

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

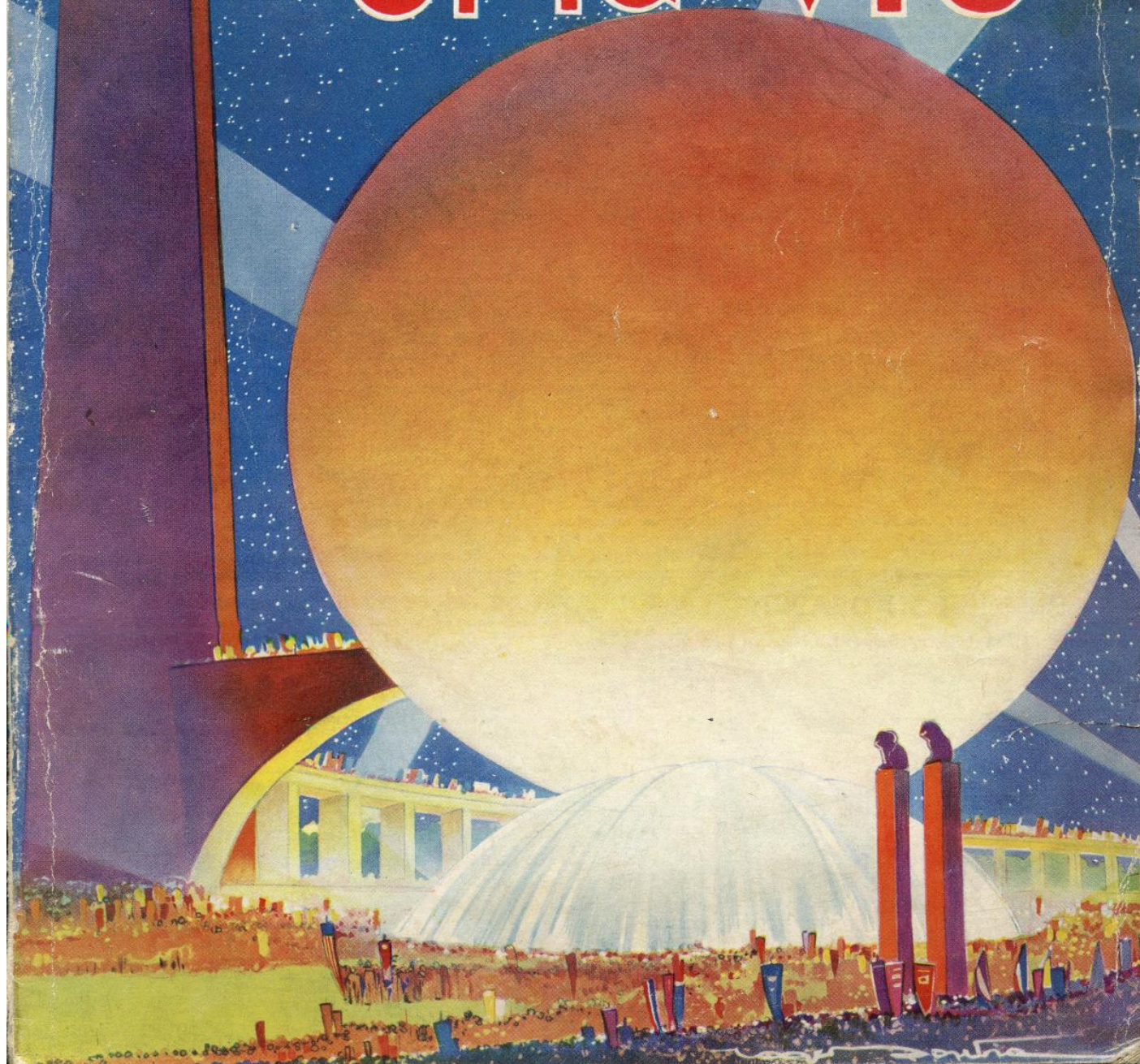
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 55. n. 264. Juin 1939
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1939
Collation	1 vol. (XXX p.-p.[413]-530) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 264
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.264

Juin 1939

5 francs

la Science et la Vie



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

Vient de paraître

UN OUVRAGE SENSATIONNEL SUR LES SCIENCES MYSTÉRIEUSES

LA GRANDE ENCYCLOPÉDIE ILLUSTRÉE DES SCIENCES OCCULTES

DEUX FORTS VOLUMES RELIÉS
ET ILLUSTRÉS, PUBLIÉS SOUS LA
DIRECTION DE D. NÉROMAN

**Astrologie - Cartomancie - Chiromancie - Graphologie
Arts divinatoires - Magnétisme - Télépathie - Sciences
psychiques - Traité des Rêves divinatoires - Géomancie
Tarots - Onomancie - Magie - Radiesthésie.**

POUR PERMETTRE A CHACUN D'ÉTABLIR SON HOROSCOPE,
DE DÉVOILER SON AVENIR ET DE DÉTERMINER SON DESTIN

LE MYSTÈRE DE NOTRE DESTINÉE. — Un grand courant nous porte vers la connaissance toujours plus approfondie du Mystère de notre Destinée. La noble science de l'Occultisme qui relie tout permet seule de répondre aux multiples questions que nous nous posons chaque jour.

LES SCIENCES OCCULTES ÉLARGISSENT TOUTES LES POSSIBILITÉS HUMAINES. — Celui qui connaît et sait utiliser les lois qui régissent la destinée humaine peut user du pouvoir qu'elles permettent d'acquiescer et peut tout en obtenir. Celui qui les subit sans les connaître, ne sachant pas guider sa vie ni dominer hommes et événements, végète au long de ses jours dans une situation difficile.

CHACUN PEUT ÊTRE MAÎTRE DE SON DESTIN. — La Grande Encyclopédie illustrée des Sciences Occultes, que nous sommes heureux de mettre à la disposition du public, est une œuvre de rénovation spirituelle grâce à laquelle vous pourrez posséder la « clé des choses cachées ». Pour l'homme évolué, le Grand Secret n'a plus sa raison d'être. Notre Encyclopédie, premier ouvrage sérieux et complet sur les Sciences Occultes, est le guide infailible qui vous permettra d'avancer sur le chemin de la connaissance et du bonheur.

UNE ŒUVRE DE CLARTÉ ET DE VÉRITÉ. — Due à la collaboration de savants et écrivains compétents et spécialisés, sous la direction de D. NÉROMAN, le célèbre occultiste et rénovateur, la Grande Encyclopédie illustrée des Sciences Occultes met tout en lumière pour faire de vous un homme clairvoyant, pouvant, sans intermédiaire, prévoir son avenir.



Reproduction réduite des 2 volumes. Format réel : 18x25 cm.

**Représentants acceptés
dans tous les départements**

APERÇU DE QUELQUES CHAPITRES DE L'OUVRAGE :

Astrologie. Historique avant et après J.-C. — Moyen âge. — Influence du Soleil, de la Lune et des Astres. — Comment dresser son propre horoscope. — **Cartomancie.** L'art de tirer les Cartes. — Réussites. — **Chiromancie.** Les fluides de la main. — L'avenir lu dans la main. — **Graphologie.** Comment connaître un caractère par la graphologie. — Comment on devient graphologue. — **Magnétisme.** Télépathie. — Séducteurs et séduction. — Magnétiseurs et guérisseurs. — Magnétisme expérimental. — **Contacts avec l'au-delà.** Les âmes. — Les possédés. — Les médiums. — Fantômes et désincarnés. — Pressentiments. — Les vivants et les morts. — **Les rêves divinatoires.** Les rêves dans l'antiquité. — Observations modernes. — Sentiments et désirs dans les rêves. — L'avenir dans les rêves. — Dictionnaire des rêves. — **Les tarots.** La divination par les tarots. — Comment consulter l'oracle et connaître l'avenir. — **Haute et basse magie.** Origine de la magie. — La lutte contre la maladie et la mort. — Prière, sacrifices. — Symbolisme. — La Kabbale. — Sorcellerie et exorcismes. — Talismans. — Envoûtements. — Alchimie. — Science et Magie. — **Géomancie.** L'avenir par la géomancie. — La divination par les figures choisies du hasard. — Intuitions. — Présages. — Procédés de divination. — **Radiesthésie.** Comment utiliser baguettes et pendules. — Réalisations merveilleuses des sourciers, etc., etc.

La « Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes » forme deux magnifiques volumes format 18x25 cm. - 1.070 pages. - 40.000 lignes de texte. Plus de 550 illustrations dont 21 hors-texte en noir et couleurs. Riche reliure originale. Livrable immédiatement. Rien à payer d'avance. 14 mois de crédit.

S. V.

BON GRATUIT

Veuillez m'adresser la brochure illustrée gratuite de 44 pages : **Mystères de notre Destinée.**

Nom

Prénoms

Adresse

Ville

Département

Découpez ce bon et envoyez-le à :

ÉDITORIAL ARGENTOR

Société Anonyme
d'Éditions

S. V.

BULLETIN DE SOUSCRIPTION DE FAVEUR

Veuillez m'adresser un exemplaire de la Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes publiée sous la direction de D. Néroman, en deux volumes reliés, illustrés, au prix de faveur de **275 fr.**, l'ouvrage complet, payable : a) par versements mensuels de 20 fr. (le premier versement au commencement du mois suivant la réception de l'ouvrage, le second de 20 fr. le mois suivant, et ainsi tous les mois jusqu'à complet paiement*). — b) Avec 3 % d'escompte en trois versements de 92 fr. 90 chacun (port et emballage compris*), le premier le mois suivant la réception de l'ouvrage. — c) Au comptant avec 6 % d'escompte, soit 270 fr. 50 (port et emballage compris), après réception de l'ouvrage*. — Il est entendu que, suivant l'usage, les frais de port fixés forfaitairement à 12 fr. sont à ma charge, ainsi que les frais d'encaissement des traites mensuelles.

(*) Biffer le mode non choisi.

Signature :

Date :

Nom Prénoms

Profession Domicile, rue

Ville Département

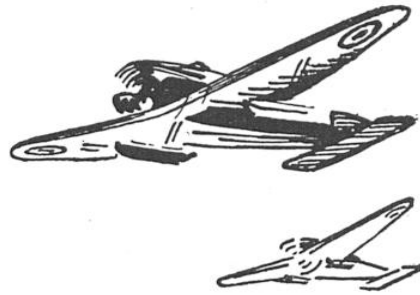
Adresse de l'emploi Par gare de

Découpez ou recopiez ce Bulletin et envoyez-le immédiatement à :

23, Bd Berthelot, MONTPELLIER

MARINE - AVIATION - T.S.F.

LES PLUS BELLES CARRIÈRES



PUBL. C. BLOCH

HENRI MOZ

L'ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME & AÉRIENNE

(Placée sous le haut patronage de l'État)

152, av. de Wagram, PARIS (17^e)

VOUS PRÉPARERA A L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE

T. S. F.

ARMÉE, MARINE, AVIATION

MARINE MILITAIRE

Aux Ecoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers) ; de Brest (Pont, Aviation, Électriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) ; à l'Ecole des Elèves-Officiers, à l'Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

MARINE MARCHANDE

Aux Brevets d'Elève-Officier, Lieutenant au long cours ; à 1^{er} Brevet d'Elève-Officier Mécanicien et d'Officiers Mécaniciens de 3^e, 2^e et 1^{re} classe ; au Brevet d'Officier Radio de la Marine Marchande.

AVIATION MILITAIRE

Aux Bourses de pilotage de l'aviation populaire ; à l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Air.

AVIATION MARITIME

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Ecoles de Sous-Officiers Pilotes et Mécaniciens.

AVIATION CIVILE

Aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur aérien ; aux emplois administratifs d'Agent technique et d'Ingénieur adjoint de l'aéronautique.

MÊME ÉCOLE A NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice
56, boulevard Impératrice-de-Russie

L'ÉLECTRICITÉ



*Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit:*

Le précis d'électrothérapie galvanique édité par l'Institut Medical Moderne du Docteur L.P. GRARD de Bruxelles et envoyé **gratuitement** à tous ceux qui en feront la demande, va vous **l'apprendre immédiatement**.

Ce superbe ouvrage médical de près de 100 pages avec gravures et illustrations et valant 20 francs, explique en termes simples et clairs la grande popularité du traitement galvanique, ses énormes avantages et sa vogue sans cesse croissante.

Il est divisé en 5 chapitres expliquant de façon très détaillée les maladies du

**Système Nerveux, de
l'Appareil Urinaire** chez l'homme et
la femme, des

**Voies Digestives et du
Système Musculaire et Locomoteur.**

A tous les malades désespérés qui ont vainement essayé les vieilles méthodes médicamenteuses si funestes pour les voies digestives, à tous ceux qui ont vu leur affection rester rebelle et résister aux traitements les plus variés, à tous ceux qui ont dépensé beaucoup d'argent pour ne rien obtenir et qui sont découragés, il est conseillé simplement de demander ce livre et de prendre connaissance des résultats obtenus par cette méthode de traitement depuis plus de 25 années.

De suite ils comprendront la raison profonde de son succès, puisque le malade a toute facilité à suivre le traitement chez lui, sans abandonner ses habitudes, son régime et ses occupations. En même temps, ils se rendront compte de la cause, de la marche, de la nature des symptômes de leur affection et de la raison pour laquelle, seule, **l'Électricité Galvanique** pourra les soulager et les guérir.

C'est une simple question de bon sens et il peut être dit en toute logique que chaque famille devrait posséder ce traité pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé. C'est du reste pourquoi tous les lecteurs de ce journal, Hommes et Femmes, Célibataires et Mariés sont engagés à en faire la demande.

C'EST GRATUIT : Ecrivez à : Institut Moderne du docteur L.-P. GRARD, 30 avenue Alexandre-Bertrand, à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.

Affranchissement pour l'Etranger : lettres 2 fr. 25, cartes 1 fr. 25.

Comment calculer facilement et avec la plus grande rapidité

COMBIEN de fois le travail quotidien exige-t-il qu'on multiplie, évalue, fractionne, divise, cherche des pourcentages, calcule des rendements, prix de revient, d'intérêts, etc. ?

Il existe de savants trucs qu'enseignent des manuels « pratiques ». Toutefois, pour opérer convenablement, il faut un sérieux entraînement et... le don.

Essayez seulement de multiplier de tête $27 \times 8,6 = ?$

On peut, certes, avoir recours au papier et au crayon — qui vous trahissent d'ailleurs — mais est-ce là réaliser du calcul rapide ? Assurément non.

En réalité, pour calculer vite et aisément, il faut simplement se servir d'une règle à calcul. Bien sûr, les personnes qui n'aiment pas les chiffres (mais qui calculent tous les jours !) vous diront qu'une telle règle présente un aspect déconcertant qui fait hésiter à s'en servir. Ce n'est là qu'une impression, démentie absolument par l'usage de la règle.

Rien de plus facile que d'y chercher des résultats d'opérations notoirement difficiles et fournis instantanément.

Reprenons pour l'exemple les chiffres donnés plus haut. Pour multiplier, placer le 1 gauche sous le nombre 27, au-dessus du 8,6 vous lisez votre résultat, soit 232,20. C'est tout. Il ne faut qu'un peu d'attention au début.

La division étant l'opération inverse, toutes combinaisons s'obtiennent immédiatement en deux ou trois coups de règle ! Comme pour le calcul suivant : 14.500 fr. prêtés à 6,75 % pendant 7 mois = ?

La règle à calcul n'est pas un instrument seulement réservé à des techniciens, mais à tous ceux qui calculent ; elle valorise leur profession.

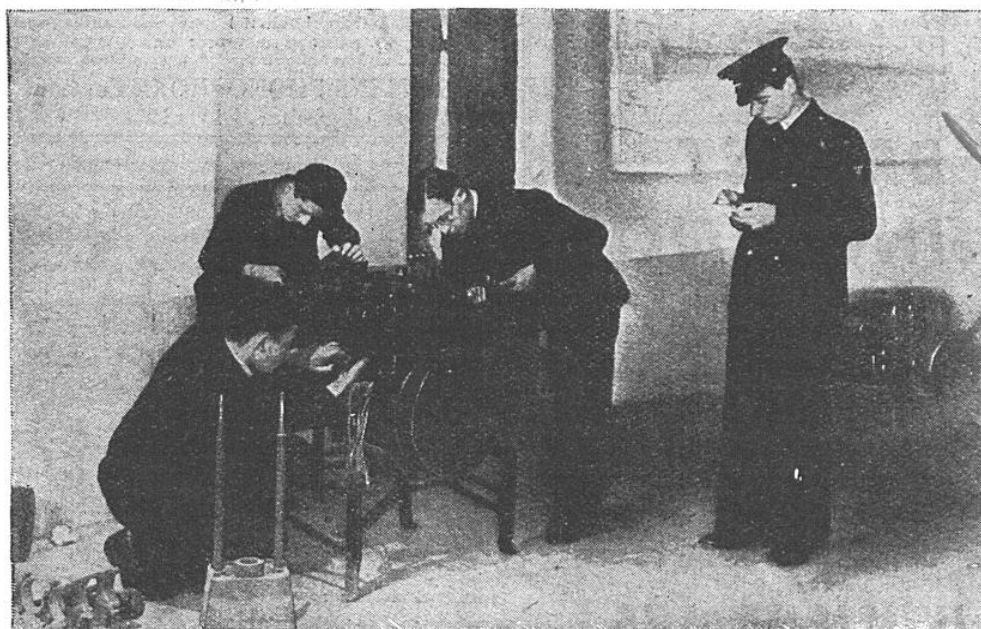
Il faut évidemment opérer sur une règle juste, et une bonne règle coûte entre 200 et 300 francs.

Cependant, il existe d'excellents modèles pour la poche, extra-plats, extrêmement précis et lisibles qui ont l'avantage de coûter six et sept fois moins cher.

Ajoutons qu'une bonne règle de ce genre doit être en celluloïd, pour être indéformable, souple et incassable.

Demandez de notre part une documentation sur l'usage des règles à calcul, qui vous sera adressée gratuitement. Ecrivez aujourd'hui même à **Règles MARC, 24, rue de Dunkerque, Paris (10^e).**

LES OFFICIERS-MÉCANICIENS DE LA MARINE MARCHANDE



ÉLÈVE-OFFICIER MÉCANICIEN SURVEILLANT LE DÉMONTAGE D'UN MOTEUR

Les officiers-mécaniciens embarqués à bord des navires sont chargés de la conduite et de l'entretien des machines du bord. Ils ont sous leurs ordres, pour la partie matérielle, un personnel d'élèves-officiers, de chauffeurs, graisseurs, ouvriers.

Ils ont le même uniforme d'officier de la marine marchande que les capitaines au long-cours et le même nombre de galons à grade égal. Lorsqu'ils ont 25 ans de service et 50 ans d'âge, les officiers-mécaniciens ont droit à une retraite. A bord, ils mangent au carré et ont une cabine personnelle.

Ils sont chefs de quart pendant leur service ; mais le chef mécanicien, en général, ne fait plus le quart. Les quarts sont de 8 heures par jour par séries de 4 heures, mais, avec la semaine de 40 heures, des permissions de compensation s'ajoutent aux 30 jours de permission annuelle.

Leurs traitements varient de 1.500 à 2.000 francs par mois au début, jusqu'à 50.000 ou 60.000 fr. par an, et même 100.000 sur les grands chalutiers, sans compter les avantages en nature : logement, nourriture, primes de charbon, etc.

Ils obtiennent, en général, avant la fin de leur carrière la Croix du Mérite maritime ou la Légion d'honneur et peuvent devenir, quand ils sont de 1^{re} classe, ingénieur-mécanicien de réserve de la Marine de guerre.

Places. — Alors que la plupart des carrières sont encombrées, il y a au contraire de nombreuses places d'officiers-mécaniciens.

L'examen peut être passé à 18 ans pour les élèves-officiers et les officiers de 2^e classe. L'épreuve d'atelier peut d'ailleurs être subie seule à partir de 17 ans et les élèves qui obtiennent le certificat d'atelier n'ont plus à passer cette épreuve. C'est donc une carrière vers laquelle les jeunes gens qui aiment la vie active, libre, les voyages, la vie assurée ainsi que le prestige d'une carrière d'officier doivent se diriger immédiatement.

IL FAUT SE PRÉPARER LE PLUS TOT POSSIBLE.

L'Ecole de Navigation maritime et d'Officiers mécaniciens vous y préparera

SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

Deux écoles **sur place**, installées avec laboratoires et ateliers, l'une à **Paris (17^e)**, 152, avenue de Wagram, l'autre à **Nice**, 56, boulevard Impératrice-de-Russie, peuvent recevoir des internes ou des externes.

Renseignements gratuits au siège de l'une ou de l'autre école. (Joindre un timbre pour réponse.)

PUBL. C. BLOCH

Une **INVENTION NOUVELLE**

est souvent une source de profits pour son auteur.

Un **BREVET d'INVENTION**

bien étudié permet seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION

**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



ENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU

**SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

PUBL. C. BLOCH

SOURDS

Pour chaque degré de surdité, un
PHONOPHORE

NOUVEAUX MODÈLES
à conduction osseuse et aérotympanique
Remboursement partiel par Assurances sociales
DÉMONSTRATIONS GRATUITES

SIEMENS PHONOPHORE Co, Service "S"
4, rue Chauchat, Paris (9^e) - PROTEIGE 93-77



- Tous tes cache nez, tes flanelles et ta
creau de brique, ça ne vaut pas la pâte Regnaud.

La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

— envoie, à titre gracieux et franco par
la poste, une boîte échantillon de

PÂTE REGNAULD

à toute personne qui lui en fait la
demande de la part de "La Science
et la Vie".

PUBL. C. BLOCH

Radiesthésie scientifique ou Radio-Désintégration

Méthode **L. TURENNE**

Ing. E.C.P., ancien professeur d. T.S.F.

Appareils sélectifs p^r l'étude de toutes ondes;
Protection contre les ondes nocives;
Recherches d'eau, de métaux, etc.

LIVRES, COURS ET LEÇONS

Envoi franco de notices explicatives

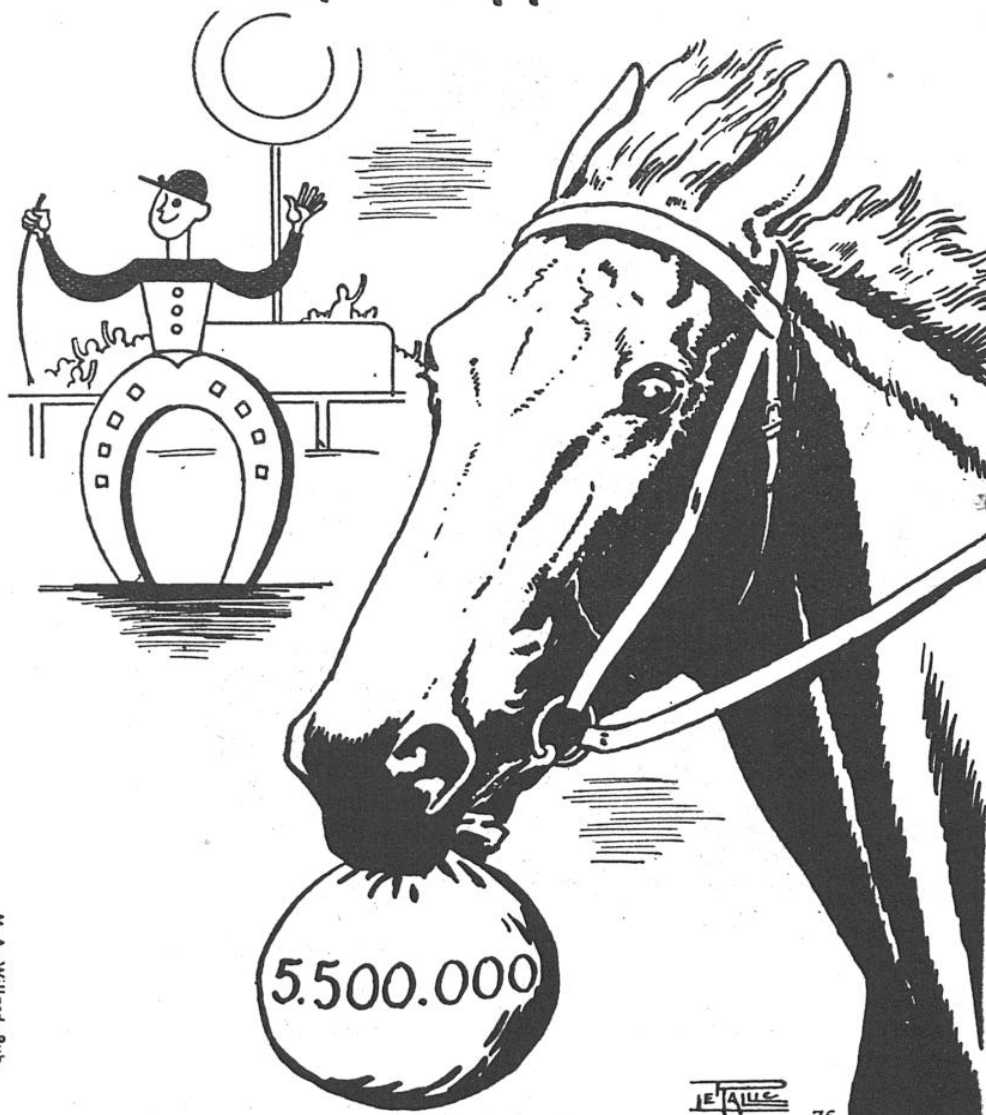
19, r. de Chazelles, Paris-17^e. T. Wag. 42-29



Triomphe!

