commode.

« Il en est de même des mesures de capacité. Pour les céréales, leurs rapports successifs sont 4, 2, 4, 2, 4, 8 et 36, tandis que pour les liquides, l'échelle des rapports est 4, 2, 4, 311/2 et 2. Cette échelle des mesures liquides renferme, du reste,

une « unité » caractéristique du système anglais, c'est le « baril ». Or, le baril peut valoir, suivant le cas, un nombre de gallons égal à 9, 10, 18, 36, 54, 72 ou 108. En fait d'unité, vous voyez qu'elle est élastique ! Ce n'est pas tout : la « bouteille » promue à la dignité d'unité officielle vaut un sixième de gallon. Le « pouce cubique » d'eau distillée pèse 252,458 grains et le « pied cubique » 62,321 livres. Voyez comme c'est simple !

« Eh bien ! les marins anglais éprouvent un tel ennui à tant de simplicité, qu'ils ont trouvé moyen de la compliquer. Alors qu'une tonne d'eau équivaut à 224 gallons terrestres, sur mer le volume de la tonne peut être de 210, 110, 72, 36 ou 18 gallons, probablement suivant l'âge du capitaine.

« Les longueurs se mesurent à l'aide d'une échelle d'unités dont les rapports sont : 12, 3, 5 1/2, 10, 8 et 3. Ce 10 doit être bien étonné de se trouver en si étrange compagnie. Si vous multipliez cette salade de nombres, vous arrivez à un chiffre invraisemblable (72 944) pour le nombre de pouces que représente le mille.

« Bien entendu, lorsqu'on en vient aux

unités de surfaces, les sauts qu'il faut faire pour passer de l'une à l'autre sont de vrais sauts de kangourou : de 10 à 114, puis à 9, puis à 3 1/4, puis à 4, et finalement à 640... Je ne sais quelle est votre définition de l'esprit pratique, mais cela me suffit pour affirmer que, quelle qu'elle soit, les Anglais en manquent totalement. »

A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, le système des *poids et mesures* utilisés en France prêtait aux mêmes ironies que Julio Arcival décoche au système anglo-saxon. Et c'est justement un sociologue anglais de l'époque, Arthur Young, qui tenait à notre égard le langage d'Arcival : « En France, écrivait-il, l'infini confusion des mesures dé passe tout ce qu'on peut imaginer. » « Scandaleuse diversité », écrit Delambre. « Une variété dont la seule étude épouvante », dit Talleyrand à la Constituante. « Malheur public », avait écrit Tillet cinquante ans plus tôt.

Mais là, la situation était plus grave qu'elle ne l'est actuellement en Angleterre. On peut assez facilement s'accommoder d'une difficulté de calcul des multiples et sous-multiples d'une unité. Encore faut-il que cette unité ne change pas quand on passe d'une province à l'autre, d'une administration à l'autre, etc. La réforme la plus urgente en France était une « nationalisation des mesures », comme on dirait aujourd'hui ; cette nationalisation a donné naissance à un système universel, le système métrique.

Sans insister sur l'historique de cette unification des mesures exigée par les échanges commerciaux, quelques rappels de ses origines nous montreront le sens profond de la réforme qui est continue et jamais achevée, puisque le mot très moderne que nous venons de prononcer l'impose de nos jours comme une condition de *progrès industriel* et que, finalement, les sciences physiques se trouvent elles-mêmes intéressées à la définition rigoureuse des étalons métriques internationaux.

### Un système universel de mesures : indice de civilisation

Si l'on n'en avait pour preuve que l'uniformité des mesures réalisée dans l'Empire romain, uniformité détruite par sa dislocation sous les coups des barbares, cela suffirait pour justifier l'affirmation que cette uniformité est un indice de civilisation. Aussi bien, dès la première « renaissance », celle de Charlemagne, le problème d'un système impérial des mesures se pose de nouveau. Il ne cesse de prendre de l'acuité sous les Valois et les Bourbons, en sorte que les étalons des Poids et Mesures n'ont jamais cessé d'exister officiellement. La « pile » de Charlemagne était encore bien conservée quand la toise de fer encastrée

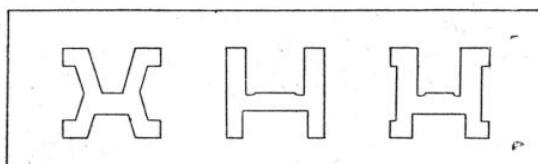


FIG. 1. — PROFILS, CALCULÉS PAR H. TREŠKA, DE RÈGLES DESTINÉES À CONSTITUER DES ÉTALONS DE LONGUEUR

*La « fibre neutre », de la règle métallique, c'est-à-dire la portion de cette règle qui n'est ni tendue ni comprimée et par conséquent ne subit aucun allongement quand celle-ci subit un effort de flexion, doit coïncider avec la surface qui reçoit les traits de graduation. Les trois profils ci-dessus satisfont à cette condition. Le profil en X a été adopté pour les prototypes, et les profils en H pour certains étalons secondaires.*

sous l'escalier du Châtelet fut définitivement faussée par un accident en 1758. Rétablie tant bien que mal, elle servit à La Condamine qui en fit une copie à son usage strictement personnel de géodésien. Et cette copie, du seul fait qu'elle servit au savant pour opérer la mesure de l'arc du méridien au Pérou, devint le premier étalon scientifique réel : « la toise du Pérou ». Maupertuis en emportait à son tour une réplique quand il s'en alla mesurer l'arc du méridien au voisinage du pôle, en Laponie, tandis qu'une troisième copie demeurait à l'Académie des Sciences de Paris. Non que l'Académie entendît la consacrer : tâillon, la docte assemblée s'y refusa. Par contre, les géodésiens d'Amérique anglaise, d'Autriche, d'Italie, l'adoptent. Tant et si bien qu'elle devient dès 1766 : « toise royale ».

Ainsi l'initiative individuelle est à l'origine de la création du premier « étalon » de longueur véritablement digne de ce nom. Cette création découle comme on voit des préoccupations des géodésiens, elles-mêmes entièrement liées aux progrès de l'astronomie, puisque Newton hésita dix ans à publier sa fameuse loi de gravitation, jusqu'à ce que les mesures géodésiques de l'Abbé Picard lui permettent de

vérifier que la « distance » de la terre à la lune était bien celle qu'exigeait sa formule.

Concluons : le premier étalon de longueur pris dans son acception moderne est d'origine scientifique.

#### Le conflit de primauté entre les mesures de temps et les mesures d'espace

Sitôt la naissance de l'étalon scientifique, un problème se pose, qui ne cessera de persister jusque dans la physique actuelle la plus évoluée : le conflit des mesures *d'extension* (longueurs, surfaces, volumes) et des mesures *d'intensité* (vitesse, accélération, force, etc.), dont la variété constitue l'essence des observations physiques, les unes et les autres étant inséparables dans n'importe quelle « équation » établie à propos de n'importe quelle opération du laboratoire.

En effet, l'étalon spatial de longueur étant créé, adopté, consacré, il reste à assurer sa prolifération en « copies » aussi nombreuses que l'exigeront les usagers. En d'autres termes, il faut assurer sa *conservation*, c'est-à-dire son « identité » dans le temps.

Aucune matière n'est dispensée d'usure, de variations thermiques ou, plus intimes, structurales, sans parler des déformations mécaniques dues aux manipulations. Disperser les « copies » dans le monde, pour diminuer les risques de destruction, ne résout donc pas le problème de conservation.

Par contre, Huyghens venait de montrer la constance de la longueur du pendule battant la seconde, elle-même reliée aux observations astronomiques, figurant alors, comme aujourd'hui, le summum de la précision scientifique. On crut donc que l'adoption de l'étalon de temps, la

« seconde », entraînerait *ipso facto* la conservation de l'étalon de longueur : l'Abbé Mouton (1670), l'Abbé Picard, Huyghens, Rœmer, préconisèrent donc d'accorder la primauté au facteur d'intensité (pesanteur) sur le facteur d'extension (longueur). Mais, justement, l'étude du pendule aux différentes latitudes montrait que la longueur du pendule-seconde varie de telle sorte que la terre doit être aplatie aux pôles, renflée

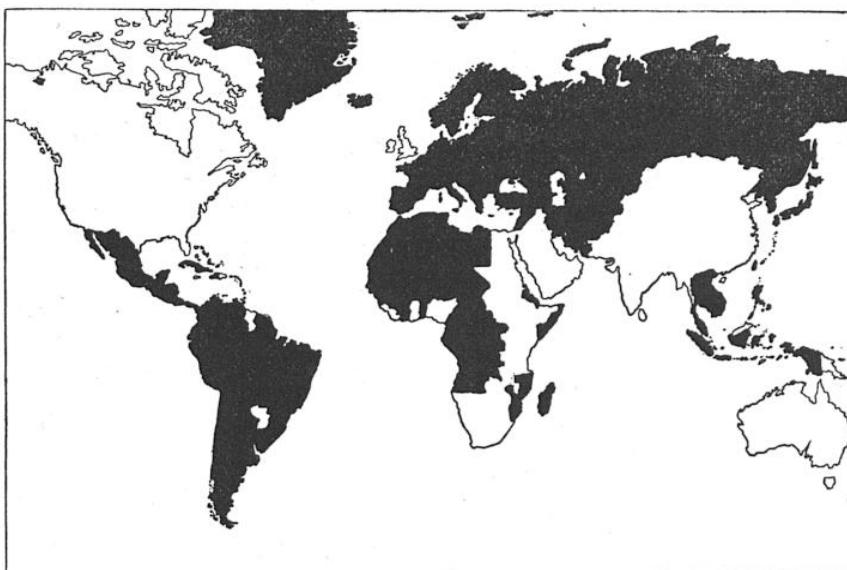


FIG. 2. — CARTE DES PAYS OU LE SYSTÈME MÉTRIQUE EST OBLIGATOIRE  
*Le système métrique est actuellement obligatoire pour plus de 800 millions d'hommes.*

à l'équateur : l'intensité de la pesanteur varie avec la latitude. Il fallait vérifier cela. Telle est l'origine des deux expéditions géodésiques de La Condamine et de Maupertuis.

Dès le 24 juillet 1789, Sir John Riggs Millér propose à l'Académie des Sciences de Paris d'étudier, de concert avec la Société Royale de Londres, le pendule dans la région de Bordeaux, « l'Angleterre n'ayant pas de possessions à cette latitude ». Sans quoi vous pensez bien que l'opinion britannique n'eût pas accepté que ces mesures s'effectuassent hors de son territoire. Mais on objecta l'inconstance de la pesanteur aux diverses latitudes, l'existence de deux latitudes 45° nord et sud. Il aurait fallu opérer soit au pôle, soit sur la ligne équatoriale.

Abrégeons. Le 25 mars 1791, l'Assemblée Constituante décrète, sur avis d'une

commission scientifique composée de Condorcet, Borda, Laplace, Lagrange et Monge, d'en revenir à la conception « spatiale » de l'étalement universel et de faire procéder en conséquence à une nouvelle mesure de l'arc de méridien.

« Pourquoi une nouvelle mesure ? demande Louis XVI. Celles de La Condamine et de Maupertuis ne suffisent donc pas ? » C'est qu'il y a du nouveau : Borda vient de créer son « cercle répétiteur » ; l'appareil accroît énormément la précision des mesures angulaires et, donc, celle des « triangulations » géodésiques. Cela suffira donc à justifier la célèbre triangulation, qui pensait être définitive, de l'arc méridien entre Dukerque et Barcelone, par Méchain et Delambre.

Comme on recommandera, en 1933, la mesure du « tour du monde » avec une précision de 1,50 m, grâce à la T.S.F. (1), nous pouvons arrêter ici notre historique. Il nous suffit d'en avoir montré le caractère : le perfectionnement du système métrique est lié à celui de la science et, nous le verrons, de toutes les sciences physiques. Aujourd'hui, c'est l'apparition de la vibration lumineuse qui ressuscite la question de l'étalement naturel de longueur, puisque la longueur d'onde constante d'une raie lumineuse d'un spectre peut être déterminée avec une haute précision. Mais les mêmes difficultés (objections réciproques des deux métriques scientifiques inséparables, véritables sœurs siamoises, l'*intensive* et l'*extensive*) ont reparu ici encore, nous le verrons. En sorte que le problème de l'étalement naturel n'est pas résolu, puisqu'il ne peut l'être. L'important, c'est que la précision des mesures n'a jamais cessé de croître.

### **La consécration des étalons matériels, acte initial, fondateur du système**

Pour être capable de perfection, telle la jument de Rolland, le système métrique devait commencer par « exister ». Il fallait donc consacrer officiellement, solennellement, une règle matérielle, quelle qu'en fût l'origine, en tant que premier étalon.

Cette consécration fut accordée le 19 frimaire an VIII (1799) à la règle métallique établie par Borda comme base ori-

(1) La T.S.F. en permettant de comparer avec une grande précision l'heure des différents observatoires réalise une excellente mesure de leur longitude, celle-ci se déduisant de la comparaison de l'heure locale et de l'heure du méridien origine.

ginelle des triangulations de Delambre et Méchain. Cette règle, dite « module de Borda », servit à construire le mètre des Archives, en platine, calculé de manière à représenter la dix-millionième partie du quart du méridien tel qu'il résultait des travaux en question. Le mètre des archives devenait ainsi le premier étalon. En même temps, il se détachait, de par sa matérialisation même, des opérations scientifiques, sans cesse révisibles, qui lui avaient donné le jour (1).

En même temps que le mètre, était déposé un étalon de poids : le kilogramme, correspondant au poids d'un décimètre cube d'eau distillée. Ici encore, la référence à la « nature » n'a pas d'importance capitale : la température et même la « définition » physique de la matière « eau » sans cesse révisible par les physiciens (ils ont découvert de nos jours plusieurs espèces d'eau) n'engagent pas l'étalement lui-même. Celui-ci encore ne prend sa valeur que du tabou de sa consécration, sa définition ajoute seulement à sa commodité dans la vie de tous les jours.

Quant à la conservation de ces deux « objets physiques » sacro-saints, l'un et l'autre établis en platine brut (donc irradié de par l'absence d'une épuration insoupçonnée en 1799) elle fut reconnue très satisfaisante et « de nature à donner grande confiance dans les opérations auxquelles il doit servir de base », lorsque, en 1869, se réunit la première commission internationale du Système métrique.

L'Exposition de 1851 avait mis en évidence la nécessité d'un système décimal universel des poids et mesures, en présence de l'immense variété des produits envoyés de toutes les parties du monde, « et dont la valeur ainsi que les quantités étaient rapportées à toutes sortes d'étalements de mesure ». C'est un Anglais, Leone Levi, de la Société Royale, qui parle.

L'Exposition de 1867 confirma cette nécessité.

### **La création du Bureau International des Poids et Mesures**

La Commission internationale fut nommée le 8 avril 1869. L'histoire du système métrique entrait dans sa phase définitive, qui aboutit à la création du Bureau International des Poids et Mesures,

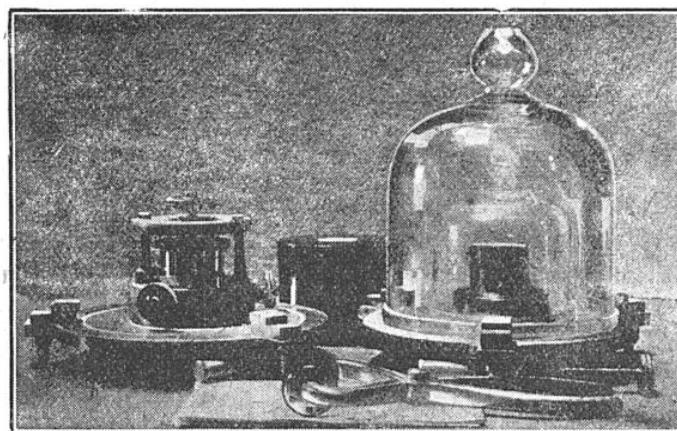
(1) La plus récente mesure a donné pour le quart du méridien terrestre une longueur de 10 002 288 mètres.

assemblée de savants éminents qui, sous l'impulsion de Ch.-Ed. Guillaume, a porté la métrologie à un degré extrême de perfection.

La Commission internationale de 1869 avait délégué à sa section française le soin de construire une série d'étalons de longueur et de masse copiés, aussi exactement que possible, sur les prototypes des Archives. Cette opération donna lieu à des recherches savantes touchant l'obtention d'une coulée de platine extrêmement pur. Sainte-Claire-Deville dirigea les travaux en France, tandis que d'autres savants travaillaient dans le même sens en Angleterre. L'aboutissement de ces tra-

vaux fut, chez nous, la célèbre coulée obtenue en 1874 au Conservatoire des Arts et Métiers : le platine du lingot réalisé contenait seulement des traces de fer et de ruthénium. Celui d'Angleterre était encore plus pur. Les étalons furent établis suivant des profils dessinés par Tresca de telle sorte que la graduation soit préservée de toute déformation : ce profil est en forme d'X comportant une ligne axiale dite « fibre neutre » qui, en vertu de la théorie des moments de flexion, n'est ni tendue ni comprimée, quand la règle est très légèrement fléchie et par conséquent cette fibre conserve la même longueur. C'est elle qui porte les traits délimitant la longueur du mètre et ses subdivisions (fig. 1).

Les étalons prototypes étant prêts dès 1872, c'est en 1875 que les dix-neuf premières nations signèrent la convention du mètre. Aujourd'hui, plus de 800 mil-



T W 13832  
FIG. 4. — DEUX KILOGRAMMES ÉTALONS DANS LEUR EMBALLAGE

*A droite, un kilogramme conservé sous sa double cloche. A gauche, un kilogramme dans son étui de voyage. Au centre et en arrière, le couvercle de l'étui de voyage. Au premier plan, la pince spéciale qui sert à manipuler les étalons.*

lions d'hommes (fig. 2) sont sous le régime du système métrique obligatoire.

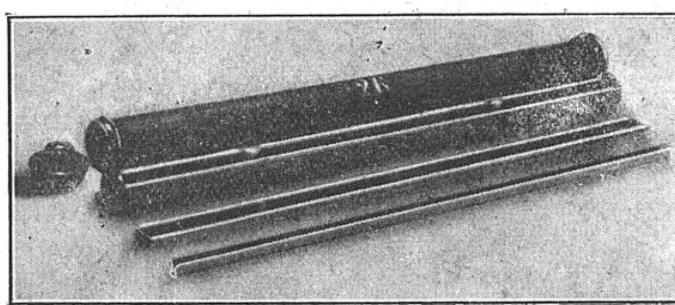
En Amérique, le Bureau of Standard ; en Allemagne, le Reichsanstalt et, en Angleterre, le National Physical Laboratory, collaborent aux travaux scientifiques du Bureau International des Poids et Mesures, dont les laboratoires sont installés à Sèvres (pavillon de Breteuil).

#### Le Bureau International, centre de la métrologie universelle

Jetons un coup d'œil, nécessairement très sommaire, sur cette organisation scientifique unique par définition, dont les travaux régissent directement les mesures scientifiques du monde entier et, d'ores et déjà, celles des deux tiers de l'humanité industrielle (1).

Sa double fonction est de conserver les prototypes et de leur confronter les copies extérieures, après avoir construit éventuellement ces « étalons d'usage ».

N'insistons pas sur la technique de la conservation. Les prototypes du mètre et du kilogramme sont déposés dans un caveau soigneusement maintenu à température constante. Les prototypes sont eux-mêmes enclos dans des appareils réalisant ce qu'on pourrait appeler



T W 13830

FIG. 3. — UN MÈTRE DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES AVEC SON EMBALLAGE PROTECTEUR.

(1) Et même plus, car le « yard » américain, par exemple, est défini non en fonction d'un étalon particulier, mais comme une fraction du mètre.

ler une absence aussi totale que possible d'événements physiques. Ainsi, c'est dans une immobilité absolue thermique, élastique, hygrométrique, que se conservent les étalons matériels des mesures universelles.

La technique de comparaison (l'étaillonage) est d'autant plus délicate qu'il faut atteindre le maximum de précision en ne troublant que le moins possible cette immobilité.

Pour comparer des longueurs, il existe des méthodes différentes, suivant que ces longueurs sont définies par deux traits sur une règle ou qu'elles le sont par la distance de deux faces parallèles d'un solide (étalons à bout). Dans le premier cas, comme la forme des étalons (la fibre neutre portant la graduation est située dans une sorte de rigole) interdit que l'on amène les graduations à la coïncidence, on les place successivement devant deux microscopes immobiles dans lesquels on vise les traits extrêmes de chaque étalon. Les différences de longueur qui existent entre les deux étalons sont lues sur la graduation d'un micromètre. Dans le cas de deux étalons à bout, on confronte successivement les deux étalons dans un état de précision dont les mâchoires, parfaitement planes et polies, sont serrées par une vis micrométrique qui mesure avec précision leur déplacement. Dans le cas de deux étalons à bout, les méthodes d'interférences, dans lesquelles les pans polis de l'étalon sont utilisés comme miroir, fournissent un moyen rapide de les comparer.

Les instruments adaptés à pratiquer ces méthodes s'appellent des comparateurs. Il est impossible d'insister ici sur les merveilleuses techniques que mettent en œuvre ces « bancs d'essais » des longueurs où les visées se font au microscope, dans lesquels on tient compte de la flexion des règles, si imperceptible qu'elle apparaisse relativement aux points de fixation. Sachons seulement que les comparaisons effectuées atteignent en précision le « dix millième » de millimètre et même le « cent millième », grâce à un comparateur d'un ordre tout spécial, « l'interféromètre », qui substitute au pas d'une vis micrométrique, des longueurs d'ondes lumineuses.

Voici quelques résultats essentiels, aujourd'hui considérés comme acquis, par comparaison avec le mètre-étalon.

Le « module de Borda » original a été trouvé égal à : 3,898 073 mètres.

Le « Yard », étalon britannique, égal à : 0,91 439 864 mètre.

Telle est la précision des mesures de longueur auxquelles toutes les autres se ramènent, par la considération des lois physiques.

Muni de telles méthodes perfectionnées, le Bureau International a pu se livrer à la construction « d'étalons de subdivision », indispensables aux mesures scientifiques, à petite échelle. C'est ainsi que le Bureau livre des étalons millimétriques, sans parler des décimètres et centimètres.

Ces étalons, pratiqués d'abord à l'étranger pour les mesures industrielles, sous le nom de « cales Johansson », leur initiateur étant un ingénieur suédois, sont aujourd'hui d'usage courant dans les usines.

Les calibres Johansson, constitués par des parallélépipèdes d'acier, sont des étalons industriels du type étalon à bout. Leur longueur est définie avec une précision relative de 1/100 000, garantie par le constructeur, soit quelques centièmes de micron pour quelques mm de long. Ils servent à mesurer par comparaison les pièces fabriquées en série, ou à contrôler l'interchangeabilité des pièces de précision. Pour cela, on réalise un étalon composé, de longueur voisine de celle de la pièce à mesurer, en mettant bout à bout plusieurs cales de longueur convenable. Ceci est rendu possible par la propriété que possèdent les cales Johansson de pouvoir adhérer les unes aux autres par leur surface terminale. La comparaison des deux longueurs s'effectue alors au comparateur à vis, ou mieux à l'aide d'un interféromètre (fig. 6). La longueur des cales Johansson est définie pour la température de 20°.

#### **L' « invar », alliage indilatable, métal des étalons de longueur**

Mais la mesure « géométrique » d'un objet n'a pas de sens, hors des conditions physiques dans lesquelles elle se trouve effectuée.

Ces conditions affectent la matière constitutive de l'objet, autant que le milieu ambiant.

De longues études furent donc entreprises pour déterminer les coefficients de dilatation thermique des divers prototypes.

Et la recherche du métal le plus « invariable » sous les différentes températures conduisit Ch.-Ed. Guillaume à découvrir

son fameux alliage de nickel, de fer et de chrome, l'*invar*, dont la dilatabilité s'est révélée pratiquement insignifiante.

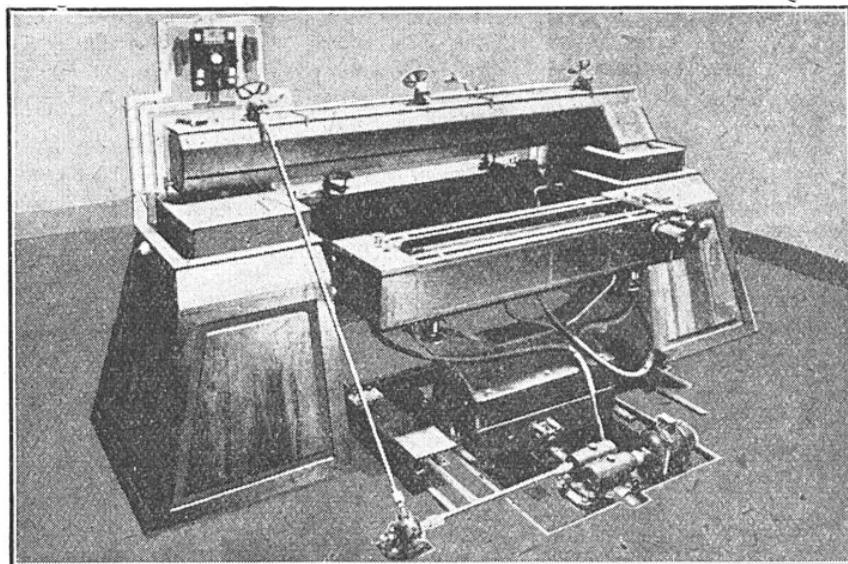
N'allons pas croire, néanmoins, que la découverte d'un métal parfait implique la refonte de l'étaillon prototype, puisque ce métal semble mieux assurer sa conservation. D'abord la conservation dépend de plusieurs facteurs et nous ne parlons ici que de la température. Par contre, l'*invar*, étiré en fils, a fourni tout de suite un « étaillon » d'un genre nouveau : celui des bases de triangulation géodésiques. L'élasticité du fil étant

connue et sa tension assurée sous un poids donné, le géodésien dispose ainsi d'un ruban d'arpentage merveilleusement précis, transportable sous tous les climats, sans corrections. C'est ainsi que trois fils géodésiques d'*invar*, de plusieurs décimètres de longueur, emportés dans l'Ouganda en 1907, et rapportés en 1909 au Bureau, après usage par le Capitaine Jack, n'ont révélé que des écarts inférieurs au millionième de leur longueur. Pratiquement, il résulte de cet emploi une économie de 98 % des heures de travail. En cinq jours et cinq nuits, une équipe de géodésiens suisses, opérant sur voie ferrée, a pu mesurer avec une concordance de un millionième la distance aller et retour séparant deux observatoires situés, l'un en deçà, l'autre au-delà, du tunnel du Simplon.

#### L'étalonnage des poids au centième de milligramme

Les étaillons de masse se « comparent » naturellement à la balance.

Les poids étaillons, conservés sous double cloche, sont saisis avec une pince spéciale.



T W 13833

FIG. 5. — COMPARATEUR A DILATATION DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

*Les deux règles que l'on veut comparer sont placées sur un chariot utilisé pour les amener successivement sous les deux microscopes du comparateur puis, par un déplacement longitudinal, permet de faire coïncider les traits de graduation avec ceux du micromètre des microscopes. L'appareil ci-dessus mesure les longueurs jusqu'à 1,25 m, sa manœuvre est en grande partie électrique. Le comparateur à dilatation est destiné à observer la dilatation des étaillons en fonction des variations de température. Pour cela, les règles sont placées dans des auges à une température mesurée avec une grande précision et maintenue parfaitement constante.*

Afin d'éliminer l'influence thermique de l'opérateur, les balances sont manœuvrées à distance, à partir d'un « carré central » dans la salle qui leur est spécialement affectée. Les additions de poids sur les plateaux se font par des dispositifs automatiques. Ici encore, les descriptions techniques dépassent notre cadre. Contentons-nous des résultats obtenus.

On a pu déceler, par exemple, que le « kilogramme N° 22 », renvoyé au Bureau pour vérification, avait perdu trois centièmes de milligramme, par suite des manipulations nombreuses qu'il avait eu à subir, ce qui, étant donné que l'on atteint maintenant la précision du millionième de milligramme, peut être considéré comme une variation très importante. Aussi, est-on partagé entre le besoin d'utiliser les étaillons et le souci de ne pas en modifier la masse. La solution a été d'incorporer le kilogramme du Pavillon de Breteuil dans une série de prototypes internationaux que l'on compare entre eux de temps en temps. Les étaillons qui servent à l'établissement

d'étalons secondaires se modifient relativement vite. D'autres étalons ont pour seul usage de vérifier la variation des premiers et, manipulés beaucoup plus rarement, leur masse se modifie très lentement. Ces variations de masse sont à leur tour évaluées au moyen d'étalons destinés par exemple à servir tous les siècles, et ainsi de suite. On évalue qu'au bout de dix siècles, on n'aura pas encore eu besoin de recourir au troisième étalon précédant le prototype international.