Une production
répondant à la faveur croissante
du public consacre le triomphe de la nouvelle
PRIMAQUATRE-SPORT RENAULT
“La voiture qui double”
125 à l'heure - 11 CV d'assurance - 11 litres aux 100
Puissant servo-frein mécanique.
Vente à crédit grâce à l'intervention de la D.L.A.C., 47^{bis}, avenue Hoche - Paris

un cheval qui rapporte!!!



M.-A. Willard, Pub.

S W E E P S T A K E
D U

GRAND PRIX DE PARIS

- 90 MILLIONS DE FRANCS DE LOTS -

5.500.000 FR. AU CHEVAL GAGNANT
3.000.000 FR. AU CHEVAL CLASSÉ 2°
2.000.000 FR. AU CHEVAL CLASSÉ 3°

LOTÉRIE NATIONALE

Ce que je pense de ma Simca 8

par Charles FAROUX

La « Simca-cinq » m'a amené à la « Simca-8 » ; beaucoup d'automobilistes auront connu la même aventure.

Ce qui m'avait séduit dans la Simca-cinq, c'est son caractère utilitaire et économique. Et puis cette Simca-cinq, si peu encombrante, il s'est trouvé qu'à l'usage, elle se révélait mieux adaptée que n'importe quelle autre voiture plus importante. Un jour, j'ai fait avec elle un grand déplacement et je me souviens de ma stupéfaction quand, huit heures après avoir quitté Paris, je me trouvai à Bordeaux, ayant dépensé vingt-huit litres d'essence.

Dès ce jour-là, j'attendais que « Simca » nous donnât une quatre places, un peu plus puissante, un peu plus rapide et qui fût comme un agrandissement de la Simca-cinq.

Et la « Simca-8 » parut...

★ ★

Le nouveau-né des usines de Nanterre réalisait tout ce que pouvait souhaiter de mieux un automobiliste expérimenté :

★ ★

LA HAUTE VALEUR DU RENDEMENT, dans tous les sens du mot ; un seul fait explique ce qu'il faut entendre : la « Simca-8 » réalise sur Paris-Bordeaux 85 de moyenne avec une consommation de carburant qui demeure inférieure à neuf litres aux cent kilomètres.

★ ★

L'AGRÉMENT DE LA CONDUITE qui découle de la maniabilité, de la douceur de suspension (quatre amortisseurs hydrauliques), de la surprenante souplesse (quatre vitesses) d'un taux élevé des accélérations, de la bonne tenue en côte et d'un freinage intégral, à la fois progressif et sûr (quatre freins hydrauliques Lockheed).

LE SILENCE qui demeure, en même temps qu'un luxe suprême, le meilleur témoignage d'une construction de haute qualité.

★ ★

LA TENUE DE ROUTE IRREPROCHABLE qui découle d'une étude savante, d'un centrage rigoureusement étudié et d'une bonne répartition des masses.

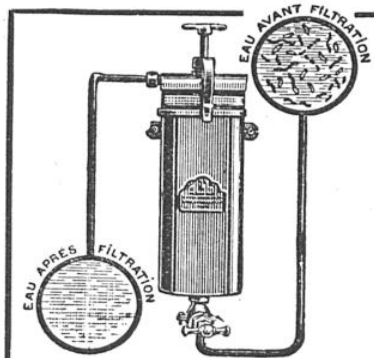
★ ★

LA PRÉSENTATION, ENFIN, qui révèle une longue tradition de goût, d'harmonie et de beauté.

★ ★

Comme on comprend que tant de grands pilotes de course aient fixé leur choix sur cette admirable voiture. Récemment, j'emmène avec moi le vétéran Paul Rivière, qui a essayé tout ce qui roule et qui, ayant confortablement installé ses cent dix-huit kilos, ne descendit qu'à Lyon pour déjeuner, à Nice pour dîner. Nous avons quitté Paris le matin à 7 heures. Tout au long de cette randonnée, Rivière demeurait songeur, stupéfait de voir que tout allait si bien, si vite, si confortablement. Descendant place Masséna, il me regarda avec des yeux ronds et me dit comme en rêve :

— Eh ! bien, ça, c'est un drôle de vélocipède !



FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION
ET SANS PRESSION

FILTRES DE VOYAGE
ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

80 bis, rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53

PUBL. C. BLOCH

ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

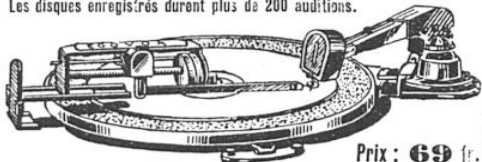
les émissions que vous transmettent des mondes lointains vos postes favoris, en adaptant sur votre pick-up...

EGOVox

L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonctionnement de l'Egovox, ce qui n'est pas une des moindres raisons de son succès mondial.

Les disques enregistrés durent plus de 200 auditions.



Prix : 69 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

1, rue Lincoln, Paris-8°

PUB. C. BLOCH

Depuis

25 ans

... les clichés de
"LA SCIENCE
ET LA VIE"
sont exécutés dans
les ateliers de
Photogravure des
Établissements...

LAUREYS F^{res}

17 RUE D'ENGHIEN - PARIS-10°

TÉLÉPH.:
PRO. 99.37

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE

INVENTEURS

POUR VOS

BREVETS

L. DENÈS

INGÉNIEUR-CONSEIL

33, Rue de la Lune, PARIS 2°

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S"

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

X Si le Dessin vous intéresse !...

Le Nouvel ALBUM A. B. C. vient de paraître

**Il sera envoyé à tous les lecteurs de
La Science et la Vie qui en feront la demande**



CETTE SPLENDIDE BROCHURE a été spécialement conçue pour ceux qui, comme vous, aiment le dessin. Elle vous intéressera donc certainement. Vous y trouverez sur le dessin, en général, et sur la méthode A. B. C., en particulier, tous les renseignements pratiques dont vous pouvez avoir besoin, et vous pourrez ainsi comprendre comme il est devenu maintenant facile d'apprendre à dessiner.

Des résultats immédiats

DÈS LA PREMIÈRE LEÇON, vous serez enthousiasmé par la méthode A. B. C., car elle vous permettra d'obtenir aussitôt des résultats intéressants. Le dessin deviendra pour vous une distraction passionnante et vos tâtonnements timides se transformeront en croquis vivants. De ce fait, les leçons suivantes seront encore plus intéressantes et votre plaisir ne fera que s'accroître au fur et à mesure des leçons, d'où les merveilleux résultats obtenus après un temps relativement court.

Plus de 50.000 personnes, hommes, femmes et enfants, ont suivi avec succès les cours de l'Ecole A. B. C. ; elle fera pour vous ce qu'elle a fait pour tant d'autres déjà.

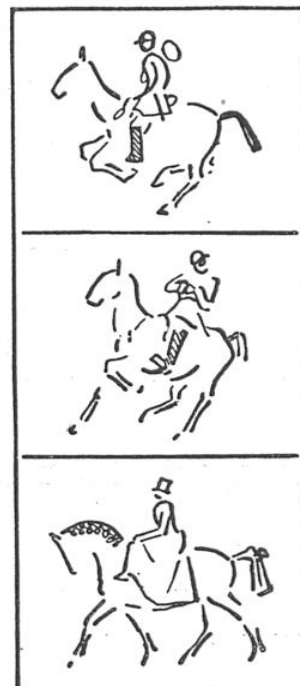
Les maîtres français du dessin vous conseillent

D'éminents artistes français ont bien voulu nous encourager de leur appui et de leurs conseils. Paul Colin, Abel Faivre, René Vincent, Léon Haffner, Touchagues, J. G. Domergue, et bien d'autres encore, vous donneront leur avis autorisé sur l'Ecole A. B. C. et sur sa méthode d'enseignement.

Deux innovations de l'Ecole A. B. C. vous seront certainement agréables : les cours spéciaux pour enfants, les seuls existant dans ce genre ; les cours de spécialisation gratuits faisant suite au cours d'enseignement général du dessin, qui vous permettront de mettre en valeur vos aptitudes particulières.

Pour recevoir l'Album...

Dessins d'élèves et exemples, pris dans le cours, illustrent magnifiquement ce volume qui sera envoyé à tous les lecteurs de : « La Science et la Vie » qui en feront la demande accompagnée de 2 francs en timbres-poste. Ne tardez plus à nous écrire ou à venir nous voir. D'ici les vacances vous serez en mesure de faire des dessins qui stupéfieront votre entourage.



Ces croquis, pris sur le vif à Chantilly, témoignent d'une réelle virtuosité. Ils sont l'œuvre de M. Vaillant, élève de l'Ecole A. B. C.

POSTEZ CE COUPON TOUT DE SUITE

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN
12, rue Lincoln, Paris-8^e

Monsieur le Directeur,

Veuillez me faire parvenir votre nouvel album contenant tous renseignements sur les cours de l'Ecole A. B. C. Ci-joint 2 francs en timbres-poste.

NOM

PROFESSION AGE

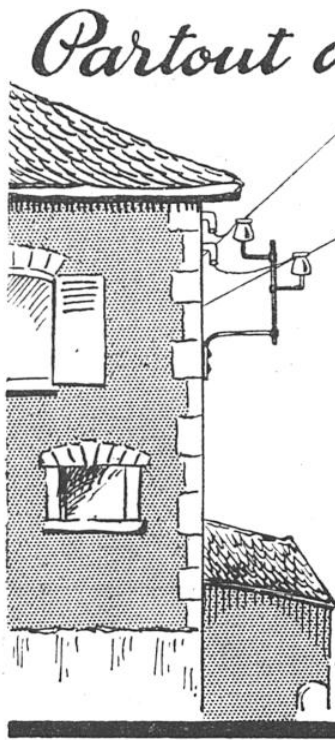
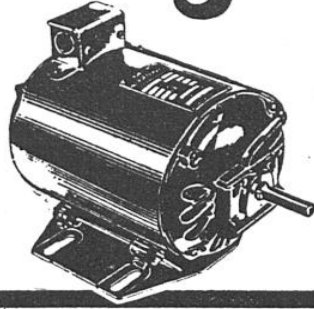
ADRESSE

B. 7

*Partout où passe
le courant lumière*
...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..
vous pouvez brancher un

Ragonot-Delco

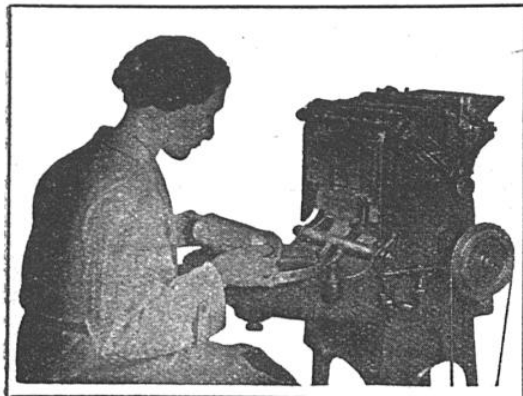
ETS RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS-IX.
Téléphone: Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



PUBL. C. BLOCH



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

PRÉSENTATION MODERNE

4 fois moins chère que l'étiquette

(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

MACHINES DUBUIT
60, rue de Vitruve

PARIS
Rég. : 19-31

C^{IE} G^{LE} TRANSATLANTIQUE

6, rue Auber, PARIS

L'EXPOSITION DE NEW YORKpar la **Compagnie Générale Transatlantique**

Pour faciliter la visite de
l'Exposition de New York,
la C^{IE} G^{LE} Transatlantique

organise : **DU 13 AOUT AU 12 SEPTEMBRE****UNE CROISIÈRE DU S/S « COLOMBIE »**

L'EXPOSITION DE NEW YORK ET LE CANADA

Prix à partir de \$ 180,50

EN OUTRE DES

TARIFS SPÉCIAUX D'EXCURSION

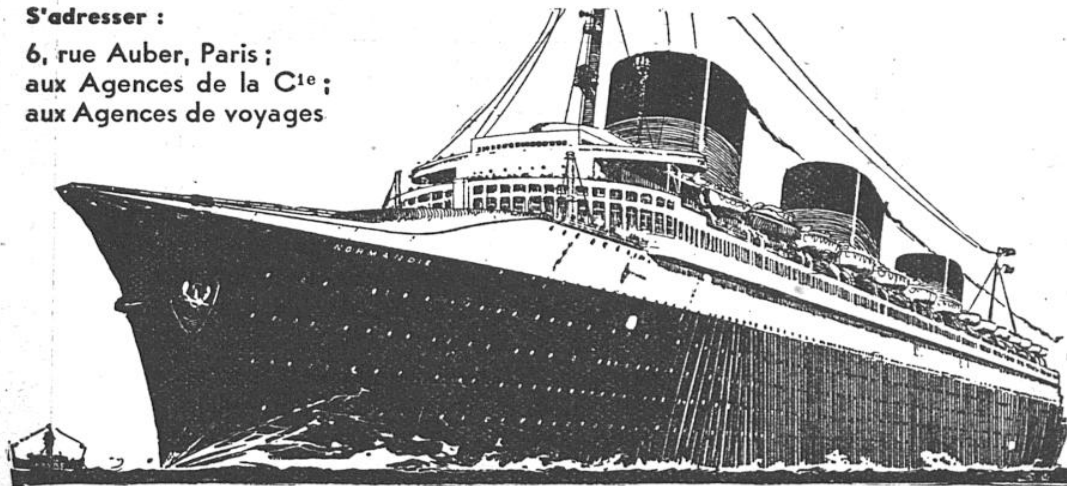
très avantageux sont consentis pour un certain nombre
de départs réguliers de la ligne **LE HAVRE-NEW YORK**.

Brochures spéciales
envoyées sur demande

Tous circuits «forfaitaires» sur le continent américain
peuvent être organisés par les Services Touristiques de la
C^{IE} G^{LE} TRANSATLANTIQUE.

S'adresser :

6, rue Auber, Paris ;
aux Agences de la C^{IE} ;
aux Agences de voyages



UNIQUE EN FRANCE !!!

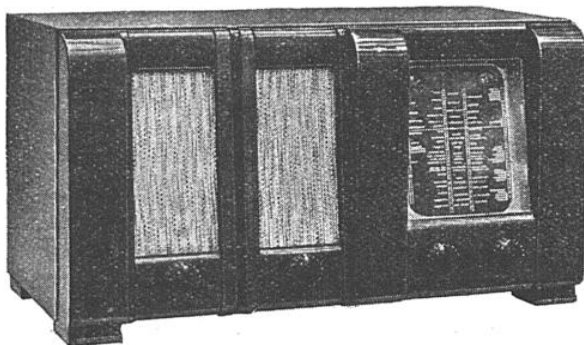
L'application nouvelle de notre **GARANTIE STANDARD DE 3 ANS**
 SERVICE D'ENTRETIEN et 3 vérifications gratuites par AN • ÉCHANGE INSTANTANÉ de tous châssis ou postes, quelle que soit la cause de l'arrêt

Notre dernière création 1939

L'ULTRAMERIC VIII

TOUTES ONDES
Haute fidélité musicale

Récepteur ultra-moderne à 8 lampes dont 2 multiples équivalentes au rendement d'un poste de 10 lampes



Nouvelles lampes européennes à faisceaux électroniques. Haute fidélité musicale par double contre-réaction et dynamique de 25 cm. exponentiel. TOUTES ONDES 17-2.000 mètres. Sélectivité 8 Kc. Etage haute fréquence sur toutes les gammes. Contrôle de tonalité spécial. Réglage visuel par trèfle cathodique. Antifading retardé 100 %. Bobinages à noyaux de fer. Cadran à double démultiplication et grande visibilité avec signalisation automatique. Prise pick-up. Prise deuxième diffuseur. Secteur alternatif 110, 130, 220, 240 volts.

PLUS DE 130 STATIONS
Moscou, Amérique, etc. sur O. C.

PRIX de réclame net
Poste complet .. **1.395.»**

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, ar. schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL, 100, boul. de Sébastopol, PARIS Téléphone : TURBIGO 98 70
 Fournisseur des grandes Administrations — Chemins de fer — Anciens combattants — Mutilés de guerre, etc.

MAISON DE CONFIANCE

PUBL. C. BLOCH

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

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES..	Trois mois ..	40 fr.
	Six mois..	77 fr.
	Un an..	150 fr.
BELGIQUE..	Trois mois..	75 fr.
	Six mois..	140 fr.
	Un an..	220 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	Trois mois..	80 fr.
	Six mois..	155 fr.
	Un an..	300 fr.
ÉTRANGER (tarif postal augmenté)..	Trois mois..	120 fr.
	Six mois..	235 fr.
	Un an..	460 fr.

Frais de chèque, mandat ou recouvrement à la charge de l'abonné.
 Les abonnements partent du 1^{er} et du 15 de chaque mois.
 L'envoi par chèque postal (c. mpte n° 5.970) coûte 1 franc.

DES MUSCLES EN TRENTE JOURS

NOUS LE GARANTISSONS

C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres ceux de votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince : nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

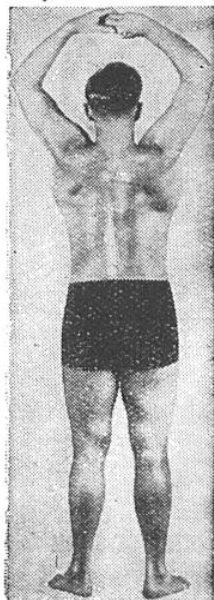


ET EN CENT CINQUANTE JOURS

Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demanderons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement de la tête aux pieds.

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

Nous vous ferons heureux de vivre : vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention ; ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles, dont la prééminence vous émerveille, la fermeté, mais nous vous donnons encore l'ÉNERGIE, la VIGUEUR, la SANTÉ. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons : FAITES-VOUS ADRESSER par le DYNAM INSTITUT le livre GRATUIT : « Comment former ses muscles » (L'Éducation Physique de la Nation française). Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui. Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude.



Ce livre est bien à vous ; il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

BON GRATUIT A DÉCOUPER OU A RECOPIER

DYNAM INSTITUT (stand A 102), 25, rue d'Astorg, Paris (8^e)

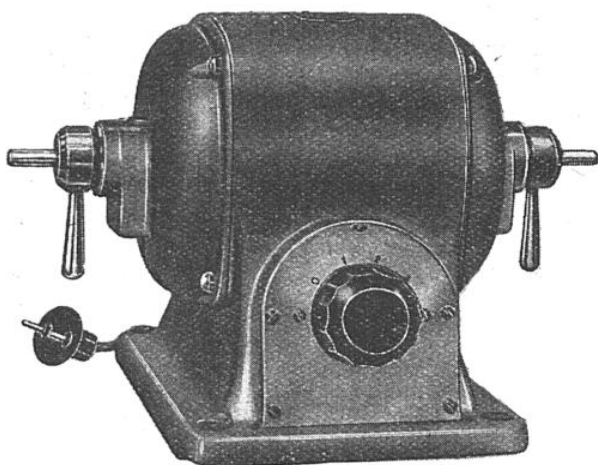
Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé : Comment former ses muscles (l'Éducation physique de la Nation française), ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi.

NOM

ADRESSE

MOTEURS D'INDUCTION POUR TOUTES APPLICATIONS

Mono, bi et triphasés silencieux, de 1/100 à 1/2 HP

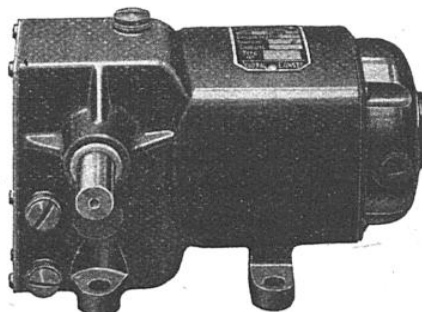


TOUR DE LABORATOIRE
à 2 ou 3 vitesses

**TOURET POUR AFFUTAGE
ET POLISSAGE**

MOTEUR MONOPHASÉ
à renversement de marche

MOTEUR MONO, BI, TRI
courant continu
AVEC RÉDUCTEUR
-- DE VITESSE --



Toutes vos exigences satisfaites - - - Tous vos problèmes résolus

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

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

PUB. C. BLOCH.

D'ici les vacances...

vous saurez l'ANGLAIS

ou n'importe quelle autre langue

PARLER AU MOINS UNE LANGUE de plus est devenu indispensable à l'homme moderne. Pouvoir traiter une affaire avec un client étranger, comprendre à la radio toutes les émissions, tous les discours, voyager partout sans être embarrassé, représenteraient pour vous un atout important. Il n'est plus besoin pour cela d'études fastidieuses et fatigantes ou d'un long et coûteux séjour à l'étranger. Avec Linguaphone, vous apprendrez chez vous et à peu de frais la langue qui vous intéresse.

Une méthode naturelle

La rapidité de cette méthode est inégalée ; mais ce qu'elle a surtout de merveilleux, c'est qu'elle ne vous permet pas seulement de lire les auteurs classiques, mais vous rend aussi capable de comprendre le langage parlé, qui est tout différent, et de le parler vous-même avec un accent impeccable ; en un mot, de vous débrouiller en toutes circonstances.

La méthode Linguaphone est une méthode naturelle qui n'impose aucun surmenage. Ce n'est pas un devoir, mais une véritable distraction. Elle apprend par la conversation, par l'oreille, exactement comme un enfant apprend sa langue maternelle.

11.800 Universités et Collèges ont adopté Linguaphone

Les sommités du monde pédagogique ont été enthousiasmées par ce nouveau moyen d'apprendre les langues qui a d'ailleurs été adopté en France par l'Institut catholique de Paris, le Collège Stanislas, l'Ecole militaire de Saint-Maixent, etc... Quand vous aurez entendu un cours Linguaphone, vous comprendrez facilement les raisons de son succès et la rapidité stupéfiante des résultats obtenus.

S'il y avait un Linguaphone dans la pièce à côté, n'iriez-vous pas l'essayer ? Vous rendre compte par vous-même de sa valeur ? Eh bien ! cet essai, vous pouvez le faire chez vous, de façon absolument gratuite et sans que cela vous engage en quoi que ce soit.

Faites un ESSAI GRATUIT

Venez nous rendre visite et entendre une démonstration personnelle dans la langue qui vous intéresse. Nos bureaux sont ouverts toute la semaine et le samedi après-midi. Si vous ne pouvez venir, écrivez-nous.

En envoyant le bon ci-contre, vous recevrez une brochure qui vous expliquera ce qu'est la méthode Linguaphone et vous indiquera comment vous pouvez faire chez vous sans aucun frais ni engagement de votre part l'essai gratuit d'un cours complet.



POUR VOS ENFANTS :

Le coefficient important des langues étrangères aux examens fait de cette matière un facteur décisif de succès. La méthode Linguaphone, facile et amusante, sera pour vos enfants d'un puissant secours dans cette étude.

LINGUAPHONE

enseigne

23 langues :

ALLEMAND

POLONAIS

ESPAGNOL

ITALIEN, etc.

ENVOYEZ CE COUPON aujourd'hui même
INSTITUT LINGUAPHONE
 12, rue Lincoln, Paris-8^e

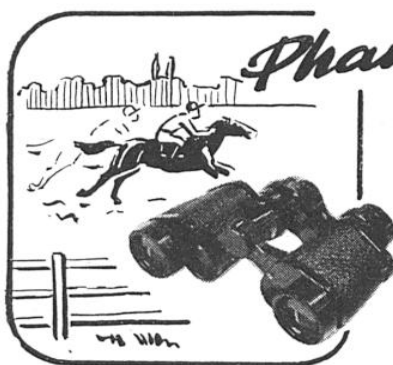
Veuillez me faire parvenir la brochure illustrée contenant tous renseignements sur la méthode Linguaphone et sur votre offre d'essai gratuit.

NOM

PROFESSION AGE

ADRESSE

B. 9



Phantom II est en tête !

R.-L. D

La course se joue, ardente et passionnée.

Pour en saisir toutes les finesses, pour en vivre toutes les péripéties, il vous faut une jumelle !

Demandez à votre opticien la luxueuse plaquette "UN RÊVE RÉALISÉ" ou l'histoire de l'optique à travers les âges ; ou réclamez-la à BBT KRAUSS, 82, rue Curial, PARIS.

Pour les courses, la "MILLI 312" 8x30, de luxe extra-légère, les "NIKAL 321" 8x25 ou 8x27, ou la "NIKOS 311", toutes de classe.



CAPORAL ORDINAIRE

CAPORAL DOUX

MARYLAND

CIGARETTES CELTIQUES

GROS MODULE

REGIE FRANÇAISE

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

PETITS MOTEURS

INDUSTRIELS

MICRODYNE

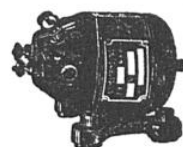
L. DRAKE CONSTRUCTEUR



240^{es} BAYEN JAURES
BILLANCOURT



TELEPHONE
MOLITOR 12.39



PUBL. C. BLOCH

Situation lucrative

agréable, indépendante, active et immédiate
dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Beaucoup de jeunes gens des deux sexes, après leurs études ou leur service militaire, cherchent en vain une situation et semblent ignorer qu'un industriel n'a jamais trop de commandes; que, pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant chef de vente, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial**, pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

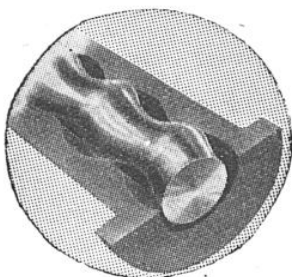
Fondée et subventionnée par "l'Union Nationale du Commerce Extérieur"
pour la formation de négociateurs d'élite.