En d'autres termes, « l'unité de masse » se trouve garantie au cent millionième pour 10 000 ans.

#### **La température et la pression, mesures « auxiliaires » et leurs étalons**

Nous avons invoqué les conditions physiques (température, pression) de l'opération de mesure. Ces conditions se déterminent à leur tour par mesure; il y faut des thermomètres et des baromètres et, par conséquent, un thermomètre-étalon, et un baromètre local

aussi parfaits que possible. En d'autres termes, les grandeurs « auxiliaires », de température et de pression, s'imposent à côté de la longueur et de la masse.

Exemple : la *dilatabilité* des métaux étant de l'ordre du cent millième par degré de température, il faut, si l'on estime que le dixième de micron est la précision désirale des unités de longueur, que la précision des mesures de température n'introduise pas d'erreur supérieure à 5 millièmes de degré. Sinon, la précision gagnée par la technique de comparaison entre deux règles métalliques, se trouvera détruite par l'incertitude due aux dilatations différentes des deux règles.

Autre exemple : pour comparer entre elles deux masses de 1 kg, de très bonnes balances peuvent garantir le centième

de milligramme en *précision relative*. Mais si les deux kilogrammes comparés diffèrent par leur densité, donc par leur volume, si l'un, par exemple, est en quartz et l'autre en platine, la différence des « poussées barométriques » subies par les deux volumes va fausser la relation trouvée entre les masses des deux étalons. Il faut donc « réduire » la pesée à ce qu'elle serait dans le vide barométrique. Et cette correction de poussée (qui dépend essentiellement de la densité, par conséquent de la composition autant que de l'état thermique, *de l'air ambiant*) exige que l'on établisse la pression atmosphérique, au moment de l'opération, *au centième de millimètre de mercure*, tandis que la température concomitante exige une précision de l'ordre de 2 à 3 millièmes de degré.

Tels sont les problèmes techniques, dits « des mesures auxiliaires », qui se trouvent résolus par le *Bureau International* en collaboration, du reste, constante avec les laboratoires similaires étrangers qui sont affiliés.

Nous éviterons, ici encore, les détails techniques : ils exigent des volumes d'explications ; sachons seulement que les verres destinés à la construction des thermomètres sont des produits uniques en leur genre et qu'ils rulent sans cesse avec le physicien. Sont-ils indilatables ? Ils sont, alors, inaccessibles à la morsure de l'acide fluorhydrique chargée de graver avec finesse le degré de l'échelle. Il faut délaisser l'acide pour le diamant et le trait perd en finesse, donc la précision de l'instrument se trouve à nouveau mise en question.

Le verre, d'autre part, se souvient de toutes variations thermiques auxquelles on le soumet : il lui faut cent heures pour revenir à son point initial de dilata-

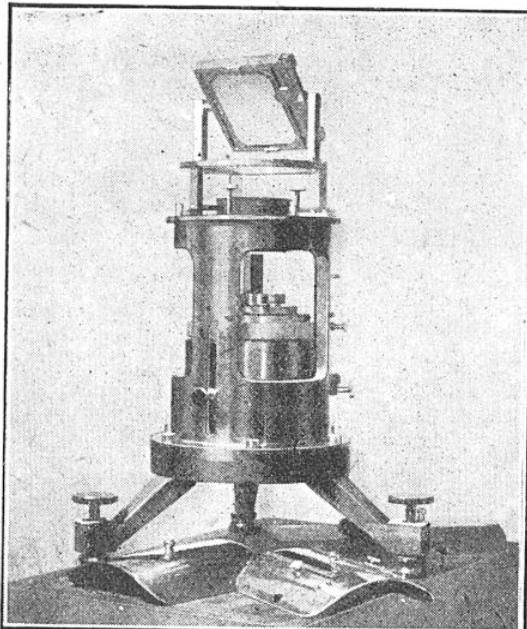


FIG. 6. — INTERFÉROMÈTRE INDUSTRIEL DESTINÉ AU CONTRÔLE DES FABRICATIONS EN SÉRIE

tation après avoir été chauffé à 100° C. Mais encore, il n'y revient jamais exactement. Aussi bien, l'accumulation des opérations de mesure se traduit par une élévation progressive de l'origine des mesures, c'est-à-dire du trait figurant le zéro. Autrement dit, les étalons « vieillissent » à l'usage : et c'est l'occasion de leur appliquer une correction nouvelle.

Il faut, en outre, choisir, après l'enveloppe, *le corps thermométrique* : le mercure ou un gaz parfait ? Galilée opéra le premier avec l'air. Aujourd'hui, on a choisi l'hydrogène ou, mieux encore, l'hélium, mais on n'abandonne pas le mercure, grâce aux études que l'on a faites de ses propriétés thermiques.

De plus, on a créé un thermomètre fondé sur la résistivité électrique du mercure, ce qui introduit les unités électriques dans le Bureau International. Et l'on sait que ces unités de mesure nouvelles ne peuvent se ramener à celles de *longueur*, de *masse* et de *temps* sans être soumises à des exposants négatifs ou fractionnaires. Bref, les mesures électriques ne sont pas « homogènes » aux mesures mécaniques.

Heureusement, la physique n'apporte pas seulement des difficultés. Elle fournit une définition thermodynamique de la température absolue ; elle permet de fixer (à — 273°09) le « zéro absolu » des températures relativement au « zéro centésimal » qui est la température de fusion de la glace. Mais alors, c'est tout un nouveau travail de comparaison qui s'impose : chaque « corps thermométrique » progresse à sa manière vers ce « zéro absolu ». Il faut donc établir des tableaux de comparaison thermométrique. Les physiciens les plus célèbres s'y sont consacrés : Callendar, Daniel Berthelot, Kamerlingh Onnes.

#### La longueur d'onde lumineuse, étalon naturel de longueur

L'optique est venue, d'autre part, au

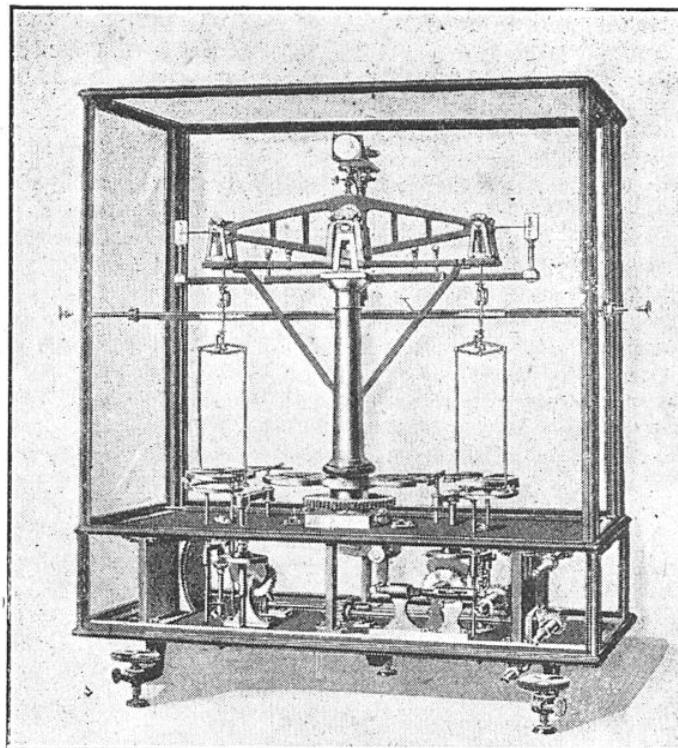


FIG. 7. — LA BALANCE DE RUEPRECHT, MUNIE DE DISPOSITIFS AUTOMATIQUES D'ÉCHANGE DES POIDS POUR LA PESÉE À DISTANCE  
Les pesées de précision doivent s'effectuer loin de l'opérateur, dont la présence modifierait toutes les conditions de l'opération (température, densité de l'air, etc.). Aussi sont-elles effectuées à l'aide de dispositifs automatiques. Dans la balance de Rueprecht, on élimine les erreurs provenant de l'inégalité des deux bras du fléau de la balance en appliquant la méthode de Gauss qui consiste à échanger les poids entre les deux plateaux. Cet échange s'effectue au moyen de deux croix qui les soulèvent et les portent sur deux transporteurs. Les deux transporteurs décrivent un demi-cercle autour de la colonne de la balance, et les poids sont alors repris par les croix et placés sur les plateaux.

secours des métrologistes. « Un rayon de lumière, écrivait déjà Fizeau, avec ses séries d'ondulations d'une ténuité extrême mais parfaitement régulières, peut être considéré comme un micromètre naturel de la plus grande perfection, particulièrement propre à déterminer des longueurs ».

La méthode pour utiliser ce « micromètre » idéal n'est autre que celle des interférences. C'est donc par des « interféromètres » tous des plus ingénieux, que depuis Michelson, jusqu'à MM. Benoit, Fabry et Pérot, les physiciens sont venus confronter aux étalons du Bureau International les diverses « longueurs d'ondes » prélevées dans les spectres des éléments. La lumière rouge émise par la

vapeur de cadmium réputée la plus « monochromatique » fournit, en conséquence, les mesures les plus rigoureuses en matière d'interférences. Michelson et ses collaborateurs ont établi que la règle N° 26, copie la plus rigoureuse du « prototype international » (N° 6), équivalait à : 1 553 163,5 longueurs de cette « onde rouge », fournis par une lampe à vapeur de cadmium, aux caractéristiques soigneusement déterminées.

Mais les études des prototypes ayant révélé que la dilatation de la règle N° 26 utilisée diffère de — 0,22 millionième de la valeur admise au moment des expériences, on a reconnu qu'il convenait d'effectuer sur la longueur d'onde une correction de — 0,22 millionième. (en valeur relative). En sorte que le mètre est définitivement arrêté à : 1 553 163,8 longueur d'onde de la lumière rouge du cadmium.

Mais encore, depuis l'utilisation courante du krypton, gaz rare de l'atmosphère, la raie verte 5 562 du spectre de ce gaz est apparue encore plus « simple » que la raie rouge du cadmium. C'est elle qui figure donc « l'étoalon secondaire » de longueur, l'étoalon de platine iridié conservant la priorité officielle dans laquelle l'a installée l'organisation internationale du système métrique.

Cet étoalon-lumière serait-il enfin le témoin de référence offert par la nature avec une garantie de permanence telle que tous les peuples pourraient l'adopter sans déchoir ?

#### **La controverse continue entre les mesures « intensives » et les « extensives »**

Observons d'abord que les savants n'attendent pas les décisions des gouvernements pour adopter les longueurs d'ondes comme « mètres » et, ensuite, que le problème pratique d'un système universel des poids et mesures ne réside pas dans l'adoption d'un « mètre naturel » mais dans la reconnaissance de la *souveraineté de fait* d'une « règle matérielle » : celle conservée à Sèvres, qui s'appelle « le mètre », ou celle conservée au Bureau of Standard de Washington, qui s'appelle « le yard ». Nous ne pouvons espérer conclure nos achats — même de papier — par spécification d'une épaisseur en longueurs d'ondes. C'est le nombre de grammes au mètre carré qui servira dans ce dernier cas à fixer la qualité demandée.

Mais il y a plus. A force de préciser, on s'aperçoit que la précision elle-même touche à des limites insurpassables. La longueur d'onde lumineuse est elle-même fonction de l'indice de réfraction de l'air, à l'instant où l'on opère : elle n'échappe donc ni aux corrections de pression, ni à celles de température dont les mesures dépendent elles-mêmes de l'unité de longueur. En outre, si l'onde lumineuse échappe aux déformations mécaniques — et encore, sait-on jamais avec les théories d'Einstein ? — elle est influencée par l'état électrique et magnétique du milieu. La seule supériorité du merveilleux « micromètre », selon Fizeau, reste de procéder par « comptage » de franges interférentielles en  *nombres entiers*, tandis que le micromètre visuel procède par établissement d'une coïncidence aussi exacte que possible entre les *deux traits* des règles à comparer sous le microscope. Et ici intervient « l'équation personnelle » de l'opérateur, c'est-à-dire un coefficient d'erreur d'observation auquel personne ne peut se soustraire. Cet avantage *objectif* de l'onde lumineuse (compter dans le temps) sur le micromètre à traits (comptage dans l'espace) est-il bien un avantage ?

Les intéressés en discutent encore. Pour nous, la controverse n'a pas grande chance d'aboutir : elle figure, une fois de plus, l'éternelle contradiction qui oppose les mesures « intensives » dans le temps et les mesures « extensives » dans l'espace.

L'extension pratique, civilisatrice du système métrique en tant que « langage des échanges universels » nous semble d'un intérêt autrement primordial que la détermination d'un étoalon naturel.

En 1907, la ligue britannique *Decimal association* faillit bien emporter devant les Communes l'adoption officielle du système métrique. Mais M. Lloyd George s'éleva contre, en objectant que le système avait fait faillite en France même (*sic*) ! Il est vrai que le système scientifique centimètre - gramme - seconde (C.G.S.) est une création de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences. C'est là un premier hommage de vassalité au mètre décimal du pavillon de Breteuil, tandis que la seconde de temps *sexagésimale* maintient dans ledit système l'hétérogénéité chère aux penseurs les plus cartésiens d'outre-Manche.

J. LABADIE.

# L'AVIATION JAPONAISE DANS LE PACIFIQUE

par P. CAMBLANC

*L'aviation japonaise est presque une inconnue, tant les renseignements que l'on peut obtenir sont vagues, incomplets et fragmentaires. Le matériel aéronautique japonais est certes, pour la technique, dépendant des techniques étrangères : imitations ou inspiration pour les voitures, licences pour les moteurs. Mais tout le matériel nippon est produit par des usines nationales, au nombre de quinze pour les cellules et de dix pour les moteurs, et dont les plus importantes sont la Mitsubishi et la Nakajima. Le secret des dessins comme des fabrications y est bien gardé. Il est d'autant mieux gardé depuis cinq années que le Japon est en état de guerre avec la Chine depuis 1936. Ajoutons que cette guerre, exclusivement terrestre, s'enfonce de plus en plus dans le territoire asiatique, de sorte que l'aviation terrestre s'y consume beaucoup plus vite que l'aviation maritime. Cette dernière, avec ses porte-avions, ses croiseurs à catapultes et ses appareils côtiers se trouve aujourd'hui pratiquement intacte et très entraînée. Elle dispose de nombreuses bases insulaires. Reste à savoir si ses qualités techniques approchent du niveau élevé d'une aviation navale telle que l'aviation américaine.*

**L**e Japon n'a pas, comme la Grande-Bretagne ou l'Allemagne, de Force Aérienne indépendante sous les ordres d'un état-major unique. Ses forces aériennes sont réparties entre l'Armée et la Marine.

L'aviation militaire est actuellement presque entièrement basée sur le territoire asiatique : Corée, Mandchouko, Chine du Nord, enclaves de la Chine du Sud, île de Formose et plus récemment Indochine française.

L'aviation navale est embarquée à bord de la flotte ou basée dans les îles, depuis les îles nippones jusqu'à Formose, avec des bases avancées à Titidina (îles Bonin), Seijpan (Mariannes) et aux îles Palaos.

## Seize régiments d'aviation militaire

L'aviation militaire était évaluée, au début de 1941, à environ 16 régiments à 4 escadres, soit 64 escadres. Les centres-écoles de cette aviation sont : pilotage à Kumagi, technique et entraînement à Tokorozawa, combat aérien à Akeno, bombardement à Hamamatsu, tactique et reconnaissance à Shimoshizu, défense aérienne à Inagemachi.

La technique de l'aviation militaire nippone a paru longtemps inspirée par l'influence germanique et l'influence française, notamment par la doctrine du mul-

tiplace de combat. Puis, ce fut l'influence américaine et la tendance à la vitesse. Il semble qu'actuellement l'influence allemande ait repris l'importance prépondérante.

L'aviation navale nippone paraît, au contraire, rester sous l'influence de la technique britannique, voire américaine, notamment pour les caractéristiques des avions embarqués.

## Neuf porte-avions

Le Japon possède déjà huit porte-avions : deux de grand tonnage, *Kaga* et *Akagi*, de 50 à 60 avions chacun, et six de petit tonnage : *Hosho* et *Ryuzyo* (8 000 t, 25 avions chacun), *Soriyu*, *Hiriyu*, *Koriyu* et *Syokaku*, de 10 000 t et de 40 avions chacun. Un neuvième, le *Zyukaku*, est en achèvement. A la fin de 1941, le Japon disposera donc de neuf navires portant 360 avions terrestres.

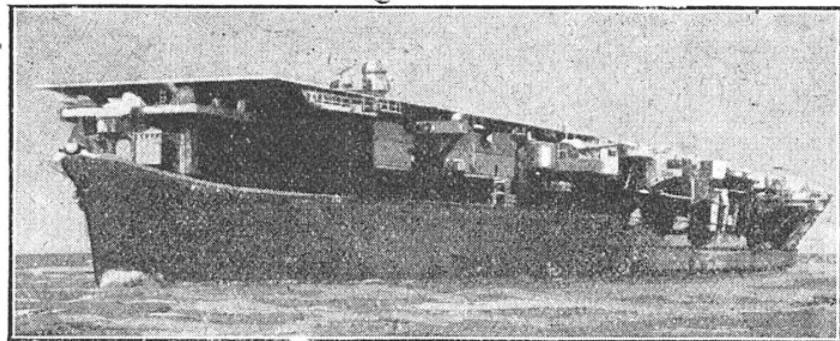
La caractéristique des porte-avions japonais est leur faible tonnage — ce sont les plus petits du monde. Mais les plus récents : *Syokaku* et *Zyukaku* atteindraient plutôt les 15 000 t que les 10 000 t.

Cinq transports d'hydravions — dont deux modernes — type *Miduho*, et armés chacun de quatre catapultes et vingt appareils, représentent une force voisine d'une centaine d'hydravions.

Les 37 croiseurs de la marine nippone

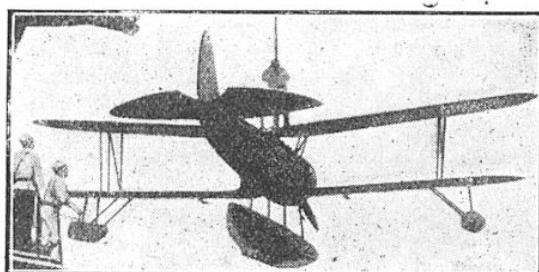
sont équipés de une ou deux catapultes et leur aviation de bord représente un ensemble voisin d'une centaine d'appareils catapultables. Enfin, il faudrait compter les grands hydravions à coque et les appareils de défense côtière.

Au total, l'aviation maritime japonaise peut être évaluée à un mil-



T W 12889

C'est un des plus récents porte-avions de la marine japonaise. Il est armé de 12 canons antiaériens de 100 mm sur affûts doubles. Sa vitesse est de 30 nœuds et il emporterait une trentaine d'avions.



T W 13888

FIG. 1. — LE CHASSEUR DE LA MARINE JAPONAISE « NAVY 95 »

C'est un appareil catapultable, dont une version à roues équipe des porte-avions.

lier d'avions de ligne, non comptés un nombre égal d'avions de réserve et les avions-école. Ainsi que l'a écrit l'amiral japonais Hamada, « une marine sans ailes appartient au siècle passé ».

### Revue de quelques types 1935-1940

Avant de passer en revue les types d'avions japonais, de la Marine et de l'Armée, quelques remarques préliminaires sont nécessaires au sujet de l'appellation des types et des moteurs.

L'appellation des types d'avions militaires ou navals japonais est toujours donnée par

le nom du chantier constructeur : Mitsubishi, Nakajima, Kawasaki, suivi d'un nombre de deux chiffres, tel que 90 ou 95... Ces deux chiffres sont les deux derniers de l'année de mise en service du prototype, comptée dans le calendrier japonais. Il est bon de préciser que ce calendrier a comme origine l'année 660 avant J.-C., de sorte que le type 96, par exemple, est un avion dont le prototype a été mis en service l'an 2596 du calendrier japonais, c'est-à-dire en 1936.

Pour les moteurs, les différents types correspondent en général à un modèle européen ou américain construit sous licence ou un type japonais dérivé de ce modèle. Ainsi, la firme Mitsubishi possède les licences Hispano-Suiza, Armstrong-Siddeley, Junkers, Gnome-Rhône;

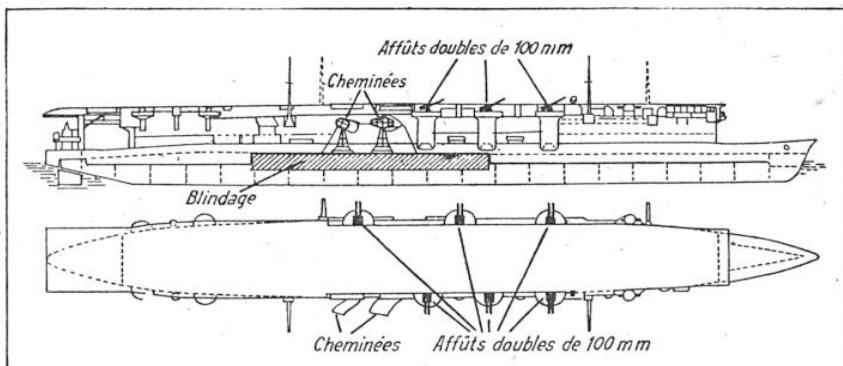


FIG. 3. — PROFIL ET PLAN DU PORTE-AVIONS JAPONAIS « RYUZYO »

Cette unité déplace 7 100 t et est armée de 12 pièces antiaériennes de 100 mm et 24 mitrailleuses. Elle emporterait 24 avions. Les inconvénients de son faible tonnage, du point de vue tenue à la mer, sont compensés par la présence d'un stabilisateur gyroscopique Sperry chargé d'atténuer les mouvements de roulis et de tangage. On remarque la disposition asymétrique de l'artillerie, due à la présence des deux cheminées qui font saillie latéralement à tribord.

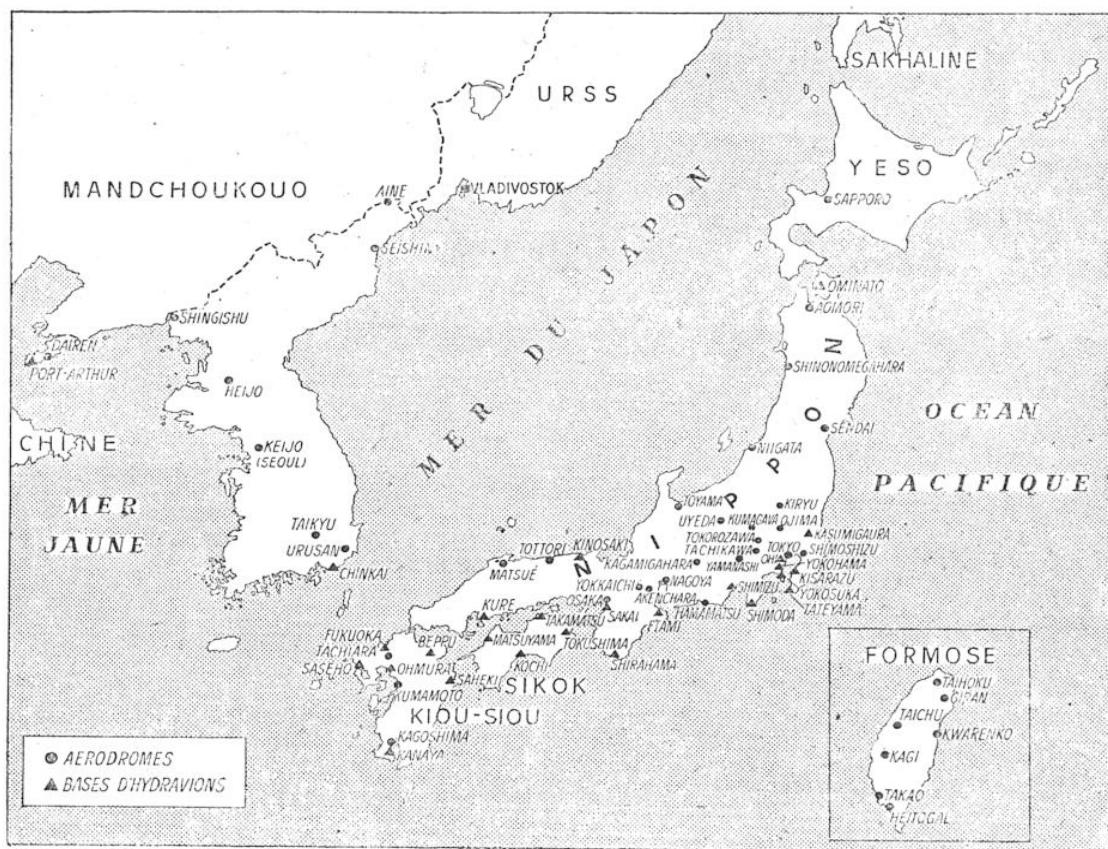


FIG. 4. — LES PRINCIPALES BASES D'AVIONS ET D'HYDRAVIOS DE L'ARCHIPEL JAPONAIS DE LA CORÉE ET DE FORMOSE

la firme Nakajima, les licences Lorraine, Bristol (Jupiter et Pegasus); la firme Kawasaki, la licence allemande BMW et peut-être aujourd'hui Daimler-Benz.

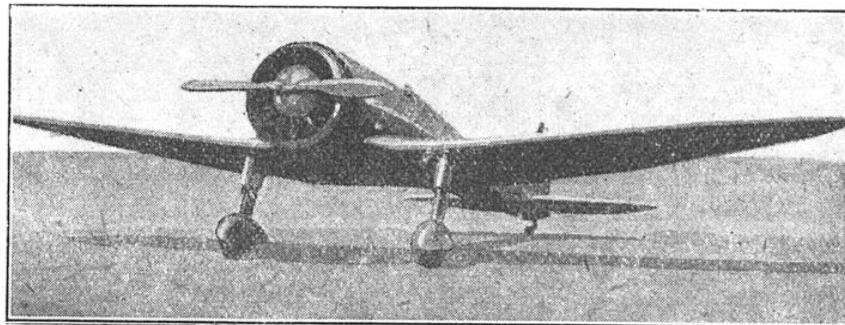
Ceci posé, passons en revue quelques types d'avions japonais actuellement en service, revue qui ne peut être que très incomplète, étant donnée la pénurie des renseignements.

Pour l'aviation de l'Armée, les avions de chasse sont le *Mitsubishi 96* et le *Nakajima 97* (prototypes de 1936 et de 1937). Ce sont deux monoplaces à aile basse, à moteur en étoile, refroidi par l'air, genre Bristol "Mercury".

Train d'atterrissage fixe, à jambe unique, roue carénée rappelant le Fokker D. 21

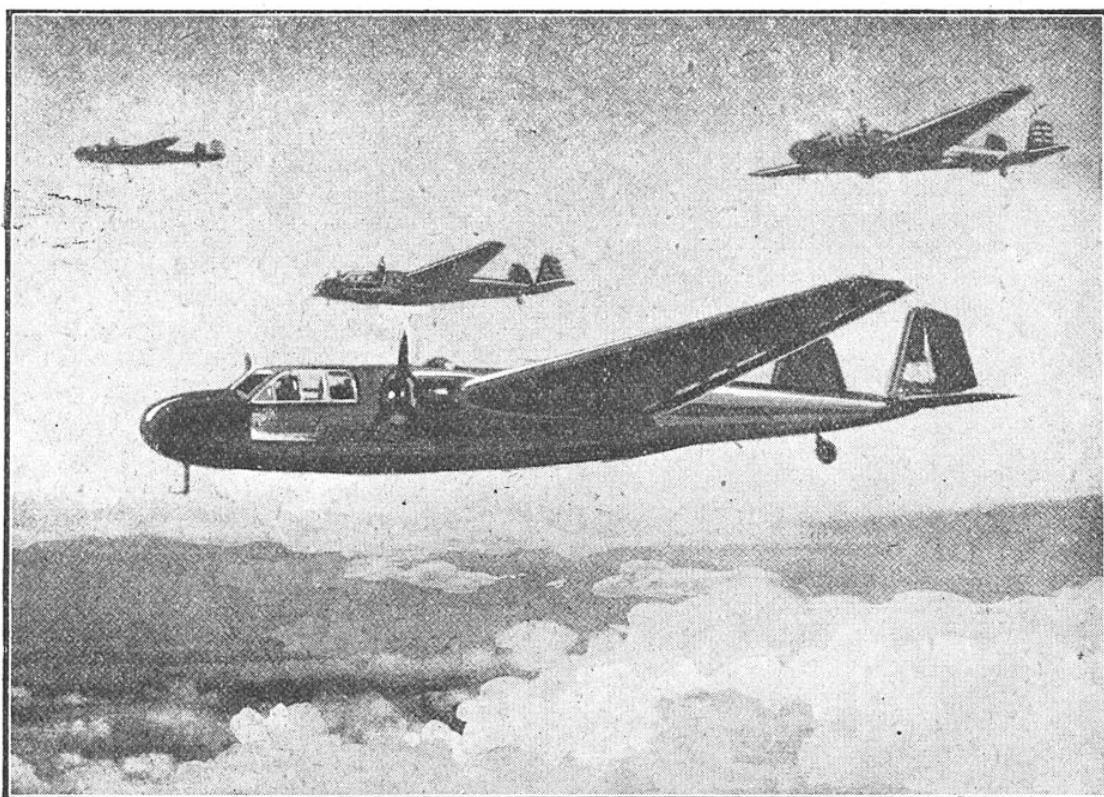
Le *Mitsubishi 96* est commun à l'Armée et à l'aviation navale (porte-avions). Sa vitesse serait un peu supérieure à 450 km à l'heure.

Le *Nakajima 97* a remplacé le *Naka-*



T W 13884

FIG. 5. — LE CHASSEUR DE L'ARMÉE ET DE LA MARINE JAPONAISES MITSUBISHI 96  
C'est un appareil à train fixe caréné dont la vitesse maximum est de 450 km/h.



T W 13885

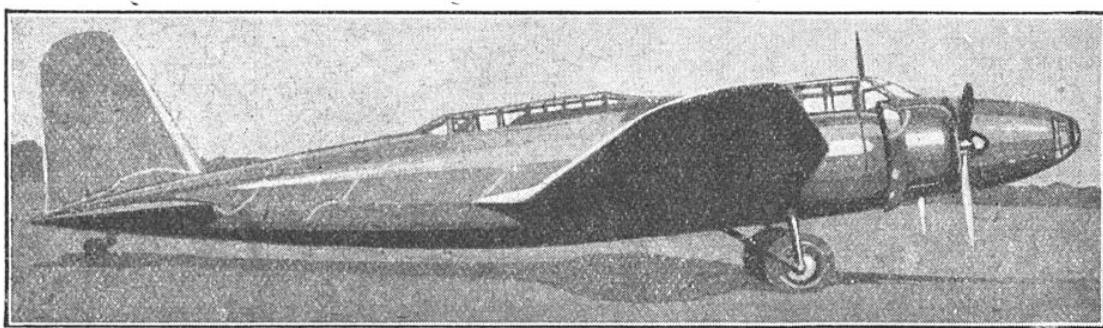
FIG. 6. — LE BOMBARDIER LOURD MITSUBISHI 96

*Ce bimoteur est en service dans l'armée et la marine japonaises. Sa construction est métallique et il est équipé de deux moteurs Kinsei de 14 cylindres en étoile.*

jima 90, biplan, à moteur genre Jupiter, rappelant le Gloster Gladiator britannique. Il y aurait également en service un Nakajima 95, biplan rappelant le Fokker D. 16, et un Kasawaki 95, biplan à moteur BMW et à roues carénées rappelant le Heinkel 51. D'une manière générale, la vitesse des avions de chasse nippons est relativement faible, mais, en revanche, leur autonomie et leur rayon

d'action seraient considérables, ce qui en ferait d'excellents chasseurs d'escorte.

Pour le bombardement léger, l'appareil le plus répandu paraît être le monomoteur Mitsubishi 98, moteur en étoile Kinsei 14 cylindres. C'est un monoplan à train fixe caréné, dérivé de l'avion Mitsubishi « Karigane » (oie sauvage) qui effectua, en 1937, le raid Tokio-Londres en 94 heures et demie. Equipé en biplace,



T W 13886

FIG. 7. — LE BOMBARDIER LOURD BIMOTEUR NAKAJIMA 98

sans armement arrière, sa vitesse atteindrait les 500 km/h.

Pour la coopération terrestre, des biplans ou plutôt des sesquiplans type Nakajima 94 seraient encore en service.

Pour le bombardement lourd, le type le plus répandu serait le bimoteur à aile médiane et train rentrant Mitsubishi 96, adopté également pour la Marine. Cet appareil, qui semble s'apparenter à la technique allemande Dornier et Junkers, dérive de l'avion de raid Otori (Phénix) qui effectua, en 1936, le parcours Tokio-Bangkok sans escale. Plus récemment serait entré en service le bimoteur Nakajima 98.

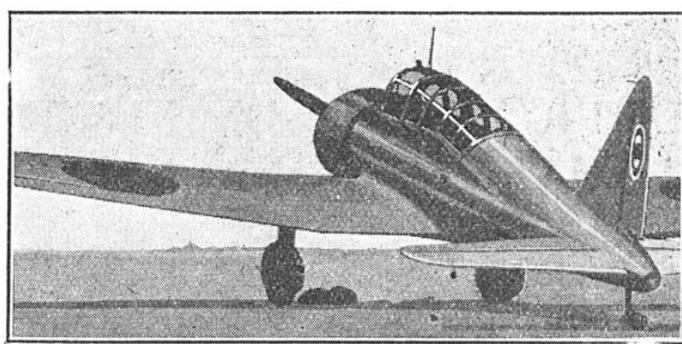
L'aviation navale embarquée paraît restée fidèle, du moins pour les porte-avions, à la formule biplane que les aviations navales britannique et même américaine conservèrent si longtemps.

Les avions de chasse des porte-avions sont des biplans Navy 95, construits par Mitsubishi, moteur Kotobuki (Bristol Jupiter) de 345 km/h. Ils sont presque tous remplacés par les Mitsubishi 96, utilisés par l'aviation militaire.

Pour le torpillage et la reconnaissance, les porte-avions disposent d'un biplan Nakajima 96, moteur 14 cylindres Kinsei (Siddeley ou Gnome-Rhône) à roues carénées, et dont l'aménagement triplace rappelle le Fairey « Swordfish » britannique. Une version de ces Nakajima 96 est équipée en biplace pour le bombardement en piqué (genre Curtiss « Hell-diver »).

Quant à l'aviation de bord catapultable, elle paraît équipée du biplan Kawanishi 94, triplace à flotteurs, moteur Lorraine, et du Navy 95, avion de chasse de porte-avions, biplan monté en monoflotteur à la manière des Curtiss et des Vought.

En matière de grands hydravions côtiers, le mariage de la technique alle-



T W 13887  
FIG. 8. — LE BOMBARDIER LÉGER MITSUBISHI 98

C'est un monoplan monomoteur biplace à train fixe caréné. Il est équipé d'un moteur de 800 ch, 14 cylindres en étoile. Sa vitesse maximum est de 500 km/h. Aucun armement arrière n'est visible, étant donné le profilage de l'habitacle vitré.

Un quadrimoteur ressemblant au Sunderland britannique a récemment été mis en service.

#### L'aviation militaire en Chine, l'aviation navale face au Pacifique

D'une manière générale, il semble que le développement de l'hydraviation côtière nipone soit resté inférieur aux possibilités offertes par les bases insulaires situées dans le Pacifique asiatique.

Les nombreuses îles coraliennes des archipels des Mariannes, Carolines, Marshall peuvent fournir à l'hydraviation japonaise d'excellents plans d'eau, constituant une sorte de glacis stratégique, protégeant vers le Pacifique central la côte de Chine et d'Indochine, toutes les deux occupées par les forces nippones et présentant un front maritime atteignant, des îles Kouriles au Siam, une longueur considérable de l'ordre de 6 000 km. Tandis que l'aviation militaire est, depuis cinq ans, « fixée » au cœur du territoire chinois, l'aviation maritime de l'Empire du Soleil Levant suffira-t-elle à protéger un front allongé d'une manière aussi démesurée contre toute pression provenant de l'océan Pacifique ? L'amiral japonais Hamada, ne sous-estimant pas la valeur de l'aviation navale américaine, a pu écrire que la situation de ce côté n'était point « exactement favorable au Japon », du fait que la majorité des forces aériennes nippones restent engagées, encore en 1941, dans l'interminable campagne de Chine.

L'aviation maritime japonaise aurait sans doute à elle seule à faire face à un conflit dans le Pacifique asiatique.

P. CAMBLAN.

mande de Rohrbach, déjà ancienne, et de celle de Short, paraît avoir donné deux types de monoplans à coque et à moteurs surélevés : le trimoteur *Kawasaki 90-1* (3 moteurs Hispano X), de 12 tonnes, et le bimoteur *Kawanishi 91*, de 7 tonnes.

# LE PROBLÈME DU SUCRE ET LES PLANTES SUCRIÈRES MÉCONNUES

par Jean FRANCIS

*La question du ravitaillement de la France en sucre se pose avec acuité depuis un an. On sait, en effet, que parmi les hydrates de carbone ou glucides, aliments indispensables à l'organisme, les sucres jouent un rôle de premier plan en raison surtout de la facilité avec laquelle l'organisme humain les assimile. Cela ne signifie pas qu'en période normale les sucres soient strictement indispensables à la vie. Mais si l'on considère la difficulté que nous éprouvons en ce moment à nous procurer les autres hydrates de carbone, c'est-à-dire les féculents, que nous avions l'habitude de trouver dans les pâtes, le riz, les légumes secs, les pommes de terre, on comprend l'ardeur avec laquelle nos savants et nos ingénieurs se sont mis en quête d'une source de sucre susceptible de fournir au moteur humain une partie appréciable des calories dont il a besoin pour fonctionner, d'autant plus que le manque de matières grasses aggrave encore la pénurie d'aliments énergétiques. Ce problème du sucre a reçu une solution provisoire : le sucre de raisin (1). Aujourd'hui, la consommation du sucre de raisin est passée dans les mœurs. Mais si le sucre de raisin se prête parfaitement à la fabrication de confitures et à la confiserie, on ne saurait dire qu'il peut remplacer le sucre de betterave dans tous ses usages. Des recherches ont donc été entreprises en vue d'obtenir un sucre de goût aussi pur que celui de canne ou de betterave. Les uns ont tenté d'améliorer la technique de la fabrication du sucre de raisin, mais aucun résultat tangible n'a encore été obtenu dans cette voie, qui puisse être atteint industriellement de façon économique. Par contre, dans certains pays étrangers, on extrait de grandes quantités de sucre de plantes dont certaines seraient exploitable en France, ou même sont déjà exploitées pour un autre produit que le sucre. Parmi ces plantes sucrières méconnues, il y a des arbres à sève fortement sucrée, comme l'érable ou le palmier, ou à fruits riches en sucre, comme le caroubier, mais il y a surtout le sorgho sucrier dont l'exploitation en France est non seulement réalisable, mais, comme on le verra, en cours de réalisation.*

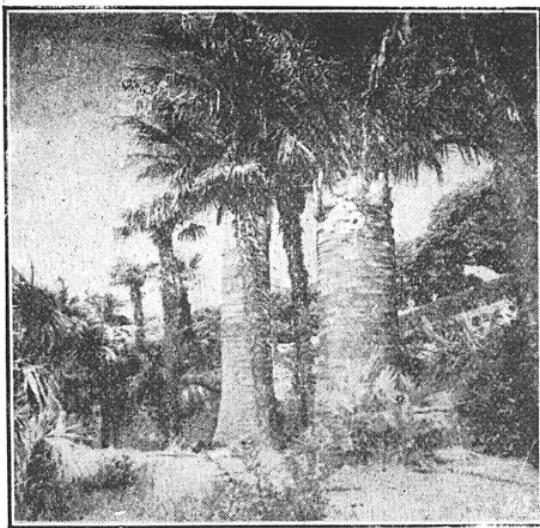
## L'érable à sucre, richesse nationale du Canada

**C**HACUN de nous a été passionné dans sa jeunesse par des contes de Peaux-Rouges. Aussi se souviendra-t-on peut-être que dans nombre de ces histoires on voit les Indiens faire une entaille dans le tronc d'un érable et recueillir pour leur subsistance la sève sucrée qui s'en écoule. Une vieille légende dit même que la sève d'érable, qui était primiment composée de sucre pur, fut diluée d'eau par le Manitou, afin que les hommes eussent à la concentrer et méritassent ainsi par leur labeur le sucre dont ils se délectaient.

En fait, il est certain que les indigènes de l'Amérique du Nord exploitaient le sucre d'érable bien avant l'arrivée des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 280, page 316.

blancs. Ces derniers suivirent d'ailleurs longtemps les méthodes primitives des Peaux-Rouges, et ce n'est qu'à la fin du siècle dernier que les méthodes traditionnelles reçurent des perfectionnements notables : le vilebrequin remplaça le tomahawk pour entailler l'arbre; les auges en bois firent place aux récipients métalliques et les bouilloires aux évaporateurs modernes. La production annuelle moyenne, qui était de 6 000 tonnes vers 1850, passa ainsi à 10 000 tonnes vers 1890. Malheureusement, de nombreuses mixtures frauduleuses, à base de glucose, apparurent à ce moment sur le marché, qui concurrencèrent le sucre d'érable jusqu'à la promulgation d'une législation réprimant les fraudes, ce qui eut lieu en 1931. Dès l'année suivante, la production dépassait 11 000 tonnes et l'on comptait 46 640 propriétaires d'érablières, exploi-



T W 13810

FIG. 1. — PALMIERS A SUCRE

On voit ici la diversité des espèces de palmiers saccharifères exploités au Bengale. En général, les *phœnix* dominent, mais on rencontre également des *nipas*, des *borassus*, etc., dans les plaines alluviales où se trouvent ces palmeraies.  
(Photo E. Maier.)

tant en moyenne 520 arbres chacun. L'importance de l'éryable à sucre au Canada est telle que la feuille d'éryable constitue avec le castor l'emblème national de ce pays.

L'exploitation du sucre d'éryable s'est d'ailleurs également étendue aux Etats-Unis, où la production annuelle est d'environ 20 000 tonnes.

L'intérêt de l'éryable à sucre est multiple : il fournit un sucre de choix de goût très fin et d'arôme spécial, véritable produit de luxe ; il permet également l'utilisation d'autres produits de grande valeur : le bois d'éryable est compact, à grain fin et facile à polir ; on en fait des planchers, des outils agricoles, des instruments de musique, des meubles. Les feuilles d'éryable constituent pour le bétail un fourrage de composition voisine de celle de la luzerne. Enfin, l'éryable à sucre est souvent utilisé comme arbre décoratif le long des allées et des routes, en raison de son port majestueux et de sa grande taille, qui atteint parfois 30 mètres.

L'exploitation du sucre d'éryable se fait actuellement de la façon suivante : Dans le courant de février ou au début de mars, on perce dans les troncs, à 40 centimètres au-dessus du sol et du côté sud, un trou de 35 à 50 millimètres de profondeur et de 10 à 15 millimètres de diamètre. On

y introduit délicatement un tuyau métallique conduisant la sève dans un récipient fermé en fer-blanc. La saignée est achevée lorsque le liquide s'épaissit et devient verdâtre. On procède ensuite à la concentration, qui se fait dans des évaporateurs plus ou moins perfectionnés ressemblant à ceux qu'on utilise en France pour la concentration des moûts de raisin. Les matières albuminoïdes forment un chapeau d'écume facile à éliminer alors que les sels minéraux et organiques précipitent en formant un dépôt granuleux ou *sable d'éryable*. On arrête le chauffage quand la teneur en sucre, qui était initialement de 2 ou 3 %, est passée à 60 %, c'est-à-dire lorsque 30 à 40 litres de sève se sont réduits à 1 litre de sirop. On clarifie ensuite le sirop au blanc d'œuf, au lait ou à la soude calcinée, puis on le filtre sur flanelle et on l'entonner dans des boîtes ou bouteilles à fermeture hermétique, ou bien on le soumet à une nouvelle concentration poussée jusqu'à obtention d'une masse cuite que le refroidissement transforme en un magma de cristaux.

Le sucre d'éryable est donc vendu soit cristallisé, soit sous forme de sirop. Sous ces deux formes, il contient généralement peu de sucre interverti (1) quand la fabrication a été bien conduite. Il est essentiellement constitué de saccharose, mais contient également une substance aromatique particulière, qui est encore mal connue et qui lui communique un arôme spécial très apprécié de tous ceux qui l'ont goûté.

C'est cet arôme qui est cause du prix relativement élevé du sucre d'éryable, car il fait que ce produit est très demandé.

Il va de soi qu'un grand nombre d'essais ont déjà été tentés en Europe en vue d'y acclimater l'éryable à sucre. Récemment encore, des essais ont échoué à l'arboretum de Vallombrosa, près de Florence. En France, les seules régions où il serait possible d'acclimater l'éryable à sucre sont les Basses-Alpes et le Jura, mais aucun résultat positif n'y a encore été obtenu. Il serait certainement opportun de reprendre des essais aujourd'hui, car même si nous recouvrons la pleine jouissance de nos sources de sucre usuelles,

(1) On se souviendra que le sucre interverti provient du dédoublement du saccharose ou sucre de canne en deux autres sucres, glucose et lévulose, dont le second est incristallisable. Ce sont ces deux sucres que l'on trouve dans le raisin.

avant que les érables importés soient en âge de donner du sucre, nous pourrions disposer plus tard d'un nouveau produit qui serait avantageusement utilisé en pâtisserie en raison de son goût très fin.

### Le sucre de palmier, ressource méconnue des pays tropicaux

De même que le sucre d'érable était connu des Peaux-Rouges bien avant l'arrivée des blancs, les indigènes de plusieurs pays tropicaux exploitaient déjà le sucre de palmier bien avant la colonisation européenne. Aux Indes et en Amérique, cette industrie remonte à un temps immémorial : dans les pays tropicaux, le sucre est un besoin de l'existence, et la statistique a établi que l'Américain du Sud consomme annuellement dix fois plus de sucre que l'Allemand, le Belge ou le Français.

On peut estimer la production annuelle de sucre de palmier à environ 150 000 tonnes, dont le tiers est exporté vers la Grande-Bretagne. La plus grande partie de cette production est fournie par le Bengale, où l'exploitation du palmier dattier pour son sucre est florissante et en plein développement. Voici comment elle se fait dans ce pays :

Le palmier dattier (*Phenix sylvestris*) se sème en pépinières à raison d'un millier d'arbres par hectare. Il produit de la sève de l'âge de cinq ans à celui de cinquante ans. Cette sève est prélevée en pratiquant une saignée ressemblant à celle du pin ou de l'érable à sucre. Mais pour que la sève afflue à la partie du spadice qui est entaillée, il est nécessaire de meurtrir journalement cet organe pendant plusieurs semaines. Pendant les trois mois que dure la saison (décembre à février), un arbre peut alors fournir chaque jour un demi-litre de sève à 12 ou 13 % de sucre (1). Les pots dans lesquels la sève s'écoule sont vidés chaque matin, et on procède ensuite à la concentration de la sève, qui se fait aujourd'hui encore par les indigènes selon des procédés extrêmement primitifs : en effet, toutes les tentatives des Anglais en vue d'appliquer des méthodes industrielles modernes et rationnelles ont échoué, et n'ont pu réussir à concurrencer les raffineries indigènes en raison du prix extrêmement bas

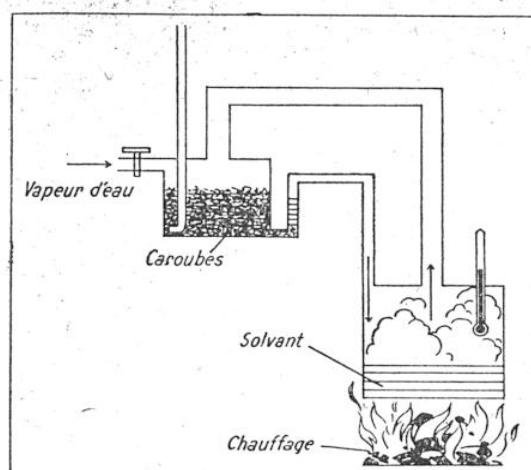


FIG. 2. — EXTRACTION DU SUCRE DE CAROUBES

*Les vapeurs de solvant (alcool) se condensent dans le récipient à caroubes. Lorsque celui-ci est plein, le siphon s'amorce et l'alcool saturé de sucre s'écoule dans le réservoir inférieur. L'opération recommence alors et on l'arrête lorsque les caroubes sont épuisées. Pour ne pas perdre l'alcool qu'elles retiennent, on les lave alors dans un jet de vapeur d'eau. Le sucre se sépare de l'alcool en cristallisant par refroidissement.*

de la main-d'œuvre hindoue, qui fait que les frais occasionnés par la rationalisation ne sont jamais amortis par les bénéfices qu'on en tire.

L'évaporation se fait dans des marmites en terre placées au-dessus de trous creusés dans le sol, où l'on fait brûler du bois et des feuilles de palmier. Après trois ou quatre heures d'ébullition, on verse le liquide doré dans des jarres de terre où il cristallise par refroidissement. Le sucre ainsi obtenu, ou *jagre*, est raffiné en le disposant dans des paniers qu'on recouvre d'une herbe spéciale qui le maintient humide : l'eau qui s'égoutte à travers le sucre pendant trois ou quatre jours entraîne le sucre interverti et constitue ainsi la mélasse. Le sucre cristallisé purifié de la sorte contient 91 à 92 %

Eau.....	11,5 %
Matières azotées.....	6 %
Graisses.....	0,5 %
Sucre interverti.....	20 %
Saccharose.....	20 %
Substances extractives.....	30 %
Cellulose.....	10 %
Cendres.....	2 %
TOTAL.....	100 %

TABLEAU I. — COMPOSITION MOYENNE DES CAROUBES SANS GRAINES

(1) Ce sucre est cristallisable, car il renferme 90 à 95 % de saccharose et seulement 5 à 10 % de sucre interverti.

de saccharose. On le soumet souvent à un raffinage supplémentaire, de manière à obtenir un sucre extra-pur de 98 à 99 % de saccharose, dont l'aspect est absolument identique à celui du sucre de canne. Son goût également est analogue à celui du sucre de canne.

Le sucre de palmier est donc, contrairement à celui de l'érable, un sucre de grande consommation et bon marché : en effet, non seulement la qualité du sucre d'érable est de beaucoup supérieure à la sienne, mais encore un érable ne fournit annuellement qu'un kilogramme et demi de sucre, alors qu'un palmier en fournit dix kilogrammes. Si, malgré son importance, le sucre de palmier est ignoré en France, c'est que les indigènes des pays tropicaux le réservent presque exclusivement à leur propre consommation.

### Une richesse inexploitée du bassin méditerranéen : Le sucre de caroubes

Il y a quelques années, le professeur Oddo, de Palerme, attirait l'attention sur l'avantage qu'il y aurait à utiliser la grande quantité de sucre que contiennent les fruits du caroubier (1) (*Ceratonia siliqua Linn.*). Celui-ci est un arbre très commun en Espagne, au Portugal, en Sicile, en Grèce, en Asie Mineure, en Italie, en Afrique du Nord, bref dans tous les pays du bassin méditerranéen. En France, il ne pourrait pousser en donnant des fruits que sur la Côte d'Azur. Il y en a quelques-uns à Nice.

L'avantage de cet arbre est qu'il pousse luxuriant dans les terrains les plus arides et permet ainsi de ne pas laisser inproductifs des terrains absolument incultes. En effet, c'est une légumineuse, qui prend donc à l'air ses principaux ali-

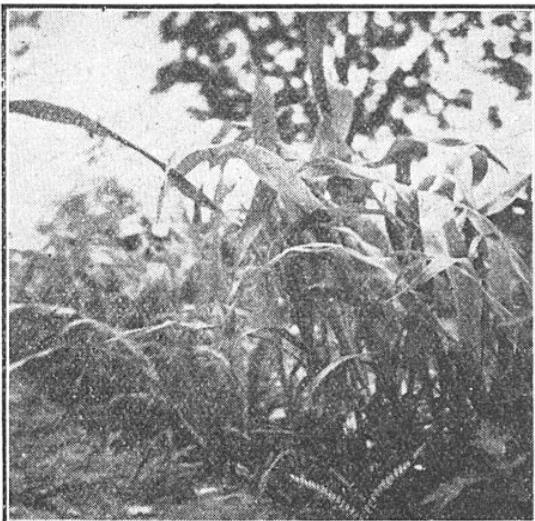
(1) La présence de saccharose dans la caroube avait été reconnue par Berthelot dès 1858.

ments (gaz carbonique et azote). Le caroubier n'aime d'ailleurs pas à être cultivé : près de Scicli, en Sicile, un bois de caroubiers sauvages, qui produisait trois mille quintaux de caroubes par an, n'en rendit plus que le tiers quand on se mit à le soigner.

L'aspect du caroubier est extrêmement caractéristique : cet arbre, dont le tronc a 8 à 10 mètres de haut et jusqu'à un mètre de diamètre, possède des branches inférieures très longues et touchant le sol à leurs extrémités, qui lui donnent une forme hémisphérique typique. Il vit en moyenne un siècle et demi et est productif pendant toute sa vie depuis l'âge de dix ans. Pour être bien productif, le caroubier demande à être greffé. Ses fruits sont des goussettes rouges noirâtres composées d'une écorce ligneuse coriace, d'une pulpe charnue et sucrée, et d'un endocarpe lignieux contenant les graines.

Ce fruit, si riche en éléments nutritifs en toute nature, ainsi que le montre le tableau I, serait un aliment excellent si l'épicarpe et l'endocarpe n'étaient ligneux. La légende prétend que saint Jean dans le désert en faisait son miel sauvage, d'où les noms de *St John's bread* et de *Johannis Brot* que porte la caroube en anglais et en allemand.

De nos jours, on mange peu de caroubes et si, avec leur extrait aqueux, on prépare quelques confitures et sirops, c'est comme fourrage pour le bétail qu'elles trouvent leur principale utilisation : en Espagne, elles constituent la nourriture ordinaire des chevaux. La France également importait avant guerre pour ses chevaux des caroubes d'Espagne par le port de Sète. C'est un véritable crime que de laisser se perdre ainsi des milliers de tonnes de sucre alors que, comme on va le voir, leur extraction ne se heurterait à aucune difficulté majeure.



T W 13811  
FIG. 3. — SORGHO SUCRÉ

Cette photo, prise à Montpellier, montre la facilité avec laquelle le sorgho croît sous nos climats. (Photo E. Maier.)

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

En effet, M. Oddo a récemment mis au point une méthode d'extraction du saccharose des caroubes permettant d'obtenir un poids de sucre cristallisé égal à 16 à 21 % du poids des caroubes brutes. Le procédé le plus simple consiste à opérer de la même façon que dans l'industrie des matières grasses, avec un appareillage dérivé de l'appareil de Soxhlet (fig. 2). Le solvant employé est de l'alcool éthylique ou méthylique. Dans certaines conditions, en opérant avec ce dernier alcool, on obtient une bonne fraction de sucre bien cristallisé, presque pur, d'une saveur très agréable, jaunâtre, mais presque blanc quand il est réduit en poudre, prêt pour la consommation directe *sans avoir à subir aucun raffinage*. On peut aussi séparer une quantité notable de mélasse plus propre à la fermentation et une autre plus apte à la préparation de marmelades. On peut enfin laisser une certaine quantité de sucre dans les résidus des caroubes pour pouvoir les vendre comme fourrage, ou bien les épuiser presque totalement pour les brûler dans les chaudières. On extrait également des caroubes de l'alcool isobutylique servant à préparer l'essence d'ananas. Avec l'écorce des graines, on peut teindre la laine et la soie en une jolie teinte rose. Leur albumen sert pour l'apprêt des tissus et en tannerie.

Il y a actuellement aux Baléares une usine qui traite ainsi journallement deux tonnes de caroubes.