Tous les élèves trouvent des situations

Ils sont retenus d'avance par les industriels qui les font travailler pendant leurs études

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

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

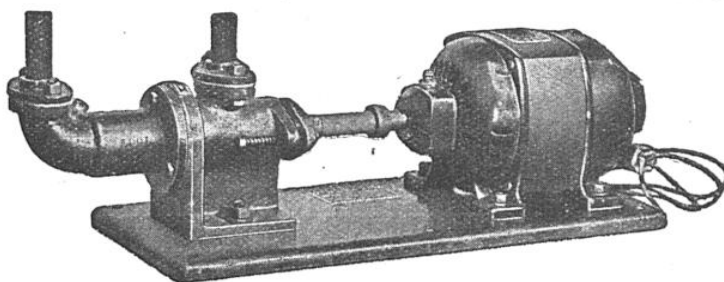


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

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



De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs
Dunkerque, Strasbourg, Richelieu, pour tous liquides.

POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3748

LES VERRES à DOUBLE Foyer

**DIACHROM**

PERMETTENT AVEC UNE SEULE LUNETTE
DE VOIR AUSSI BIEN DE PRÈS QUE DE LOIN

Production de la SOCIÉTÉ DES LUNETIERS, dont la marque bien connue
est une garantie de fabrication scientifique parfaite.

Ils sont en vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé).

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

CES HOMMES ONT APPRIS

POUR VOUS

CES HOMMES ONT CRÉÉ

POUR VOUS

CES HOMMES TRAVAILLENT

POUR VOUS

Sans souci

GOUTEZ LES JOIES
D'UN VOYAGE
CONFORTABLE ET RAPIDE :

**P R E N E Z
L E T R A I N**



SNCFI17



PAUL-MARTIAL - PARIS

L'ÉLECTRICITÉ GRATUITE

PAR LE
VENT



pour
l'ÉCLAIRAGE
dans la maison,
villas ou fermes

Authentique
12 volts

WINCHARGER
REG. U.S. PAT. OFF.

ÉLECTROGÈNES ÉOLIENS

DÉSORMAIS tout le monde peut se payer le confort et la commodité de l'électricité chez soi. Ce groupe électrogène de bas voltage et d'un bon marché surprenant produit l'électricité à partir de l'énergie gratuite du vent. Il produit un courant suffisant pour 12 à 15 lampes, pour actionner le poste de T. S. F. et faire fonctionner un ou deux petits appareils. Commence à charger les accus dès une vitesse de vent de 9 kilomètres à l'heure. Le groupe est livré au complet avec pylône à tronçon de 1,5 m qu'on peut facilement monter sur tout bâtiment ou emplacement, de sorte que l'hélice dominera les obstacles avoisinants qui gênent la circulation du vent.

PRIX D'ACHAT RÉDUIT

FRAIS DE FONCTIONNEMENT MINIMES

C'est de beaucoup l'éolien électrogène de 12 volts le plus économique sur le marché, tant à l'achat qu'à l'usage. Une production en grand volume au moyen d'un outillage spécial permet ce bas prix initial. Actionné par l'énergie gratuite du vent, le Wincharger coûte moins de 20 cents par an à l'usage. Pas d'essence ou d'huile à acheter, pas de notes d'électricité. A fait ses preuves dans le monde entier.

Pour tous renseignements sur la série complète Wincharger de groupes électrogènes pour l'éclairage et la force motrice, interrogez votre revendeur Wincharger le plus proche, ou écrivez à

**WINCHARGER
CORPORATION**
SIOUX CITY, IOWA, U. S. A.
Cable: WINCHARGER

PUBL. C. BLOCH.

Sachez Ecrire

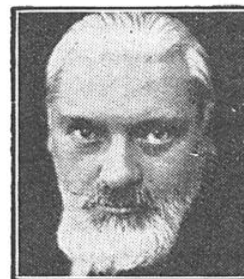
**Celui qui ne sait pas rédiger
perd 50% de sa personnalité**

VOUS, qui avez l'ambition louable de vous élever au-dessus de la masse, n'avez-vous pas, dès l'abord, compris que vous n'occupez une situation prépondérante qu'autant que vous saurez écrire? Quel que soit l'emploi que vous occupez, c'est un avantage indiscutable que de savoir écrire. Cela vous est maintenant facile.

Tirez parti de votre talent

Vous savez manier une plume, vous connaissez votre français, vous avez quelque chose à dire, réalisez votre rêve : mettre debout une lettre d'affaires, un conte, un roman, un rapport. A son contact, l'Ecole A. B. C. fera jaillir de votre personnalité l'étincelle qui fait l'écrivain de talent, le rédacteur indispensable, le collaborateur apprécié. Beaucoup de ceux qui ont suivi nos cours ont acquis une maîtrise et un métier tels qu'ils vivent aujourd'hui de leur plume.

Colette, Pierre Benoit, J. Ajalbert, Henri Duvernois, et quantité d'autres écrivains ont approuvé l'effort de l'Ecole A. B. C. de Rédaction. L'illustre académicien Claude Farrère nous écrivait, à propos de notre mode d'enseignement : « S'il est un art entre tous qui se puisse enseigner par correspondance, il semble bien que ce soit l'art d'écrire. »



Claude FARRÈRE
de l'Académie française.

Renseignez-vous

Venez vous renseigner auprès du directeur de l'Enseignement. Sinon, envoyez-nous le coupon ci-dessous, vous recevrez gratuitement et sans engagement pour vous une brochure qui vous documentera sur l'Ecole A. B. C. de Rédaction et sur sa méthode d'enseignement strictement personnelle. Vous y trouverez en outre de nombreuses lettres d'élèves et les témoignages d'éminents écrivains. Ne tardez plus, c'est peut-être votre premier pas vers le succès.

ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION

12, rue Lincoln, Paris-8^e

Monsieur le Directeur,

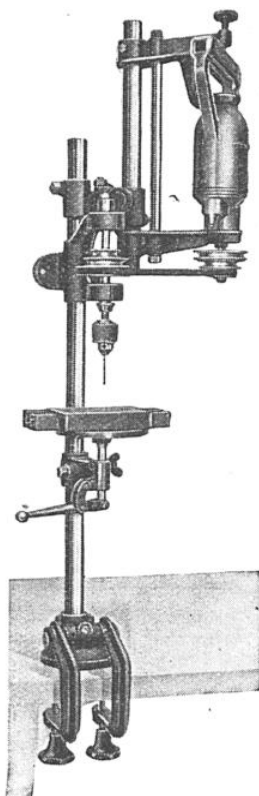
Veuillez me faire parvenir gratuitement votre brochure contenant tous renseignements sur les cours de l'Ecole A. B. C. de Rédaction.

NOM

Profession Age

ADRESSE

B. 2



L'OUTILERVÉ

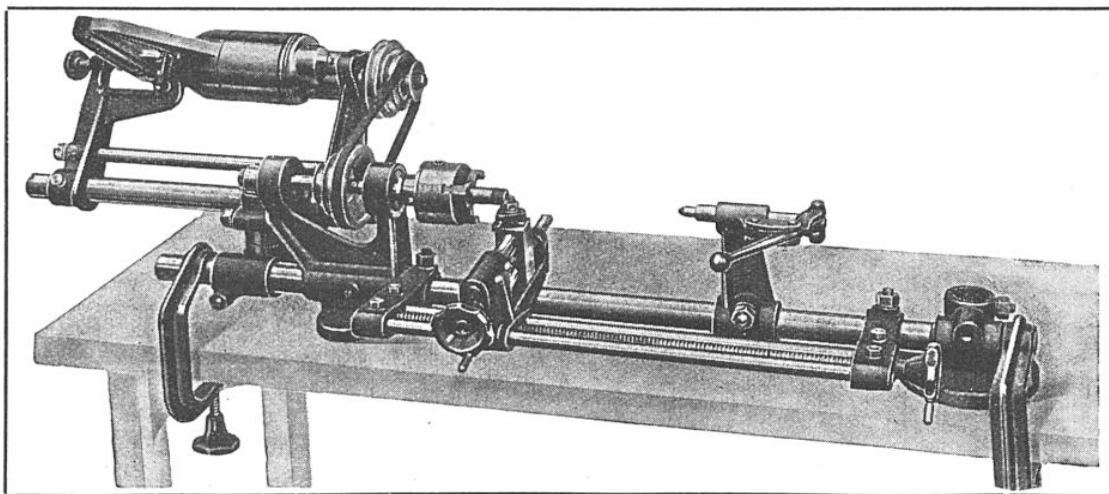
Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ! Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVE
remplace tout un atelier.

L'OUTILERVÉ a plusieurs vitesses, robuste et précis, est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers grâce aux multiples combinaisons de montages réalisées ; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

Les nombreux accessoires fournis avec cet appareil sont contenus dans un élégant coffret en bois verni dont les dimensions sont les suivantes : longueur 1 m., largeur 0 m. 260, hauteur 0 m. 270. Le poids total de l'ensemble est d'environ 37 kilogrammes. Son prix relativement bas le met à la portée de toutes les bourses.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.



Demander notices et tous renseignements au constructeur

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI°
Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

PUB. C. BLOCH

TRAITEMENT INDUSTRIEL DES RÉSIDUS URBAINS

RÉGIE INTÉRESSÉE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE

134, boulevard Haussmann, Paris (8^e). - Téléphone : CARnot 56-20

Usines :

SAINT-OUEN, ISSY-LES-MOULINEAUX, IVRY, ROMAINVILLE
reliées par fer et par eau



ENGRAIS DE GADOUE DE LA VILLE DE PARIS

Poudre de gadoue - Gadoue triée et broyée
Gadoue des Halles

Composition approximative :

4 à 6 ‰ azote ;
4 ‰ acide phosphorique ;
2 à 3 ‰ potasse ;
30 à 40 ‰ chaux.

MACHEFER PRODUIT PAR INCINÉRATION A HAUTE TEMPÉRATURE

Tout-venant

pour remblais ; assainissement
des chemins et terrains hu-
mides, fonds de routes,
etc., etc.

Calibré

FIN (remplaçant le gros sable) ;
MOYEN (remplaçant le caillou)
pour la confection des bétons
de chaussée.



**“ CONSTRUISEZ
DES MODÈLES RÉDUITS
DE MARINE ”**

1 volume in-8 couronne
368 pages, 425 figures, 1 grande planche

Demandez la notice-spécimen à
BARROT-GAILLARD
15, rue Bleue, Paris

**Pour tous les objets nécessitant
un entretien, adoptez**

L'huile 3 - DANS - UN

qui prévient la rouille, protège toutes les parties métalliques et surfaces lisses et assure le fonctionnement parfait de tous les objets ou appareils ménagers, outils, armes, bicyclettes, machines à écrire, serrures, etc.... En rend l'usage plus facile, plus agréable, fait disparaître les grincements.



Vous éviterez des réparations coûteuses et prolongerez la durée de votre matériel.

En vente partout.

Distributeurs :
C. F. L. - 4, Rue
Vallier - LEVALLOIS
(Seine).

Graisse, nettoie, empêche la rouille.

GAZOGÈNE

L O N

Etablissements du CASTEL

BUREAUX COMMERCIAUX :

11, rue Tronchet, PARIS-IX^e

Téléphone : ANJOU 36-54

FABRICATION et MONTAGE

pour

Tourisme - Poids lourds - Tracteurs - Autocars
Bateaux - Moteurs fixes - Locotracteurs

LE GAZOGÈNE NATIONAL

Voir l'article dans le n° d'Avril 1939 de "Science et Vie", page 270.

PUBL. C. BLOCH.

LES LANGUES SANS EFFORT

ASSIMIL

LA MÉTHODE FACILE

Si vous êtes débutant, **ASSIMIL** vous guidera aimablement et sûrement. Si vos connaissances sont rouillées ou insuffisantes, **ASSIMIL** les remettra à neuf et les complètera.

GROSSE ÉCONOMIE DE TEMPS ET D'ARGENT

Essai de 7 leçons et documentation contre 2 fr. 50 en timbres par langue :

ANGLAIS, ALLEMAND, ESPAGNOL ITALIEN ou NÉERLANDAIS

A special spare-time COURSE OF FRENCH for English-speaking students will be out shortly.

ASSIMIL (Sc), 15 bis, rue de Marignan, Paris-8^e, Elysées : 70-68

BELGIQUE : **ASSIMIL (Sc)**, 58, rue Lesbroussart, Bruxelles

la seule méthode qui vous fasse entendre chez vous, à votre heure, la langue parlée, vivante, animée, avec toutes ses expressions familières et pittoresques. La progression est si ingénieuse et les explications si claires que vous apprenez rapidement et

SANS AUCUN EFFORT

Sans Savoir Vous Pouvez **DESSINER**

rapidement et exactement, sans études préalables, d'après **nature** et d'après **documents**, à n'importe quelle grandeur, grâce à la

CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

(2 modèles de précision)

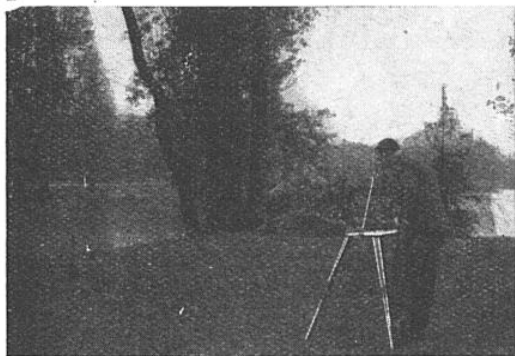
ou au

DESSINEUR

(chambre claire simplifiée, 1 seul modèle)

ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE N° 12
et de nombreuses références officielles

PUBL. C. BLOCH



EX. : DESSIN DE PAYSAGE D'APRÈS NATURE

Donne
dessins
agrandis,
copiés,
ou réduits,
de
paysages,
portraits,
objets
quelconques,
etc...



EX. : AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO.

P. BERVILLE INSTRUMENTS et FOURNITURES
POUR LE DESSIN

18, Rue La Fayette — PARIS-9^e

CHÈQUES POSTAUX : 1271-92 — MÉTRO : CHAUSSEÉ-D'ANTIN

On nous communique :

Le JOURNAL des FONCTIONNAIRES

116, avenue des Champs-Élysées, Paris

nous adresse les informations suivantes :

Les nombreux concours publiés dans les colonnes du Journal correspondent à des besoins urgents de l'Administration, tant en France qu'aux Colonies, pour des emplois techniques ou purement administratifs. Le Ministère des Finances ayant accordé les crédits, les nominations seront très rapides.

Quoi qu'il en soit, pour obtenir des collaborateurs-fonctionnaires du JOURNAL DES FONCTIONNAIRES, 116, avenue des Champs-Élysées, Paris, un conseil d'orientation professionnelle gratuit, il suffit d'indiquer dans une lettre comportant une enveloppe timbrée pour la réponse :

- 1° La date de naissance ;**
- 2° Les diplômes possédés le cas échéant ;**
- 3° Les préférences.**

Vient de paraître :

NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES
Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de M. DESARCES, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de MACHINES
et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin TERMINÉE. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'effleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

Y trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féériques applications.

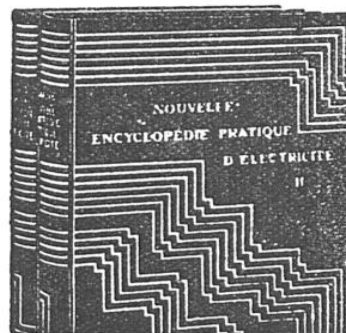


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symbole concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Débranchement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.** Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **MOTEURS A COURANT CONTINU.** — Propriétés générales. — Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** — Moteurs Synchrones. Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs au plomb et alcalins.** — **Transformateurs statiques.** Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs.** Groupes et commutateurs. Générateurs asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs statiques.** — **Redresseurs** à vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à vibreurs. — **Mesures électriques** des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de self induction, de puissance. Transformateurs de mesures. Etudes des courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — **Système de Télécommande.**

— **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations. Type de câbles et fabrication. Essais. Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs. Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales.** Usines hydrauliques. Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute tension. Projection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. — Règlements. Calcul des canalisations. Appareillage. Outillage et tours de main. Divers schémas. — **Eclairage.** Etude de la lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à arc. Application de l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc. — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie.** Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie.** Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie et Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Electricité médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine électrique. Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs** Monte-charge. — **Distribution** de l'énergie. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21 x 29) au prix de 350 francs payables aux conditions ci-après :

- 20 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 110 fr. 75 (5 % d'escompte déduit) ;
 - En un seul paiement de 330 francs (10 % d'escompte déduit) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 15 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms

Signature :

Profession

Domicile

Ville Dépt.

Le 1933 (Indiquer le paiement adopté)

Copier ou détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET

S. A. au Capital
d: 20.000.000 de fr.
(Service S. V.)

278, B^d St-Germain, Paris-7^e

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen
de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom

Adresse

JEUNESSE DE FRANCE

fais
TON SERVICE MILITAIRE
dans la **Radio**

JEUNESGENS!..
pour faire dans les meilleures conditions votre service militaire,
FAITES-LE DANS LA RADIO !

- Vous bénéficierez de nombreux avantages qui feront de vous des soldats modernes et privilégiés.
- Vous pourrez pratiquer constamment, pendant les deux ans de votre incorporation, le métier qui sera peut-être le vôtre demain.
- Renseignez-vous en nous réclamant le « Guide » des carrières civiles et militaires de la Radio.

ECOLE CENTRALE DE T.S.F.
12 rue de la Lune PARIS 2^e Telephone.Central 78.87

PUBL. SERVICE PROP. ECTSF N° 7

Prochaines sessions : JUILLET et OCTOBRE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

RÉDACTION, ADMINISTRATION : 13, rue d'Enghien, Paris-10^e

Chèques postaux : N° 91-07, Paris — Téléphone : Provence 15-21

PUBLICITÉ : Office de Publicité Excelsior, 118, avenue des Champs-Élysées, Paris-8^e

Chèques postaux : N° 59-70, Paris — Téléphone : Élysées 65-94 à 98

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

Copyright by La Science et la Vie, Juin 1939 - R. C. Seine 116-544

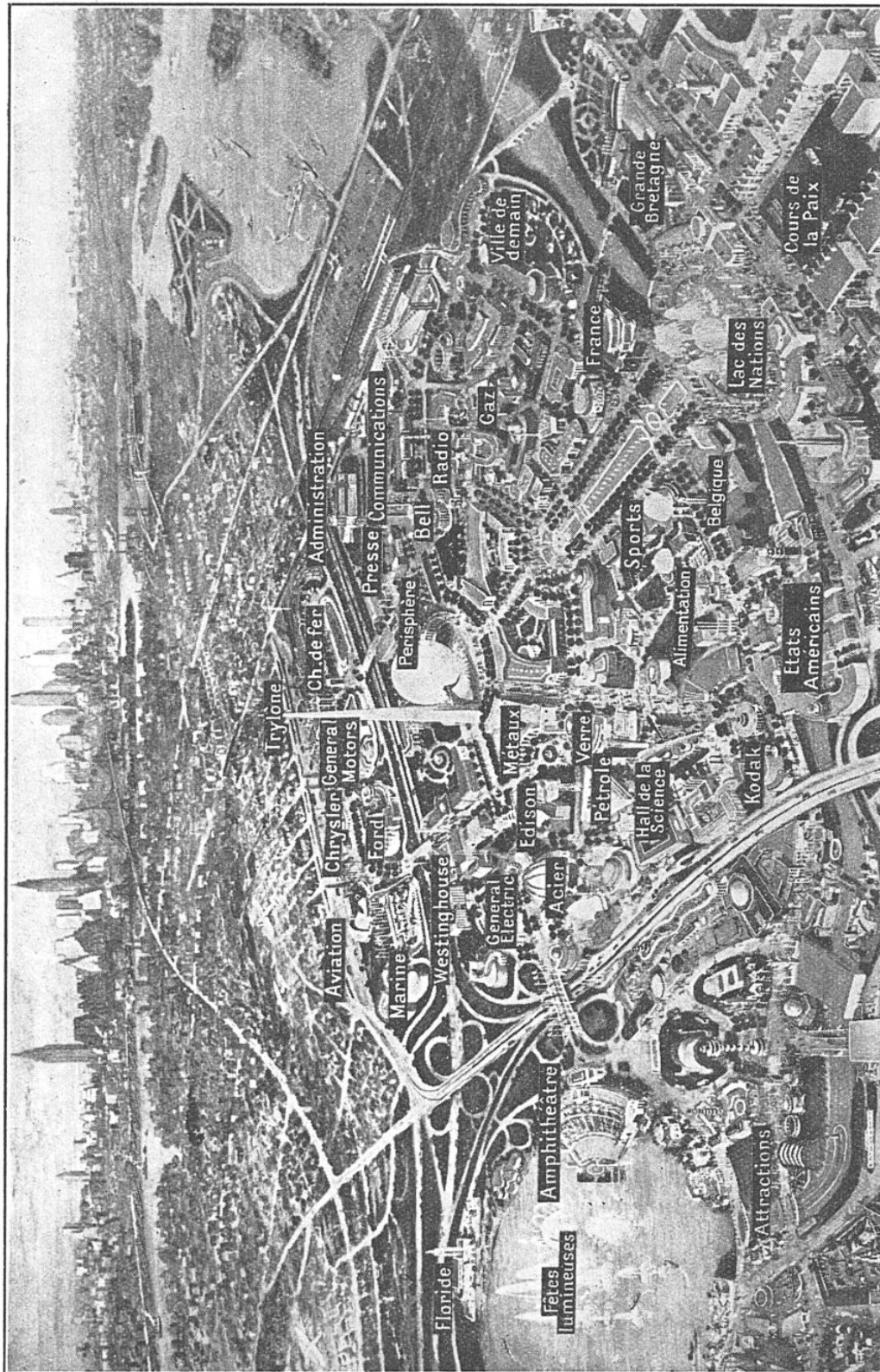
Tome LV

Juin 1939

Numéro 264

SOMMAIRE

Le monde de demain à l'Exposition internationale de New York.. .. . <i>Voici un inventaire des découvertes et inventions ayant transformé les conditions pratiques de notre vie et des ressources nouvelles que la science et la technique vont mettre à notre disposition pour édifier le monde futur.</i>	Henri François. .. . 415 Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.
La science française à l'Exposition internationale de New York.. .. . L'évocation des découvertes de la physique française. .. . <i>Dans un « Palais de la Découverte » en réduction, le palais de la France fait revivre l'œuvre de premier plan accomplie par les mathématiciens, physiciens, chimistes français, des Descartes, Pascal, d'Alembert, Monge, Laplace, Berthelot, Curie, Moissan, Lippmann, Perrin, de Broglie, Joliot-Curie, etc.</i>	S. et V. .. . 435 Marcel Boll .. . 436 Docteur ès sciences. Agrégé de l'Université.
Les origines françaises de la biologie. .. . <i>Les géniales découvertes des Lavoisier, Laënnec, Claude Bernard, Pasteur, etc., ont ouvert la voie au prodigieux essor de la science biologique moderne.</i>	Jean Labadié. .. . 447
Ce que la physique moderne doit à la science américaine. .. . <i>Les laboratoires américains, richement dotés et remarquablement outillés, ont apporté une précieuse contribution à l'étude des grands problèmes à l'ordre du jour (relativité, chimie électronique, photon, rayons cosmiques, positron, mésotron).</i>	Marcel Boll. .. . 451 Docteur ès sciences. Agrégé de l'Université.
Les Etats-Unis possèdent l'outillage astronomique le plus puissant et le plus perfectionné du monde. .. . <i>C'est aux instruments d'observation américains uniques au monde que l'astrophysique doit les résultats expérimentaux sur lesquels sont fondées les théories modernes sur la constitution de l'Univers.</i>	L. Houllevigue .. . 463 Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Ce que la biologie moderne doit à la science américaine. .. . <i>Voici l'œuvre des biologistes américains touchant l'hérédité, l'hybridation et la mutation des espèces. Voici aussi le Rockefeller Institute, ruche où les savants du monde entier scrutent le phénomène de la « Vie ».</i>	Jean Labadié .. . 470
Les Etats-Unis, pays du « grandiose industriel ». .. . <i>Production de l'énergie, mise en valeur de régions entières (barrages et usines géantes), construction industrielle (ouvrages d'art, automobiles, etc.), l'œuvre humaine aux Etats-Unis dépasse largement l'échelle de l'Ancien Continent.</i>	Pierre Devaux. .. . 483 Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.
L'industrie automobile américaine est sans rivale dans le monde. .. . <i>Construction en très grandes séries (plusieurs centaines de mille), division du travail et spécialisation des entreprises justifient l'énorme diffusion de l'automobile aux Etats-Unis grâce à l'abaissement du prix de revient.</i>	Henri Petit. .. . 495 Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique. Président de la S. I. A.
L'essor prodigieux de l'aviation américaine. .. . <i>La construction aéronautique, qui a fait siennes les méthodes de production de masse de l'industrie automobile américaine et peut construire 10 000 avions par an, pousse activement la préparation des vols transocéaniques.</i>	René Maurer .. . 504
L'industrie des loisirs aux Etats-Unis : cinéma, radiodiffusion et télévision. .. . <i>Le cinéma américain, par l'aménagement perfectionné de ses studios, la valeur technique de ses films et le nombre de ses salles de projection, domine l'industrie cinématographique mondiale. On compte aujourd'hui plus de 25 millions de récepteurs radiophoniques en service aux Etats-Unis où la télévision est d'ores et déjà exploitée commercialement.</i>	Pierre Keszler. .. . 515
Les « A côté » de la science. .. .	V. Rubor. .. . XXIX



VUE AÉRIENNE DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE NEW YORK, MONTRANT LES EMPLACEMENTS DES PRINCIPAUX PALAIS ET PAVILLONS
 On remarque, au centre, le « trylone » de 210 m de haut et la « périssphère » de 54,5 m de diamètre, motif principal de l'Exposition.