Si l'on se représente que la production mondiale de caroubes, qui s'élève annuellement à 5 millions de quintaux (correspondant à 60 000 ou 80 000 tonnes de sucre) pourrait facilement être doublée en

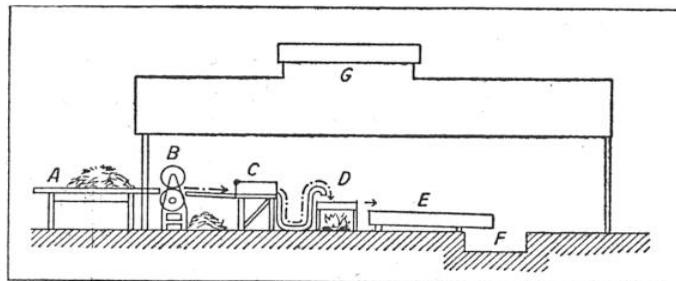


FIG. 5. — FABRICATION DU SIRUP DE SORGHO A LA FERME

A, plate-forme d'arrivée des tiges; B, moulin compresseur; C, bac à décantation; D, évaporateur; E, auge; F, fosse; G, cheminée de ventilation.

greffant tous les caroubiers sauvages (1), et encore bien plus considérablement accrue en peuplant de caroubiers tous les rivages et coteaux arides ou déserts du bassin méditerranéen, on en arrive à partager avec M. Oddo le monde sucrier comme suit : betterave dans les régions du Nord riches en eaux, canne dans les régions équatoriales riches en vapeur d'eau et caroubier entre les deux.

Alors que la betterave et la canne exigent de grands établissements et un personnel saisonnier, la caroube peut se conserver et se travailler toute l'année dans de petits établissements et aussi fournir des sous-produits de valeur. En ce qui concerne la France, on pourrait, sinon cultiver le caroubier sur le territoire métropolitain, du moins en développer la culture en Afrique du Nord, où de vastes étendues arides et incultes pourraient devenir productives.

#### Le maïs et le sorgho, cannes à sucre des régions tempérées

Du point de vue purement français, on voit que l'éralde, le palmier et le caroubier ne présentent qu'un intérêt limité. Il n'en est pas de même du maïs, et surtout du sorgho, qui se prêtent d'une façon remarquable à la production de sucre sous nos climats. Il y a un siècle que, déjà, un médecin de Saint-Omer, nommé Pallas extrayait le

	SACCHAROSE %	SUCRE INTERVERTI %
Panicules commençant à apparaître....	1,76	4,29
— entièrement sorties.....	3,51	4,50
Fleurs entièrement épanouies.....	5,13	4,15
Grains en lait.....	7,38	3,85
— germés.....	8,95	3,19
— secs facilement écrasables.....	10,66	2,35
— durs.....	11,69	1,81

TABLEAU II. — TENEUR EN SUCRE DU JUS DE SORGHO A DIFFÉRENTS STADES DE SON DÉVELOPPEMENT

(1) En 1914, l'Algérie possédait 433 000 caroubiers, dont 70 000 seulement étaient greffés.

sucré de maïs et en préconisait l'exploitation industrielle. Celle-ci était réalisée quelques années plus tard, mais aux Etats-Unis et non en France. Quant au sorgho sucré, c'est également en France qu'il fut découvert et en Amérique qu'il fut exploité. En effet, tandis qu'on cherchait vainement en France à l'obtenir cristallisé (1), les Américains se contentaient de livrer le sucre au commerce sous forme de sirop. Cette industrie prit un grand essor pendant la guerre de 1914, mais a beaucoup diminué d'importance depuis cette époque.

(1) La cristallisation du sucre de sorgho est considérablement gênée par la présence d'amidon dans la tige.

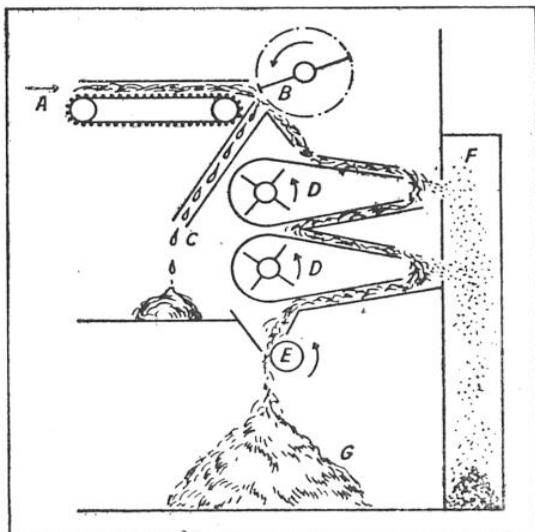


FIG. 5. — APPAREIL AMÉRICAIN A ÉCIMER, EFFEUILLER ET DIVISER LES TIGES DE SORGHO  
A, arrivée des tiges; B, lames coupantes; C, couloir à panicules; D, ventilateur pour chasser les débris de feuilles; E, tambour entraîneur; F, chambre à débris; G, tas de cossettes.

En Italie, la culture du sorgho à sucre a pris une grande extension depuis une dizaine d'années, principalement en vue de la fermentation des jus sucrés et de la distillation de l'alcool obtenu. En France, enfin, de nombreuses expériences ont été tentées dans la région parisienne, en Touraine, en Poitou, dans l'Aude et dans le Gers, et leurs résultats encourageants ont amené le docteur Delucq, de Vic-Fézensac (Gers), à mener dans son département une campagne de propagande en

faveur de la culture du sorgho sucré. Les agriculteurs armagnacs ont rapidement compris l'intérêt que présente cette culture, et M. Caziot, ministre-secrétaire d'Etat à l'Agriculture, a promis

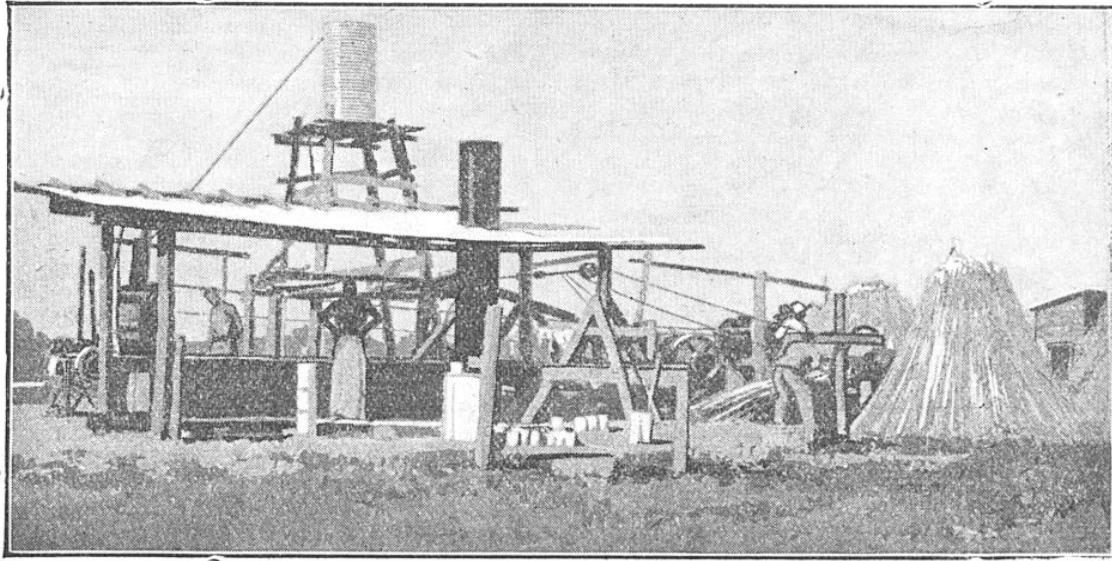


FIG. 6. — INSTALLATION AGRICOLE POUR LA FABRICATION DU SIROP DE SORGHO AVEC CANNES DE SORGHO GERBÉES A PIED D'ŒUVRE

On voit qu'une telle installation peut être facilement réalisée par un agriculteur désireux de produire lui-même le sucre dont il a besoin à partir d'une partie de sa récolte de sorgho, le reste étant vendu à la distillerie voisine. (Cliché L'Armagnac agricole et viticole.)

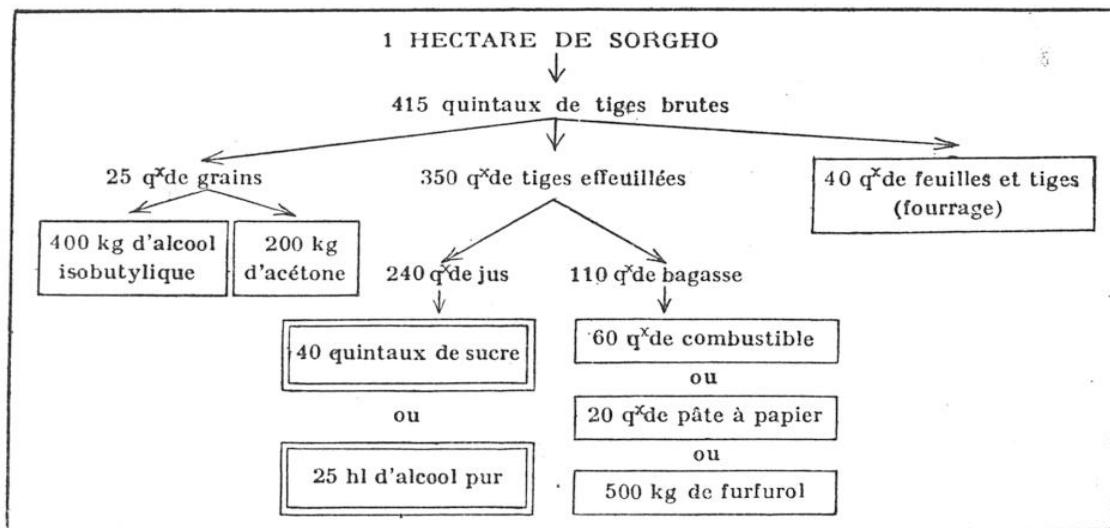


TABLEAU III. — PRODUITS ET SOUS-PRODUITS DU SORGHO SUCRE

tout son appui à son développement. Mais, hélas, des circonstances fâcheuses sont venues entraver la réalisation des projets d'exploitation qui avaient été échafaudés pour cette année : en effet, les semences de sorgho sur lesquelles on comptait devaient venir d'Italie, et le gouvernement italien a interdit leur exportation, espérant obtenir la livraison de certaines denrées françaises en échange de la levée de cet embargo. D'autre part, les 800 kg de graines récoltées en 1940, qui ont été semées ce printemps ont donné de très mauvaises germinations en raison des gelées qu'elles avaient subies en novembre et de leurs semaines tardives. Néanmoins, ni les agriculteurs, ni la société d'exploitation ne se sont découragés, et la construction d'une distillerie pouvant produire 200 hl d'alcool par jour commencera prochainement, de sorte que si les graines italiennes arrivent, l'exploitation du sucre de sorgho et, partant,

de l'alcool, pourra se faire sur une grande échelle dès l'an prochain. La construction d'autres distilleries est d'ailleurs projetée, notamment à la poudrerie de Toulouse, près de Marseille, au Maroc, en Tunisie, etc... Comme il est possible que la récolte de sorgho ne suffise pas à alimenter une distillerie pendant toute l'année, on cultivera également le topinambour et une plante italienne qui lui ressemble, mais contient 24 % de substances fermentescibles (contre 16 % au topinambour), la *Polymina Edulis*. On se souviendra, en effet, que l'inuline contenue dans ces plantes peut être facilement hydrolysée en levulose, d'où l'on obtient l'alcool par fermentation, puis distillation. Comme le topinambour se conserve très longtemps (1), on pourra donc en tirer de l'alcool lorsque tout le sorgho récolté aura été traité, de sorte que les distilleries ne manqueront de ma-

(1) Il s'enrichit même en inuline durant l'hiver.

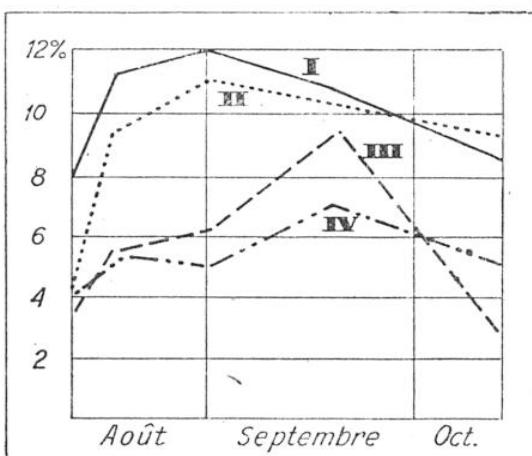


FIG. 8. — INFLUENCE DE LA CASTRATION SUR LA TENEUR EN SUCRE DES TIGES DE MAÏS

I, castration totale; II, castration mâle; III, castration femelle; IV, témoin non mutilé. On voit que la castration complète donne les meilleurs résultats et qu'elle hâte l'évolution de la plante, dont la récolte doit être avancée de 15 jours environ.

tière première à aucun moment de l'année.

#### Le sucre de sorgho et son extraction

La tige de sorgho contient du saccharose et du sucre interverti.

Mais, tandis que la teneur du premier augmente considérablement au cours de la saison, le second disparaît presque complètement à l'époque de la moisson, comme on le voit au tableau II.

En France, on obtient facilement avec certaines variétés, telles que le Rosso précoce ou le Néro précoce, des tiges de sorgho à 15 % de sucre, c'est-à-dire presque aussi riches que la canne à sucre, qui en contient en moyenne 20 %, d'une puissance bien plus grande il est vrai.

La récolte se fait quand les grains sont durs : à ce moment, la richesse en saccharose est maximum. Le bas de la tige étant pauvre en sucre, on coupe entre le premier et le deuxième nœud, au sabre d'abatis ou avec une moissonneuse-lieuse à maïs. Les tiges sont ensuite effeuillées et écimées (fig. 5) et découpées en cossettes qui, après avoir été désagrégées dans un moulin défibreur muni d'une denture à chevrons, sont envoyées dans des moulins à cylindres qui en expriment le jus. Les *bagasses* (1) sèches qui sortent de ces moulins passent ensuite par deux à quatre moulins identiques et sont chaque fois préalablement imbibées du jus chauffé de la pression suivante, ce qui améliore considérablement le rendement de l'opération. Mais dans les petites installations on ne dispose que d'un moulin et on ne pratique qu'une expression.

Après une filtration grossière, le jus est envoyé dans des bacs à décantation, où on laisse se déposer les impuretés qui risqueraient d'"attacher" au fond de l'évaporateur. Pour accélérer ce dépôt, on peut chauffer le jus ou y ajouter certaines argiles spéciales entraînant les impuretés au fond.

L'opération suivante est la clarification, qui a pour but de coaguler les albuminoïdes et de neutraliser les acides organiques. Dans ce but, on chauffe le jus

(1) En sucrerie, on appelle "bagasses" les résidus épuisés.

	SORGHO	MAIS
Eau.....	70 %	70 %
Saccharose.....	12 %	8 %
Sucre interverti.....	1 %	3 %
Non-sucre solide.....	17 %	19 %
TOTAL.....	100 %	100 %

TABLEAU IV. — COMPOSITION COMPARÉE DES TIGES DE SORGHO ET DE MAIS

avec du carbonate de chaux ou de la chaux à laquelle on ajoute ensuite de l'acide phosphorique pour en neutraliser l'excès.

Enfin, on ajoute au jus de l'extrait de malt pour hydrolyser le saccharose, qui risquerait de cristalliser, de causer des prises en masse du sirop ou des caramélisations pendant la concentration finale. Celle-ci se fait dans des évaporateurs continus, à vide ou sous pression atmosphérique, comme dans la fabrication du sucre de raisin. On l'arrête lorsque le sirop contient 70 % de sucre total. Le sirop fini est filtré, puis entonné dans des boîtes de fer-blanc ou des tonnelets de bois stérilisés à la vapeur.

On peut aussi obtenir du sucre solide en supprimant l'action de l'extrait de malt, poussant la concentration plus loin et coulant en pains.

On peut également, et c'est ce qu'on fait en Italie, ne pas extraire le sucre du jus de sorgho, mais l'ensemencer avec des levures, de façon à le faire fermenter en alcool, qu'on sépare ensuite par distillation.

#### Rendement et sous-produits du sorgho sucré

Les rendements culturaux du sorgho sont très variables selon les variétés et le lieu de culture. En France, on peut admettre une moyenne de 300 à 350 quintaux de tiges effeuillées par hectare, ce qui correspond à 4 tonnes de sucre. Le rendement en sucre de la betterave n'est pas supérieur, mais le produit qu'elle donne est beaucoup plus pur. Si c'est l'alcool qu'on cherche à obtenir, le rendement sera d'environ 25 hectolitres par hectare.

Mais on peut, de plus, utiliser les nombreux sous-produits que laisse l'exploitation du sorgho sucré. Les extrémités des tiges et les feuilles peuvent servir de fourrage pour le bétail. Les graines peuvent être utilisées en brasserie et malterie, ou

fournir de l'alcool éthylique, ou de l'alcool isobutylique et de l'acétone. Enfin, les bagasses peuvent servir soit de combustible (dans ce cas elles suffisent amplement à assurer les besoins de la concentration si l'on utilise des foyers spéciaux à cet effet), soit comme source de furfurole (1) et d'acide lactique ou acétique par fermentation, soit enfin comme source de cellulose.

On voit donc qu'avec une utilisation judicieuse des sous-produits, l'exploitation du sucre de sorgho ne peut manquer d'être très rémunératrice, surtout en cette période où une nouvelle source de sucre et d'alcool sera particulièrement bien venue.

#### Le sucre de maïs et la « fermentation sélective »

La composition de la tige de maïs étant voisine de celle du sorgho, il semble possible d'en extraire le sucre de la même façon, ou du moins d'en tirer un sirop analogue au sirop de sorgho. C'est ce qu'on fait depuis longtemps aux Etats-Unis, où ce sirop ambré à goût de pomme est utilisé en confiserie.

Mais alors qu'il est assez facile d'obtenir du sucre de sorgho solide par une concentration poussée et une coulée en pains, cela est impossible pour le maïs dont la haute teneur en sucre interverti empêche la cristallisation du saccharose.

Or, voici quelques années, M. C. Bodea a proposé d'éliminer ce sucre interverti du jus de la tige par *fermentation sélective*. Ce procédé consiste simplement à ensemencer le jus avec des microorganismes détruisant le glucose par fermentation alcoolique, mais laissant intact le saccharose. En effet, si la plupart des fermentations alcooliques sécrètent, outre la *zymase* qui transforme le glucose et le lévulose en alcool et gaz carbonique, de la *sucrase* qui intervertit le saccharose en glucose et lévulose, il en est certains, tel le *Torula pulcherrima*, qui ne sécrètent que de la zymase et ne peuvent donc s'attaquer qu'au sucre interverti. Ce procédé a été expérimenté et a donné au laboratoire des résultats excellents, tant sur des solutions sucrées synthétiques que sur des jus de tiges de maïs : le glucose était com-

(1) Le furfurole est utilisé dans l'industrie des matières plastiques, des vernis et peintures cellulosaïques, ainsi que dans le raffinage des pétroles, la vulcanisation du caoutchouc, et aussi comme insecticide.

plètement détruit, tandis que le saccharose restait inaltéré.

La fermentation sélective se heurte évidemment à des difficultés considérables lorsqu'on veut l'appliquer sur le plan industriel : il faut, en effet, empêcher tout autre microorganisme que celui qu'on a ensemencé de parvenir jusqu'au milieu sucré, tout en assurant l'aération de ce milieu pour y favoriser la multiplication des fermentations favorables. On est donc amené à faire barboter dans le jus de l'air préalablement aseptisé, et cette aseptisation ne saurait se faire sans frais. Le procédé aurait néanmoins l'avantage de permettre la récupération de l'alcool obtenu par fermentation, par une simple distillation des eaux-mères après cristallisation du saccharose (laquelle est facilitée par la présence de l'alcool).

Le rendement de l'exploitation du maïs à sucre peut, d'autre part, être considérablement accru par la pratique de la *castration*. On a, en effet, constaté depuis longtemps que l'ablation des épis mâles (1), femelles ou des deux, avait une influence favorable sur la richesse en sucre de la tige de maïs (fig. 9). Comme la castration hâte également l'évolution de la plante et la disparition du sucre, il faudrait, pour pallier cet inconvénient, prévoir l'emploi systématique de variétés déterminant un échelonnement des récoltes, car autrement la teneur en sucre des tiges coupées les dernières aurait fortement diminué pendant la récolte des premières. Mais un inconvénient plus grand à la pratique de la castration est la main-d'œuvre considérable qu'elle nécessite ; encore pourrait-elle se faire mécaniquement si l'on voulait couper indistinctement les fleurs des deux sexes.

Le rendement de la culture du maïs sucré est en moyenne de 200 quintaux de tiges effeuillées par hectare, soit à peine plus de deux tonnes de sucre ou douze hectos d'alcool pur (le sorgho a un rendement double). Il serait néanmoins possible de tirer en outre, des tiges et épis, cinq tonnes de pâte à papier ou quatre tonnes de pâte à papier et trente hectolitres d'alcool de grains.

Le sucre de maïs, on le voit, est donc loin d'être aussi intéressant que le sucre de sorgho. Celui-ci peut par contre nous rendre de très grands services l'an pro-

(1) Le maïs est, contrairement au sorgho dont les fleurs sont hermaphrodites, doué de fleurs des insecticide.

chain, si nous sommes encore privés de la pleine jouissance de nos sucreries du Nord. Il sera particulièrement intéressant pour les agriculteurs de pouvoir tirer eux-mêmes, à la ferme, du sucre du sorgho qu'ils auront cultivé et récolté, et de se rendre par là plus indépendants encore des approvisionnements extérieurs. Cet avantage continuera à en être un plus tard, et l'on verra peut-être prochainement, en France comme en Amérique,

chaque agriculteur produire le sucre nécessaire à sa consommation familiale. La fabrication du sucre de sorgho pourrait également se faire dans des coopératives qui fabriqueraient en même temps de l'alcool. Quoi qu'il en soit, le sorgho sucré semble promis à un brillant avenir en France et son exploitation est en bonne voie de développement.

Jean FRANCIS.

La rareté des aliments et surtout des combustibles rend plus que jamais nécessaire pendant les froids de limiter les déperditions de chaleur, sinon par le choix de vêtements parfaitement appropriés (que la pénurie des textiles rend plus ou moins utopique) — du moins par un usage judicieux de ceux que chacun possède ou peut acquérir. Les biologistes J. Giaja et Leposava Markovic ont publié récemment des travaux d'un intérêt particulier à cet égard. Recourant à la méthode du Professeur Bergonié, Giaja et Markovic étudient la vitesse de refroidissement de ballons de verre remplis d'eau et recouverts des matériaux examinés. Si  $t_1$  est le temps mis par le ballon nu à passer de  $T^\circ$  à  $(T-5)^\circ$ , et  $t_2$  le temps correspondant à la même chute de température, le ballon étant revêtu d'un tégument, le « coefficient d'utilité pratique » est le rapport de  $t_2$  à  $t_1$ ; la température de départ  $T$  est choisie égale à la température ambiante augmentée de  $30^\circ$ , ce qui place le ballon dans des conditions d'ambiance moyennes pour un corps humain (1). Parmi les valeurs publiées, on relève les suivantes : Peau d'agneau (avec toison), 2,66; peau de lièvre (avec poil), 2,22; couverture de laine, 1,60. Obtenus en atmosphère calme, ces résultats ne doivent pas être considérés trop rigoureusement comme « pratiques ». Il est évident que les courants de convection dus aux mouvements de l'air et surtout du corps humain (ces derniers étant beaucoup plus difficiles à étudier), influencent notablement les déperditions. Cependant ils permettent d'apprécier l'énorme supériorité des fourrures sur la couverture de laine, qui est pourtant l'un des produits textiles les plus caractéristiquement calorifuges (2). En faisant intervenir une pluie artificielle, on constate que les fourrures perdent près de 40 % de leur efficacité; l'incidence sur la couverture de laine est encore beaucoup plus considérable. Enfin, on trouve que les fourrures portées avec le poil du côté atmosphère ont un coefficient bien supérieur (15 %) aux mêmes fourrures portées avec le poil du côté corps chaud. Il y a donc lieu de profiter au maximum de l'abondance relative des fourrures, en particulier des pelages communs, tels que le lapin; de les utiliser poil à l'extérieur: en cas de pluie ou de neige, de mettre les vêtements « chauds » à l'abri des intempéries sous peine de les voir perdre leurs précieuses qualités isolantes.

(1) Certains animaux se maintiennent à une température supérieure de  $80^\circ$  à celle de l'air ambiant (lièvre blanc, renard arctique, etc.). L'homme, à peu près dépourvu de système pileux, est l'animal homéotherme le plus « froid » ( $37^\circ$ , contre  $37^\circ 7$  pour le cheval,  $39^\circ 7$  pour le mouton et le bœuf,  $40^\circ$  pour les quadrupèdes arctiques).

(2) Il y a lieu de rappeler que la fibre de laine n'est pas notablement conductrice que les autres; ses propriétés se prêtent cependant à la fabrication de fils et surtout de tissus enfermant un volume d'air particulièrement important. C'est cette couche gazeuse qui constitue principalement l'isolant. (Voir *La Science et la Vie*, n° 217, p. 27.)

# LA COURSE A LA RÉGÉNERATION PAR LES SPORTS VIENT RELAYER, EN FRANCE, LA COURSE AUX ARMEMENTS

par Charles BRACHET

**A**ux conseils de révision de 1934, sur cent Français de vingt ans, 27 furent réformés ou ajournés. Les 73 acceptés par l'armée se décomposèrent à leur tour en : 20 faibles, 33 d'une robustesse moyenne et seulement 20 réellement forts.

« Un régiment qui défile est encore plus éloquent que les chiffres. Si l'on peut résister à l'effet de masse, de pas cadencé, de tambours et de clairons, et que l'on considère *froidement* la taille, la structure, l'allure de nos « petits » soldats, on ne peut qu'être affecté de leur médiocrité corporelle... »

« Dans nos Universités, nos Facultés, nos Grandes Ecoles, les jeunes gens de l'élite intellectuelle sont aussi lamentables d'aspect : réserve faite de quelques rares sportifs pratiquants, ils sont tous décharnés ou gras, binoclards et acnéiques, sans vigueur ni santé. »

« Nous ne prêtons pas attention à cette déchéance physique parce que nous vivons au milieu d'elle. Elle frappe tous les étrangers, et c'est sans doute une des raisons pour lesquelles on estime si fréquemment que la forte France d'autrefois arrive au bout de sa glorieuse destinée... »

« Etonnons-nous ensuite devant les défilés qui nous montrent les jeunesse étrangères. Mais tâchons de faire en même temps la critique du corps. Regardons bien ces jeunes gens, grands, droits et fermes, et ayons le bon sens de nous demander comment il s'est pu faire que les dirigeants de ces peuples aient réussi, au service de l'idéal et de l'ambition patriotiques, de telles masses d'athlètes enthousiastes. »

Qui donc osait prononcer, voilà déjà sept ans, un tel réquisitoire ? Quelqu'un qui s'y connaît : le docteur Ruffier, actuellement attaché à notre Collège natio-

nal d'athlètes d'Antibes, l'un des organismes par lesquels le nouvel Etat français entend remédier au mal que nous venons de décrire.

La régénération corporelle du Français apparaît maintenant une tâche tellement ardue qu'il y faut consacrer une organisation dont l'importance ne le cède pas à celle de l'ancien ministère de l'Armement. Car les armes ne valent que par les muscles et les nerfs qui les actionnent. C'était vrai du glaive, du javelot et de l'arc aux temps où l'armée s'appelait « exercitus » et formait un véritable rassemblement d'athlètes. Ce l'est encore aujourd'hui, où le pilotage d'un avion et, plus généralement, la manœuvre de tout engin moderne exige un équilibre neuro-musculaire qui ne va plus sans l'endurance physique. La course à la régénération va donc se substituer à la course aux armements, mais, s'il faut quelques mois pour construire une machine, *il faut vingt ans pour faire un homme*.

Quelle doctrine, quelle méthode, quels moyens techniques met-on en œuvre dès aujourd'hui pour atteindre à cette éducation physique nationale et à son entretien par les sports ?