LE MONDE DE DEMAIN A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE NEW YORK

Par Henri FRANÇOIS

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

A l'occasion du 150^e anniversaire de l'élection de Georges Washington à la présidence des Etats-Unis, la Nation américaine a organisé à New York la plus grandiose Exposition internationale de tous les temps. En 1933, l'Exposition de Chicago avait pris pour thème : A Century of Progress (Un siècle de progrès), et relatait l'effort des Etats-Unis et les progrès de la science et de l'industrie depuis un siècle. La World's Fair de New York, plus ambitieuse, décrit le Monde de Demain. Elle dresse en quelque sorte l'inventaire de toutes les ressources nouvelles que la science et la technique modernes ont mis à notre disposition pour édifier le monde futur. Nul pays sans doute n'était mieux qualifié que les Etats-Unis pour élaborer cette synthèse de notre civilisation mécanique, car nulle part le progrès technique n'a eu une influence plus profonde, aussi bien par les méthodes industrielles de production de masse que par l'équipement sans cesse perfectionné de la vie quotidienne. Pouvoirs publics et entreprises industrielles ont compris que c'est uniquement des laboratoires de recherches que doit sortir tout ce qui sera susceptible d'améliorer le sort de l'humanité par l'enrichissement de ses connaissances. Des fondations, des observatoires, des laboratoires industriels (disposant à eux seuls d'un budget voisin de 7 milliards de francs) ont déjà fourni une ample moisson de découvertes et d'inventions qu'enregistre la World's Fair et à la lumière desquelles on peut, dès aujourd'hui, apercevoir la possibilité d'autres inventions destinées à transformer les conditions pratiques de la vie humaine.

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE NEW YORK 1939 a choisi pour thème général le Monde de Demain, non pas celui que bâtirait un romancier futuriste en laissant courir son imagination sans contrôle, ni même un de ceux que quelques savants authentiques se hasardent parfois à nous faire entrevoir, lorsqu'ils nous font part des espoirs que suscitent en eux certaines de leurs réussites partielles, au cours de leurs recherches biologiques ou physicochimiques. Plus modeste d'apparence et en réalité beaucoup plus riche d'enseignements, le but de la *World's Fair* est de montrer aux foules américaines quel serait le monde de demain si on utilisait pour l'édifier tous les matériaux d'aujourd'hui, ou, ce qui revient au même, de quels matériaux, de quelles techniques, de quelle somme de connaissance de tous ordres nous disposons aujourd'hui, grâce aux progrès de la Science, pour édifier le monde qu'habiteront les générations prochaines et dans lequel, nous l'espérons sincèrement, elles seront plus heureuses que nous.

Le grand physicien américain Arthur-H. Compton (1) a usé d'une image très sug-

(1) Voir dans ce numéro, page 456.

gestive pour faire saisir la rapidité avec laquelle se sont succédé les découvertes dans les temps modernes, et le faible intervalle de temps qui a séparé ce que les historiens appellent les «révolutions industrielles».

Supposons avec lui l'échelle des temps comprimée 1 million de fois. Nous pouvons alors dire qu'il y a un ou deux ans que l'homme inventa la parole et eut l'idée d'utiliser les pierres comme armes ou comme outils. Mais c'est seulement le mois dernier qu'il pensa à les tailler. L'écriture date d'avant-hier et l'alphabet d'hier matin, la civilisation grecque se situant dans le courant de l'après-midi. Supposons qu'il soit aujourd'hui midi, à l'heure où nous parlons. Alors la chute de Rome a eu lieu au milieu de la nuit dernière et il a fallu attendre 8 h 15 pour que Galilée étudiat la chute des corps sur la Tour de Pise. La première machine à vapeur a été construite ce matin vers 10 h. A 11 h ont été découvertes les lois de l'électromagnétisme qui nous ont donné à 11 h 30 le télégraphe, l'énergie électrique, le téléphone et les lampes à incandescence. Il y a 20 minutes que nous connaissons les rayons X qui ont précédé de peu la radioactivité et la radiotélé-

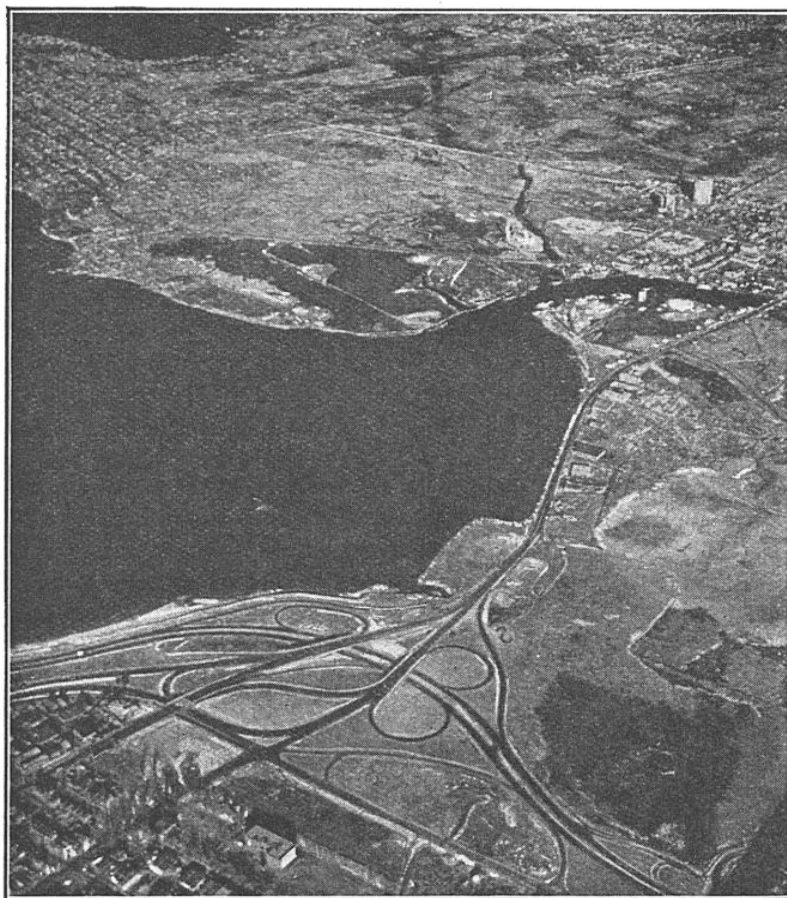


FIG. 1. — VUE AÉRIENNE D'UNE DES PRINCIPALES VOIES D'ACCÈS A L'EXPOSITION, VENANT DE MANHATTAN, MONTRANT L'IMPORTANCE DES TRAVAUX EFFECTUÉS AUX CROISEMENTS

graphie. Depuis un quart d'heure, l'automobile parcourt nos routes et depuis cinq minutes — à peine — l'avion sillonne notre ciel. Quant aux radio-communications par ondes ultra-courtes, elles sont apparues il y a quelques secondes seulement. Ce raccourci saisissant de l'histoire de l'humanité, qui semble nous éloigner de la *World's Fair 1939*, nous

y ramène au contraire directement, car il est retracé tout au long, avec bien d'autres détails que nous ne pouvons reproduire ici, sur un des panneaux principaux du Hall de la Science.

Ainsi est mis en évidence le rôle capital, unique même comme l'a prétendu François Bacon, que joue le progrès scientifique dans l'évolution de notre civilisation. Le citoyen américain profite plus que quiconque aujourd'hui, dans son travail, dans ses occupations domestiques et dans ses loisirs, des créations les plus perfectionnées de la technique. La *World's Fair* lui en présente la synthèse.

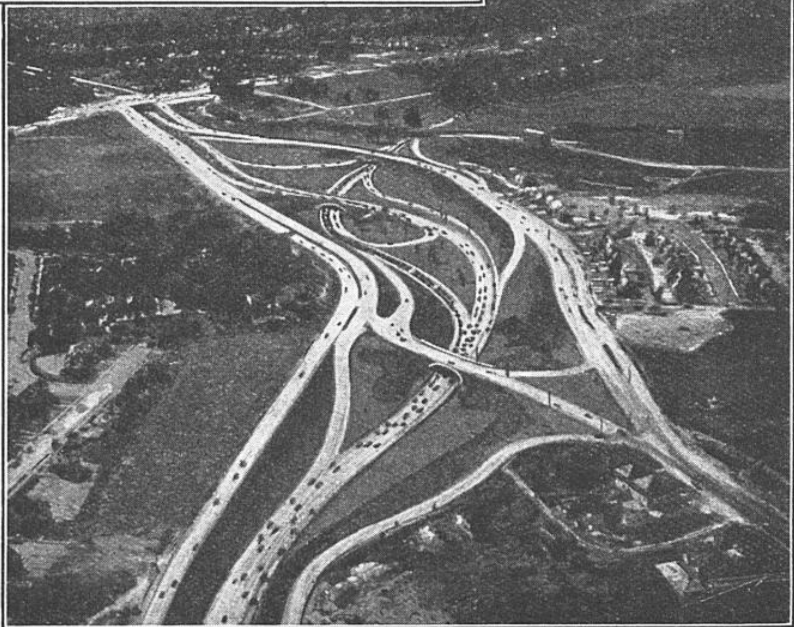


FIG. 2. — VUE AÉRIENNE DES VOIES D'ACCÈS A L'EXPOSITION MONTRANT LA COMPLEXITÉ DES PASSAGES SANS CROISEMENTS

Cinq millions de mètres cubes de terrassements

L'Exposition internationale de New York, dont la réalisation a coûté environ 155 millions de dollars, soit près de 6 milliards de nos francs actuels, est édifiée sensiblement au centre géographique du Grand New York, constitué par les cinq « boroughs » ou quartiers de Manhattan, Brooklyn, Bronx, Queens et Richmond. L'emplacement choisi, au bord de la Flushing Bay, sur l'East River, mesure environ 5 km de longueur et 1 600 m de largeur maximum. Sa superficie est de 500 hectares.

Ce terrain, marécageux et insalubre, traversé par un ruisseau sinueux, le Flushing Creek, était utilisé en certains endroits comme décharge publique. L'Exposition laissera derrière elle, sur cet emplacement jusqu'ici déshérité, de vastes jardins qui formeront le « Flushing Meadows Park ».

Le premier travail, avant toute construction des bâtiments d'exposition et toute plantation d'allées, a consisté par conséquent à niveler le sol, à faire disparaître une partie des cendres et des gravats dont l'amoncellement dépassait par endroits 40 m de hauteur. On estime à 5 millions de m³ le volume des terrassements effectués suivant un plan minutieusement dressé à l'avance en vue de réduire au minimum les transports de matériaux. Un nouveau lit rectiligne fut tracé pour le ruisseau et deux lacs artificiels furent creusés, ce qui fournit encore 750 000 m³ de déblais qui furent répandus par-dessus les mâchefers. Le plus grand de ces lacs borde le parc des attractions qui s'étend sur plus de 2 km.

L'ensemble de ces travaux d'aménagement n'a duré que huit mois; on devine à l'aide de quel puissant matériel. En avril 1937, deux mois avant l'ouverture officielle de l'Exposition, le terrain pouvait être livré aux entrepreneurs. L'administration de la *World's Fair*, pour son propre compte, n'a pas édifié moins de vingt bâtiments d'exposition, un théâtre, trois grandes stations de chemin de fer, sans compter les bâtiments où loger ses services. Treize bâtiments ont été édifiés en collaboration avec divers Etats américains et huit avec le gouvernement fédéral. Sur les soixante-deux nations représentées à New York, vingt-trois ont édifié des pavillons particuliers. Quant aux grandes entreprises américaines, elles ont installé quarante-trois palais d'exposition.

C'est encore à l'administration de la *World's Fair* qu'est revenue la tâche de

planter 10 000 arbres de grande taille, 250 000 arbustes et 1 million de plantes diverses, de semer 125 hectares de gazon, de construire 5 ponts qui demeureront, 11 autres qui disparaîtront à la fin de l'année, de tracer 80 km de routes, de poser 55 km d'égouts, 144 km de canalisations électriques, d'enfoncer 1 200 km de pilotis dans le sous-sol vaseux et enfin d'édifier le Thème central de l'Exposition, l'aiguille élancée et la sphère, baptisées *trylône* et *périsphère*, sur lesquels nous allons revenir.

Le problème des fondations

Il est intéressant de s'arrêter à l'un des problèmes les plus délicats qu'aient eu à résoudre les ingénieurs américains : celui des fondations destinées à supporter les édifices de l'Exposition.

Le roc se trouvait, ainsi que l'ont révélé les sondages, à quelque 120 m de profondeur, donc impossible pratiquement à utiliser. Heureusement, sous une couche de vase liquide d'épaisseur variable, on découvrit un lit de sable très fin. Il était donc possible d'y enfoncer des pieux dont chacun, comme l'ont montré les expériences faites, pourrait supporter une charge de 18 tonnes.

Mais le plus grave danger à redouter provenait des mouvements latéraux susceptibles de se produire pendant les travaux de terrassement et de construction des fondations. Pendant plus d'un an et demi, après le terme officiel des travaux d'aménagement du terrain, des tassements irréguliers mais de faible amplitude se produisirent. Ils furent combattus par des apports nouveaux de matériaux de remblai de sorte que, depuis six mois environ, le sol de l'Exposition est parfaitement stable.

Le « trylône » et la « périsphère » (1)

C'est pour les fondations du « trylône » et de la « périsphère » que les difficultés de beaucoup les plus sérieuses ont été rencontrées. Ces deux constructions sont aussi remarquables par leurs dimensions que par leur forme.

Le « trylône » est une sorte de gigantesque

(1) Les principaux motifs architecturaux de la *World's Fair* ont reçu des noms formés à partir de mots grecs, et rappelant leur forme et leur destination. Le « trylône » (contraction de *tri* : trois et de *pylône* : porte monumentale) a en effet une base triangulaire et sert d'entrée à la « périsphère ». — Le radical *peri* a pour but de rappeler que la sphère monumentale sert d'enveloppe au thème central de l'exposition : la Ville de demain ; la sphère était pour les Grecs un symbole de perfection. Enfin, l'hélicline est un plan incliné qui s'élève en spirale (du grec *helix* : spirale).

obélisque à base triangulaire, haut de 210 m. A la base, il mesure seulement 19,20 m de côté et sa charpente pèse 775 t. La « périssphère » possède un diamètre extérieur de 54,50 m et sa charpente pèse 1 855 tonnes. Son poids total est estimé à 2 500 tonnes.

Les fondations du « trylône » et de la « périssphère » consistent en 1 100 pieux de pin créosotés, longs de 27 m et recouverts à leur partie supérieure de béton armé. La « périssphère » repose sur huit colonnes, qui s'appuient sur une poutre circulaire destinée à répartir la charge entre les pieux.

Dès leur conception, ces deux édifices ont été soumis à des essais aérodynamiques sur modèles réduits dans une soufflerie. Ces essais ont révélé que les forces dues au vent et qui s'exerceraient sur les faces du trylône pourraient atteindre quatre fois son poids. Aussi les masses de béton armé

coulées à sa base sont-elles particulièrement importantes. La charpente du « trylône » est réticulée jusque vers 155 m de hauteur ; au delà ses faces sont constituées par des plaques d'acier inoxydable. Il comporte trois plates-formes à 7,50 m, 15 m et 91 m au-dessus du sol. La charpente de la sphère se compose de trente-deux poutres méridiennes, assemblées aux deux pôles sur des couronnes circulaires et reliées entre elles par quinze poutres qui

dessinent les parallèles. L'ensemble est rendu rigide et indéformable par des poutres diagonales.

« Trylône » et « Périssphère », reliés par une passerelle, forment un ensemble, le « trylône » constituant le portail d'accès

à la sphère. Pour y pénétrer, les visiteurs empruntent deux escaliers roulants construits dans la charpente de la passerelle. Ils sont ainsi conduits à deux balcons circulaires suspendus à l'intérieur de la sphère et tournant l'un au-dessus de l'autre en sens inverse. Les visiteurs assistent alors au spectacle qui leur est offert dans la sphère, sur lequel nous allons revenir, et sortent par la passerelle à la hauteur de la deuxième plate-forme du « trylône ». Il ne leur reste plus qu'à emprunter un vaste plan incliné en fer à cheval, baptisé « hélicline », pour revenir au niveau du sol.

Ce plan incliné

ne mesure pas moins de 270 m de long.

Le « trylône », qui est l'édifice de beaucoup le plus élevé de tous les bâtiments de l'Exposition, ne marque pas seulement l'entrée de la périssphère. Il est destiné à servir d'antenne aux postes émetteurs de radiodiffusion de la *World's Fair*, à porter au voisinage de son extrémité supérieure des haut-parleurs et des projecteurs pour certaines cérémonies. Il est entièrement recouvert

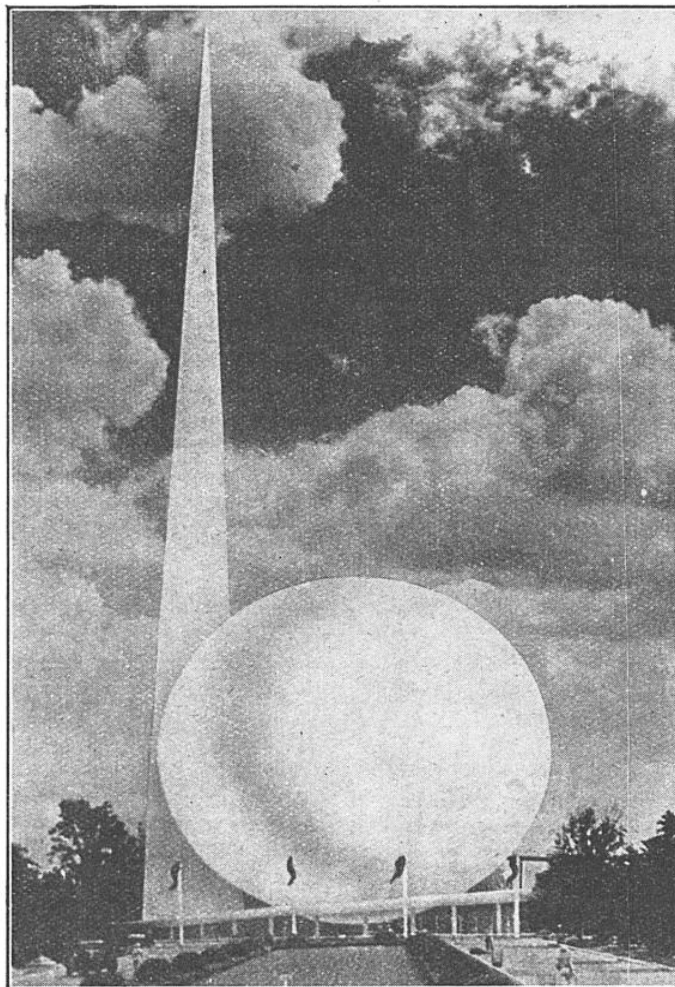


FIG. 3. — L'ATTRACTION PRINCIPALE DE LA FOIRE : LE « TRYLÔNE » ET LA « PÉRISPHÈRE », HAUTS RESPECTIVEMENT DE 210 ET 60 M

d'un léger revêtement de staff, de même que la « périssphère ». Cette dernière repose, comme nous l'avons dit, sur huit colonnes de béton. Ces dernières sont entièrement dissimulées derrière un rideau mouvant, constitué par de puissants jets d'eau qui semblent maintenir l'énorme globe au-dessus du sol. La nuit, la surface extérieure de la sphère sert d'écran à des projecteurs colorés qui lui donnent l'apparence de tourner lentement sur elle-même. Aucun projecteur ne vient frapper le « trylône » à côté d'elle. Eclairé seulement par la lumière diffusée par sa voisine, son extrémité supérieure se perd dans les ténèbres.

**La « Ville de demain » :
« Democracy »**

Le spectacle qui est présenté aux visiteurs à l'intérieur de la



FIG. 4. — LES ARMATURES DE MÉTAL DU « TRYLÔNE » ET DE LA « PÉRISPHERE » SANS LE REVÊTEMENT DE STAFF

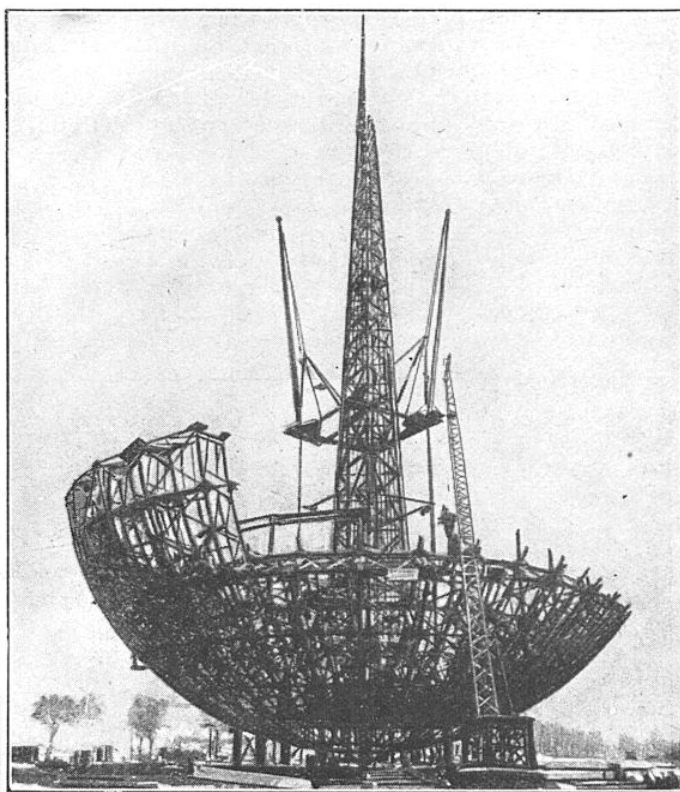


FIG. 5. — LA CHARPENTE DE LA
« PÉRISPHERE »

Le pylône métallique qui se dresse au centre de la construction, et derrière lequel se profile le trylône, a pour mission de soutenir l'hémisphère supérieur pendant les travaux. Il a été démonté par la suite pour dégager le volume central.

« périssphère » est celui de la « Ville de demain » : *Democracy*. Chacun des deux balcons circulaires de 135 m de longueur, où est admis le public, peut recevoir 600 personnes. Tous deux tournent lentement; chaque spectateur se déplace à raison d'une dizaine de mètres par minute.

Sur les parois de la sphère est dessiné un vaste panorama animé. Aucune saillie n'accrochant le regard du spectateur, celui-ci a vraiment l'impression de l'infini, à l'horizon et vers le ciel, tandis que la « Cité future » s'étend à ses pieds comme s'il la survolait en avion à quelque 3 000 m au-dessus du sol.