## Un précédent historique : Comment Ling reconstitua la race de Gustave-Adolphe

Le problème n'est pas nouveau. D'autres peuples l'ont éprouvé et résolu dans des circonstances strictement analogues aux nôtres.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, les Suédois actuellement si magnifiques, étaient, comme nous aujourd'hui (allons-y du mot franc et sportif), des « mal-fichus ». C'était la rançon d'une série de guerres qui, par Gustave-Adolphe, Charles XII et Bernadotte, le lieutenant de Napoléon,

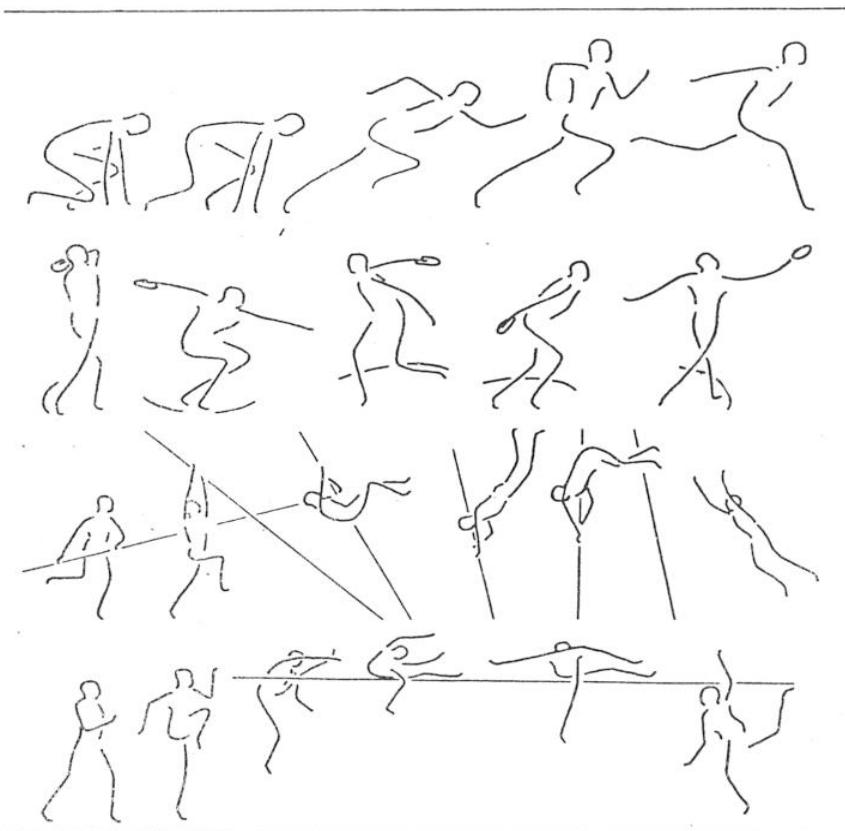


FIG. 1. — QUELQUES EXEMPLES DES « SCHÉMAS » AU MOYEN DESQUELS LES MONITEURS EXPLIQUENT LES DIVERS MOUVEMENTS A LEURS ÉLÈVES

(1) Quelques-unes des positions prises par le corps dans son élan pour la course. La première des cinq figures montre l'athlète attendant le signal du départ; la dernière montre l'homme en possession de son régime de course. Ces figures « ponctuent » d'une façon très espacée un chapelet réel figuré par une vingtaine de transitions graduées. (2) Cinq positions choisies dans le lancer du disque. (3) Six positions (également très espacées) du saut à la perche entre l'instant du départ et celui de la retombée au sol. (4) Le saut en hauteur. On remarquera la simplicité géométrique de ces schémas, obtenus d'après une étude minutieuse de films cinématographiques rapides (environ 120 clichés par seconde).

n'avaient pas cessé de dépeupler la Scandinavie depuis la guerre de Trente Ans. Le « progrès » du libre-échange étant venu s'ajouter à ces causes, l'alcool avait apporté l'euphorie qui, sous l'illusion d'un réchauffement intérieur, dissuade de réagir contre le climat, cependant vivifiant, des neiges. Grâce à quoi s'était insinuée la tuberculose, singulièrement avide des larges mais plates poitrines nordiques.

L'état physique n'était donc pas brillant chez les descendants des Goths et des Wikings, lorsque apparut l'apôtre Ling qui décida de remettre les choses en place. Ling ? Qui est-ce Ling ?

Un grand bonhomme, dans le genre de Pasteur : le fondateur d'une science qu'on pourrait appeler « d'hominiculture », c'est-à-dire la culture physique rationnelle de l'être humain.

Comme celui de tout pionnier d'une science nouvelle, le génie de Ling s'est manifesté par l'invention d'une méthode. *La science ne commence*, en effet, *qu'avec la méthode*, puisque, quel que soit son domaine, elle ne fait jamais que prolonger une activité déjà « pratiquée » de longue date. Les « exercices » physiques, nous l'avons indiqué, sont étymologiquement aussi vieux que les armées romaines, les premières en date par leur « méthode » militaire, elle-même directement reliée au « pentathlon » des olympiades — bien que les jeux du stade grec aient dégénéré lorsqu'ils passèrent au cirque romain.

Mais les gladiateurs étaient, eux aussi, des athlètes méthodiquement et sévèrement entraînés. En sorte que l'arme trucidante — outil manuel à but utilitaire — militarisait simplement cette culture physique que les Grecs avaient haussé (comme bien d'autres choses) au niveau d'un pur idéal. C'est donc bien, finalement, pour réparer la dégénérescence infligée à son peuple par « l'art militaire » meurtrier, au double sens, des individus et de leur culture naturelle, que Ling reprenait à son compte la méthode « analytique » des Grecs. Qu'est-ce à dire ?

### La machine humaine, ensemble coordonné

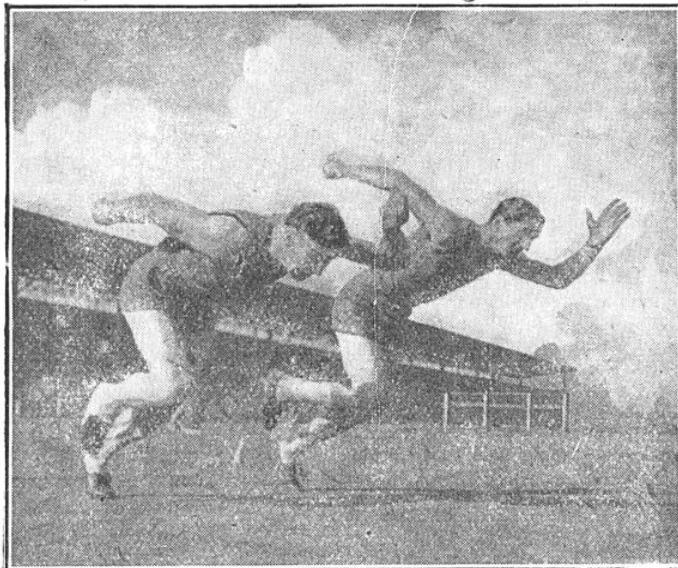
Contemplez par exemple un « discobole » en action. De quoi s'agit-il ? De lancer un disque le plus loin possible ? Sans doute. Mais n'était que cela, une fronde ferait beaucoup mieux que le bras. Or, ici, le bras n'est que « l'organe de transmission » de la machine globale, le corps. Dans cette machine appliquée au « lancer », les « organes-moteurs » commencent véritablement aux cuisses et c'est par le torse et l'épaule qu'ils réalisent le geste final. Les organes-moteurs à leur tour ne seraient que trompe-l'œil si on ne les concevait en dépendance étroite avec le cœur et les poumons.

Ainsi, voilà la machine humaine en action.

« Implantée » au sol, sa forme, sa structure, sa physiologie ne font qu'un bloc. Analysez autant d'actes précis que celui-ci, dont est capable la machine humaine, et vous arrivez à cette conclusion que toute son activité naturelle repose en fin de compte sur ses jambes. D'où résulte que le premier des « jeux » athlétiques est la course. Le dernier, c'est-à-dire le plus artificiel, en sera naturellement celui qui utilise des agrès (anneaux, trapèze, barre fixe) destinés à fournir au corps *un point d'appui manuel*, laissant les jambes hors du jeu.

Entre ces « cas-limites », le plus naturel et le plus artificiel, « l'analyste », a le champ libre pour « isoler » tous les efforts, toutes les positions qu'il jugera convenables. Il inventera de la sorte autant « d'exercices », consistant à mettre hors du circuit général telle ou telle partie de la machine, à *fixer* certains de ses « segments » musculaires, pour en mieux *mobiliser* d'autres.

Par cette voie « analytique », une méthode de culture se trouve donc inaugurée — si l'on prétend perfectionner la machine humaine en « pièces détachées ». A commencer par celle de Descartes, toute méthode débute en effet par l'analyse. C'est le mérite de Ling d'avoir été, aux temps modernes, le Descartes de la culture ainsi comprise.



T W 13282

FIG. 2. — UN DÉPART DE COURSE DE VITESSE

Cette photographie est une illustration saisissante de la correction des mouvements de l'athlète au travail. Le lecteur identifiera aisément les positions instantanées de ces deux hommes avec le schéma n° 3 de la première série (course) de la figure précédente.

Les résultats pratiques obtenus par son école n'ont cessé de s'amplifier. Il existe, grâce à lui, une méthode « suédoise » qui fit le tour du monde et fut longtemps la seule, mais qui, devenue maintenant la chose de tous, n'a pas manqué d'évoluer.

D'autant que l'analyse ne figure jamais qu'une seule des deux directions scientifiques. Il fallait donc s'attendre à voir surgir la méthode « synthétique », non pour renverser, mais pour reviser et, en tout cas, « récapituler » les résultats de la précédente. Résultats qui doivent nécessairement converger sur la culture « d'ensemble » du corps humain.

Et c'est là précisément la raison profonde de l'avènement, au début du XX<sup>e</sup> siècle, de la fameuse méthode dite « naturelle » du lieutenant de vaisseau Georges Hébert, qui remit en honneur les sept fameux « verbes-commandements » de la nature : *marcher, courir, sauter, grimper, nager, lancer, combattre* — auxquels sont venus s'adjointre, depuis : lever, porter, ramper et... l'art de marcher à quatre pattes ou « quadrupédie ».

De Ling à Hébert tient, par conséquent, en un siècle, la gestation de toute culture rationnelle complète, prise sous ses deux aspects scientifiques inséparables : l'analyse et la synthèse.

### L'œuvre de l'Anglais Thomas Arnold

Avant de montrer comment la « réaction » hébertiste fut nécessitée par *l'excès d'analyse* entraînant une spécialisation qui avait fini par tout sacrifier aux résultats spectaculaires, disons quelques mots du mouvement propre de « culture synthétique » qui prit naissance en Angleterre parallèlement aux travaux de Ling.

Ce n'est pas l'Angleterre, certes, qui eut jamais à souffrir d'une dégénérescence par décimation guerrière. Ce n'est donc pas par « besoin », mais par goût national du jeu, goût naturel chez un peuple détaché, grâce à son insularité, de la fameuse lutte pour la vie, que Thomas Arnold devint, aux environs de 1850, le premier professeur savant de la culture physique britannique.

Nous prendrons comme exemples types des « jeux athlétiques » britanniques, le rugby et la boxe.

Connaissez-vous la « shoule » ? C'est un vieux jeu paysan qui se jouait en France, entre villageois de deux paroisses contiguës. Une balle de cuir bourrée de crin était lancée par l'un des deux camps vers l'autre, qui la renvoyait, en manière de refus. A moins que, par convention inverse, le jeu ne consistât à la conquérir. Ceci posé, toute la population ingambe, adultes des deux sexes, adolescents et gamins, participait à la partie. Ce furent là les premières « équipes » — si l'on peut dire — de ce que nous appelons aujourd'hui, grâce à Thomas Arnold, le football.

Arnold sut réglementer, « méthodiser » — le mot revient encore, même en Angleterre — un jeu né en France, au temps de l'Ancien Régime, où la conscription était aussi « inconcevable » chez nous que dans l'Angleterre de Victoria. Il serait aisément d'exposer comment la conscription napoléonienne fut une cause directe d'oubli pour le jeu de la « shoule » (et pour d'autres exercices populaires qui sont devenus parfois des danses du folklore provincial, tandis que le jeu de boules provençal et celui des quilles restaient d'authentiques exercices de « lancer »). Bisons-nous à constater que, de par son oisiveté militaire, l'Angleterre pouvait reprendre et maintenir, comme jeu discipliné d'une élite, l'un de nos plus vieux jeux coutumiers villageois, tombés en

désuétude faute de joueurs occupés ailleurs.

Ce fut donc le mérite de Thomas Arnold que d'organiser, entre « collèges », grâce au premier défi lancé par sa fameuse « grande pension », le jeu de football qui, de plus en plus réglementé, devint l'actuel *rugby* aux équipes minutieusement stylées, avec ses arbitres et ses reprises : les mi-temps.

Tel fut, avec la grande pension d'Arnold, le début des compétitions, des « matches », accompagnés de leurs inséparables « paris » — l'argent demeurant la suprême récompense chez le sportif d'outre-Manche comme chez celui d'outre-Atlantique. Notre « longue-paume » devint, pareillement, le « tennis ». Et le « cricket » lui-même a des origines françaises. Mais la caserne impériale ne comportait aucun de ces exercices de culture spontanée, donc « synthétiques » *a priori*.

Quant à la *boxe*, elle était, chez nous, le jeu naturel des manants ayant à régler des conflits... insolubles. Les gens d'épée ne connaissaient, eux, que le duel. L'Allemagne, bourgeoise mais déjà sensible au prestige militaire, avait trouvé ce moyen terme pour sa jeunesse : le duel au sabre avec protection réglementée par le masque. Solution hybride qui favorisait cependant l'agilité musculaire au même titre que l'escrime au fleuret moucheté, mais éliminant toute... nonchalance. Il y allait du sang. Mais, l'Anglais, pour ses affaires d'honneur, érige en « noble art » notre « jeu de vilains », et le pugilat, le « combattre », dernier terme de la synthèse hébertiste, précède de la sorte, en tant que « jeu » (matches et paris, au total : *game*), la culture analytique, par où il fallait cependant commencer.

### Et la France, qu'a-t-elle fait depuis cent ans?

Le rôle de la France, dans cette gestation de la culture physique moderne, est loin d'avoir été nul.

Militarisée la première, notre jeunesse tendit nécessairement à accorder la primauté aux moyens les plus artificiels, c'est-à-dire à la *gymnastique aux agrès*.

Cette gymnastique est, en effet, le jeu par excellence de la caserne. Et quand Napoléon occupe tout l'Occident européen, comme il place en garnison, de Dantzig à Burgos, de jeunes recrues encore à l'instruction, afin de mieux dispo-

ser des vétérans pour les batailles, ces jeunes conscrits font merveille à la barre fixe, aux parallèles et même à des agrès improvisés. Ils épaten volontiers le civil « occupé ». L'Allemand comme l'Espagnol se prennent d'émulation avec eux. Tant et si bien que, la défaite survenue, c'est un Allemand, Guthsmuts, et un Espagnol, le colonel Amoros, qui se trouvent figurer les deux professeurs les mieux accomplis de cette gymnastique militaire française.

Sans doute, Amoros préconise comme exercices de base la *course*, le *saut*, la *natation*, mais les agrès demeurent malgré lui le critérium sacro-saint. Et c'est l'origine de nos trop fameuses « sociétés de gymnastique » dont l'apport à la culture physique nationale équivaut approximativement à l'enrichissement de notre musique par les orphéons de village. L'effort *appliqué aux mains* accapare l'admiration, alors que le mythe d'Antée avertit depuis des siècles que toute force vient du contact des pieds avec notre mère la Terre.

Veut-on apprendre à « sauter » ? Vite on invente le « tremplin » — ce ressort ! Pourquoi pas « l'homme-boulet de canon » ? On l'a vu depuis, à la foire.

Le côté spectaculaire de la gymnastique ainsi comprise retentira, chez nous, jusqu'aux dernières années qui précédèrent cette guerre. Même en *football*, les équipes des villes — voire quelques équipes militaires — cultivaient surtout le « professionnel ». On montait des exhibitions sur le stade commun, naguère, des numéros de trapèze volant chez Barnum. Le public — le « peuple » — n'avait plus qu'à « assister », en payant, au spectacle, et, par suite, à contempler dans son fauteuil le relâchement progressif de sa ceinture abdominale. Dans ce public, du reste, les professionnels « retraités » n'étaient pas les moins obèses.

Soyons justes. Une première réaction française s'était déjà fait jour, en 1878, au cœur même de la gymnastique militaire, avec le commandant d'Argy, fon-

dateur de l'Ecole de moniteurs de Joinville. A la même époque, un physiologiste et sportif de race, le docteur La-grange, prêcha d'exemple tout en faisant *urbi et orbi* la théorie des exercices gé-



T W 13281  
FIG. 3. — UN SAUT EN HAUTEUR D'UNE REMARQUABLE CORRÉCTION

néraux. Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, La-grange préconisait le sport de l'aviron, non pas seulement à l'imitation des *teams* trop célèbres d'Oxford et de Cambridge, mais même en tant que moyen de tourisme populaire.

N'empêche que l'antagonisme demeurerait désormais latent, chez nous, entre les jeux du stade et le sport en tant qu'exercice national.

Notre « rationalisme intellectuel », une fois de plus, avait éludé le problème véritable. Ni les adjurations d'Hébert, apôtre de la culture synthétique, ni celles d'un docteur Ruffier prêchant la culture analytique par des séries d'exercices individuels bien étudiés (fussent-ils exécutés « en chambre »), rien n'y fit. En sorte que, maintenant, tout reste à créer : la méthode, l'organisation des cadres, les terrains.

### La méthode naturelle modernisée

Nous ne voulons parler ici que de la méthode, telle qu'elle est pratiquée au Collège national de Moniteurs et d'Athlè-

Et pour réaliser ce tour de force, aucun des principes et théorèmes de la mécanique rationnelle n'est à négliger. Rassurez-vous, on vous les épargnera. Mais il est bon de savoir pourquoi vous ne marchez plus, adulte, les jambes écartées comme l'enfant; pourquoi, en marchant, et, plus encore, en courant, votre torse et vos bras se balancent; pourquoi, enfin, les empreintes laissées par les deux pieds du coureur sont « en ligne » exactement comme celles du renard, muni cependant de quatre pattes. Tous ces phénomènes élémentaires accompagnant l'acte de marcher ou de courir sont relatifs au « maintien de l'équilibre », comme disent les moniteurs.

Le mécanicien porterait son attention sur le centre de gravité du corps humain, ses axes principaux d'inertie et les moments d'inertie autour de ces axes. Le centre de gravité du corps humain *normal, debout, au repos*, se trouve situé à la hauteur et un peu en avant de certaine vertèbre lombaire.

Tout geste modifie la position du centre de gravité et des axes principaux d'inertie. Il s'agit que la déformation exigée par le mouvement s'accorde du mieux possible avec le minimum de travail, pour le déplacement utile maximum.

Ni les moniteurs ni les élèves n'ont à étudier la chose de ce biais, il va sans dire. Mais les résultats auxquels ils atteignent pratiquement, *dans cet esprit*, dépassent très certainement ceux dont un mathématicien pourrait faire l'épure.

#### Du « chat de Marey » à l'athlète rationnel

Vous connaissez probablement l'histoire du chat de Marey. Certains mécaniciens de l'Académie démontraient qu'un chat était incapable de retomber sur ses pattes s'il était abandonné en chute libre sur le dos et sans aucune vitesse initiale. Cela

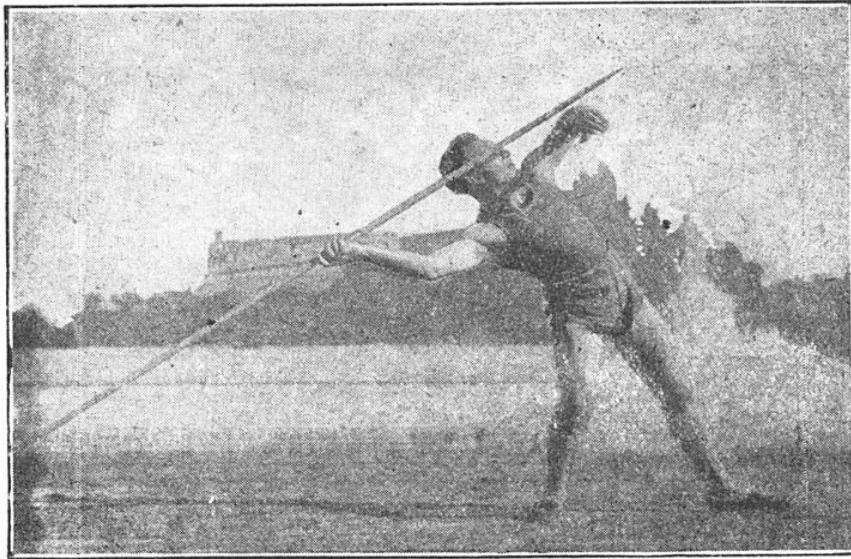


FIG. 4. — LA POSITION INITIALE DU LANCER DU JAVELOT

tes, à Antibes. C'est de là que partent, au fur et à mesure de leur formation, sous la haute direction des colonels Beau-puis et Grenet, les moniteurs et monitrices chargés de prendre en mains, dans toutes les écoles de France, la direction de la culture physique des jeunes.

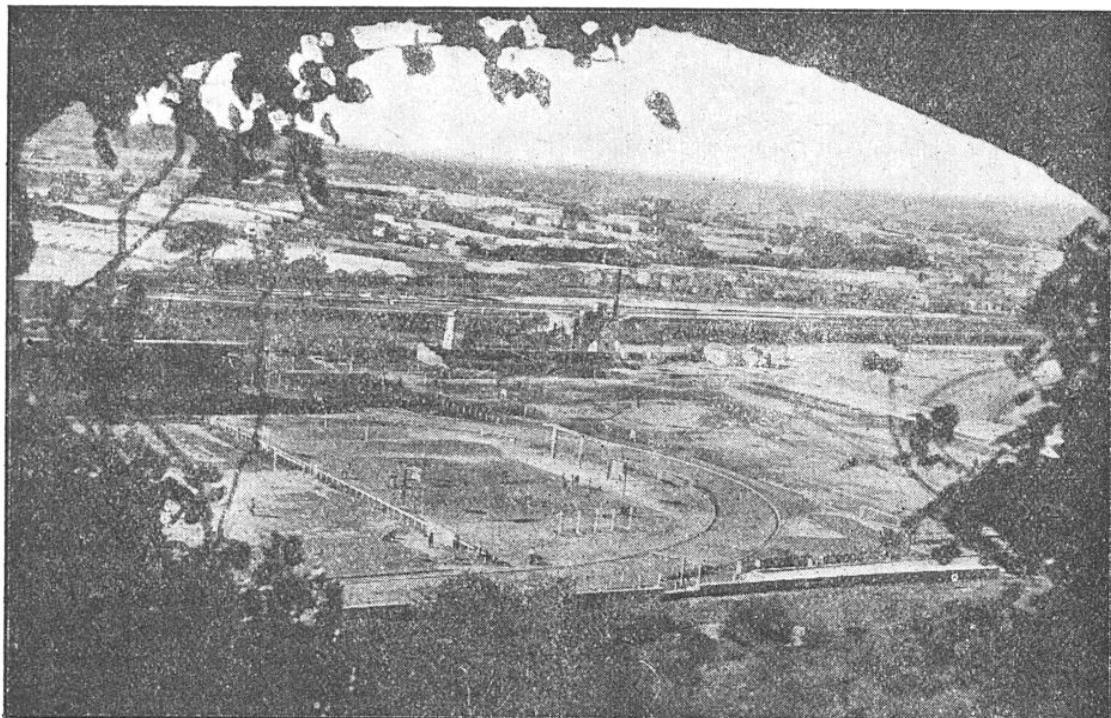
En principe, c'est la méthode naturelle d'Hébert qui est appliquée; mais il n'est pas un mouvement de la machine humaine qui ne soit d'abord analysé pour lui-même, rationnellement.

Avant de passer à l'un des 8 ou 10 mouvements naturels d'ensemble que nous avons énumérés, on fixe l'attention sur les positions relatives que prennent les diverses parties du corps (jambes, torse, etc.) au cours de ce mouvement. En sorte que toute l'éducation physique se trouve constamment dominée par l'activité du système nerveux, car après l'attention qui analyse, c'est à la volonté que l'on fait appel : à ce moment, on est prêt pour ce culte de la vie active que l'on nomme : *le sport*.

Vous croyez savoir *marcher*? Sans doute. Comme M. Jourdain connaissait la prose. Mais il s'agit de marcher « en équilibre », sous peine de fatigue inutile.

en vertu du théorème de conservation de la quantité de mouvement. Mais Marey, qui savait le contraire, fit l'expérience devant la docte assemblée : le chat retombait toujours sur ses pattes. Explication : les mécaniciens appliquaient leur théorème au chat considéré comme un ob-

déouille avec patience de longs films représentant sans se lasser *le même mouvement* au cours de plusieurs essais. Il en sort une épure scientifique de la meilleure façon de marcher, de courir, de sauter, de boxer, de pousser le ballon, qu'il soit de rugby, de football ou de basket;



T.W. 13279

FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DU STADE DU COLLÈGE D'ANTIBES, PRISE DU HAUT DU « FORT CARRÉ »

On aperçoit la piste de course, entourant les divers emplacements d'exercices spéciaux, tels que le saut et le lancer sous toutes leurs formes. Au fond, derrière les tribunes, la piste à obstacles artificiels (en construction). A droite, on aperçoit un arc de la plage marine qui rejoint le quai de nataction (masqué par le feuillage).

jet inerte. Si la trajectoire décrite par le centre de gravité est en effet immuable, en vertu d'un théorème classique de mécanique, le jeu intérieur de la musculature de l'animal lui permet des mouvements autour de son centre de gravité et en particulier d'opérer son retournement. La chronophotographie permit par la suite d'étudier le phénomène à loisir : l'animal ne pouvait modifier la trajectoire de son centre d'inertie, mais il était maître de l'orientation de ses axes d'inertie.

Cette anecdote célèbre nous explique le rôle prééminent que tient le cinématographe dans l'analyse des mouvements de la culture physique moderne. Un service spécial lui est affecté au Collège d'athlètes d'Antibes, et un dessinateur spécialisé

de lancer, le disque ou le marteau, ce qui est tout autre chose ; ou le boulet ou le javelot. Autant de techniques.

Quant aux mouvements ultrarapides, qui se succèdent dans le saut sous toutes ses formes : *en hauteur*, sans élan, avec élan et à la perche ; *en longueur*, à un temps, deux temps ou trois temps, seule la vision instantanée du cinéma pouvait faire la critique objective, utile, de l'acte athlétique.

C'est dans le saut en hauteur que l'athlète imite avec le plus de science le chat de Marey. Les déformations du corps entre le moment où le sauteur quitte le sol et celui où il retombe sont de la plus grande importance pour utiliser au mieux la trajectoire du centre de gra-

vité, le travail total dépensé se mesurant, en kilogrammètres, par le poids de l'homme appliqué à son centre de gravité que multiplie la hauteur maximum atteinte par le centre en question.

Et c'est merveille de suivre de ce point de vue les discussions savantes qui ont opposé deux écoles du saut à la perche. L'une et l'autre savent qu'il s'agit de franchir le cordon en maintenant le centre de gravité au-dessous de lui — comme ferait une épingle à cheveux franchissant un fil par un mouvement de bascule. Mais pour cela, l'une veut utiliser l'effort des biceps sur la perche; l'autre ne demande à la perche que de transporter en quelque sorte la force vive apportée par l'élan de la course. Inutile d'ajouter que c'est cette école-ci qui a raison.

Ajoutons que les techniques varient légèrement avec le type d'athlète auquel elles s'adressent. Le cinéma nous apprend par exemple que le meilleur athlète féminin doit renoncer à briller à la course : l'articulation du bassin féminin lui interdit d'obtenir, par les mouvements relatifs du torse, le même équilibre optimum que réalise aisément son frère masculin. Donc l'homme se fatigue moins que la femme, pour un même travail à la course.

#### Le stade moderne, école de l'effort et de la volonté

L'organisation rationnelle d'un stade de travail exigerait, pour être expliquée, plusieurs pages. La nature du sol, son entretien, les pistes à obstacles artificiels qui rassemblent en deux cents mètres la plupart des problèmes que l'alpiniste doit résoudre en sa matinée, tout cela, sans parler des agrès les plus classiques, on le rencontre à Antibes. Mais c'est coûteux. Aussi bien, pour l'instant, les lycées, les collèges, les camps de jeunesse, devront se contenter de terrains sommaires. « Faire ce qu'on peut avec ce qu'on a » demeure la plus sage maxime. C'est bien dans cette voie que le Commissariat général des Sports a commencé son effort en accordant 80 % de subvention à tous les aménagements provisoires.