La « Ville de l'Avenir » (il s'agit d'une ville de 250 000 habitants environ) comprendra, d'après les suggestions des urbanistes américains, une « city » ou centre des affaires et des autorités administratives. Personne n'y habitera, bien entendu, les maisons d'habitation étant disséminées autour de la « city » au milieu des jardins. Beaucoup plus loin, à des distances variables, constituant des villes satellites, avec leurs maisons d'habitation, leurs écoles, etc., se trouvent relégués les centres industriels, au delà d'une ceinture de verdure rationnellement exploi-

triels, là où la force motrice était abondante et bon marché et, peut-on dire, bon marché parce que produite en grande quantité par des machines de puissance unitaire élevée. Depuis, une deuxième révolution industrielle s'est produite, dont les conséquences se font de plus en plus sensibles : c'est l'avènement de l'électricité, qui permet précisément de transporter à grande distance l'énergie produite économiquement dans des centrales thermiques ou hydrauliques géantes. L'énergie n'a plus à être consommée là où elle est produite, ce qui autorise la

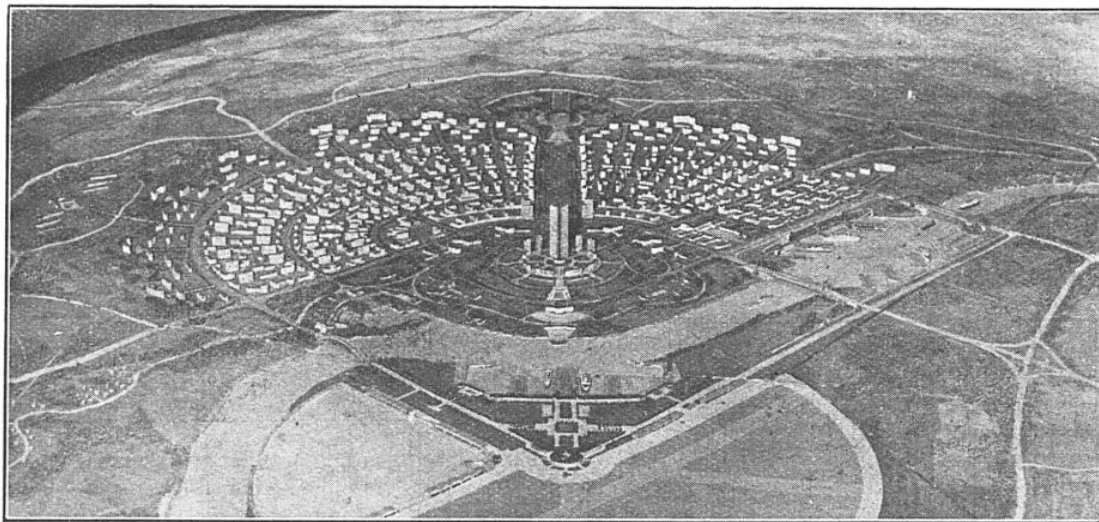


FIG. 6. - LA « CITÉ DE DEMAIN », TELLE QU'ELLE APPARAÎT AUX VISITEURS DE LA « PÉRISPHÈRE »

tée pour subvenir aux besoins alimentaires de l'ensemble.

Sans doute, une transformation aussi radicale de nos villes modernes est-elle tout à fait improbable et « Democracy » restera-t-elle toujours à l'état de projet. Cependant, elle marque bien la tendance actuelle à la décentralisation qui est précisément une des conséquences du progrès technique. Les nouveaux moyens de transport, à la fois rapides, précis et sûrs, ont déjà eu une influence certaine sur la distribution de la population dans les centres urbains et sur le peuplement des banlieues. Avec le téléphone, les communications radioélectriques, et demain la télévision, la concentration dans des métropoles de tous les organismes administratifs et commerciaux n'apparaît plus indispensable.

C'est la révolution industrielle du XIX^e siècle, provoquée par l'invention de la machine à vapeur, qui a entraîné la constitution de ces gigantesques centres indus-

triels, si souvent souhaitée par les sociologues.

L'électricité à la « World's Fair »

Le rôle de l'électricité dans le monde de demain sera sans aucun doute capital et on ne saurait le surestimer, encore qu'il faille être prudent dès que l'on aborde une anticipation.

Dans le monde moderne, les applications de l'électricité sont déjà innombrables. A la *World's Fair*, c'est elle qui assure d'abord jour et nuit l'éclairage intérieur des bâtiments d'exposition dont aucun ne possède de fenêtre ; c'est elle qui les illumine la nuit. C'est elle qui anime les innombrables escaliers roulants et ascenseurs donnant accès aux étages supérieurs des pavillons, qui commande les appareils de détection d'incendie, qui actionne les groupes de conditionnement d'air dans les édifices et les pompes d'alimentation des fontaines lumineuses, dont une seule exige 2 000 ch pour

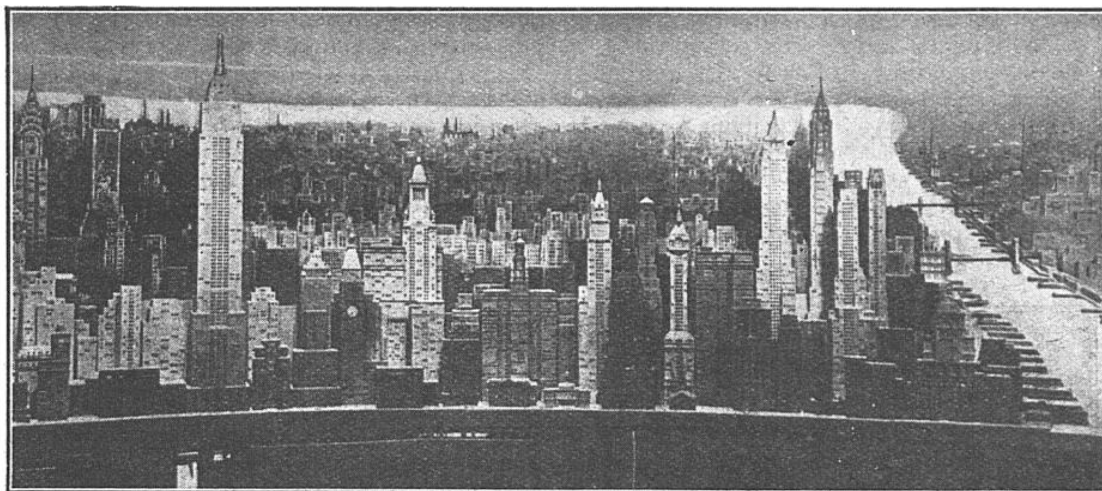


FIG. 7. — LE PLUS GRAND DIORAMA DU MONDE, CELUI DE LA VILLE DE NEW YORK AVEC SES SERVICES D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE MOTRICE

les seules pompes et 2 000 kW pour les projecteurs.

Dans l'ensemble, la puissance électrique consommée par l'Exposition est comparable à celle d'une ville de 500 000 habitants. Deux sous-stations de 90 000 kW reçoivent l'énergie sous 27 000 volts et la distribuent sous 4 000 volts, à tous les services et tous les exposants. Dans chaque pavillon, des transformateurs abaissent la tension à 120 et 208 volts (il s'agit de courant triphasé 120 V entre chaque phase et le point neutre, et 208 V entre phases). On peut juger de la complexité de ce réseau, tout provisoire puisqu'il doit disparaître avec l'Exposition.

Le plus grand diorama du monde

Mais nous trouvons à la *World's Fair*, au pavillon de la *Consolidated Edison Co*, une synthèse plus complète du rôle de l'électricité dans la cité moderne. Il s'agit d'un vaste diorama qui peut vraisemblablement se parer du

titre de plus grand diorama du monde ; couvrant 7 000 m², il peut accueillir à la fois 800 spectateurs. Aussi haut qu'une maison de trois étages, il constitue, dans les trois dimensions de l'espace, un modèle architectural animé de la zone métropolitaine de New York, mettant en évidence les tâches multiples assurées, non seulement

par l'électricité, mais aussi par le gaz et la vapeur, ainsi que la complexité de leurs réseaux de distribution. La *Consolidated Edison Co* est précisément l'entreprise industrielle qui gère les usines génératrices d'électricité et les centrales pour la production de la vapeur, et qui assure la distribution de l'électricité et de la vapeur dans les principaux quartiers de la ville.

Le diorama mesure une hauteur totale de 11 m ; les deux premiers mètres sont réservés au sous-sol, vu en coupe. Quatre mille buildings ont été représentés avec tous leurs détails, réunissant un total impressionnant de

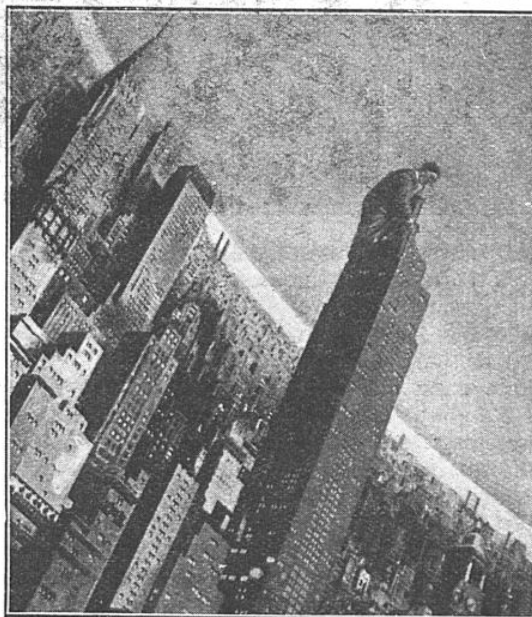


FIG. 8. — FRAGMENT DU DIORAMA DE NEW YORK MONTRANT LES IMPOSANTES PROPORTIONS DE LA MAQUETTE DE L'« EMPIRE STATE BUILDING » EN COURS DE MONTAGE

130 000 fenêtres qui s'illuminent la nuit (on juge de la tâche qu'a représentée la pose de tous ces fils sur l'envers du diorama). Serpente dans les rues et sous les rues, voici un modèle rigoureusement exact du métropolitain, dont les rames, protégées par un système complet de « bloc » automatique, parcourront, pendant les six mois que durera l'Exposition, plus de 55 000 km. A ce réseau de transport horizontal s'ajoute le

est en changement perpétuel, suivant un cycle de douze minutes qui correspond aux vingt-quatre heures de la journée. Le Soleil se lève et se couche et, pour corser encore le spectacle, les organisateurs ont introduit, dans le courant de l'« après-midi », un orage réaliste sur New York avec décharge électrique sur un « Empire State Building », l'édifice le plus haut du monde, dont les 385 m se réduisent ici à 6 m.

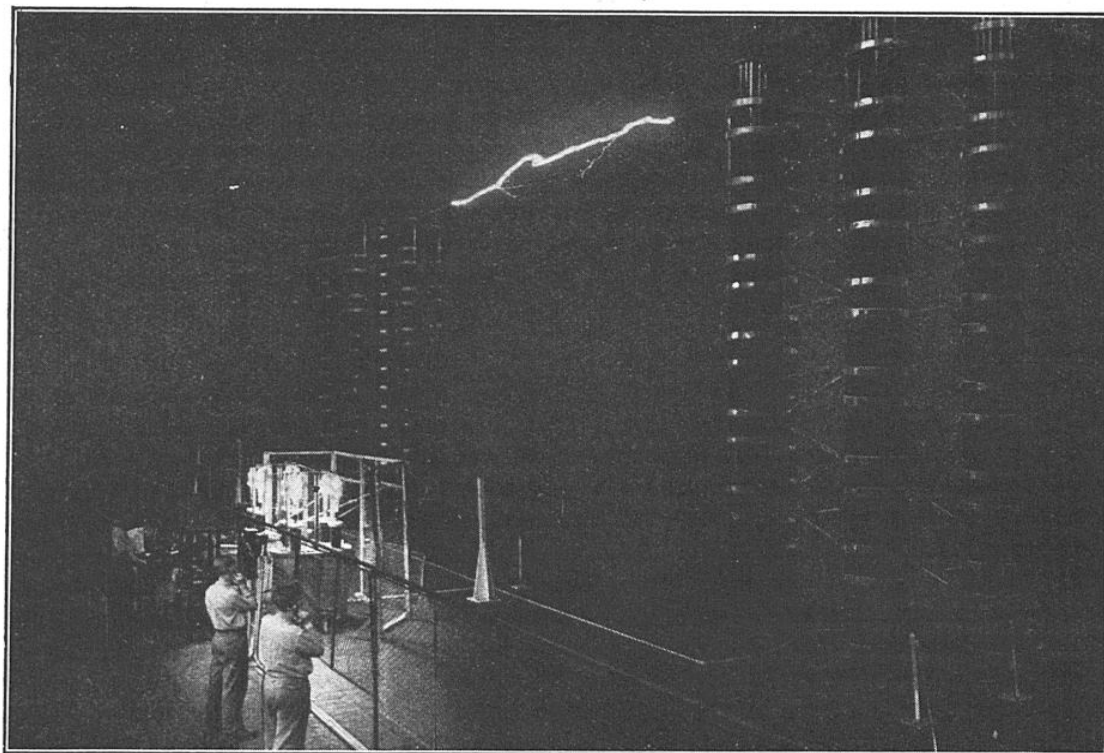


FIG. 9. — LA PLUS LONGUE ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE DU MONDE, ATTEIGNANT 9 M ENTRE LES ÉLECTRODES D'UN GIGANTESQUE GÉNÉRATEUR DE 10 MILLIONS DE VOLTS

réseau vertical constitué par les innombrables ascenseurs qui, dans leur journée, transportent plus de voyageurs que tous les véhicules terrestres et souterrains de New York. Leur fonctionnement est visible à travers les murailles transparentes des gratte-ciel de Manhattan et ce n'est pas là le côté le moins curieux du diorama.

Le souci du détail a été poussé jusqu'à représenter les transatlantiques alignés le long des jetées du port, la circulation automobile sur les grands ponts entre Manhattan et Long-Island, les « ferry-boats » sur l'East River et les buildings de la *World's Fair* dans le quartier de Queens.

Ajoutons encore que tout ce panorama

La plus longue décharge électrique du monde

Nous trouvons une autre décharge électrique, cette fois beaucoup plus importante, dans le Hall Steinmetz qui appartient au pavillon voisin de la *General Electric Co.* C'est vraiment la plus puissante et la plus longue étincelle qui ait jamais été obtenue jusqu'ici dans le monde. Elle jaillit entre deux générateurs hauts de 11 m, portés chacun à un potentiel de 5 millions de volts par rapport à la terre, de sorte qu'entre les pointes terminales s'établit une différence de potentiel de 10 millions de volts.

Chacun des générateurs est constitué par

un banc de condensateurs que l'on charge en parallèle et que l'on décharge en série. Chaque générateur comporte six colonnes de condensateurs.

La tension de 10 millions de volts est atteinte 15 secondes après la mise en marche du générateur. L'intensité de la décharge atteint alors 32 000 ampères. La puissance ne dépasse pas cependant le dixième de celle d'un coup de foudre naturel et couvre une distance de 9 m. Elle ne dure que 1 millionième de seconde et forme le bouquet d'un véritable feu d'artifice électrique qui permet aux spectateurs d'observer les curieux effluves dus à l'effet « corona » autour des conducteurs à haute ten-

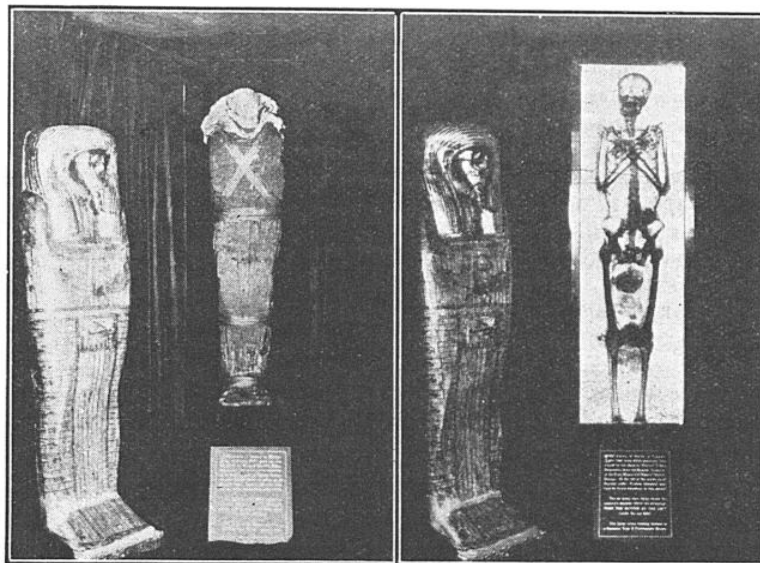


FIG. 11. — LA RADIOSCOPIE D'UNE MOMIE ÉGYPTIENNE VIEILLE DE TROIS MILLE ANS

La squelette apparaît intact sur l'écran fluorescent. Remarquer les dimensions inusitées de cet écran, d'une réalisation fort délicate.

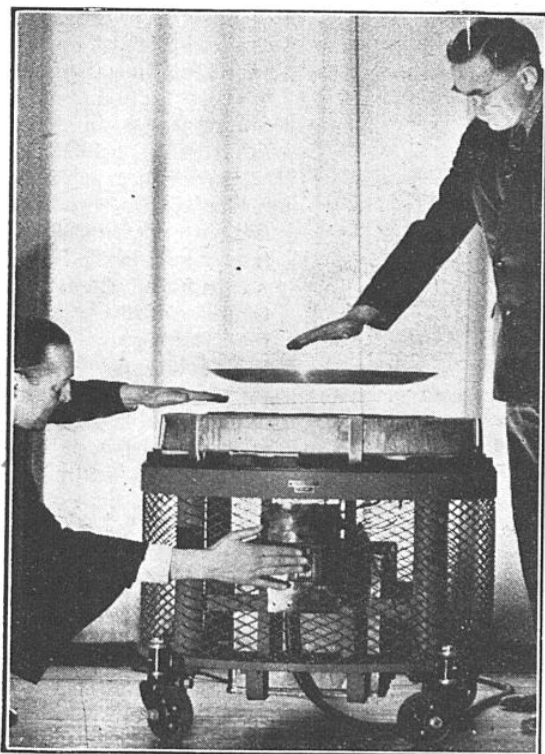


FIG. 10. — LA LÉVITATION ÉLECTRIQUE D'UN DISQUE D'ALUMINIUM PAR COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE

sion, de voir comment une décharge de quelques millions de volts suffit pour faire éclater un tronc d'arbre et d'admirer à 10 m au-dessus de leurs têtes les arabesques et les irisations d'un arc permanent triphasé de 1 million de volts, alimenté par trois transformateurs séparés.

Tous ces appareils ne sont autres que ceux du laboratoire des hautes tensions de la *General Electric Co* à Pittsfield. Ce sont eux qui servent dans la pratique à mettre au point l'appareillage de protection des lignes à haute tension contre les décharges atmosphériques.

La « Maison de la magie »

Moins utilitaire, mais non moins spectaculaire est la « Maison de la magie », que présente également la *General Electric Co*.

Là se trouvent rassemblés, entre autres appareils curieux, un « moteur solaire » qui transforme l'énergie lumineuse qu'il reçoit en énergie électrique, un disque métallique (fig. 10) qui, parcouru par des courants haute fréquence développés par induction, semble flotter dans l'air (la chaleur dégagée par effet Joule par ces courants induits est telle qu'il serait possible de cuire des œufs dans ce plat d'un nouveau genre), un train électrique miniature qui obéit à la voix humaine, un appareil à fièvre artificielle et un stroboscope à fluorescence.

¶ Dans une salle voisine consacrée aux rayons X et à leurs applications médicales (diagnostic de maladies diverses, traitement du cancer), une des attractions les plus curieuses est certes la radiographie d'une momie égyptienne vieille de 2 800 ans, prêtée par le Muséum d'Histoire naturelle de Chicago (fig. 11). Son squelette apparaît intact sur un écran fluorescent dont les dimensions sortent tout à fait de l'ordinaire et dont la réalisation a été très délicate. A côté de ces présentations destinées à exciter la curiosité du public, se trouvent les applications pratiques de la radiographie à la détection des défauts inappareils dans les pièces métalliques coulées de grandes dimensions.

Le « phantocycle »

Si nous passons du pavillon de la *General Electric Co* à celui de la Compagnie *Westinghouse*, nous trouvons une autre « attraction » électrique, non moins remarquable, et qui est destinée à illustrer les merveilleuses possibilités de la cellule photoélectrique dans le domaine de l'automatisme. C'est le « phantocycle », bicyclette sans cavalier qui conserve, grâce à une cellule photoélectrique, son équilibre sur les étroites gorges de trois poulies métalliques, au point qu'on peut appliquer à la selle une poussée latérale de plus de 1 kg avant que la bicyclette, perdant sa stabilité, tombe sur les supports de sécurité. Voici le principe de fonctionnement de son régulateur photoélectrique.

Sur la photographie ci-dessus (fig. 12), on aperçoit sous le pédalier un miroir qui renvoie un faisceau lumineux sur une cellule photoélectrique. Lorsque la bicyclette, perdant l'équilibre, commence à s'incliner, la quantité de lumière que reçoit la cellule

varie. Le courant qu'elle débite, convenablement amplifié, parvient à un rhéostat automatique que les ingénieurs américains ont baptisé « silverstat », car il se compose d'un jeu de boutons d'argent connectés aux étages successifs d'un jeu de résistances électriques. Ces dernières commandent le moteur du régulateur qui agit sur la roue avant de la bicyclette. Celle-ci s'incline simplement plus ou moins et tourne plus ou moins vite; ce mouvement suffit à développer les forces qui tendent à redresser la bicyclette.

Ces forces sont au nombre de trois. La première est due au déplacement de la masse métallique que l'on voit fixée au garde-boue avant : elle agit comme un balancier, statiquement pourrait-on dire. La deuxième est due à l'effet gyroscopique de la jante de la roue avant ; elle est proportionnelle à la vitesse angulaire de la « précession », c'est-à-dire de la rotation imprimée par le régulateur autour de l'axe du guidon. La troisième enfin est une réaction due à l'inertie de la masse fixée au guidon, qui tend à déplacer la bicyclette en sens inverse du mouvement imprimé

à cette masse. De ces trois forces, la première est due au déplacement de la roue, la deuxième à la vitesse de ce déplacement et la troisième à son accélération.

L'utilité pratique d'une telle réalisation peut ne pas apparaître immédiatement. Elle illustre cependant à merveille les possibilités du « silverstat » comme organe régulateur à la fois robuste et sensible, et susceptible à ce titre de recevoir de nombreuses applications industrielles et militaires. Telle est, par exemple, la commande des trains de laminoirs pour la fabrication continue des tôles : les mouvements d'un

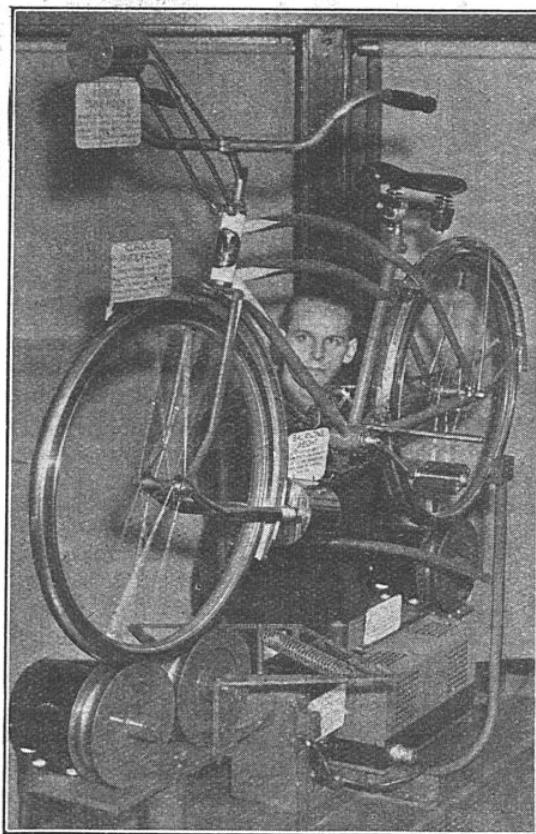


FIG. 12. — LE « PHANTOCYCLE », BICYCLETTE STABILISÉE AUTOMATIQUEMENT A L'AIDE D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE

cylindre supplémentaire, sur lequel passe la tôle, sont utilisés pour corriger d'une manière continue la vitesse d'un des moteurs du laminoir pour maintenir constant l'effort à exercer. Quant à l'armée américaine, elle a adopté un dispositif analogue pour commander à distance l'orientation des grands projecteurs de défense contre avions. L'observateur suit le but dans une lunette binoculaire dont les mouvements, traduits et transmis par des impulsions électriques, sont répétés « pas à pas » par le projecteur.

Cette application ingénieuse de la cellule photoélectrique n'évoque cependant qu'imparfaitement le rôle capital que joue l'« œil électrique » dans l'industrie moderne, en particulier dans le domaine de la signalisation à distance. D'innombrables signaux de trafic, portes et escaliers roulants, compteurs et automates, sont commandés à l'Exposition par des faisceaux lumineux invisibles frappant des cellules photoélectriques. Avec le perfectionnement continu des différents types de cellules, en particulier l'augmentation de leur sensibilité et de leur sécurité de fonctionnement, le Monde de Demain verra sans aucun doute se multiplier ces applications.

La technique des télécommunications, qui remonte à moins de cent ans, joue un grand rôle dans la civilisation moderne.

Le téléphone

On sait l'importance acquise à l'heure actuelle par le réseau mondial des câbles transocéaniques et par les liaisons radiotélégraphiques et radiotéléphoniques transcontinentales, à côté de l'énorme diffusion du téléphone, en particulier aux Etats-Unis.

A la *World's Fair*, nous ne trouvons pas moins de 3 000 postes téléphoniques.

Dans le pavillon des *Bell Telephone Laboratories*, la plus puissante organisation de recherches scientifiques et industrielles des Etats-Unis, affiliée au puissant trust

de l'*American Telephone and Telegraph*, on peut voir une gigantesque carte des Etats-Unis, qui ne mesure pas moins de 15 m de largeur : 3 500 points lumineux y marquent les centres industriels et urbains les plus importants. De chaque côté de la carte sont installées des cabines téléphoniques vitrées, où prennent place les personnes que le sort a désignées, parmi les assistants, pour appeler tel correspondant de leur choix parmi les postes installés sur le territoire des Etats-Unis.