Du reste, la culture physique d'ensemble de notre jeunesse ne saurait être, en

vertu de notre exposé initial, une course aux records, une préparation à des victoires olympiques. Celles-ci viendront, en leur temps, au petit bonheur de l'éclosion de sujets exceptionnels qui amélioreront les épreuves de vitesse de quelques dixièmes de seconde, celles de saut de quelques centimètres, etc., dans un jour de « forme » supérieure.

Cette lenteur d'ascension des records procède, ici comme pour les engins mécaniques, de la loi générale dite « exponentielle ». Autrement dit, les nombres qui mesurent ces records tendent, non certes vers une limite asymptote, nul ne pouvant la fixer d'avance, mais vers des « progrès » de plus en plus minces. Il faudra peut-être un jour installer le cinématographe ultrarapide pour l'enregistrement exact des fractions de seconde.

Les services que le cinéma peut encore rendre à l'étude scientifique des sports sont probablement loin d'être clos. Un psychologue hollandais, Buytenjick, eut l'idée d'examiner sur un film extrarapide les jeux de physionomie d'un recordman de tennis en action. Le résultat de son examen fut assez inattendu : aux instants décisifs, c'est-à-dire au moment où, devant une trajectoire imprévue de la balle, le joueur doit prendre une décision, le savant décela tous les changements de visage exprimant : l'étonnement, la reprise de possession de soi, la réflexion, le durcissement de l'attente, le crispement de la détente et... le sourire. *Le tout sur une fraction de seconde!* C'est tout le fameux problème des « réflexes » qui se trouve renouvelé par le sport de compétition. Rien n'est moins automatique que les réactions de l'athlète. C'est donc bien, par-dessus l'éducation physique neuro-musculaire, une éducation psychologique de la volonté, qui se pratique dans des « collèges » comme celui d'Antibes. Pourquoi donc les professeurs ès choses « intellectuelles » tiendraient-ils cette éducation pour secondaire? Qu'ils songent plutôt combien nos maîtres à tous, les Grecs de Périclès et de Platon, avaient raison de placer au même rang les jeux du stade et ceux de l'esprit.

Charles BRACHET.

# VERS LA DESTRUCTION DES FLOTTES MARCHANDES

par Camille ROUGERON

*Les destructions causées par les raias de surface, les sous-marins, les attaques aériennes, dans les flottes de commerce des belligérants, dépassent actuellement de beaucoup, après deux années seulement de guerre, le total atteint en 1918. Les répercussions de cette disparition progressive de leur tonnage marchand sont durement ressenties par tous les belligérants. Elles se prolongeront longtemps après la guerre. Elles sont de nature à transformer, d'une manière durable, les courants d'échanges commerciaux. De toute façon, le problème de la reconstitution des flottes marchandes européennes, en face de la concurrence d'une flotte américaine aux navires modernes et aux chantiers intacts, sera des plus difficiles à résoudre. Cette guerre pourrait entraîner la fin de la suprématie de l'Europe dans le domaine des transports maritimes, suprématie qui n'avait pas peu contribué à l'élévation du niveau de vie de ses habitants.*

**L**es belligérants ne sont pas plus d'accord sur l'évaluation des pertes en tonnage au cours de la guerre de 1939 qu'ils ne l'étaient au cours de la guerre de 1914. Mais de nombreux indices donnent à penser que la situation est déjà beaucoup plus grave qu'aux mois les plus sombres de 1917.

Comment s'explique cette aggravation ?

Du côté britannique, c'est avant tout par l'extension du conflit à des « alliés » qui n'ont plus aujourd'hui, l'U.R.S.S mise à part, une valeur militaire bien sérieuse, mais dont les marines, saisies par la Grande-Bretagne, fondent pour l'instant avec la sienne dans le même creuset. La marine norvégienne, la marine hollandaise, la marine danoise, la marine grecque étaient restées pour la plus grande part, en 1914-1918, à la disposition de leurs pays respectifs et étaient ainsi parvenues à se sauver en partie. Aujourd'hui, les flottes marchandes de ces pays, qu'elles soient tombées aux mains des autorités occupantes ou passées sous le contrôle britannique, se trouvent fort mal en point. La marine française, pour la part dont a pu se saisir notre ex-allié et qu'il accroît de temps à autre, est exposée aux mêmes dangers : les chiffres officiels, donnés par l'amiral Darlan au printemps dernier, montrent qu'après dix-huit mois de guerre, notre situation était beaucoup plus grave qu'en 1918. Le sort de la ma-

rine russe en Baltique est fortement compromis.

Du côté de l'Axe, deux faits nouveaux expliquent des pertes beaucoup plus élevées que celles des Empires centraux en 1914-1918. L'Italie apporte à l'Allemagne l'appoint d'une marine de même importance que celle de son partenaire ; les occupations de territoire par l'Allemagne au Danemark, en Norvège, en Hollande, en Belgique, en France occupée, en Yougoslavie, en Grèce, ont été assez rapides pour que des fractions importantes de ces marines aient pu être saisies par les armées allemandes. D'autre part, l'ensemble de ce tonnage n'est pas maintenu dans les ports, où il ne serait d'ailleurs guère plus en sécurité. L'extension des opérations militaires à des théâtres très éloignés exige un tonnage marchand considérable. De nombreux navires ont certainement été coulés au cours des expéditions de Norvège, de Libye, d'Albanie, de Crète et même de Russie, qui, en 1914-1918, seraient restés à quai, sans aucun risque, à Hambourg ou à Trieste.

Jusqu'ici, deux grandes marines seulement ont pu se tenir à l'écart de ces destructions : la marine américaine et la marine japonaise. Encore la marine américaine a-t-elle subi indirectement pas mal de pertes, du fait des bateaux mis à la disposition de la Grande-Bretagne. La marine japonaise est-elle exempte de

tout risque? Que le Japon entre en conflit avec les puissances anglo-saxonnes, ou que celles-ci agissent « par personne interposée » en augmentant l'appui qu'elles donnent à la Chine, la marine marchande japonaise est exposée à de graves dangers. On ne livre pas, au titre de la loi « prêt ou bail », des centaines d'avions à grand rayon d'action aux dirigeants chinois sans que ceux-ci soient tentés de s'en servir, un jour ou l'autre, contre les transports japonais.

Dès à présent, si l'on additionne les destructions revendiquées par les différents belligérants, on atteint près de 18 millions de tonnes, sur les 69 439 000 tonnes de la statistique du Lloyd's Register au 30 juin 1939. Même si ce chiffre doit subir un certain abattement, il ne faut pas oublier qu'il ne comprend pas la plus grande partie du tonnage coulé dans les ports, achevé de détruire dans les chantiers de réparation, ou mis hors de service sur cale avant son lancement. Il est difficile d'évaluer le tonnage détruit au cours des bombardements répétés de Londres et de Hambourg, des rives de la Clyde et des chantiers allemands, hollandais ou français. Mais on peut tenir pour certain qu'il n'est pas négligeable. La situation des marines marchandes est peut-être pire encore qu'elle ne ressort des communiqués précités.

Si les hostilités durent, et si leur théâtre continue à s'étendre, on peut prévoir l'époque où toutes les marines marchandes, à l'exception de 2 à 3 millions de tonnes de bâtiments sud-américains, suédois, espagnols, portugais..., seront impliquées dans le conflit et marcheront vers une disparition rapide. Même si les hostilités devaient s'interrompre sous peu, les marines marchandes n'en auraient pas moins subi des pertes infinitésimales plus graves qu'en 1914-1918, et dont les conséquences se feront sentir longtemps après la guerre.

#### **De la pléthora à la pénurie de tonnage**

Les pertes de tonnage marchand de 1914-1918 ont été rapidement comblées dès la fin du conflit. En outre, la vitesse moyenne des navires marchands s'est relevée de plusieurs nœuds, les installations de ports ont été améliorées pour faciliter la rotation du tonnage, et le monde est entré en guerre en 1939 avec

une capacité de transport très supérieure à celle de 1914.

La pléthora de tonnage et le bon marché extraordinaire des transports maritimes permettaient les pires gaspillages.

Quelque temps avant la guerre, l'Allemagne avait conclu avec le Mandchoukouo, sur la base du troc, un achat portant sur plusieurs millions de tonnes de soja, pour se rendre indépendante de ses importations d'oléagineux de Russie ou d'Afrique. Ainsi, le plus commun des aliments — la calorie-huile a été pendant une dizaine d'années plus économique que la calorie-pain dans tout les pays d'Europe — pouvait être transporté d'un point quelconque du monde à l'autre sans grever sensiblement son prix de revient.

Le dernier cri du transport maritime était, avant 1939, le transport réfrigéré à grande vitesse. Il avait commencé par les navires bananiers à 16 ou 18 nœuds, et s'étendait aux fruits de toute espèce. On commençait à pouvoir obtenir, en quelque point du monde et en quelque saison que ce fût, telle espèce de fruit frais que l'on désirait, et l'on voyait s'organiser, du sud au nord, un vaste courant d'oranges et de grape-fruits transportés à 18 nœuds.

Ces vingt années de surproduction auront eu au moins un avantage : c'est que, même réduit des trois quarts, le tonnage en service suffira largement aux besoins essentiels de l'humanité. Quelle que soit l'intensité des destructions, nous ne sommes pas près de revenir à l'époque où seuls les métaux précieux et les épices pouvaient nous parvenir au travers des océans.

#### **L'adaptation des échanges à la destruction du tonnage**

Les maladies les plus graves ne sont pas toujours mortelles, on peut s'en tirer avec quelques amputations d'organes qu'on croyait essentiels. On vit avec quelques membres en moins, avec un seul poumon ou un seul rein, avec une fraction de poumon ou de rein. Les échanges se stabilisent sur un niveau plus bas.

La contraction des échanges commerciaux est par elle-même le plus efficace remède qui soit à la menace aérienne contre les navires marchands, les ports, les chantiers de construction. Elle correspond à un processus général des opérations militaires chaque fois que la puis-

sance des deux adversaires n'est pas assez différente pour que l'un puisse rapidement remporter un succès décisif. C'est, dans les opérations terrestres, l'explication dite « du point mort de l'offensive ». Au début, l'assaillant remporte des succès brillants; son adversaire est contraint à des abandons graves. Mais les lignes de communication du premier s'allongent à mesure que celles de son adversaire diminuent. L'un se rapproche de ses bases; l'autre s'en éloigne. Les difficultés de transport de l'attaque augmentent quand celles de la défense s'atténuent.

N'est-ce pas le même phénomène qui joue déjà depuis près d'un an? Qui aurait pensé, en septembre 1939, que, moins d'un an plus tard, l'Allemagne aurait besoin de faire rentrer ses navires de commerce, et, l'hiver suivant, de mettre en chantier des pétroliers? Du côté britannique, chaque coup nouveau réduit à la fois les possibilités de transport et les besoins. La difficulté des convois en Méditerranée a beaucoup hâté la séparation des deux fronts, le front occidental alimenté par la Grande-Bretagne et l'Amérique du Nord, le front du Moyen-Orient alimenté par l'Australie et les possessions britanniques de l'Océan Indien. Le convoi du Cap est le seul lien, fragile, qui subsiste entre les deux théâtres d'opérations. Que les pertes de tonnage ou l'avance sur Gibraltar en rendent le maintien difficile, et la Grande-Bretagne se limitera au convoi d'Halifax. Que les pertes continuent, et les transports de

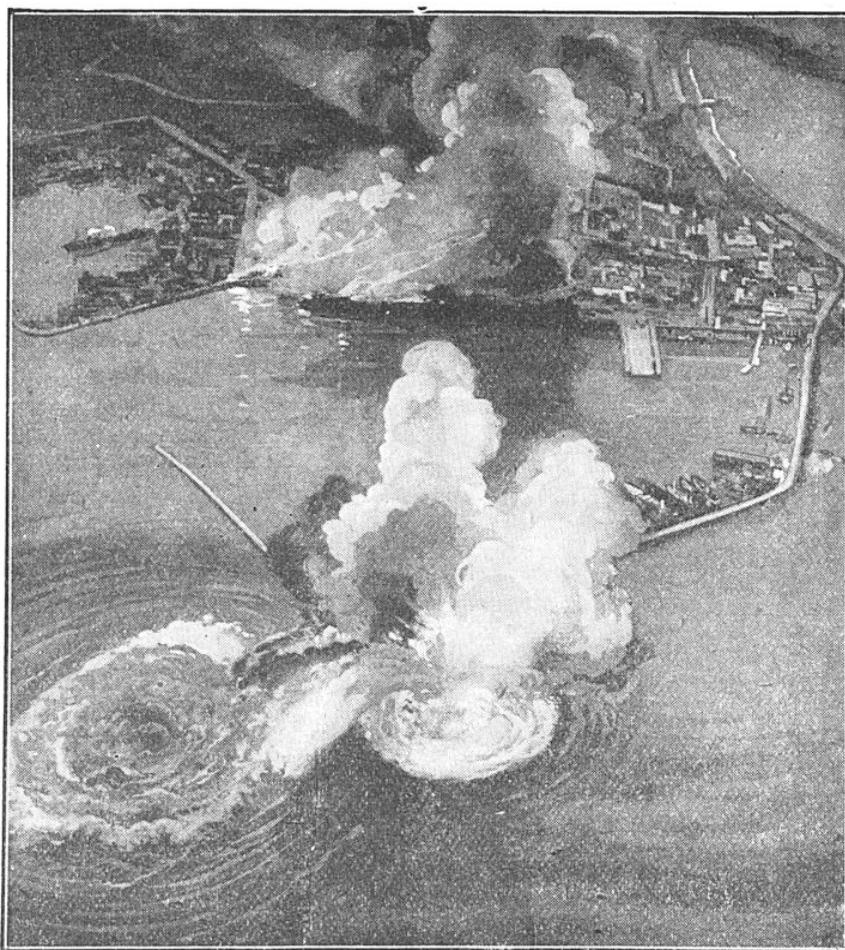


FIG. 1. — BOMBES DE « STUKAS » TOMBANT SUR LE PORT DU PIRÉE (ATHÈNES) LORS DU REMBARQUEMENT DU CORPS EXPÉDITIONNAIRE ANGLAIS EN GRÈCE

vivres et de matières premières ou de produits semi-ouvrés diminuent, en même temps que l'on envoie main-d'œuvre et outillage au Canada; n'a-t-on pas déjà commencé pour l'outillage récupéré dans les usines détruites que l'on renonce à reconstruire sur place? Au taux où tomberont alors les importations, les moyens de transport intérieurs suffiront, sans exiger les convois côtiers si dangereux sur les côtes Est. A la limite, la Grande-Bretagne et les possessions britanniques du Moyen-Orient ne seront plus que des positions avancées où l'on se bornera à envoyer, d'Amérique, d'Australie et d'Inde, la nourriture et le matériel indispensables aux effectifs combattants qui les tiendront. L'économie possible en moyens de transport devient alors énorme. Sait-on que la France, qui absorba chaque année, pendant toute la guerre de 1914-

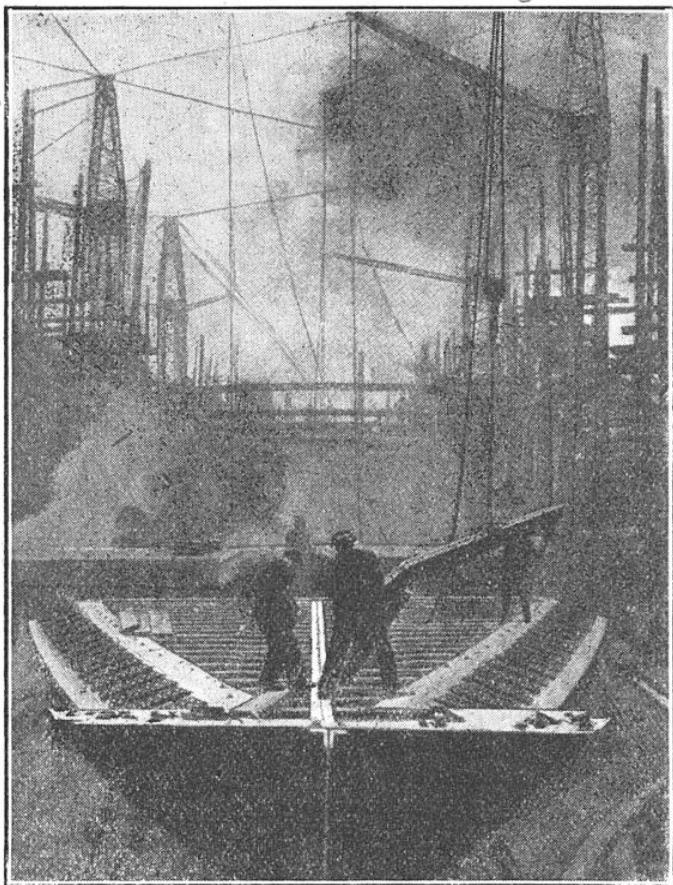


FIG. 2. — VUE D'UN CHANTIER DE CONSTRUCTION NAVIDE ANGLAIS

1918, des dizaines de millions de tonnes de charbon ou de minerai importées, sans compter les quantités équivalentes extraites de son sol, n'envoyait guère, en moyenne, qu'un million de tonnes de munitions aux armées?

A mesure que diminueront le nombre des lignes de communication et la fréquence des convois, les facilités que trouve l'attaque à leur destruction s'en trouveront réduites d'autant.

Actuellement, toute escadrille de sous-marins partant en croisière pour l'Atlantique Nord ou Sud sait que ses avions d'exploration lui indiqueront autant d'objectifs qu'il sera nécessaire pour épouser ses approvisionnements en torpilles. Tous les quadrimoteurs à grand rayon d'action qui survolent les mêmes routes rencontrent assez de navires pour vider leurs lance-bombes. Toutes les expéditions sur Liverpool y trouvent assez d'activité dans le port pour que l'expédition soit payante. La contraction des échanges diminuera le

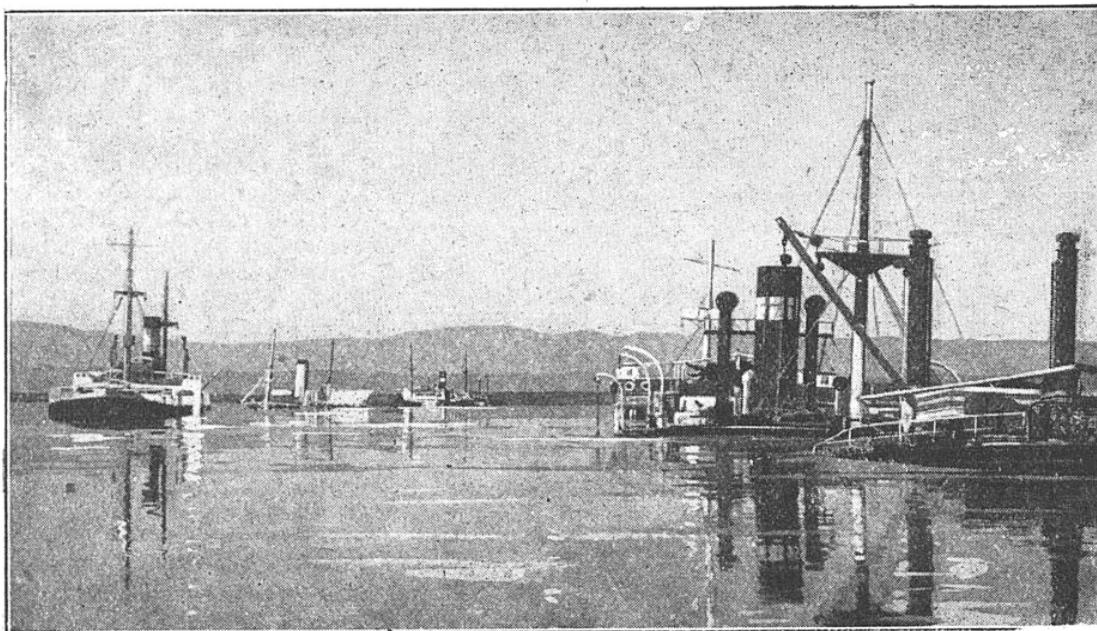
rendement des destructions. Bien des sous-marins et des avions à grand rayon d'action rentreront de croisière sans avoir rien vu, et les bombes sur Liverpool auront pour effet principal de bouleverser les épaves des navires qui joncheront le port.

Quand les trois quarts du tonnage marchand au service de la Grande-Bretagne auront disparu, et que le dernier quart sera géré avec le souci d'en perdre le moins possible, l'arrivée du convoi d'Halifax sera un de ces événements aussi exceptionnels que l'arrivée du convoi d'Amérique à l'époque où il transportait en Espagne six mois ou un an de production de métaux précieux. Des centaines d'escorteurs tendront contre les sous-marins des barrages sur cinquante kilomètres de profondeur. Une demi-douzaine de porte-avions maintiendront en permanence une centaine de chasseurs au-dessus du convoi. La R.A.F. cessera toute activité offensive pour donner, les derniers jours, son concours à la Fleet Air Arm; toute l'aviation de chasse à

grand rayon d'action basée sur l'Irlande, l'Ecosse, l'Islande, sera employée à la protection. Et tout cela n'empêchera probablement pas que sur les cinquante navires du convoi, une dizaine auront été envoyés par le fond. Mais l'affaire aura été chaude et aura coûté pas mal d'avions.

A ce taux, les chantiers navals du Canada et d'Amérique (il y aura longtemps que les chantiers de Grande-Bretagne auront renoncé à tout travail) pourront réparer les navires avariés et remplacer les navires perdus.

Le tonnage marchand finira ainsi par se stabiliser à un niveau qui dépendra de l'efficacité des méthodes d'attaque et de défense, des effectifs que l'attaque consentira à affecter à cette mission et à y consommer, de l'importance que la défense donnera aux constructions de remplacement... Quel sera ce niveau? 50 %, 25 % du tonnage du temps de paix? Il est bien difficile de faire un pronostic sérieux. Mais si les hostilités se prolongent



T W 13890

FIG. 3. — CARGOS COULÉS PAR DES BOMBARDIERS DANS UN PORT DE LA MER ROUGE

gent, la Grande-Bretagne devra sans doute envisager une transformation radicale de ses conditions d'existence, plus complète encore que celle des autres pays continentaux.

#### Les répercussions économiques

Si les conséquences militaires immédiates de la disparition des marines marchandes ne doivent pas être exagérées, on ne saurait trop porter attention aux conséquences économiques, qui comporteront un bouleversement total des conditions actuelles. Bouleversement d'ailleurs très probablement définitif, car il vise à accentuer l'indépendance industrielle des différents Etats.

L'adaptation des agriculteurs est aujourd'hui aisée et sera rapide. Le blocus continental a introduit la culture de la betterave dans les régions tempérées et détrôné ainsi la canne à sucre de son monopole. L'agriculture, aidée par la chimie, dispose aujourd'hui, sans recherches nouvelles, d'autant de plantes qu'elle peut en désirer pour introduire, sous quelque climat que ce soit, la production directe des variétés d'aliments et de textiles que l'homme peut désirer. L'évolution sera rapide; l'expérience en a été faite par le Danemark, qui n'eut besoin, le siècle dernier, que de deux ans pour se transformer de grenier à blé de la

Grande-Bretagne en fournisseur de beurre et de bacon lorsqu'il ne put supporter la concurrence des nouvelles terres à blé de Russie et d'Amérique.

Pour les cultures alimentaires, le blé ou le riz, la betterave ou la canne à sucre, suffisent à fournir à tous les hommes, quelle que soit leur latitude, les aliments hydrocarbonés qu'ils réclament. La production des oléagineux demande des transformations plus radicales; elle s'était concentrée dans les régions chaudes, à la fois en raison de la liaison entre le rendement en huile et l'insolation, et du bon marché de certaine main-d'œuvre; il faudra reprendre, dans la zone tempérée, certaines cultures abandonnées à rendement élevé, comme le colza; en introduire de nouvelles, comme le soja, le tournesol. La répartition plus uniforme de la production des aliments azotés d'origine animale exigera une révision des cultures, notamment la généralisation de la betterave, avec, comme complément d'azote végétal, les oléagineux dont il vient d'être question, dans tous les pays gros consommateurs de viandes et de laitages.

L'indépendance en matière de textiles est extrêmement facilitée aujourd'hui par la fabrication des produits artificiels, dont la base peut être la cellulose de n'importe quelle production végétale. Elle

sera complétée, dans les pays qui tiendront à s'offrir ces textiles de luxe que sont devenus le lin ou la laine, par des cultures et élevages appropriés.

Restent les productions industrielles.

mettre à la portée de tous les hommes les produits des régions les plus éloignées, il s'en faut cependant de beaucoup que la répartition de l'activité mondiale qui en résultait fût la meilleure possible.

Beaucoup de ces transports, dans une économie « planifiée », auraient pu être évités. L'exemple déjà cité du Mandchoukouo exportant des millions de tonnes de soja en Allemagne pendant que tant de régions tropicales plus voisines, de l'Inde au Sénégal, auraient pu fournir des oléagineux équivalents, est typique. Mais l'exemple le plus caractéristique est celui de l'Empire britannique qui groupe des territoires répartis par tout le globe, dont les productions sont assez variées pour être complémentaires pour

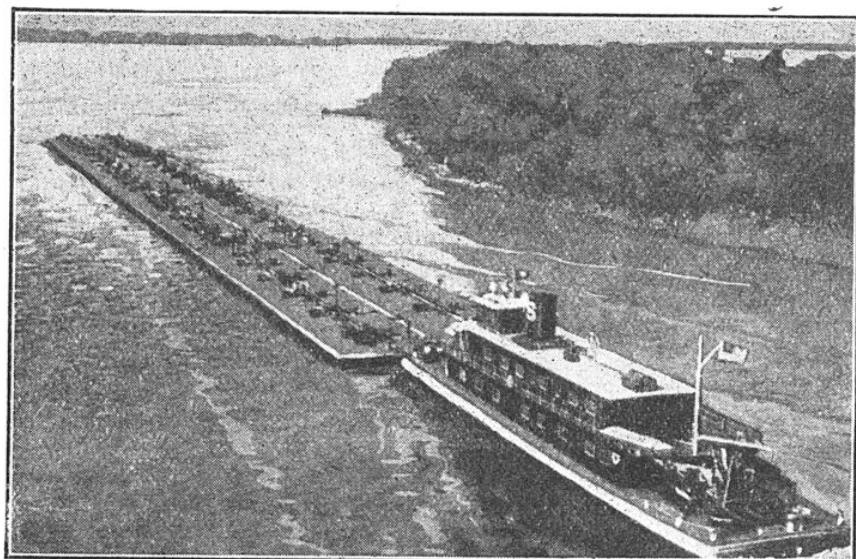


FIG. 4. — UN RÉSERVOIR FLOTTOUR REMORQUÉ DESTINÉ AU TRANSPORT DU PÉTROLE SUR LES GRANDS LACS AMÉRICAUX

*Pour le transport du pétrole entre les centres de production situés à l'ouest des Etats-Unis et les consommateurs de l'Est, on emploie sur les Grands Lacs ces réservoirs qui sont capables de transporter 16 millions de litres de pétrole, d'une construction plus simple et plus rapide que les cargos ou qu'un pipe-line, ce qui soulage d'autant les chantiers de construction américains.*

Elles seront développées partout pour de multiples raisons. Il faudra bien produire sur place ce que l'on ne peut plus importer. Mais il faudra, de même, occuper ces millions d'hommes sans emploi dont on refuse les produits du sol ; les fellahs qui ne peuvent vendre leur coton le tissieront eux-mêmes ; les innombrables mines de fer et de charbon, réparties à la surface du globe, seront mises en exploitation, sans qu'on se limite aux teneurs de 70 % ou aux couches de plusieurs mètres d'épaisseur.

Pour peu que la guerre actuelle se généralise et se prolonge, la disparition rapide des marines marchandes produira des résultats beaucoup plus complets que n'en ont donné les quelques tentatives d'autarcie pour cause financière ou militaire.

#### La transformation des courants d'échanges mondiaux

Si l'extrême bon marché des transports maritimes aboutissait, somme toute, à

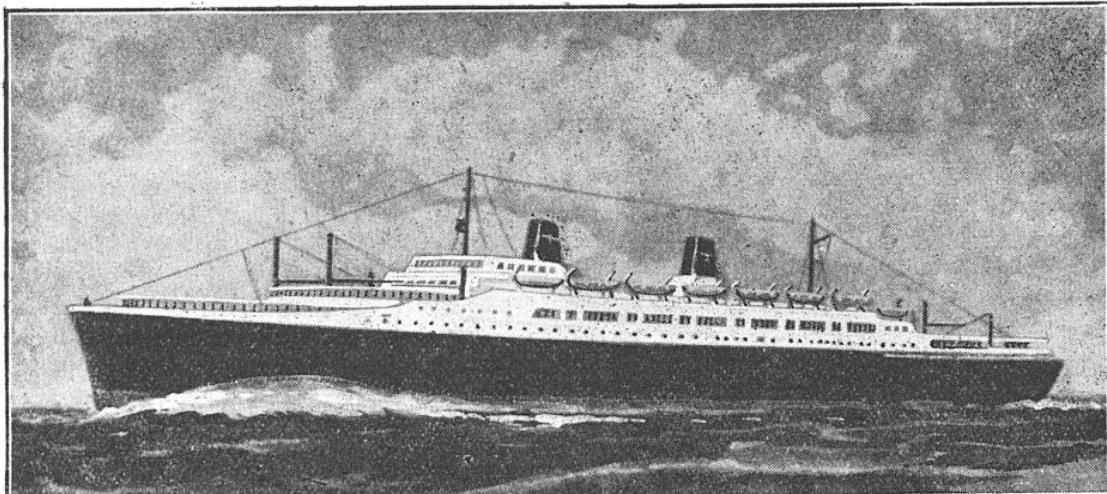
peu qu'on les oriente en ce sens. L'économie des transports maritimes facilitant les échanges entre les différentes parties de l'Empire, on pouvait, si on le désirait, diriger vers Londres tout le caoutchouc de Malaisie et le pétrole de North-Bornéo. La marine marchande japonaise, pour ravitailler les régions d'Extrême-Orient contrôlées par le Japon, devait se rabattre sur le caoutchouc et le pétrole en provenance d'Amérique du Sud.

Toutes les économies « impériales », qui rencontraient une faveur croissante, tendaient à augmenter inutilement les besoins de transport. La pénurie de tonnage allant jusqu'à une disparition presque complète obligera à remettre le problème des transports à sa juste place.

Ce sont les vastes régions, dont les Etats-Unis et l'U.R.S.S. sont les plus importantes, que la disparition du tonnage marchand touchera le moins. Les conditions de leurs productions et de leurs échanges seront peu troublées.

Les Etats-Unis et l'U.R.S.S. se trouvent dans une situation assez voisine qui, au fond, tient peut-être simplement à leur étendue. Le sous-sol est aussi riche que le sol. Ni l'un ni l'autre des deux pays n'ont besoin d'importations alimentaires, et spécialement des oléagineux dont manquent tous les autres pays de race blanche. L'un et l'autre possèdent en abon-

aider la voie ferrée. Heureusement, le réseau de navigation intérieure des Grands Lacs et des affluents du Mississippi, aux Etats-Unis; les canaux et les grands fleuves de la Caspienne et de la mer Noire, en Russie, absorbent la plus grande partie des transports intérieurs. D'ailleurs, le pipe-line peut venir en aide pour le plus important des frets en ton-



T W 13894  
FIG. 5. — PAQUEBOT TRANSPACIFIQUE AMÉRICAIN TRANSFORMABLE EN PORTE-AVIONS

*Deux navires de ce type sont destinés aux liaisons postales entre l'Amérique et le Japon. Longs de 231,5 m, larges de 29,95 m, déplaçant 35 500 tonnes, ils réaliseront une vitesse de 24 nœuds. Ces deux paquebots de luxe pourraient être, le cas échéant, transformés très rapidement en porte-avions.*

dance le pétrole, qui est, de beaucoup, la plus abondante et la plus nécessaire des importations maritimes; ils sont également riches en fer et en charbon.

Les deux pays s'étendent, en latitude, sur presque toute la zone tempérée. La Floride confine aux tropiques; l'U.R.S.S. est un peu moins avantageuse, quoique la Crimée, le Caucase et certaines régions de l'Asie Centrale permettent bien des cultures de vigne, d'agrumes, de coton... Les seuls produits manquants, vraiment importants, sont le caoutchouc et le café; ils ne réclament qu'un tonnage faible.

La rançon de l'étendue est la difficulté des transports intérieurs lorsqu'ils doivent être faits par voie de terre. C'est le cas en U.R.S.S. pour les échanges de charbon et de minerai de fer sur 2 000 km, entre le Donetz et l'Oural; ce serait le cas également, aux Etats-Unis, pour les échanges entre la côte Est et la côte Ouest si le trafic maritime par la voie cépendant lointaine de Panama ne venait

nage, et celui dont les consommateurs se trouvent le plus éloignés des producteurs, le pétrole. Son emploi sur très grande distance, liaison des centres de production avec la côte Ouest et les Grands Lacs, vient précisément d'être inauguré aux Etats-Unis pour remédier à la crise de tonnage pétrolier résultant de la guerre.

Les destructions, en U.R.S.S. et aux Etats-Unis, si ceux-ci entrent en guerre, toucheront certainement le matériel flottant de navigation intérieure. Les conséquences peuvent être très graves pour l'économie du temps de guerre. Elles sont assez faibles pour l'économie d'après-guerre; les pertes seront, en effet, beaucoup plus aisément remplacées que celles du tonnage maritime; les coques sont légères et les appareils moteurs de puissance faible et de production rapide.

Les autres pays, réduits à leurs seules ressources, ne peuvent se suffire que

d'une manière très imparfaite. A mesure que les destructions de tonnage se feront plus importantes, il leur faudra donc transformer leurs cultures, leurs productions et leurs échanges pour s'adapter à la situation nouvelle, qui menace de durer pendant de longues années.

Le remède naturel est l'échange entre voisins. Combiné avec une répartition convenable des cultures, il réduirait les transports par mer à une très faible proportion de leurs chiffres d'avant-guerre.

Pour être viable, toute économie à base maritime devra grouper, dans un secteur d'étendue aussi faible que possible, des territoires en zone tempérée, des territoires en zone tropicale, et des centres de production de pétrole.

Les territoires en zone tempérée, comme en zone tropicale, produiront sur place la plus grande partie des produits alimentaires sans exiger aucun transport. Ce sera le blé et la betterave dans les premiers, le riz et la canne à sucre dans les seconds. En zone tempérée, la production alimentaire spécialisée sera le bétail; en zone tropicale, les oléagineux. L'échange principal d'ordre alimentaire sera donc un courant d'oléagineux de l'équateur vers les pôles, apportant à la fois l'huile pour l'homme et les tourteaux azotés pour le bétail, et des pôles vers l'équateur un courant de viande fritgorifiée et de laitages.

L'importance des textiles est, aujourd'hui, bien diminuée, avec la généralisation des textiles artificiels. Mais l'assortiment convenable de territoires sous différentes latitudes permettra les échanges de lin, de coton et de la laine produite dans les régions de moindre fertilité consacrées à l'élevage du mouton.

En dehors de ces échanges de produits alimentaires, l'association zone tempérée-zone tropicale est essentielle, d'une part pour quelques productions du sol dont le caoutchouc est la principale (café, quinine, vanille...), d'autre part pour la production des objets manufacturés les moins lourds et qui incorporent le plus de main-d'œuvre. Il n'y a aucune raison de persister de faire, à grands frais, du caoutchouc synthétique à partir du charbon, ni d'installer sous 45° à l'ombre des bureaux d'études de mécanique et des fabriques de machines de précision. Mais on peut parfaitement développer sur place l'industrie textile ou la grosse métallurgie, comme on l'a fait dans l'Inde.

Les centres de production de pétrole seront l'appoint indispensable de toute économie nouvelle. Les autres ressources du sous-sol se trouvent en quantité suffisante, dès que l'on veut faire de l'autarcie, sur quelques millions de kilomètres carrés. Mais on ne saurait, à la longue, se passer de pétrole aujourd'hui. On remarquera d'ailleurs que la réduction considérable des transports maritimes en diminuera beaucoup la consommation.

Les distributions qui correspondent à ces conditions ne sont pas très variées.

L'« Eurafrique », si l'on en excluait l'U.R.S.S., avait un gros défaut, le manque de pétrole. L'incorporation de Bakou et de Mossoul résoudrait la question. L'aménagement de l'Afrique pour la production de coton, caoutchouc, café..., ne présente aucune difficulté; il est déjà commencé. Mais il faut remarquer que, de tous les groupements géographiques possibles, l'Eurafrique est le plus désavantage pour les communications, dont la longueur tient à l'existence d'une zone désertique nord-africaine.

L'Amérique, Nord et Sud réunis, a tout en surabondance, le pétrole comme le reste; la seule difficulté, provisoire, est l'insuffisance de production de caoutchouc. Mais les régions qui se prêtent à la culture de l'hévéa, au Brésil, ne manquent pas; là aussi, l'aménagement est déjà commencé. L'Amérique devra évidemment réduire son excès général de production agricole autrefois exporté en Europe occidentale, car l'Europe, complétée par l'incorporation des régions agricoles les plus riches de la Russie d'Europe, peut se passer aisément d'importations agricoles.

Les difficultés les plus sérieuses commencent en Extrême-Orient et dans l'océan Indien. Deux tendances opposées s'y affrontent, l'une à direction anglo-saxonne, l'autre à direction japonaise.

Précisément, pour remédier à la crise des transports maritimes, la Grande-Bretagne vient de tenter d'organiser en économie fermée l'ensemble des possessions impériales en bordure de l'océan Indien, complétées par les Indes néerlandaises. Le groupement est bien pourvu en pétrole; il souffre d'une surabondance de territoires tropicaux, et d'une insuffisance de territoires tempérés. Ce n'est pas très grave du point de vue alimentaire où les échanges ne sont pas indis-

pensables ; l'industrie lourde et textile de l'Inde, légèrement développée, suffirait d'ailleurs à la consommation des pays en bordure de l'océan Indien. La difficulté est le placement de l'excès de productions tropicales (caoutchouc...) en échange d'un complément d'objets manufacturés ; elle est résolue, pour l'instant, par l'intervention des Etats-Unis qui achètent la production agricole des Indes néerlandaises et sont en mesure de fournir toute la production industrielle demandée. Cet échange correspond d'ailleurs à un tonnage relativement faible.

Le Japon essaie, par son expansion vers les mers du Sud, d'imposer une autre solution. « L'ordre nouveau » en Extrême-Orient, limité au Japon et à la Chine, n'est pas viable ; il manque de régions tropicales, et surtout de pétrole. L'adhésion de l'Indochine fournit la plus indispensable des productions tropicales, le caoutchouc. Mais le pétrole ne peut venir que de l'Insulinde, à laquelle le Japon s'offre à fournir en échange tous les produits manufacturés. De l'Insulinde au Japon, l'Extrême-Orient serait le groupement le mieux desservi par la faible distance des pays constituants.

### L'avenir des transports maritimes

Il ne faut pas se faire grande illusion sur la possibilité de reconstruire un monde en s'imposant comme règle la réduction au minimum des transports, comme on le fait lorsqu'on étudie les plans d'une usine en vue d'une circulation méthodique des matériaux de construction et des produits ouvrés. Mais, aujourd'hui, ce principe se trouve d'accord avec les nécessités de la conduite des opérations militaires (si même il n'explique pas la plupart de ces opérations) et avec l'état dans lequel la guerre laissera vraisemblablement le monde. Quand une organisation de guerre, étendue au monde entier, aura fait ses preuves pendant quelques années, et que la paix se fera sans navires ni chantiers navals, les solutions jugées provisoires risquent de durer longtemps, lorsqu'elles donneront des échanges acceptables avec cinq ou dix fois moins de tonnage que les autres.

La quasi-disparition des marines marchandes serait probablement le facteur le plus agissant de la création d'un ordre nouveau, si les hostilités continuaient longtemps encore.

Si elles se terminent à bref délai, le

bouleversement complet dans l'économie mondiale et les transports maritimes n'aurait pas le temps de survenir. Mais les pertes déjà subies, et la durée de reconstruction des chantiers détruits avant qu'ils puissent produire des navires à nouveau, n'en auraient pas moins des conséquences nombreuses.

La plus importante est le transfert aux Etats-Unis d'une part énorme des flottes marchandes européennes. Transfert indirect assurément, par la voie de la destruction de quelques dizaines de millions de tonnes, et de leur reconstruction à la cadence de quatre à six millions de tonnes chaque année sur les chantiers américains (1). Mais le résultat n'en serait pas moins exactement le même. L'Europe détenait, et utilisait d'ailleurs en grande partie pour ses besoins, plus des deux tiers du tonnage mondial ; ce seront dorénavant les Etats-Unis qui prendront sa place.

Il y aura là un moyen de pression extrêmement fort aux mains de l'Amérique. Ce tonnage, nouvellement construit, aura une avance suffisante pour se trouver amorti sur les transports à haut tarif qui précéderont ou suivront immédiatement la fin des hostilités. Il sera très difficile à concurrencer par des constructions issues de chantiers qui devront commencer par se reconstruire et s'amortir eux-mêmes. Ces constructions en série se feront au milieu d'une crise générale, mais temporaire, de sous-production que suivra, comme toujours, quelques années plus tard, la crise de surproduction. Les principaux dispensateurs de crédits se trouveront être les possesseurs de ces flottes amorties ; ne contrôleront-ils pas l'emploi que l'on voudra faire de leurs capitaux chez ceux qui s'aviseront de les utiliser pour leur faire concurrence ? Il faudra à l'Europe beaucoup d'obstination et de volonté d'indépendance pour essayer de reconquérir dans de telles conditions sa primauté d'autrefois dans le commerce maritime.

Camille ROUGERON.

(1) D'après une déclaration de l'amiral Land, président de la Commission maritime des Etats-Unis, 1 153 nouveaux navires jaugeant 12 500 000 tonnes entreront en service entre le 1<sup>er</sup> juillet 1941 et la fin de l'année 1943.

N. D. L. R. — La photographie fig. 5 nous a été aimablement communiquée par le *Journal de la Marine Marchande*.

# LA GUERRE GERMANO-RUSSE

(1<sup>er</sup> octobre - 1<sup>er</sup> novembre 1941)

par XXX

*Tandis que le mois de septembre 1941 a vu les combats pour Léningrad atteindre leur maximum d'intensité, le fait dominant du mois d'octobre a été la bataille de Moscou. Le groupe d'armées russes du centre, le seul qui fût encore en état de passer à l'attaque, bousculé par une offensive allemande, a été en partie détruit et refoulé aux portes de Moscou, tandis que dans le sud on assistait à la chute du bassin du Donetz et de la Crimée, et au nord à l'échec des tentatives effectuées par la garnison de Léningrad pour dégager la ville.*

**L**e mois d'octobre, presque tout entier, a été employé par les armées allemandes du front oriental à effectuer une puissante offensive, au centre du théâtre d'opérations russe, contre les troupes du maréchal Timochenko qui, au cours du mois précédent, avaient multiplié leurs contre-attaques au sud de Smolensk et dans la région sud-ouest de Briansk. Deux manœuvres conjuguées de double enveloppement, entamées le 2 octobre, ont permis au groupe d'armées du maréchal von Bock, notamment renforcé, d'encercler des effectifs rouges considérables dans la région de Viazma et dans celle de Briansk.

Puis, à partir du 10 octobre, les masses mécaniques allemandes se sont reportées en avant et ont engagé une autre bataille contre les forces soviétiques établies autour de Moscou.

Pendant que cette opération principale se déroulait au centre de la région industrielle de la Grande Russie, l'extrême droite du dispositif des envahisseurs a poursuivi sa progression au nord de la mer d'Azov. Deux armées soviétiques ont été encerclées au nord de Berdiansk, par des forces roumaines et allemandes. Au cours de l'exploitation qui a suivi ce succès, des éléments alliés ont longé le littoral de la mer d'Azov, en direction de Rostov, et ont pénétré dans le bassin du Donetz, enlevant Stalino, puis Karkov.

Le siège de Léningrad a continué pendant tout le mois, gardant un caractère d'extrême violence. L'île de Dagoë, sur la côte d'Estonie, a été conquise le 21.

En Carélie soviétique, les Finlandais

se sont emparés de Petrozavodsk, au début du mois.

Odessa, attaquée par une armée roumaine, renforcée par des troupes techniques allemandes, est tombée le 16 octobre.

Dès le milieu du mois, le corps de bataille soviétique se trouvait en partie dissocié. Les trois groupes d'armées rouges étaient séparés les uns des autres : celui du nord était investi dans Léningrad ; celui du centre, grossi par des renforts venus des provinces orientales, se resserrait autour de Moscou ; les débris de celui de droite ne formaient plus que des tronçons répartis de Rostov au Donetz supérieur.

## La situation au début d'octobre

La discréption gardée par les deux partis, au sujet des emplacements et des mouvements de leurs troupes, pendant le mois de septembre, sur toute la partie du théâtre d'opérations s'étendant du plateau de Valdai au nord de Kiev, ne permet de définir qu'avec une approximation très large le tracé du front antérieur au déclenchement de l'offensive, c'est-à-dire la base de départ de celle-ci.

Il semble qu'après l'échec de la contre-offensive russe, datant du milieu de septembre, au sud du lac Ilmen, la droite du groupe d'armées du maréchal von Leeb se soit avancée jusqu'aux collines du Valdai.

Sur le haut Dnieper, les troupes du maréchal Timochenko ont effectué, pendant tout le courant de septembre, des contre-attaques violentes et répétées, qui leur ont permis de progresser à l'ouest

de Ielna. Elles ont ainsi creusé une poche accentuée au sud de Smolensk. De même, après les vaines tentatives faites par la gauche de ce même groupe d'armées pour refouler les forces adverses qui franchissaient la moyenne Desna, tournant Kiev par le nord, des masses soviétiques importantes sont restées concentrées autour de Briansk, formant, là aussi, un saillant bien marqué.

la ligne du Svir, entre les lacs Ladoga et Onega, tandis que les Allemands étaient déployés devant la ligne de défense extérieure de la grande cité, depuis la côte du golfe de Finlande, à l'ouest de Peterhof, jusqu'à Schlüsselbourg. A l'extrême nord, l'armée finnoise cherchait à progresser vers Mourmansk et vers Kandalachka et entourait Petrozavodsk (Petroskoï), capitale de la Carélie soviétique.

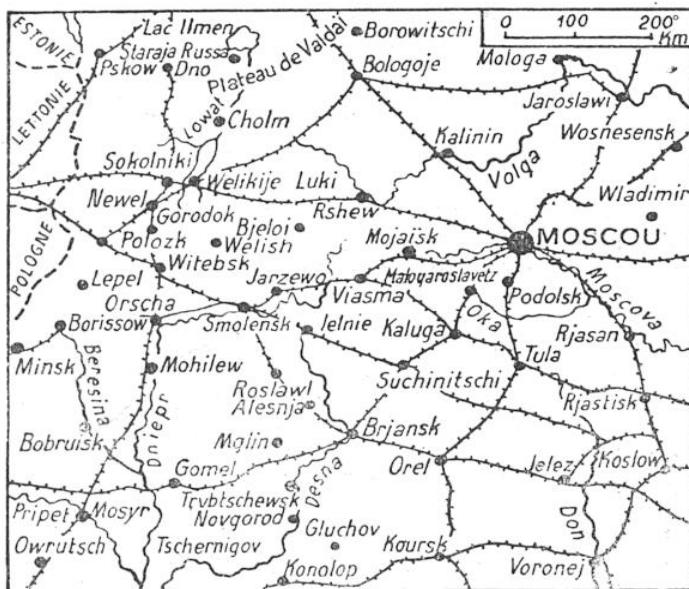


FIG. 1. — CARTE DE LA RÉGION OUEST DE MOSCOU

Ainsi, le mode de défensive adopté par le commandement soviétique et consistant en coups de boutoir incessamment renouvelés, sur le même secteur, a amené ses troupes à étendre leurs flancs, qui s'offraient aux attaques débordantes de l'assaillant.

Il semble donc que le front allemand, à peu près rectiligne entre Léningrad et le plateau de Valdaï, dessinait ensuite, de la haute Duna à la région ouest de Koursk, deux rentrants séparés par un saillant qu'on peut placer aux environs de Roslavl, à cent soixante kilomètres est de Mohilev. Plus au sud, il décrivait un vaste arc de cercle à l'ouest de Karkov et de la région du Donetz, puis rejoignait le bas Dnieper près de Dniepropetrovsk, au sommet de la boucle que forme le fleuve, dans la partie inférieure de son cours.

Autour de Léningrad, les deux adversaires étaient face à face, les Finlandais interceptant l'isthme de Carélie et tenant

### Le siège de Léningrad

Pendant tout le mois d'octobre, les Finlandais ne paraissent pas avoir fait de notables progrès, au nord de Léningrad. Les troupes allemandes laissées devant l'ancienne capitale des tsars ne semblent pas non plus avoir fait des efforts véritablement poussés à fond, pour vaincre la résistance des troupes du maréchal Vorochilov qui défendent la ville. Ce sont celles-ci, dont l'effectif se monte à un chiffre considérable, et qui sont abondamment pourvues d'avions de toutes espèces et de chars de tous tonnages, qui ont pris presque toujours l'initiative, en déclenchant à maintes reprises des réactions très violentes, qui ont provoqué des

ripostes non moins vigoureuses de la part des assiégeants, sans que des avantages bien substantiels aient été obtenus d'un côté ou de l'autre. En particulier, les détachements rouges ont effectué plusieurs fois des débarquements sur la côte à l'ouest de Léningrad, mais ces tentatives n'ont pas eu de lendemain.

En résumé, il est probable que les Allemands, qui effectuaient une opération véritablement décisive dans le secteur central et avaient dirigé de ce côté une partie des forces du maréchal von Leeb, se sont contentés de maintenir étroitement l'investissement de Léningrad, de briser toutes les tentatives de sortie de la garnison et de soumettre la ville à de sévères bombardements d'aviation et d'artillerie lourde.

La prise de l'île de Dagoë, survenue le 20, a privé la flotte russe de la Baltique d'un de ses derniers points d'appui, à l'entrée du golfe de Finlande. Un certain nombre de bâtiments, ancrés dans

les ports de Kronstadt, d'Oranienbaum et de Léningrad, sont continuellement en butte aux coups de l'artillerie lourde allemande.

### L'offensive sur Moscou

On sait, par le communiqué du Reich du 8 octobre, que la grande offensive allemande a commencé le 2. Des forces considérables ont été concentrées dans le

haute Duna, et s'avancant vers le sud-est par Rjev, ville située sur la Volga supérieure.

Une attaque centrale, partant des environs de Roslavl, et menée vraisemblablement par la gauche du groupe d'armées von Bock, a pris pour direction le milieu de l'intervalle entre Viazma et Briansk.

Au sud, après l'achèvement de la ba-

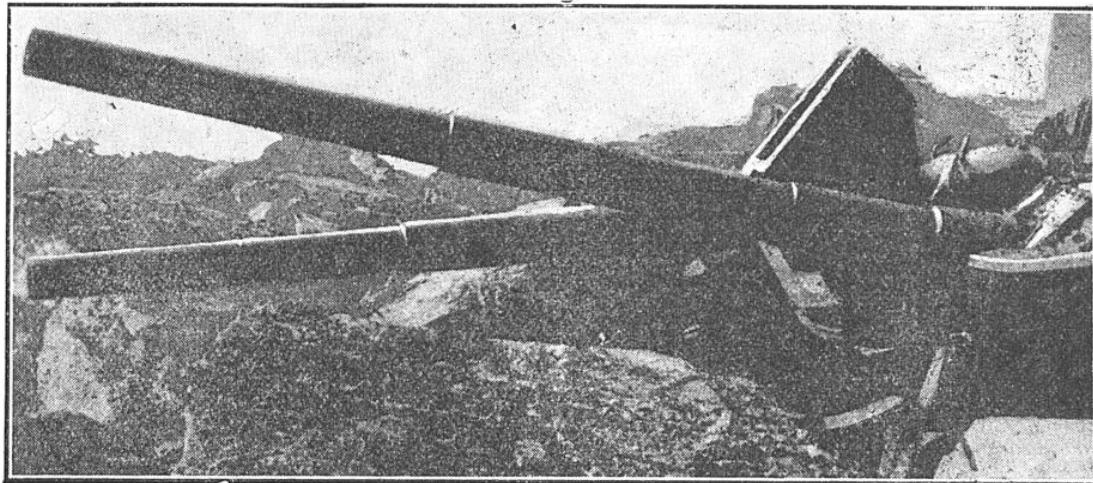


FIG. 2. — UN FORT SOVIÉTIQUE SUR UNE ILE DE LA MER BALTIQUE APRÈS UN BOMBARDEMENT AÉRIEN

secteur central, sous les ordres du maréchal von Bock, pour prendre part à cette vaste manœuvre. Quatre armées blindées et une flotte aérienne ont coopéré à la lutte.

Celle-ci a préladé par des actions aériennes qui paraissent avoir atteint une ampleur et une intensité supérieures à celles de toutes les opérations antérieures exécutées par la Luftwaffe. Les objectifs de ces destructions massives ont été l'ensemble du réseau des communications ferroviaires et routières par lesquelles les troupes des maréchaux Vorochilov, Timochenko et Boudienny reçoivent leur ravitaillement et leurs renforts. Toutes les lignes de chemin de fer et les routes qui convergent vers Moscou de l'ouest, du nord, de l'est et du sud, ont été soumises à un bombardement intense.

L'offensive terrestre a comporté deux manœuvres simultanées de double enveloppement, réalisées par trois masses d'attaque plus ou moins convergentes.

Dans la région de Viazma, la branche nord de la tenaille a été constituée par la droite du groupe d'armées von Leeb, partant du Valdaï et de la région de la

taille de Kiev, le centre et la gauche du groupe d'armées von Rundstedt se trouvaient partiellement face à Karkov et au bassin industriel du Donetz. Au lieu de se lancer contre ces importants centres économiques, dont la défense devait être alors bien peu cohérente, une notable partie de ces forces a glissé vers le nord et, avec la droite du groupe d'armées von Bock, a formé la branche sud de la double tenaille. Celle-ci s'est avancée des environs de Konotop, à cent cinquante kilomètres à l'est de Kiev, vers Orel, qui a été prise dès le 3.

L'attaque centrale, après avoir pénétré à l'ouest de Kalouga, a dû s'épanouir, pour réaliser la jonction, au nord et au sud, avec les deux masses de manœuvre extrêmes. A la suite de cette triple progression, des forces rouges considérables ont été encerclées dans les régions de Viazma et de Briansk. Elles ont fait les efforts les plus énergiques pour rompre la ceinture de fer qui les emprisonnait. Des contre-attaques en formations compactes et profondes se sont succédé pendant plusieurs jours; mais toutes ces tentatives n'ont pu réussir à desserrer

l'étreinte des assaillants. Ceux-ci, pour réduire la résistance de leurs adversaires, ont employé un procédé qui avait déjà été signalé au sujet de la bataille de Smolensk : ils ont partagé ces énormes poches, en les découpant, si l'on peut dire, à l'aide de colonnes blindées et motorisées s'enfonçant comme des coins dans les zones investies.

Le D.N.B. a décrit la forme tragique

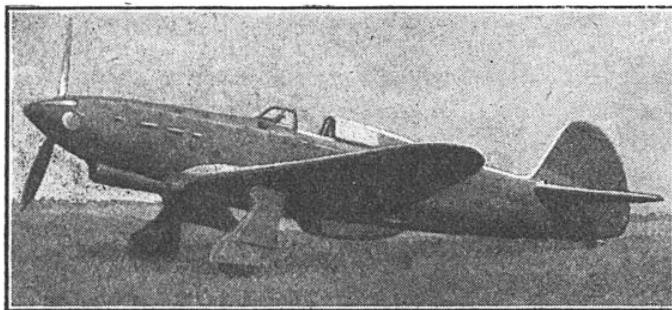


FIG. 3. — AVION DE CHASSE SOVIÉTIQUE DU TYPE I-26

*Les chasseurs I-26 sont des appareils très modernes, mais qui ne sont présents qu'en très faibles quantités dans les forces aériennes russes. Ils sont équipés de moteurs à refroidissement par liquide et possèdent un train d'atterrissement éclipsable dans la partie médiane de l'aile. Leur armement comprend seulement deux mitrailleuses synchronisées pour le tir à travers l'hélice, disposées au-dessus du moteur.*

qu'a pris alors la lutte. L'artillerie lourde allemande concentrat des feux intenses contre les forêts où s'étaient réfugiés les débris des divisions dispersées. Les Stukas frappaient impitoyablement tous les objectifs repérés. Puis ce ne fut plus qu'une chasse à l'homme, menée par l'infanterie assaillante, pour forcer à se rendre les isolés traqués dans les bois.