Sur la grande carte, les assistants voient s'allumer des séries de lampes marquant le chemin tracé par les connexions téléphoniques de New York au poste appelé dans la ville, dont le nom s'illumine. D'ingénieux dispositifs lumineux, dont les formes générales rappellent des thermomètres, indiquent, pour chaque appel, le temps qui s'écoule entre le moment où il est enregistré et celui où la conversation commence effectivement. Ce temps est remarquablement réduit, étant donné les distances. Il est probable qu'à l'avenir, dans le Monde de Demain, lorsque

l'équipement en automatique ne s'étendra pas seulement aux grandes villes, mais au réseau mondial, il le sera plus encore.

Voici encore des inventions dont nous verrons la réalisation prochaine : dispositifs permettant de supprimer les opératrices des centraux privés, l'appelant pouvant commander à partir de son propre appareil les sélecteurs d'un central privé ; haut-parleurs, qui remplaceront, dans nos appartements, l'écouteur, peu pratique ; groupes microphone-haut-parleur, qui permettront d'échanger des conversations en le branchant simplement sur une prise de courant (1).

La synthèse de la parole humaine par la machine à parler

Si de nombreuses difficultés parmi celles rencontrées dans la transmission de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 255, page 248.



FIG. 13. — LE « VODER », MACHINE PARLANTE ÉLECTRIQUE, PERMETTANT LA SYNTHÈSE DE TOUS LES SONS ET DE LA PAROLE HUMAINE

parole ont été ainsi peu à peu surmontées et si nous espérons vaincre les dernières dans un avenir prochain, il faut en rapporter le mérite aux chercheurs de laboratoire qui, patiemment, se sont attachés à les faire disparaître l'une après l'autre. L'amélioration des transmissions téléphoniques à grande distance exigeait en particulier une étude serrée des conditions de propagation des diverses fréquences vocales le long des conducteurs et, par conséquent, une analyse préalable très poussée de la parole humaine. Les recherches poursuivies dans ce sens par les *Bell Telephone Laboratories*, pour l'analyse et la synthèse électriques des sons, ont fourni les éléments d'une remarquable réalisation exposée à la *World's Fair*; il s'agit d'une machine électrique à parler : le « Voder », instrument effectuant la synthèse, « totale » pourrait-on dire, des mots et des phrases les plus compliquées (fig. 13).

Il se présente comme une table, de la dimension d'une table à jeu, sur laquelle sont disposées quatorze touches semblables à celles d'un orgue, quelques interrupteurs et trois petits boutons. Il faut ajouter un levier horizontal à la hauteur du poignet gauche de l'opérateur et une pédale sous la table. Le « Voder » est muni d'un équipement électrique qui lui permet de reproduire à volonté les deux sortes de sons parlés. Pour les uns, l'air passant à travers la bouche au-dessus de la langue, entre les dents et les lèvres, sort en turbulence, produisant une sorte de sifflement qui contient un grand nombre de fréquences sonores très élevées, parmi lesquelles certaines seulement sont renforcées par la cavité buccale. Ainsi sont engendrés les sons chuchotés et les consonnes *s*, *f*, et l'anglais *th*. Un « sifflement » électrique, convenablement modulé par le « Voder », permet de les reproduire ainsi que d'autres consonnes telles que *d*, *k* ou *p*.

Les autres sons qui entrent dans la composition de la parole humaine, très importants dans les voyelles telles que *a*, *é* ou *o*, trouvent leur origine dans les cordes vocales. Pour les reproduire, le « Voder » possède un générateur électrique à fréquence sonore, dont la pédale fait varier la fréquence fondamentale pour donner à la parole une inflexion montante ou descendante. Ce générateur est un générateur à relaxation qui, au lieu de donner une onde sinusoïdale, fournit une succession de « dents de scie »; la fréquence fondamentale correspond à la hauteur du son émis, grave pour les voix masculines, aiguë pour les voix féminines. Un simple interrupteur permet de passer de

l'une à l'autre. De même que, en parlant, chacun de nous modèle sa cavité buccale pour laisser passer ou supprimer certaines composantes de l'oscillation sonore engendrée par les cordes vocales, de même le « Voder », grâce à dix touches, peut supprimer ou atténuer, en mettant en circuit différents filtres électriques, certaines bandes de fréquences figurant dans l'oscillation complexe de l'oscillateur à relaxation. Chacune des dix touches met en circuit un « atténuateur » qui agit plus ou moins selon la quantité dont la touche est enfoncée. Ces touches servent à la fois aux deux espèces de sons, d'où la nécessité de disposer d'un interrupteur pour passer d'un des oscillateurs à l'autre. On trouve cet interrupteur-commutateur sous le poignet gauche de l'opérateur. En outre, trois petites touches supplémentaires donnent, l'une les consonnes *p* et *b*, l'autre *t* et *d*, la troisième *k* et *g*.

Le « Voder » imite parfaitement les cris d'animaux et aussi la parole humaine, avec, ajoutent les ingénieurs américains à qui l'humour ne fait jamais défaut, un léger accent « électrique »...

Les seules limites aux possibilités de l'appareil sont imposées par l'habileté de l'opérateur et son aptitude à analyser rapidement et à décomposer en leurs parties constitutives, grâce à la finesse de son oreille, les sons et les mots qu'on lui demande de reproduire.

Radio et télévision

Le développement des radiocommunications a été dû, avant tout, à la création de la lampe électronique. De son développement futur dépendent en grande partie les télécommunications de demain, lorsque ces perfectionnements qui lui seront apportés nous ouvriront le champ immense des ondes ultracourtes.

Dans ce même numéro (1), une étude spéciale est consacrée à l'état présent du cinéma, de la radio et de la télévision aux Etats-Unis. Nous y renvoyons nos lecteurs, nous bornant à signaler ici le studio d'émission et de réception qu'a équipé dans son pavillon de la *World's Fair* la *General Electric Co*. Chacun peut à la fois y servir de sujet à l'icôneoscope d'émission, suivre sa propre image sur l'écran fluorescent d'un récepteur et même la photographier. Bien entendu, la *Radio Corporation of America*, dont le pavillon épouse la forme d'un tube électronique, fait aussi à la télévision une large place. Le public américain peut y visiter en détails

(1) Voir page 515.

l'émetteur mobile dont nous reproduisons la photographie page 523.

C'est aussi la *R. C. A.*, qui expose des récepteurs de « fac-simile », que nous traduisons par « journaux à domicile », capables de recevoir en une minute une page de 20 cm sur 30 cm.

Ces appareils en sont encore à la phase expérimentale, ceux qui sont actuellement entre les mains du public exigeant 18 minutes pour accomplir la même tâche.

La ferme électrifiée

L'électrification des campagnes est beaucoup moins avancée aux Etats-Unis qu'en France, ce qu'expliquent les dimensions du territoire. Mais, là où il dispose de l'énergie électrique, le « fermier » américain en fait un beaucoup plus large emploi que le paysan de chez nous. Les compagnies distributrices estiment cependant que cela est encore insuffisant et

font la plus active propagande en faveur de l'outillage électrique qui a été spécialement conçu pour tous les travaux de la ferme. Ainsi trouvons-nous à la *World's Fair* une ferme modèle (fig. 14), grandeur nature, entièrement électrifiée, depuis la cuisine avec son équipement aujourd'hui classique : cuisinière et réchaud, machine à laver la vaisselle, mélangeurs, batteurs, râpes, moulins à café, grils à pain, ventilateurs, armoires frigorifiques, etc., tous électriques, jusqu'au parquet à volailles en passant par la buanderie, l'étable, l'atelier, la serre, le silo, etc.

Dans l'étable modèle, où un tapis de caoutchouc de 0,5 cm d'épaisseur recouvre le sol en ciment armé sous l'emplacement réservé aux animaux, ceux-ci sont amenés pour la traite électrique à un local spécial

bétonné et carrelé. Le lait, tiré dans un récipient en verre où il est pesé sans être exposé à l'air, passe à la laiterie par des canalisations étanches. Après pasteurisation et irradiation par les rayons ultraviolets (pour accroître sa teneur en vitamines D), il est mis automatiquement en bouteilles et stocké au frigorifique. Ainsi, grâce à cet ensemble de précautions, aucun germe ne peut contaminer le lait qui entre pour la première fois en contact avec l'atmosphère lors-

que le consommateur débouche la bouteille qui le contient.

Au parquet des volailles, deux fois par semaine, la couveuse électrique fait naître de nombreux poussins immédiatement logés dans des éleveuses-batteries électriques. Laveur, trieur et mieur d'œufs, machines à plumer les volailles, lampes à rayons ultraviolets destinées à accroître le rendement des pondeuses, tous font appel

à l'électricité. La serre est dépourvue de chauffage central et des inévitables complications qu'entraîne ce mode de chauffage. Elle est dotée d'un isolement thermique pratiquement parfait ; des lampes électriques de chauffage, contrôlées par un thermostat, suffisent pour compléter l'apport de chaleur du rayonnement solaire. Les semis et les plantations hâtives s'effectuent sur couches électriques chauffées par des câbles enfouis dans le sol, lui-même débarrassé des insectes et des semences de plantes sauvages par stérilisation électrique.

Une ferme, suivant une formule heureuse de C.-C. Furnas, est une grande usine de chimie organique. A ce titre, les progrès de l'agronomie doivent sensiblement compliquer la tâche du cultivateur de demain, si

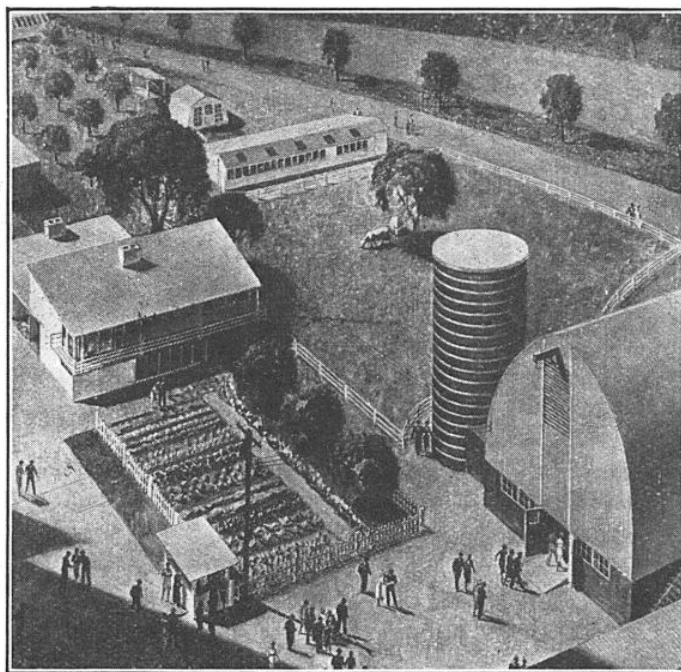


FIG. 14. — LA FERME MODÈLE ÉLECTRIFIÉE AVEC SON SILO ET SES PARCS D'ÉLEVAGE

ceux de l'électrification vont simplifier et alléger nombre de ses travaux. La collaboration des experts chimistes et physiciens lui sera nécessaire pour analyser le sol qu'il cultive, contrôler sa concentration en ions hydrogène (acidité) et déterminer sa « structure » (1).

Est-ce à dire que demain, toutes ces précautions prises, l'agriculteur pourrait être sûr du lendemain et prévoir, comme le fait l'ingénieur dans une usine de synthèse chimique, le rendement de ses récoltes ? Une

Energie hydraulique et pétrole

Mais ne verrons-nous pas ces centrales thermiques elles-mêmes disparaître ?

Les deux principales sources d'énergie actuellement utilisées sont le pétrole et la houille. Cela pourrait bien ne plus être vrai dans le Monde de Demain : les grands barrages américains semblent annoncer, comme le prédit la *General Electric Co*, une période où les fleuves, totalement domestiqués, descendront de lac en lac en produisant une

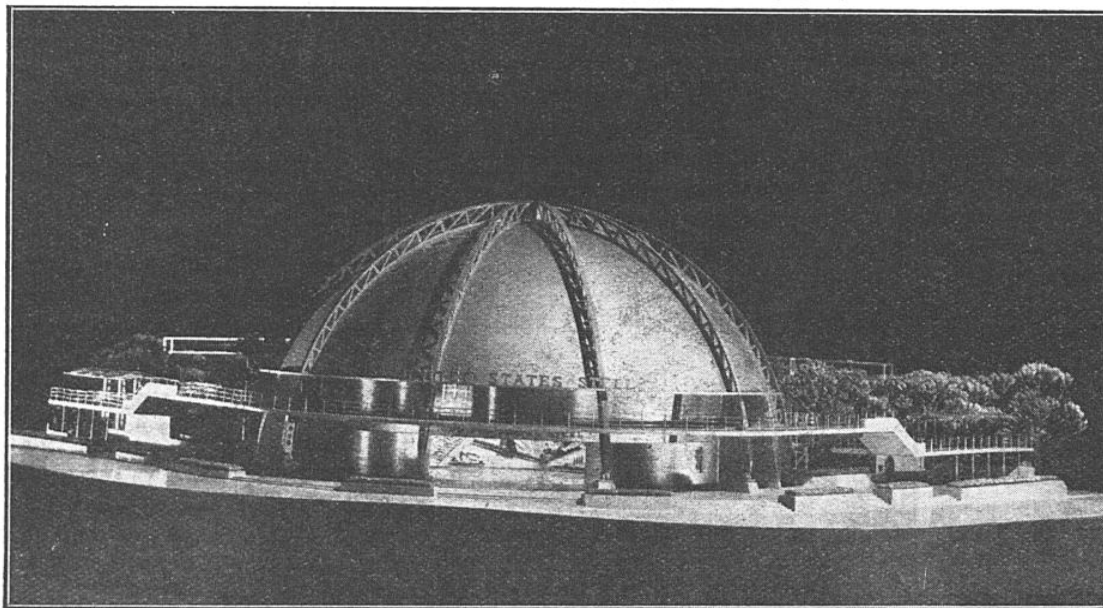


FIG. 15. — LA COUPOLE D'ACIER INOXYDABLE DU PAVILLON DE L'ACIER AVEC SA CHARPENTE EXTERIEURE MONTRE TOUT LE PARTI QU'ON PEUT TIRER DE LA CONSTRUCTION METALLIQUE

incertitude demeurera toujours, c'est celle due aux éléments incontrôlables, surtout les chutes de pluie, la température, sans parler des gelées et de la grêle. Pour y échapper, il restera à l'agriculture les « cultures sans sol » (2), où les végétaux sont alimentés par des solutions nutritives et qui, déjà, se développent en Amérique sur une grande échelle et dont nous voyons à la *World's Fair* les extraordinaires résultats. Les Etats-Unis trouveront-ils dans ce procédé une solution au problème angoissant que pose l'assèchement progressif des plaines centrales du continent américain ? Le Monde de Demain verra-t-il l'agriculture disparaître du continent américain et se réfugier dans les cités industrielles, à côté des centrales thermiques ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 363.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 262, page 307.

puissance énorme, tandis que l'irrigation des contrées riveraines et la production d'engrais azotés par la synthèse à l'arc électrique, permettront d'étendre à de grandes distances une fertilité comparable à celle de la vallée du Nil.

Est-ce à dire que le pétrole et la houille cesseront d'être utilisés ? Une visite à l'Exposition des industries du pétrole à la *World's Fair* nous détrompera : de cette huile complexe qu'est le pétrole brut, la chimie s'est emparée et a tiré des milliers de produits, depuis le gaz butane, l'essence, le mazout jusqu'aux vaselines et à la paraffine.

L'un de ces produits est-il demandé en quantité plus grande que les autres ? Le « cracking » permet de passer de l'un à l'autre. L'hydrogénation, l'oxydation donnent à volonté l'alcool ou le caoutchouc synthétique. Et la liste n'est pas close, car

des milliers de chercheurs l'étendront encore.

On a craint un moment que les réserves de pétrole ne vinssent à s'épuiser. Mais les prospecteurs, munis de renseignements géologiques précis, savent maintenant forer jusqu'à 3 000 m pour le chercher. Et combien de régions n'ont même pas été prospectées ! Nous n'avons sans doute fait que gratter la surface des richesses que nous offre la Terre.

La chimie, science « envahissante »

Nous venons de voir un corps qui, traité par le chimiste, fournit une gamme de produits pratiquement illimitée.

Dans toute industrie, le chimiste a maintenant son mot à dire. Il étudie tout ce qu'elle élimine sans en tirer parti, et cherche à l'utiliser : l'usine de demain verra certainement disparaître le tas de scories, et sans doute aussi ces cheminées qui déversent leurs suies et leurs produits corrosifs dans l'atmosphère.

Brûler du charbon, en particulier, est un acte antiéconomique, puisqu'on perd ainsi les goudrons, la créosote, le soufre qu'il renferme ; on saura sans doute un jour l'utiliser d'une façon plus rationnelle, car il devrait plutôt être considéré comme une matière première de l'industrie chimique et métallurgique que comme un combustible. Sa destinée est étroitement liée à celle du fer.

Nous avons vu le rôle qu'a joué l'acier dans cette création éphémère qu'est la Foire de New York : le pavillon de l'*United States Steel Corporation* nous montre que le monde de demain l'emploiera de plus en plus. Il y a cent cinquante ans, on comptait 250 g de fer utilisés pour un habitant des Etats-Unis ; il y en a maintenant 8 500 kg

environ ! A l'intérieur de l'immense coupole d'acier inoxydable qui recouvre le palais de l'*United States Steel Corp.*, on voit que la ferme, l'usine, la ville utilisent partout l'acier. Celui-ci permettra un jour prochain la fabrication en grande série d'habitations standardisées et facilement transportables à des prix extraordinairement réduits.

L'Exposition montre aussi l'extrême souplesse de ce métal qui s'est plié à presque tous les usages, à volonté rigide ou élastique et qui, allié avec des métaux comme

le chrome, le nickel ou le manganèse, acquiert de précieuses propriétés : inoxydabilité, perméabilité magnétique accrue, etc... Le contrôle des alliages qui doivent être méticuleusement dosés et, grâce aux traitements thermiques et mécaniques, d'une structure cristalline bien définie, confère une grande importance aux laboratoires métallographiques qui deviennent parfois de véritables usines dans l'usine.

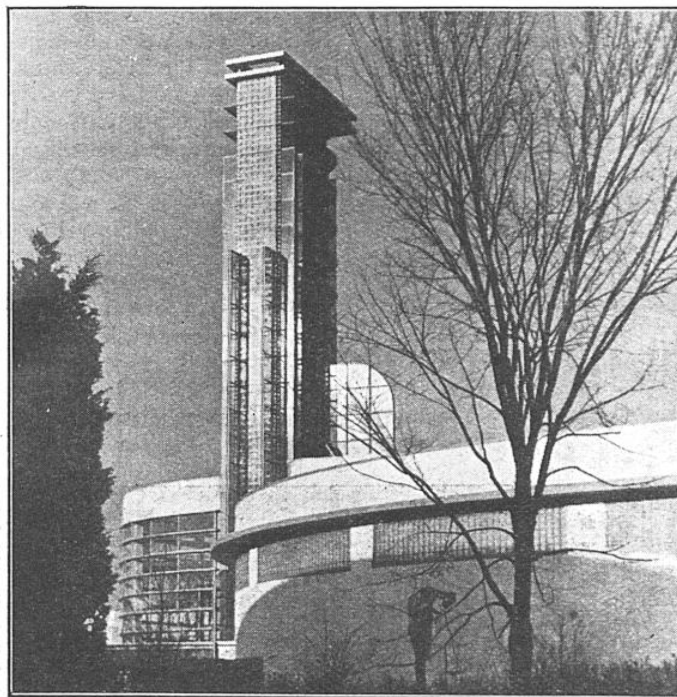


FIG. 16. — LA TOUR DU PAVILLON DU VERRE, CONSTRUITE ENTièrement EN BRIQUES TRANSLUCIDES

La chimie n'imité pas la nature ; elle crée des produits nouveaux

Et ceci nous amène à parler de l'orientation nouvelle qu'a prise l'industrie chimique moderne. Il y a seulement cinquante ans, la grosse industrie chimique gravitait autour des produits qu'on savait fabriquer à partir de l'acide sulfurique. Ces produits (engrais, explosifs) étaient relativement peu nombreux. Le qualificatif d'artificiel accolé à une denrée voulait dire : bon marché et mauvaise qualité. Cela n'est plus vrai aujourd'hui.

La chimie a d'abord essayé, sans y parvenir, de reproduire certains produits natu-

rels, comme les parfums. Ceux-ci sont des mélanges extrêmement complexes, alors qu'elle ne sait fabriquer que des corps purs. Mais, dans l'industrie des colorants, elle a surpassé la nature : la pourpre qu'elle fabrique pour presque rien est plus belle que celle qu'on extrayait à grands frais d'un coquillage pour en teindre les vêtements des empereurs romains.

Les textiles artificiels ne sont pas de la même qualité que la soie ou le coton : mais on les prépare à partir de variétés de cellulose qui coûtent bien moins cher que le coton. La puissante firme Dupont de Nemours montre quelques-unes des dernières créations dans ce domaine. Elle explique comment ces produits sont préparés à partir de matières extrêmement répandues : charbon, coton, huiles végétales, sel, etc.

Mais que ne fabrique-t-on avec ces corps ? Explosifs de plus en plus puissants et plus sûrs à manier, insecticides si efficaces que, pour faire à la *World's Fair* la démonstration de leur qualité, il faudra élever des millions de mouches pour les tuer ; liquides réfrigérants, antigel, etc.

Mais la plus belle conquête de la chimie, c'est sans doute celle des matières plastiques. Le caoutchouc, qui n'est pas une matière synthétique, n'est utilisable qu'après

un certain nombre de traitements chimiques qui en modifient la qualité. Ses usages sont innombrables : automobile, médecine ou ameublement, etc.

En partant de la cellulose, des phénols ou de l'éthylène, on a préparé des substances plus ou moins flexibles et transparentes, dont quelques-unes sont rigoureusement inflammables. Il est inadmissible, en effet, que nous n'ayons pas encore trouvé le moyen d'ignifuger nos vêtements et tout ce qui meuble nos habitations. Parmi ces matières, il faut citer la dernière création de la chimie organique : la *lucite*, dont un bâton flexible conduit la lumière au point où on veut l'utiliser. Dans beaucoup d'applications, ces matières transparentes ou verres organiques tendent à concurrencer le verre trop cassant et plus difficile à mouler. Elles le remplaceront sans doute dans la fabrication des glaces de véhicules. Cependant, le verre restera encore longtemps la matière dont on fait les appareils d'optique les plus délicats. Il a l'avantage de ne pas être rayé facilement. Lui reproche-t-on sa fragilité et ses éclats meurtriers ? Le verre « Triplex » et le verre trempé sont corrigés en grande partie de ces défauts. Enfin, il résiste aux températures élevées, et le verre « Pyrex » sait en supporter des variations brusques.