D'après le communiqué du Reich du 19 octobre, la presque totalité du groupe d'armées Timochenko, comprenant huit armées, avec soixante-sept divisions d'infanterie, six divisions de cavalerie, sept divisions blindées et six brigades blindées aurait été anéantie.

Dès le 10 octobre, la réduction des unités battues était suffisamment assurée pour qu'une partie des forces allemandes pût entreprendre l'exploitation de ces grands succès.

A ce moment, la situation, au centre de l'immense dispositif moscovite, paraissait sérieusement compromise. Au nord, le groupe d'armées Vorochilov, qu'on évalue à plus d'un million d'hommes, était enfermé dans Léningrad. La région

de Moscou a été transformée en une immense zone fortifiée. Plusieurs ceintures d'ouvrages, sur la valeur desquels les renseignements manquent, entourent la capitale. Celle-ci paraît occupée par une garnison importante, capable d'opposer à l'assiégeant une résistance obstinée. Elle est, semble-t-il, renforcée quotidiennement par des réserves venues de Sibérie. Mais toutes ces troupes sont pratiquement séparées du reste du corps de bataille; elles ne communiquent que du côté de l'est avec les parties orientales de l'U.R.S.S.

Le 10, une nouvelle manœuvre allemande a commencé. Dès ce jour-là, le communiqué officiel annonçait que Viazma et Briansk étaient largement dépassées. Cette opération, dirigée contre les forces rouges qui défendent les abords de la capitale, comporte une attaque de front, ayant sensiblement pour axe l'autostrade Smolensk-Moscou, et deux attaques enveloppantes, progressant respectivement au nord par Kalinin et au sud par Kalouga. Ces

deux villes sont tombées aux mains des assaillants le 13.

A la date du 25 octobre, les Russes résistaient toujours à l'est de Kalinin et dans la région de Toula, mais le communiqué allemand du 23 a annoncé que les troupes du maréchal von Bock avaient réussi à percer sur un large front les défenses extérieures de la capitale soviétique à l'ouest et au sud-ouest, c'est-à-dire dans la région de Borodino et dans celle de Malo-Yaroslavetz, et que leur pointe s'était avancée à soixante kilomètres de la grande cité.

#### La conquête du bassin du Donetz

Après la destruction du gros des forces du maréchal Boudienny, à l'est de Kiev, et la prise de Poltava, le groupe d'armées du maréchal von Rundstedt a maintenu d'abord son centre immobile, face à Karkov et au bassin du Donetz. Tandis que sa gauche, comme on l'a vu, obliquait vers le nord-est pour prendre part à l'opération principale, à l'ouest de Moscou, sa droite, comportant une armée allemande et des forces roumaines, slovaques, hongroises et italiennes, s'est

portée en avant, le long du littoral de la mer d'Azov.

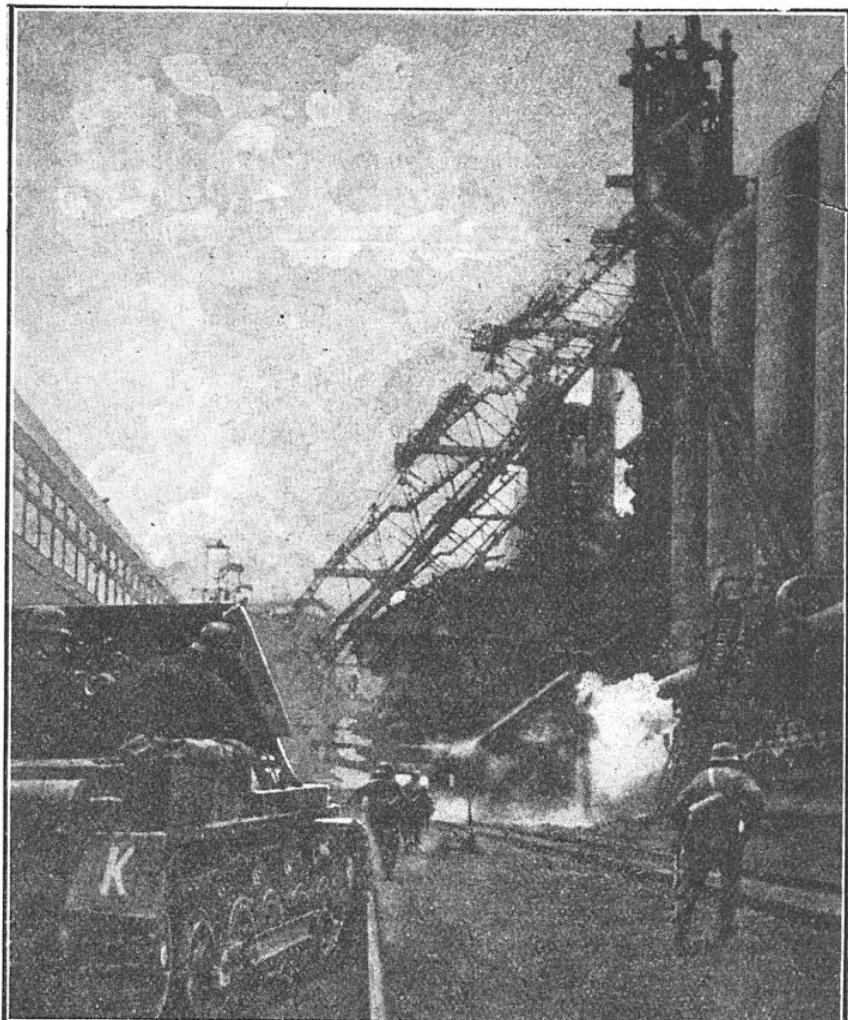
Des troupes, appartenant à la droite du maréchal Boudienny, étaient restées accrochées au delà de la partie extrême de la boucle du Dnieper, de Dniepropetrovsk à Saporoschje. En aval, d'autres fractions s'étendaient jusqu'à Borislawl. Enfin, plus au sud, deux armées russes se trouvaient entre la boucle du Dnieper et la côte, aux environs de Melitopol.

Des forces alliées, comprenant l'armée allemande Manstein et l'armée roumaine Dimistresco, ont forcé le passage du Dnieper à Borislawl et rejeté les éléments soviétiques qui tenaient en cet endroit le cours du fleuve.

Les gros des 9<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> armées soviétiques ont alors contre-attaqué vers l'ouest, en direction du bas Dnieper. Une sérieuse bataille s'est engagée dans la région de Melitopol.

Le 5 octobre, le groupement blindé du général von Kleist, venant des environs de Dniepropetrovsk, menaça le flanc droit et les derrières des armées rouges qui se mirent en retraite. Elles rétrogradèrent vers l'est, poursuivies directement par les forces germano-roumaines, et toujours pressées au nord par les formations mécaniques allemandes, qui parvinrent à les tourner complètement.

Le 8 octobre, enfin, une section rapide de S.S., appartenant aux troupes de poursuite, perça la ligne ennemie et s'avanza, en suivant la côte de la mer



T W 13936  
FIG. 4. — UNE OPÉRATION DE NETTOYAGE DANS LA RÉGION INDUSTRIELLE DE L'UKRAINE

d'Azov, jusqu'à Berdiansk, où elle fit sa jonction avec le groupement von Kleist. Les deux armées soviétiques, complètement encerclées, furent peu après anéanties.

A la suite de ce succès, les alliés continuèrent à s'avancer en direction de Rostov. Mariupol fut atteinte le 9 et Taganrog fut prise le 18 par un détachement de S.S.

C'est seulement après que l'aile droite allemande eut débordé par le sud du bassin du Donetz, que les contingents slovaques, hongrois et italiens s'avancèrent de front contre cette zone si importante pour l'économie soviétique. Le groupe d'armées Boudienny, après les pertes considérables qu'il a subies dans les deux

batailles de Kiev et de Berdiansk, paraît séparé en plusieurs tronçons, répartis entre Rostov et le haut Donetz. Il n'est plus en état d'opposer aux assaillants une résistance cohérente et solide. Aussi les troupes alliées ont-elles pu progresser rapidement, et sans combats sérieux, dans la région industrielle de l'Ukraine

l'aviation allemande, et il est vraisemblable que les combats de rue qui ont amené la chute de la ville n'étaient que des combats d'arrière-garde destinés à protéger ce rembarquement. Cette évacuation d'un des plus grands ports de la mer Noire, auquel le gouvernement soviétique tenait pour des raisons de prestige, a sans doute été décidée pour deux raisons : tout d'abord l'action retardatrice exercée par la garnison d'Odessa était devenue négligeable depuis que la ville était largement dépassée par l'avance allemande en Ukraine, et le commandement soviétique avait un besoin urgent de ses troupes d'élite pour appuyer d'autres secteurs, en Ukraine et en Crimée.

### La campagne de Crimée

Pendant tout le mois d'octobre, en effet, malgré la sobriété des communiqués émanant de ce secteur, l'attaque contre la Crimée, qui avait débuté dans les derniers jours du mois de septembre d'une façon analogue à l'offensive du printemps 1941 contre la Crète, s'est poursuivie sans aucune espèce d'interruption. Mais ici la

défense contre les attaques de l'infanterie de l'air, des parachutistes et des planeurs semble avoir été plus efficace, puisque ce n'est qu'au bout de trois semaines de combats d'un acharnement extrême qu'une attaque frontale, effectuée avec l'appui d'importants éléments blindés, est parvenue à franchir l'isthme de Perekop. A partir de ce moment, la situation a évolué avec rapidité et au 1<sup>er</sup> novembre les troupes allemandes et alliées avaient largement pénétré en Crimée. La conquête totale de la Crimée mettra les Allemands en possession du port de Sébastopol, de l'important centre minier de Kertch, qui fournissait une grande partie du minerai de fer des industries du Donetz, et leur permettra de menacer le Caucase à la fois par le nord et par le sud de la mer d'Azov.

### Conclusion

Prenant toujours pour objectifs les masses organisées soviétiques, les Alle-



FIG. 5. — LE BASSIN DU DONETS ET LA CÔTE DE LA MER NOIRE

orientale. Stalino fut prise le 20 octobre. Les Allemands sont entrés à Karkov le 24 et, le même jour, ils ont poussé jusqu'à Bjelgorod, à 75 kilomètres plus au nord.

### La chute d'Odessa

Odessa constituait le point d'appui du sud de la ligne Staline. Le grand port avait été très soigneusement fortifié. Le siège de cette place importante, poursuivi pendant deux mois, a exigé de la part de l'armée roumaine, renforcée par des formations techniques allemandes, des efforts considérables et la mise en œuvre d'une très puissante artillerie. Après avoir conquis, à la suite de multiples actions locales, une partie des défenses extérieures, les assiégeants ont lancé une attaque générale qui leur a permis de s'emparer de la ville le 16 octobre.

Les troupes de la garnison semblent avoir pu être en grande partie évacuées sur des bâtiments ancrés dans le port, malgré les bombardements violents de

mands ont, pendant le mois d'octobre, concentré des efforts extrêmement puissants contre le centre du corps de bataille russe et, en même temps, ont exploité avec énergie les importants résultats obtenus en Ukraine, au cours du mois précédent. Sans apporter encore une décision définitive, ces opérations ont, à n'en pas douter, fortement contribué à ébranler et même à disloquer le dispositif moscovite.

Les troupes de Vorochilov, enfermées dans Léningrad, ont vu échouer toutes les tentatives qu'elles ont maintes fois renouvelées pour se libérer. Il est probable que la prise de l'ancienne capitale n'est plus qu'une question de temps.

Ce qui reste des forces du maréchal Timochenko renforcées, dans des proportions difficiles à apprécier, par des renforts venus de l'est, est resserré dans la région de Moscou, et coupé du groupe d'armées du nord : il se trouve durement pressé par les attaques concentriques allemandes menées avec de très gros effectifs.

Au sud, les débris du groupe d'armées Boudienny, divisé en tronçons séparés, ne sont plus en état de défendre le bassin du Donetz, dont les villes les plus importantes sont déjà aux mains des envahisseurs, ni d'interdire la route de Rostov.

Ainsi, la situation générale du gigantesque système militaire soviétique apparaît compromise.

Cependant, des réserves existent encore en Sibérie. La nouvelle de l'arrivée de l'armée d'Extrême-Orient, maintenue jusque-là sur les frontières du Mandchoukuo, face aux Japonais, n'a pas été officiellement confirmée, mais elle n'est pas invraisemblable.

La Russie est un réservoir d'hommes à peu près inépuisable, et c'est une ressource que le commandement soviétique n'hésitera pas à utiliser au maximum. Mais une cohue sans armes n'est pas une armée moderne. Il est impossible de dire de quelles quantités de matériel dispose encore l'U.R.S.S. pour équiper de nouvelles armées. Elle procède, derrière l'Oural, à l'organisation hâtive et à l'instruction de nouvelles armées, et cette nécessité a entraîné d'importants remaniements dans le haut commandement soviétique. C'est ainsi que les maréchaux Blücher (commandant des forces d'Extrême-Orient), Vorochilov et Boudienny se consacreront désormais exclusivement à cette réorganisation, laissant le commandement des opérations : sur le front nord, au général Choukov qui prend à la fois la défense de Moscou et de Léningrad — première étape peut-être vers un commandement unique dont l'absence a déjà eu des conséquences fâcheuses — tandis que le maréchal Timochenko s'emploiera à rétablir dans le sud une situation très compromise.

Un autre facteur dont il faut tenir compte, c'est le rigoureux hiver russe qui est maintenant commencé. Il est à croire que les troupes allemandes auront beaucoup à souffrir du froid, si elles n'occupent pas des cantonnements bien établis et chauffés. Enfin, la neige et la glace gêneront certainement les mouvements des masses armées.

Un avenir prochain nous apprendra si ces circonstances favorables permettront aux Russes de retrouver plus ou moins leur équilibre, aujourd'hui chancelant

XXX.

De 1928 à 1938, la longueur des lignes aériennes exploitées commercialement dans le monde est passée de 118 000 à 406 000 km, le nombre de kilomètres parcourus dans l'année de 38 millions à 300 millions (huit fois plus), le nombre de passagers de 212 000 à 3 300 000 (quinze fois plus), le courrier transporté de 1 530 t à 25 000 t (seize fois plus), le fret de 5 250 t à 45 000 t (neuf fois plus). Il est remarquable de constater que le matériel en service a seulement un peu plus que doublé numériquement pendant la même période : 900 appareils en 1928 contre 1 980 en 1938, soit 2,2 fois plus, ce qui met en évidence les progrès accomplis en dix ans par la construction aéronautique en ce qui concerne les performances et la qualité du matériel.

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

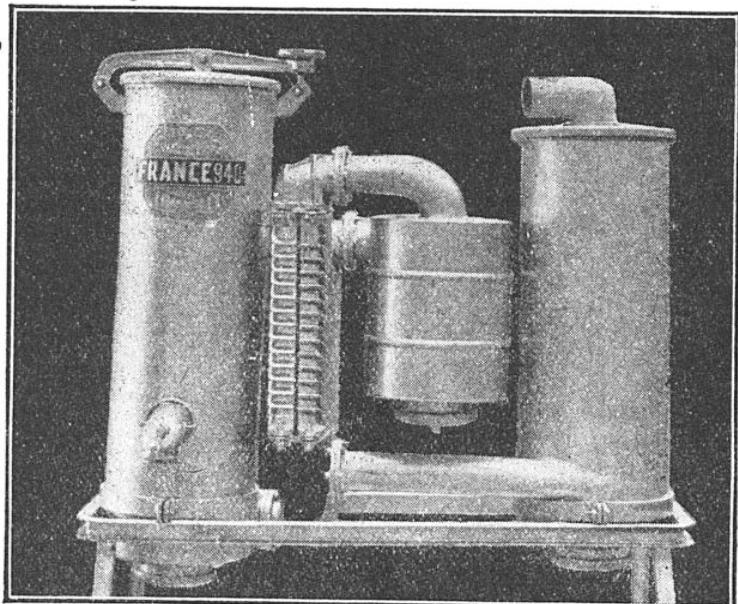
### Gazogène tous combustibles à haut rendement

Le succès du gazogène risque, il faut bien l'avouer, d'être limité par la production des combustibles nécessaires à son alimentation. Or, on sait que d'importants gisements de tourbe et de lignite sont restés inexploités en France, notamment par suite des résultats décevants qu'ils ont donné avec les gazogènes. Il n'est pas difficile de faire brûler l'anthracite, la tourbe, le lignite, le charbon de bois ou le bois dans un foyer. Il est plus délicat de préparer les gaz destinés au moteur, c'est-à-dire d'en extraire les impuretés. N'oublions pas, par exemple, que la quantité de poussières entraînées après l'épurateur ne doit pas dépasser 30 mg par kg de charbon brûlé.

Les gazogènes « France 940 » ont été précisément étudiés dans ce but.

Tout d'abord, un dispositif spécial permet de régler l'aération et la circulation de l'air dans le foyer suivant le combustible qui l'alimente.

Les organes d'épuration ont été minutieusement étudiés. Ainsi, un épurateur centrifuge comprend deux éléments : un dépoussiéreur cyclone qui arrête les plus grosses poussières ; un épurateur par barbotage dans l'eau qui enlève les impuretés telles que poussières fines, goudrons, acides divers, etc. ; un séparateur centrifuge qui



T W 13878

ENSEMBLE DU GAZOGÈNE « FRANCE 940 »

élimine les dernières impuretés et les gouttelettes d'eau. Le deuxième élément est formé par un filtre comportant deux épurations successives, l'une assurée par une couche de coke, la deuxième par une couche de liège en grains qui retient les dernières poussières impalpables ainsi que les traces d'humidité. L'épurateur centrifuge peut être employé quel que soit le combustible utilisé.

Enfin, un filtre de sécurité (obligatoire) placé avant le carburateur empêche tout retour de flamme et arrêterait les impuretés si le système épurateur cessait de fonctionner pour une cause quelconque.

Mais pour obtenir d'un moteur à gaz de gazogène le maximum de rendement, il ne suffit pas de lui fournir des gaz complètement épurés. Il faut aussi que les cylindres soient remplis avec la plus grande masse possible de ces gaz, c'est-à-dire donner à ces derniers le maximum de densité. Il faut donc les refroidir. On a préconisé, dans ce but, l'injection dans le foyer de gaz brûlés, riches en gaz carbonique. Le séparateur « France 940 » permet précisément de prélever le gaz carbonique des gaz d'échappement en laissant se dégager l'azote inerte dans l'atmosphère. Le refroidissement des gaz résulte des nouvelles réac-

tions qui ont lieu dans le gazogène, réactions qui font ressortir une économie de combustible théorique de 25 %. De plus, la diminution de volume des gaz qui en résulte permet de réduire l'encombrement des canalisations et épurateurs.

### *Pour déceler les diverses fibres textiles*

**L**e problème de la distinction des fibres textiles isolées ou entrant dans la composition d'un tissu, normalement réservé aux techniciens, est devenu d'un intérêt général par suite de la grande diversité des fibres actuellement utilisées : vendeurs et acheteurs désirent fréquemment se renseigner rapidement et avec précision sur les matériaux mis en œuvre pour la trame, la chaîne, etc. C'est un problème qui intéresse également l'industrie de la teinture, les bains devant différencier suivant les fibres (laine et viscose par exemple).

Les procédés utilisés jusqu'ici sont assez compliqués et incertains. Citons : l'épreuve du feu; l'échantillon est soumis à une flamme d'alcool. Les fils d'origine animale, à base de caséine ou d'acétate, brûlent lentement en charbonnant. Les fils végétaux brûlent rapidement avec peu de cendres. Les fibres

artificielles ne laissent pas de cendres (odeur de papier brûlé). L'épreuve à la lessive de soude (ébullition pendant 5 à 10 mn dans une lessive à 10 et 20 %) : la laine se dissout plus lentement que les soies animales. Le coton, le lin, les fibres artificielles ne se dissolvent pas. L'épreuve à l'acide sulfurique : les fibres végétales et artificielles sont détruites dans l'acide froid concentré; la laine est peu attaquée; la soie est dissoute au bout d'un certain temps.

La distinction ne peut donc se faire que par groupes de fibres, et seul un examen microscopique combiné avec l'action des divers agents peut donner un résultat précis.

Une nouvelle méthode, mise au point en Allemagne, consiste simplement à teindre l'échantillon de tissu dans une solution colorée qui donne aux diverses fibres des teintes différentes. Le tissu étant lavé dans une solution alcoolique (après avoir été décoloré s'il a été teint), on le trempe pendant 5 minutes, à froid ou à chaud suivant le tissu, dans le colorant. On égoutte, on séche l'échantillon. Avec le Néocarmine, la laine prend une teinte jaune; la soie naturelle, vieil or; la viscose, rouge violet; le coton, bleu à reflets rouges; le chanvre, bleu sombre; les soies à l'acétate, jaune verdâtre, etc. Des tableaux de teintes facilitent les recherches.

### *La sécurité des véhicules à gazogène*

**L**e développement des gazogènes à bois ou à charbon de bois, a permis, grâce à l'utilisation de carburants nationaux, de faire face partiellement à la crise mortelle qui menaçait les transports automobiles par suite de la disparition de l'essence.

En raison des circonstances, les véhicules à gazogène ont connu un afflux de constructeurs et d'usagers, et leur utilisation qui n'avait pas encore subi, pour nombre de ces derniers, l'enseignement de l'expérience, a entraîné plusieurs accidents.

Ceux-ci ne doivent pas jeter de suspicion sur les gazogènes, mais inciter les intéressés à prendre certaines précautions.

Précisément, l'URBAINE ET LA SEINE a édité une notice intitulée « Conseils pratiques de sécurité pour les véhicules à gazogène », et qui est basée sur des exemples précis d'accidents dont les causes et circonstances sont analysées pour en tirer un « enseignement de sécurité ». Cette notice est envoyée gracieusement sur simple demande adressée à l'URBAINE ET LA SEINE, 14, rue du Chaptre, NIMES (Gard), ou 39, rue Le Peletier, PARIS.

## CHEZ LES ÉDITEURS<sup>(1)</sup>

CARBURANTS ET COMBUSTIBLES DE REMplacement. Tome I : GAZOGÈNES, CARBONISATION ; tome II : UTILISATION RATION-

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par *La Science et la Vie* au reçu de la somme correspondant au prix indiqué. Un délai est à prévoir pour les volumes en provenance de la zone occupée.

NELLE DU BOIS DE CHAUFFAGE, par Tony Ballu, Professeur à l'Institut National Agronomique, Directeur de la Station d'Essais de Machines du Ministère de l'Agriculture.

— Prix : 17 fr. 50 le tome.

Pour tirer le meilleur parti des gazogènes d'une part, des appareils de chauffage au bois d'autre part, il faut les bien

connaître. C'est à cette œuvre de diffusion et de vulgarisation que s'est attaché le Professeur Tony Ballu, spécialisé depuis de longues années dans ces questions. C'est plus particulièrement aux petits usagers qu'il s'adresse, ainsi qu'aux artisans et aux mécaniciens qui n'ont pas les connaissances scientifiques ni les facilités

d'application d'un ingénieur, et c'est avec raison qu'il insiste sur les considérations d'ordre économique et de prix de revient. Cette étude spéciale des gazogènes, de la carbonisation et du chauffage faite de ce point de vue par un technicien expérimenté rendra de grands services.

NOUVEAU STATUT ÉCONOMIQUE DE LA FRANCE. Prix franco : 28 fr.

Cet ouvrage fournit l'essentiel de la nouvelle réglementation de la production et de la distribution à laquelle sont assujettis obligatoirement industriels et commerçants. A l'exception des lois organiques, qui y sont données en entier, en raison de l'intérêt qu'elles présentent pour les producteurs et distributeurs, on y trouvera seulement un court résumé des textes répartis en cinq chapitres : organisation générale de la production; activité des entreprises; législation des prix; organisation

économique de l'Empire; échanges avec les pays étrangers. Un court commentaire interprétatif de chaque texte et des renseignements pratiques faciliteront la tâche des industriels, commerçants et aussi fonctionnaires ou agents des services publics qui assurent la direction ou le contrôle de l'activité économique du pays.

LES PETITES MACHINES ÉLECTRIQUES (tome III), par *Henry Lanoy*, Ingénieur électrique, Professeur d'Electricité Industrielle. — Prix : 79 fr.

Voici le premier ouvrage technique traitant de ce petit matériel électrique qui semble secondaire, mais qui, néanmoins, ne cesse de se développer et dont les applications sont aujourd'hui innombrables. L'essor nouveau de l'automobile électrique porte à l'ordre du jour la construction des groupes convertisseurs de charge

pour accumulateurs, de même que la diffusion de la bicyclette et du vélo-moteur amène celle des petits alternateurs d'éclairage et des volants magnétiques. On y trouvera aussi décrits avec tous les détails utiles les moteurs de phonographes, les moteurs jouets, ceux des chemins de fer d'enfants, les alternateurs miniatures de lampes de poche, les moteurs de pendules et de montres, etc..., tous étudiés du point de vue antiparasite pour éviter toute gêne aux réceptions radiophoniques voisines.

PESANTEUR, ÉLECTRICITÉ, MAGNETISME, par *B. Bourbon*, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur de l'Ecole Supérieure d'Electricité. Prix franco : 32 fr. 50.

Cet ouvrage propose une explication synthétique originale des phénomènes naturels à l'aide de principes universaux simples de la mécanique.

## BULLETIN D'ABONNEMENT (292)

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

Déclare m'abonner pour } un an, au prix de .....  
} 6 mois, .....  
(tarif ci-contre) que je vous adresse par Chèque postal 184.05  
Toulouse. Le premier numéro à envoyer sera le n° .....

## TARIF DES ABONNEMENTS A "LA SCIENCE ET LA VIE"

### FRANCE ET COLONIES

Envoi simplement affranchis.....	1 an.....	60 fr.
	6 mois.....	32 fr.
Envoi recommandés.....	1 an.....	75 fr.
	6 mois.....	40 fr.

### ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : Australie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie :

Envoi simplement affranchis.....	1 an.....	120 fr.
	6 mois.....	65 fr.
Envoi recommandés.....	1 an.....	150 fr.
	6 mois.....	80 fr.

Pour les autres pays :

Envoi simplement affranchis.....	1 an.....	100 fr.
	6 mois.....	55 fr.
Envoi recommandés.....	1 an.....	130 fr.
	6 mois.....	70 fr.

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats cartes ou chèques postaux de préférence. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 2 francs en timbres-poste.

### "LA SCIENCE ET LA VIE"

Rédaction et Administration : actuellement : 22, rue Lafayette, Toulouse (H<sup>e</sup>-G.)  
Chèques Postaux : Toulouse 184.05

(Aucun envoi n'est fait contre remboursement)

IMPRIM. RÉGIONALE — TOULOUSE

LE GÉRANT : L. LESTANG.

# TRAVAILLEZ POUR VOUS ET POUR VOTRE PAYS !

Vos économies vous rapporteront  
un bel intérêt, payé d'avance,  
si vous les placez en Bons du Trésor.

En outre,

vous pourrez disposer de votre argent à tout moment,  
car les Bons du Trésor peuvent être escomptés ou ven-  
dus à des conditions qui garantissent votre prix d'achat.

Aidez à reconstruire la France, à donner à tous du travail,  
tout en sauvegardant vos intérêts personnels.

SOUSCRIVEZ AUX

# BONS DU TRÉSOR

D'année nouvelle richesse nouvelle

...VALORISEZ-VOUS PAR

**LE DESSIN FACILE**

NOUVELLE MÉTHODE MARC SAUREL PAR CORRESPONDANCE

Fruit de 26 ans d'expérience, ce cours enchanté tous ceux  
adultes ou enfants qui le suivent.  
En moins d'un an vous saurez dessiner, soit pour le plaisir,  
soit pour vous spécialiser dans les carrières passionnantes du  
dessin (Illustration, Publicité, Mode, Dessin animé de cinéma).  
Prix accessibles à tous - Conditions pour essai

**SI VOUS SAVEZ DESSINER, SUIVEZ LE COURS TECHNIQUE DE**

**LE DESSIN ANIMÉ**

POUR CINÉMA - PREMIER COURS DU GENRE EN EUROPE

D'intéressants débouchés peuvent s'offrir à vous dans ce domaine  
encore inexploité en France. Conditions pour enseignements conjugués.

**Brochure et notice de renseignements illustrées GRATUITES**

"LE DESSIN FACILE" Service S.V. 6 BANDOL (Var)





LE GÉRANT : L. LESTANG.

IMP. RÉGIONALE, TOULOUSE.