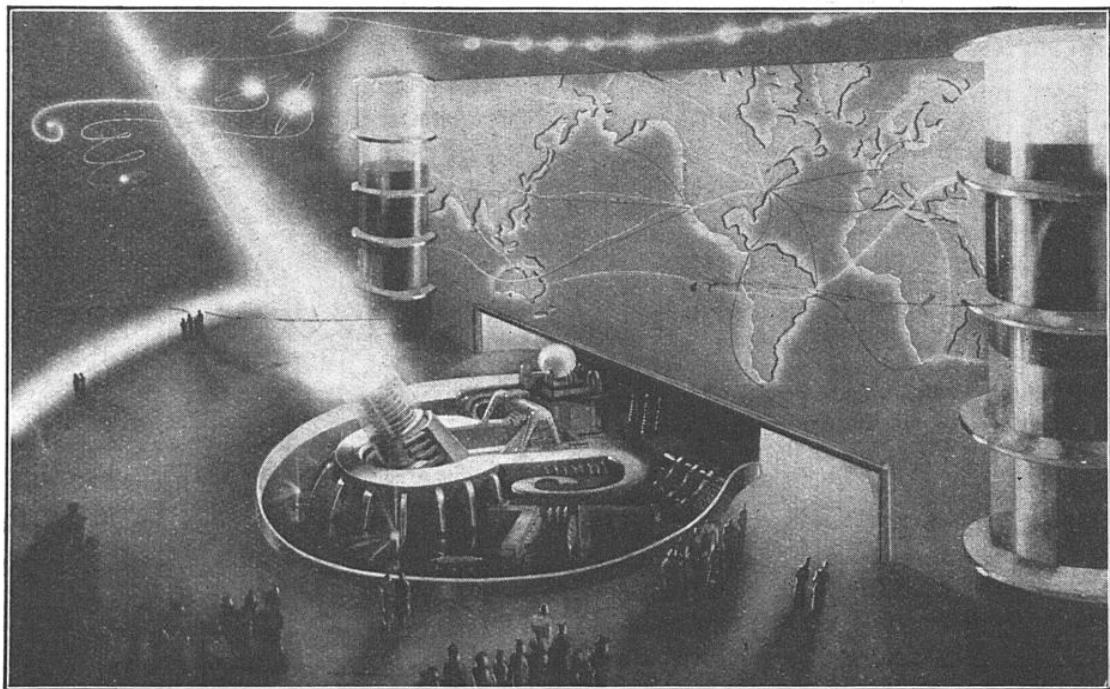


FIG. 17. — LE « STRATOPORT » DE L'AVENIR SE PRÉSENTERA-T-IL AINSI ? VOICI LE DÉPART D'UNE FUSÉE STRATOSPHERIQUE, SIMULÉE PAR DES JEUX DE LUMIÈRE

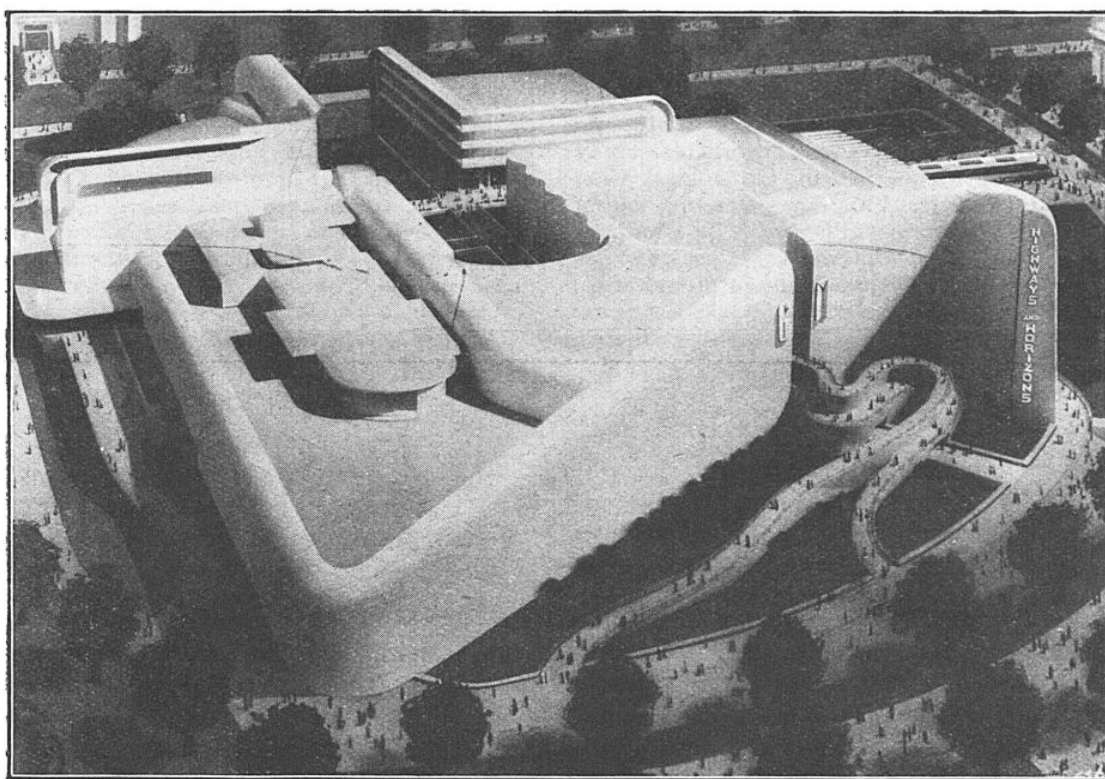


FIG. 18. — LE PALAIS DE LA « GENERAL MOTORS CORP. » AU CENTRE DUQUEL A ÉTÉ AMÉNAGÉ UN CROISEMENT DE RUES RATIONNEL A DEUX ÉTAGES

Nous voyons même la « laine de verre » constituer un excellent isolant thermique et sonore qui peut protéger nos habitations du froid et des bruits de l'extérieur.

Tous ces matériaux doivent, convenablement utilisés, transformer un jour nos demeures. Comment sera la maison de demain? Il est probable que bien des tâtonnements seront nécessaires pour en déterminer la forme. En tout cas, elle ne sera pas monstrueuse comme un gratte-ciel, mais au contraire de dimensions modestes et accueillant de tous côtés la lumière. Nous ne nous résignerons pas toujours à vivre dans des endroits obscurs et sans air où une plante se refuserait à croître. La science du confort est en train de naître avec le conditionnement d'air, l'insonorisation, et dans les années qui viennent, il est probable que l'homme dépensera, pour vivre à l'aise chez lui, autant d'ingéniosité qu'il en a mis jusqu'ici à voyager commodément.

Les transports

Edison, le grand inventeur américain, disait que les désirs de l'homme ne con-

naissent plus de limites une fois qu'il est sûr d'avoir de quoi manger. Parmi ces désirs, celui d'être ailleurs, de voyager, de supprimer les distances est peut-être le plus impérieusement ressenti. En cent ans, on a assisté, dans ce domaine, à une véritable révolution que retrace, à la *World's Fair*, le Palais des Transports.

Le stratoport et la fusée stratosphérique

L'histoire du progrès des transports est celle d'une invention continue ; aucun engin n'est sorti parfait du cerveau de son créateur, mais certaines idées font parfois faire de véritables bonds au progrès. L'invention de l'hélice au début du siècle dernier est de celles-là. Il semble pourtant qu'elle ait désormais développé toutes ses conséquences : l'avion, dans sa course à une rapidité toujours plus grande, se heurtera à ce mur qu'est la vitesse du son (1 250 km/h) et cette résistance se fait déjà sentir bien longtemps avant que la vitesse limite soit atteinte. Les spécialistes de la vitesse ne pensent pas qu'on puisse, sans rien inventer de nouveau, dépasser 950 km/h.

L'appareil nouveau qu'il faut trouver, nous le connaissons déjà : c'est la fusée, ou mieux la tuyère thermopropulsive, qui permettrait d'atteindre des vitesses de l'ordre de 2 000 km/h, rapprochant les continents à quelques heures les uns des autres.

En attendant cette innovation, le pavillon des automobiles Chrysler présente déjà à ses visiteurs une telle fusée quittant un « stratoport » de l'avenir. Ne croyons pas que ce genre d'anticipation soit téméraire :

est exposée à l'entrée du Palais de la *General Motors*. Le moteur Diesel a d'ailleurs une section spéciale dans ce palais. Son usage tend à se répandre, car il donne des rendements meilleurs que le moteur ordinaire. Malheureusement, on n'a pas encore trouvé l'alliage qui permettra de le rendre plus léger.

Mais les engins : avions, trains, automobiles, navires que nous connaissons nous proposent une tâche qui n'est pas moins passionnante. Nous devons assimiler tout

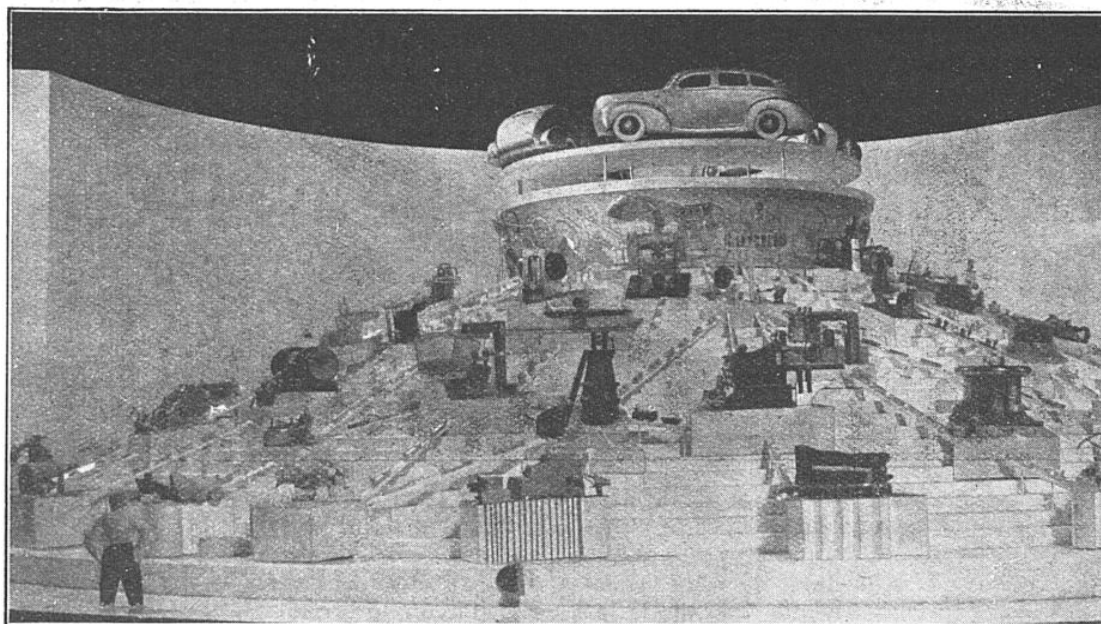


FIG. 19. — LE DIORAMA DE LA FABRICATION D'UNE AUTOMOBILE A PARTIR DE VINGT-SEPT MATIÈRES PREMIÈRES PRINCIPALES

Ce diorama, réalisé à l'exposition Ford, est disposé sur une plate-forme tournante reposant sur une cuve circulaire pleine d'eau. Il montre, de la périphérie vers le centre, les opérations qui, à partir des diverses matières premières, conduisent à telle ou telle partie de la voiture, qu'on voit terminée au centre.

quand nous aurons trouvé des formes plus « condensées » de l'énergie que celles que nous offrent les carburants actuels, un grand pas sera fait vers la navigation stratosphérique à grandes vitesses.

Bien des engins sont encore loin de la perfection

Il s'en faut d'ailleurs que les engins déjà trouvés soient parvenus à leur maximum de perfection : pour en juger, il suffit de voir comment les locomotives modernes sont en train d'évoluer depuis que le chemin de fer doit lutter pour son existence. On a vu apparaître des locomotives électriques, des locomotives à turbines ou des locomotives à moteur Diesel comme celle de 4 000 ch qui

ce progrès, le coordonner et faire en sorte que ceux qui ont l'air de se concurrencer se complètent. Chacun d'eux a sa mission à remplir, suivant la distance à parcourir, la rapidité exigée et la valeur de ce qui est transporté : le charbon, marchandise lourde et bon marché, empruntera de préférence la voie maritime ou fluviale, tandis que sa forme noble, le diamant, voyagera en avion.

Comment se répartiront les villes et les routes de l'avenir ? Les grandes firmes d'automobiles *General Motors* et *Ford* ont essayé de nous en donner une idée. Il est probable que les routes seront presque parfaitement rectilignes et que les croisements en seront éliminés autant que possible. Les piétons auront leur voie réservée, ce qui permettra

aux voitures de tourisme d'atteindre les vitesses dont, d'ores et déjà, elles sont capables : 160 ou 200 km/h. Dans les villes, la séparation des véhicules par catégories s'effectuera par ordre de densité, les camions lourds emprunteront des souterrains, tandis que les voitures particulières parcourront une chaussée considérée comme une partie de l'édifice qu'elle desservira. Ainsi la route de demain du pavillon Ford aborde celui-ci... par le toit.

Le « Futurama », à la *General Motors*, où des fauteuils promènent les spectateurs devant un vaste diorama, nous présente un voyage aérien à travers l'Amérique, qui est

General Motors ont voulu réfuter cette théorie. Leur démonstration commence par un tableau qui montre le Soleil dispensant à la Terre son énergie sous forme de lumière et chaleur; cette énergie, tout en se conservant, subit, avant de se disperser dans l'espace, un certain nombre de transformations qui peuvent être utilisées dans les machines pour produire du travail. Laisserons-nous inemployée cette puissance qui nous est offerte ? Non. Les machines nécessaires, nous les possédons et, en particulier, le moteur à explosions dont le public pourra suivre le fonctionnement jusque dans l'intérieur des cylindres grâce au moteur à

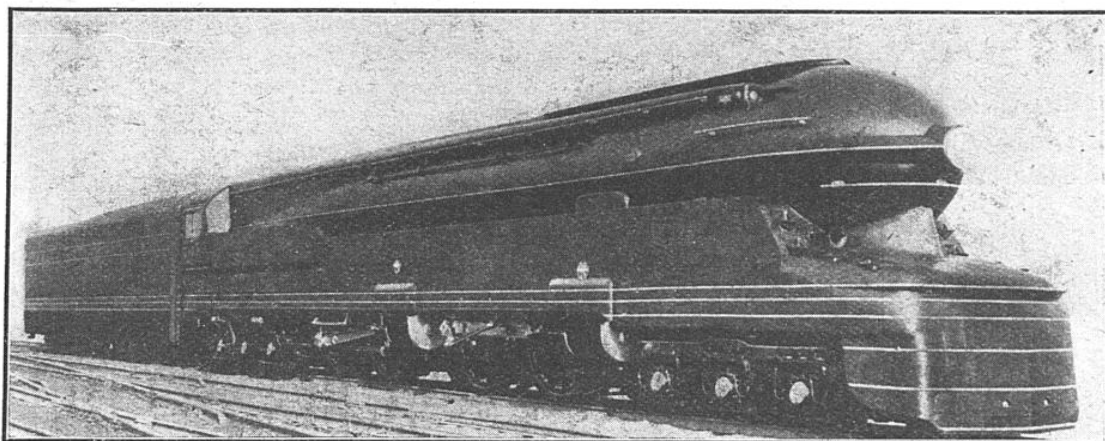


FIG. 20. — LA LOCOMOTIVE LA PLUS PUISSANTE DU MONDE

Voici quelques-unes de ses caractéristiques : longueur, 42 m ; poids, 530 t ; puissance, 6 500 ch ; vitesse, 160 km/h. Sur un banc d'essai, elle tournera continuellement à la « World's Fair » à sa vitesse maximum.

prétexte à admirer les travaux d'art qui seront réalisés demain : ponts, cités modernes, aéroports, etc., tandis qu'une curieuse machine parlante, capable de tenir à la fois cent cinquante discours différents, les renseigne sur ce qui se déroule sous leurs yeux.

Mais les grandes marques d'automobiles avaient une autre démonstration à faire et elles l'ont faite magnifiquement : c'est celle des bienfaits de la technique et des services rendus à la prospérité américaine par l'automobile. Cette démonstration est particulièrement concluante à la *Ford Motor Company*.

Une doctrine du progrès : le « fordisme » exposé par l'exemple

Depuis le début de l'ère du machinisme, on reproche à la machine de provoquer du chômage en prenant la place de l'ouvrier et de réduire l'homme qui la sert au rang d'un simple automate. Le véritable progrès consisterait-il à la détruire ? Ford et la

fenêtres de quartz de la *General Motors*. Celle-ci a pris la peine de « radiographier » une de ses voitures en construisant un modèle en matière plastique transparente.

A vrai dire, l'utilité de ces engins n'est pas contestée ; on s'en prend plutôt aux machines qui servent à les fabriquer. Et les deux firmes ont installé des ateliers équipés de fours électriques et de laminaires pour montrer comment une machine peut produire 2 000 fois plus vite qu'un ouvrier une pièce donnée de la voiture et la produire avec plus de précision. Les 2 000 ouvriers qui se trouvent soi-disant éliminés par cette machine seraient donc employés par charité pure et l'automobile qu'ils construiraient serait d'un prix inabordable. La machine met à la portée de tous ce qui serait un luxe.

Le devoir du chef d'entreprise, en même temps qu'il abaisse le prix de revient de son produit, est de donner à l'ouvrier un salaire et des loisirs suffisants pour que celui-ci

devienne acheteur des richesses qu'il crée. Le marché s'agrandit donc en même temps que la productivité de l'usine et ainsi se trouve créée une foule de métiers nouveaux fournissant du travail à un grand nombre de personnes. Les usines Ford emploient plusieurs centaines de mille d'ouvriers. Combien les carrossiers d'il y a cent ans en employaient-ils ?

Mais chaque fois que s'invente une machine nouvelle, il n'en est pas moins vrai qu'elle cause, au moins provisoirement, un chômage que l'on appelle chômage technologique. Ce chômage, dit H. Ford, loin d'être une maladie comme on l'a prétendu, n'est

fabrication par des mesures à la jauge qui doivent s'effectuer à 2 microns près. Ces opérations exigent de l'ouvrier des qualités qui le mettent au même rang que l'artisan d'antan. Aux usines Ford, les tâches inintelligentes disparaissent de plus en plus. Partout où le geste est machinal, l'ouvrier doit disparaître pour aller chercher ailleurs un travail intelligent : s'il n'en est pas toujours ainsi, c'est parce que le machinisme progresse trop timidement.

Cette foi de M. Ford dans les bienfaits de la technique, toute l'Exposition de New York l'exprime au lendemain d'une crise

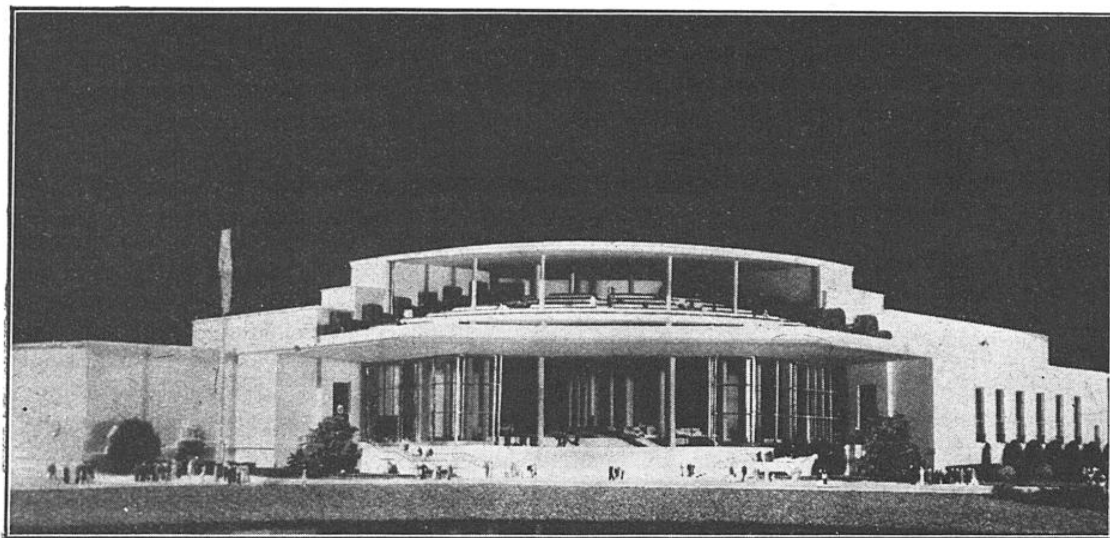


FIG. 21. — ENSEMBLE DU PAVILLON FRANÇAIS, SUR LE BORD DU LAC DES NATIONS

qu'une sorte de fièvre de croissance qui vient de l'inaptitude de l'ouvrier à adopter rapidement un nouveau métier. Il disparaîtra quand celui-ci disposera d'une instruction suffisamment générale pour s'adapter rapidement à toutes les situations. Cet ouvrier « polyvalent » qui s'habituerait à toutes les tâches, Ford s'est efforcé de l'éduquer dans des écoles techniques qui, par la sélection qu'elles réalisent, mettent chacun à sa place dans l'usine. On y peut constater que l'ouvrier actuel n'est en rien inférieur à l'ancien artisan. Car l'idée qu'on se fait de l'homme asservi à la machine et domestiqué par elle est tout à fait superficielle : une section du pavillon Ford montre les méthodes de contrôle de la

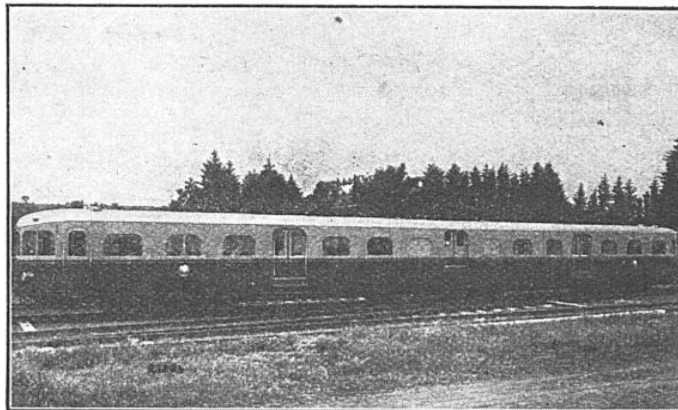
qui a secoué durement l'Amérique. Qu'importent, en effet, ces heurts passagers : chômage, crises, guerre, révolutions ? L'homme est maintenant en possession d'une méthode qui lui permet d'acquiescer sur la nature un pouvoir s'étendant de plus en plus vite.

Dans les années qui viendront, les hommes jouiront sans doute d'une plus grande aisance, le souci du nécessaire sera moins aigu, et l'on pourra, suivant l'expression de Carlyle, « croiser plus de regards heureux ». Mais il faut que l'humanité apprenne à se servir des beaux engins qu'elle a créés, qu'elle s'habitue à sa richesse dont peut sortir tout le bien ou tout le mal.

HENRI FRANÇOIS.

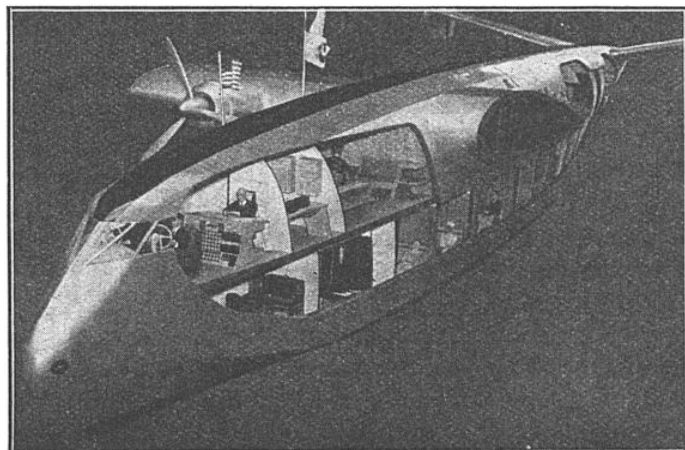
LA SCIENCE FRANÇAISE A L'EXPOSITION DE NEW YORK

La participation française à l'Exposition Internationale de New York est une des plus importantes. Son pavillon occupe un emplacement de choix, à la fois sur l'axe central de l'Exposition et en bordure d'un lac où doivent se dérouler de nombreuses fêtes lumineuses et nautiques. La photographie page 434 donne une idée de ses dimensions imposantes. Il n'appartient pas à La Science et la Vie de rendre compte, quel que soit leur mérite, des présentations d'ordres littéraire, artistique, voire gastronomique, qui trouvent auprès du public américain le plus légitime succès. Nous n'insisterons pas non plus sur certains éléments du tableau de notre activité économique tel qu'il a été réalisé à l'intention des visiteurs d'outre-Atlantique : transports routiers et ferroviaires, aviation et marine marchandes, exploitations minières et métallurgiques, etc... Les progrès réalisés par ces différentes techniques ont été, au fur et à mesure de leur apparition, exposés et discutés dans cette revue. Nous nous bornons seulement à publier dans cette page deux photographies : l'une de la Micheline de 100 places, l'autre de la maquette de l'hydravion S. E.-200, destiné au service aérien transatlantique. Micheline et maquette sont exposées à New York. Il nous paraît au contraire beaucoup plus rationnel d'insister avec quelques détails, dans les deux articles qui suivent, sur la section de notre participation nationale consacrée à la Science française, tant



LA « MICHELINE » DE 100 PLACES ASSISES

Cette Micheline peut atteindre 130 km/h en pointe et normalement 110 km/h. Elle est mue par un moteur « Panhard » de 400 ch, actionnant les quatre essieux du bogie central.



MAQUETTE DU S.E.-200 « ROCHAMBEAU »

Cet hydravion transatlantique à 6 moteurs de 1 500 ch pèsera en charge 69 t. Il pourra emporter 20 passagers couchés à la vitesse maximum de 420 km/h à 4 500 m (380 km/h à 2 000 m) ; rayon d'action, 6 000 km.

dans le domaine de la physico-chimie que dans celui de la biologie et de la médecine. Sur le modèle du Palais de la Découverte de Paris, dont on sait l'admirable réussite, cette section scientifique démontre par l'exemple, c'est-à-dire tant par la présentation d'appareils originaux que par la reproduction de nombreuses expériences fondamentales, le rôle de premier plan que jouèrent les mathématiciens, physiciens, chimistes, biologistes et médecins français dans l'édification de la science moderne. On peut certainement regretter que la place lui ait été trop mesurée et que de ce fait aient été passés sous silence, ou réduits à d'infimes proportions, certains travaux français dont les résultats ont compté parmi les plus décisifs.

L'EVOCATION DES DÉCOUVERTES DE LA PHYSIQUE FRANÇAISE

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES — AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ
PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

DEPUIS la Renaissance, chacune des grandes nations européennes a joué tour à tour le rôle de pionnier dans une des branches des sciences exactes : l'Italie, avec Galilée, fonde la mécanique ; l'Anglais Newton crée la gravitation, dont les conséquences astronomiques furent considérables ; un autre Anglais, Maxwell, ramène la lumière à l'électromagnétisme ; l'Allemagne d'avant-guerre crée la théorie des quanta (Max Planck) et les théories de la relativité (Albert Einstein).

Il convient de citer, en parallèle, une demi-douzaine de domaines dans lesquels la France fut, au début, la seule initiatrice : le calcul des probabilités (avec Fermat et Pascal), les bases de la chimie (avec Lavoisier), la thermodynamique (avec Sadi Carnot), la radioactivité (avec Henri Becquerel, Pierre Curie et Marie Curie), la mécanique ondulatoire (avec Louis de Broglie).

Enfin, dans d'autres problèmes, notre pays conquiert une situation, sinon exclusive, du moins essentielle, comme la fondation du calcul infinitésimal (avec Fermat), l'électromagnétisme (avec Ampère et Laplace), l'optique physique (avec Fresnel), la théorie des fonctions (avec Henri Poincaré).

Tout cela représente un apport considérable à l'ensemble du savoir humain : il était donc tout naturel que l'Exposition Internationale de New York, qui s'est ouverte le 30 avril 1939, réservât un emplacement digne d'elle à la recherche scientifique française. Les savants qui en prirent la responsabilité s'étaient « fait la main » en organisant le *Palais de la Découverte*, et c'est sensiblement sur le même plan qu'ils concurent la mission dont ils s'étaient chargés : marquer les progrès du mouvement scientifique, soit par la présentation d'appareils originaux, soit par la reproduction d'expériences fondamentales, devenues classiques ; donner une idée de ce qui se passe actuellement dans nos laboratoires, en schématisant des recherches récentes et en projetant des séries de clichés, accompagnées

d'un commentaire prononcé par un phonographe synchronisé. Il serait vain, aussi bien à New York qu'à Paris, de trop compter sur des techniques aussi simples, auxquelles les savants ne consacrent qu'une minime partie de leurs loisirs — alors qu'il faudra bien, un jour ou l'autre, envisager la formation d'équipes de « vulgarisateurs » spécialisés, dont ce serait *l'occupation principale* et qui auraient le temps matériel d'y réfléchir... N'espérons pas que les visiteurs de Paris et de New York soient subitement « initiés » : l'essentiel, avec le personnel dont on dispose, serait de ne pas inculquer trop d'idées fausses ou abracadabrantes, de fournir à ceux qui savent déjà un peu une documentation sérieuse et accessible, de suggérer à ceux qui ne savent presque rien le désir d'en connaître davantage et, surtout parmi les jeunes, d'aider à l'éclosion de vocations latentes.

Mathématiques et métrologie

A la base de toute pensée se trouvent la logique et les mathématiques, sciences si voisines qu'elles se confondent presque. Si le mathématicien suisse Ferdinand Gonseth a pu définir la logique comme étant « la science d'un objet quelconque », les mathématiques sont également une science physique, qui s'occupe des notions les plus simples de toutes — soit dit sans ironie — c'est-à-dire des nombres et des formes. Les mathématiques sont même, dans l'histoire moderne, la science où la France tient, de l'avis unanime, la première place parmi les nations.

Il est assez difficile de donner une idée synthétique de cette science abstraite, de ses principes, de ses méthodes et de ses applications. A ce point de vue, le *Palais de la Découverte* a été une réussite ; mais, cette fois-ci, il a fallu se borner, faute de place ; on a néanmoins exposé neuf portraits de mathématiciens (fig. 1), les premiers modèles géométriques du monde (de Th. Olivier, 1830), la première machine à calculer

de Pascal (fig. 2), la plus ancienne revue (le *Journal des savants*, tome I, 1665) et le premier périodique (*Les Annales de Mathématiques*, par J. D. Gergonne, 1810).

De même que les mathématiques sont la grammaire de la science, le fondement de toute théorie explicative, de même la technique des mesures (ou *métrologie*) est l'introduction à la science expérimentale : recherches quantitatives et raisonnements mathématiques représentent désormais le stade le plus évolué de la pensée humaine. Là encore, notre pays s'est placé à l'avant-garde du progrès.

Le « système métrique décimal » naquit entre 1791 et 1795 : cet événement primordial a été concrétisé par une médaille commémorative, prévue par la Convention et reproduite en relief au stand français de New York, dédiée « A tous les temps, à tous les peuples. » D'abord limité aux grandeurs géométriques et mécaniques, le système métrique s'étendit progressivement à l'énergétique, à l'électromagnétisme et à l'optique. A l'heure actuelle, cinquante-sept Etats l'ont rendu obligatoire, et il n'existe aucune nation — pas même les pays de langue anglaise — où il ne soit légalement autorisé. De plus, il est *exclusivement* utilisé par les savants dans leurs laboratoires et par les techniciens du monde entier pour les mesures industrielles.

Deux vitrines contiennent les étalons qui servaient sous la royauté et pendant l'époque révolutionnaire. A côté, on remarque l'exposé des opérations de triangulation, qui ont permis la détermination du mètre, ainsi que les étapes de la diffusion du système métrique de par le monde. Le *Bureau international des Poids et Mesures* (1) a été fondé à Sèvres, en 1876 ; il expose les étalons

(1) Le physicien (d'origine suisse) Ch.-Ed. Guillaume (fig. 18) en fut directeur pendant de longues années.

Nicolas ORESME (1323-1382).	Emploi des coordonnées.
François VIÈTE (1540-1603).	Création de l'algèbre.
René DESCARTES (1596-1650).	Géométrie analytique.
P. DE FERMAT (1601-1665).	Théorie des nombres.
	Dérivées.
	Calcul des probabilités.
Blaise PASCAL (1623-1662).	Machine à calculer.
	Calcul des probabilités.
D'ALEMBERT (1717-1783).	Principes de la dynamique.
L. LAGRANGE (1736-1813).	Mécanique analytique.
G. MONGE (1746-1818).	Géométrie descriptive.
P.-S. LAPLACE (1749-1827).	Mécanique céleste.

FIG. 1. — NOMS DES MATHÉMATIENS FRANÇAIS DONT LES PORTRAITS FIGURENT A L'EXPOSITION DE NEW YORK

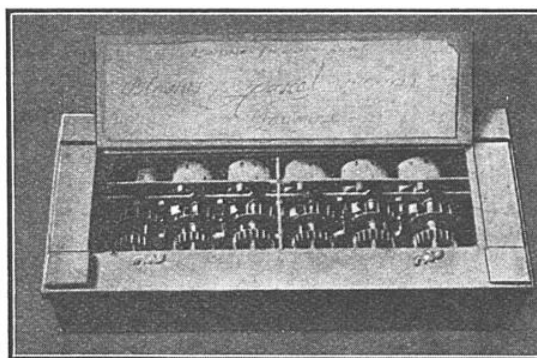


FIG. 2. — LA MACHINE A CALCULER DE PASCAL (1641) EXPOSÉE A NEW YORK

modernes, les principaux règlements administratifs, les appareils de mesure les plus précis. Les instruments, qui se subdivisent en trois classes, sont présentés en fonctionnement ou avec des coupes partielles, qui laissent voir les détails des mécanismes :

1° *Mesures des longueurs* : comparateur électrique horizontal mesurant une « broche » à bouts sphériques ; comparateur pneumatique mesurant une cale étalon ;

2° *Mesures des volumes* : mécanisme d'un appareil distributeur d'essence donnant le volume débité, le prix unitaire, le prix total ;

3° *Mesures des masses* : balance de Curie de laboratoire à projection, pesant un échantillon de produit chimique ; mécanisme de balance automatique pesant une masse.

Ces appareils sont accompagnés d'un mètre-étalon (servant à mesurer un mètre industriel), de masses-étalons et de capacités-étalons (que l'on rencontre suivant la série décimale 1-2-5-10).

Matière et radiations

Les sciences exactes ne s'occupent au fond que de deux problèmes : la matière et le rayonnement, que les recherches futures parviendront probablement à unifier. Comme l'aurait dit le maître de philosophie à M. Jourdain, tout ce qui n'est pas matière est rayonnement, tout ce qui n'est pas rayonnement est matière.

Nos idées précises sur la *matière* proviennent de notre connaissance de l'atome. Pour classer ce nombre impressionnant de résultats, il est commode de distinguer trois rubriques :

1° Les amas d'atomes, c'est-à-dire la mécanique (dans le sens

général du mot), avec, comme annexes, l'astronomie de position, la cristallographie, la chaleur et l'acoustique ;

2° Les échanges d'atomes, objet de la chimie ;

3° Les fragments d'atomes, auxquels se rattachent l'électromagnétisme classique et la microphysique (y compris l'étude des rayons cosmiques).

Quant au rayonnement (aux *radiations*), son étude comprend la radioélectricité, l'optique proprement dite (c'est-à-dire la lumière visible et les régions voisines — infrarouges et ultraviolettes — du spectre) et les rayons X (auxquels se joignent les rayons gamma).

Ces diverses questions sont très inégalement représentées dans le stand de la science française en Amérique : certaines sont à peu près passées sous silence, d'autres sont extraordinairement développées. Bien entendu, les savants français ne se sont pas occupés de toutes avec les mêmes réussites de découverte ; mais cette inégalité est encore exagérée pour la raison que les organisateurs ont fait la part belle aux sujets qu'ils connaissaient bien ou qui les intéressaient professionnellement. Quoi qu'il en soit, c'est dans l'ordre ci-dessus indiqué que nous allons procéder à l'inventaire des présentations de la science française à l'Exposition Internationale de New York.

Mécanique et astronomie

La mécanique expérimentale est à peu près absente (1), si l'on excepte le pendule

(1) Rien sur la mesure du temps, la capillarité (Laplace), la viscosité (Poiseuille), les théories de l'élasticité (Coulomb, Poisson, Navier, Cauchy, Lamé, H. Poincaré), la métallographie (Osmond, Le Chatelier), l'hydrodynamique et l'aérodynamique.

imaginé par Fernand Holweck (fig. 3) et destiné à la mesure de l'intensité de la pesanteur (1).

Quant à l'astronomie, elle néglige l'astrophysique, pour cette raison que cette branche réellement vivante et féconde a été jusqu'ici confisquée au profit des nations riches et supérieurement outillées, tout particulièrement les Etats-Unis.

La vieille astronomie est évoquée par la théorie cosmogonique de Laplace, par le nom d'Urbain Le Verrier (1811-1877), qui prévint par le calcul l'existence de la planète Neptune (1846) et par celui d'Henri Poincaré (1854-1912), qui imagina des méthodes de mécanique céleste et étudia le problème des trois corps.

La contribution française actuelle à l'astronomie est représentée par le service de l'heure, le service de la carte du ciel et la physique solaire. Le « coronographe » de Bernard Lyot permet, à tout moment, de photographier la couronne solaire, ce qui n'était jusqu'ici possible que lors des éclipses. Ajoutons quelques photographies d'observations, quelques clichés relatifs à la construction du nouvel observatoire de Saint-Michel-de-Maurienne.

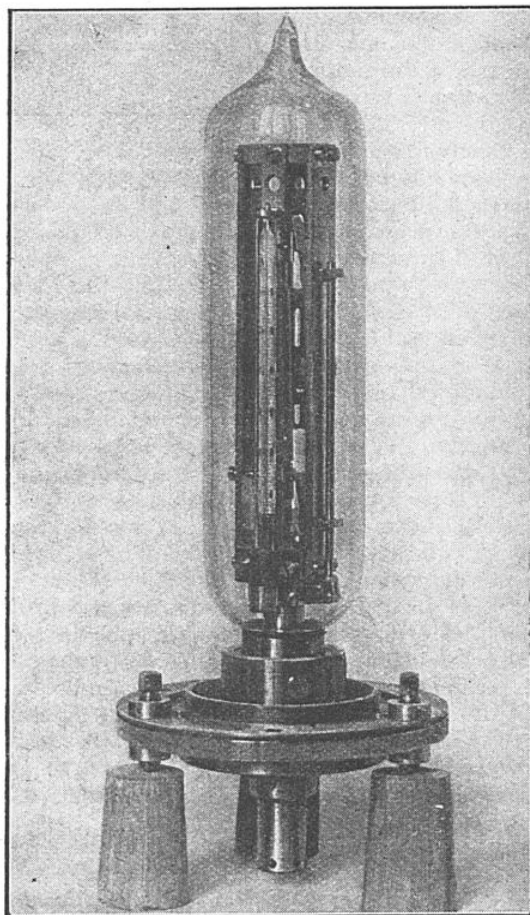


FIG. 3. — LE PENDULE GRAVIMÉTRIQUE
HOLWECK-LEJAY (1930)

Cristallographie et acoustique

Rien, à New York, sur la chaleur, ni sur les radiations infrarouges, qui ont cependant donné lieu à des travaux importants.

On peut néanmoins rattacher à ce chapitre de la science les expériences déjà anciennes qui ont, pour la première fois, vérifié expérimentalement la *théorie cinétique* de la matière et permis une première évaluation

(1) *La Science et la Vie*, n° 172, pages 279-280 ; n° 194, pages 135-144 et n° 237, pages 236-237.

du nombre des molécules individuelles présentes dans une parcelle quelconque.

Le botaniste anglais Robert Brown (1773-1858) découvrit, en 1827, que des granules microscopiques, en suspension dans un liquide, s'agitent d'une manière incohérente et parfaitement désordonnée. Ce mystérieux grouillement reçut le nom de « mouvement brownien », encore que Brown ne soit pas parvenu à en comprendre la raison. C'est le grand physicien français Georges Gouy (1854-1926) qui démontra, dès 1888, qu'il fallait en chercher l'origine dans les *chocs non compensés* des molécules du liquide contre la parcelle immergée. Entre les mains de Jean Perrin (1), le mouvement brownien forma la première preuve tangible de la réalité moléculaire. A New York, un film microcinématographique projette le mouvement brownien de granules diverses et montre également la répartition en hauteur (fig. 4 et 5) de ces granules, en conséquence de l'équilibre statistique, qui s'établit entre l'agitation thermique et la pesanteur.

La discontinuité moléculaire est directement perceptible dans le cas de couches régulières de grosses molécules (Perrin, 1918) : les variations d'épaisseur de lames de savon pur, par gradins himoléculaires, se traduisent (dans l'observation par réflexion en lumière blanche) par l'existence de plages de couleurs uniformes très di-

(1) Président d'honneur de la section scientifique française à l'Exposition de New York.

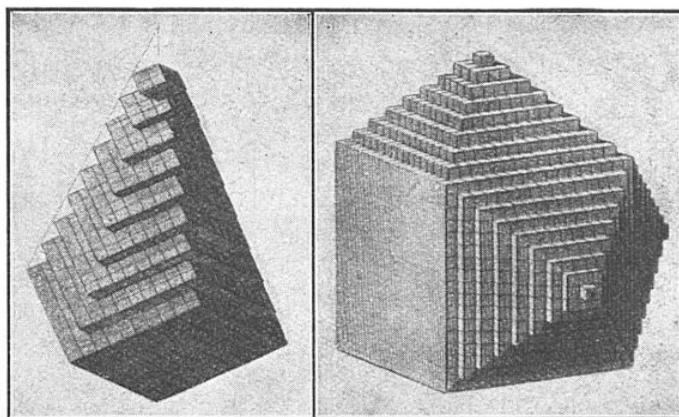


FIG. 6 ET 7. — MODÈLES D'EMPILEMENT DES CONSTITUANTS DES CRISTAUX (D'APRÈS LES OUVRAGES DE RENÉ-JUST HAÛY, 1784)

verses, limitées par des contours circulaires nets. Un appareil automatique montre, par microprojection, la formation et l'évolution de lames de savon stratifiées ; des photographies en couleurs (autochromes Lumière) sont également exposées.

Avant l'époque contemporaine, où la cristallographie devint une science germano-britannique (avec les von Laue, Bragg, Barkla, etc.), la France contribua efficacement à ses débuts ; on eut donc raison de rappeler les modèles d'empilement (fig. 6 et 7) de René-Just Haüy (1743-1822), la classification des systèmes cristallins ; les réseaux d'Auguste Bravais (1811-1863) ; les travaux de Louis Pasteur (1822-1895), qui montra que des modifications partielles aux édifices cristallins (ou hémiedries) sont en relation avec une absence de symétrie des

molécules. Tous ces résultats préliminaires ont été nécessaires à notre connaissance du monde avec un grossissement de 400 millions de diamètres.

Quant à l'acoustique, elle est essentiellement représentée par les ultrasons, dont la découverte a été possible grâce à la piézoélectricité (sur laquelle nous reviendrons tout à

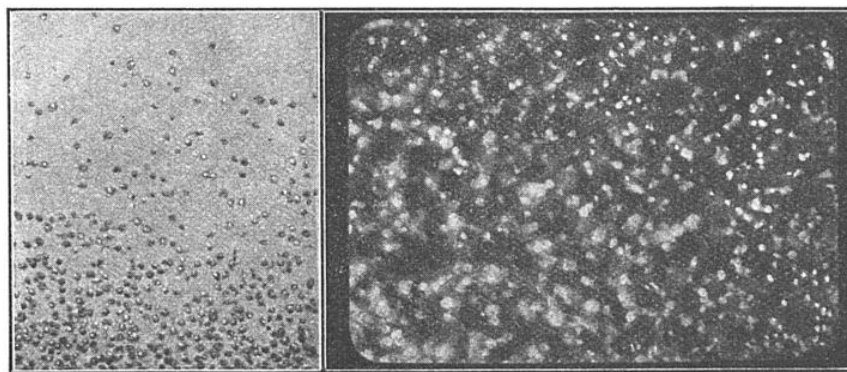


FIG. 4 ET 5. — LE MOUVEMENT BROWNIEN

A gauche : la répartition en hauteur des granules. A droite : extrait d'un film projeté à New York (grossissement : 2 000 diamètres).

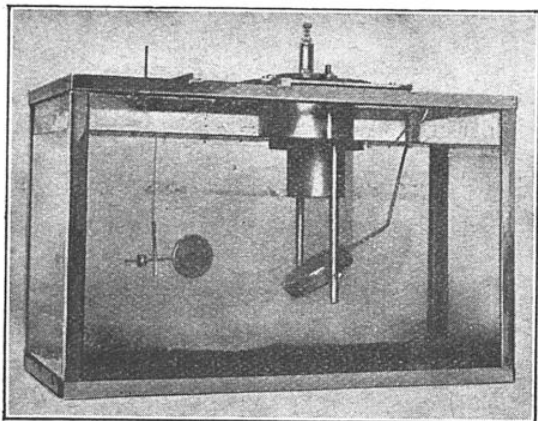


FIG. 8. — ACTION MÉCANIQUE DES ULTRASONS PAR LEUR PRESSION DE RADIATION

l'heure). Dès 1912, le physicien anglais Richardson constata que, dans les liquides, les sons habituels transportent trop peu d'énergie et que les rayonnements électromagnétiques sont trop rapidement amortis ; il préconisa alors, sans pouvoir les appliquer, l'emploi des vibrations matérielles de haute fréquence, que l'on devait plus tard nommer « ultrasons ». Ce procédé permit, pendant et après la guerre, de réaliser les sondages sous-marins, grâce aux efforts conjugués de Chilowski, Langevin et

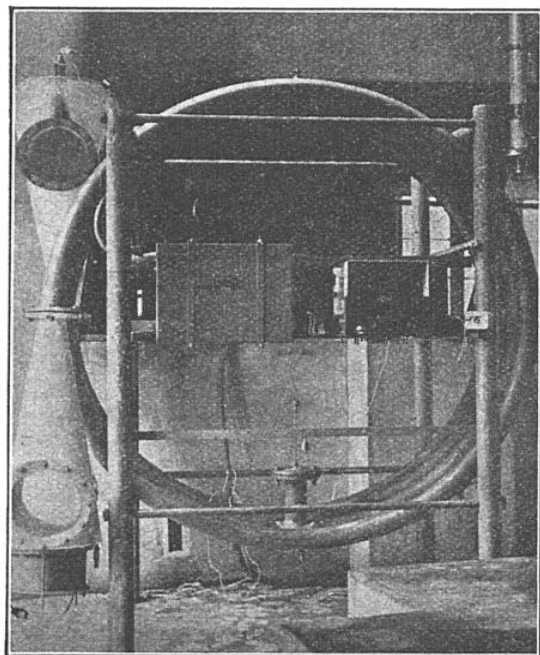


FIG. 9. — ÉCHO ULTRASONORE DANS UN SERPENTIN REMPLI D'EAU

Florisson. Le stand français offre aux visiteurs diverses expériences :

a) L'une montre les actions mécaniques des ultrasons par leur pression de radiation (fig. 8) ;

b) Une autre provoque l'écho ultrasonore dans une canalisation ayant la forme d'un serpentín de 25 m de longueur et de 10 cm de diamètre (fig. 9) ;

c) La troisième se rapporte aux effets optiques : la diffraction de la lumière par les ultrasons (fig. 10).

Chimie

La partie chimique concerne presque exclusivement et assez arbitrairement la chimie minérale. Les noms évoqués sont ceux de :

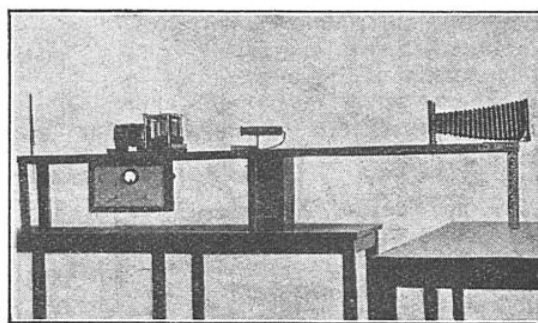


FIG. 10. — EXPÉRIENCE DE LA DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE PAR LES ULTRASONS

Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), dont on présente un appareil original (fig. 11) ;

Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), auteur de la théorie des substitutions ;

Henri Sainte-Claire Deville (1814-1876), célèbre par ses études sur les réactions chimiques réversibles (ou phénomènes de dissociation) ;

Adolphe Wurtz (1817-1884), l'un des principaux défenseurs de la théorie atomique (et aussi l'un des artisans de la synthèse organique) ;

Marcelin Berthelot (1827-1907), dont on voit un calorimètre, divers tubes scellés et « l'œuf électrique » (fig. 12) pour la synthèse de l'acétylène ;

Achille Le Bel (1847-1930), qui s'occupa de la structure des molécules dans l'espace (ou stéréochimie) ;

Henry Le Chatelier (1850-1936), l'un des fondateurs de la mécanique chimique ;

Henri Moissan (1852-1907), à qui l'on doit notamment l'utilisation chimique du four électrique ;

Paul Sabatier (né en 1854) et Jean-Baptiste Senderens (1856-1937), qui montrèrent les nombreuses applications de la catalyse hétérogène ;

Victor Grignard (1871-1935), grâce à qui les composés organomagnésiens mixtes devinrent d'étonnants agents de synthèse organique ;

Georges Urbain (1872-1938), dont nous avons récemment retracé la carrière scientifique prématurément interrompue (1).

Un tableau, résumant l'histoire de la découverte des éléments des terres rares, souligne la participation importante de G. Urbain ; ce tableau est surmonté de son portrait (1). Une vitrine explique deux fractionnements, relatifs aux terres yttriques et aux terres cériques : chacun des éléments est montré à l'état d'oxyde et en solution (variation de la coloration en fonction du nombre atomique) ; des tableaux lumineux indiquent les propriétés physicochimiques des métaux et des ions des terres rares.

A côté de ces tableaux, on a reconstitué un appareil pour la préparation (par électrolyse ignée) des métaux et des alliages des terres rares et l'exposé schématisé de quelques méthodes d'isolement des métaux de ce groupe à l'état pur. Enfin, on trouve un appareil servant à déceler expérimentalement les variations du coefficient d'aimantation du gadolinium (2) en fonction de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 260, page 120.

(2) Le gadolinium est un élément des terres rares. Certains éléments (dits ferromagnétiques) sont caracté-

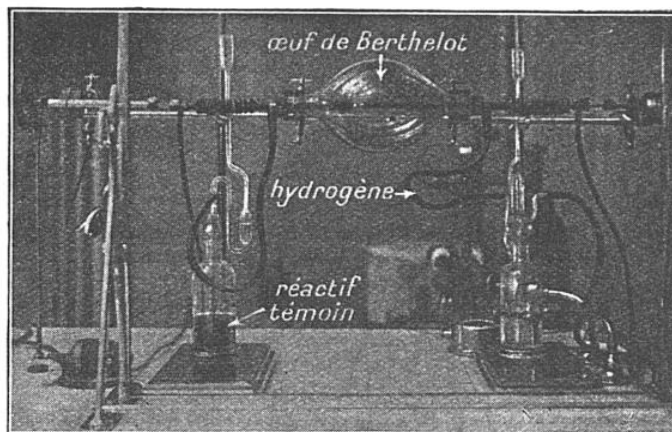


FIG. 12. — SYNTHÈSE DE L'ACÉTYLÈNE DANS L'ŒUF ÉLECTRIQUE PAR MARCELIN BERTHELOT (1862)

température au voisinage de son « point de Curie ». (L'expérience est réalisée à l'aide d'une des répliques du grand électroaimant de Bellevue figure 14.)

Electricité et microphysique

Le rôle de la France dans la fondation de l'électromagnétisme est esquissé par la présentation de la « table d'Ampère », qui lui servit à la découverte des lois de l'interaction des courants continus (fig. 13). Un tableau voisin rappelle les grandes théories du magnétisme, inaugurées en France par Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806) et par André-Marie Ampère (1775-1836), puis développées successivement par Pierre Curie (1859-1906), Paul Langevin (né en 1872) et Pierre Weiss (né en 1865) : la théorie électronique du magnétisme (Langevin)

date de 1905 ; le « magnéton » de Weiss, de 1907 (1). Les recherches expérimentales ont été facilitées, dans ce domaine de l'électromagnétisme, par la construction du gros électroaimant de Bellevue (Aimé Cotton, 1928), dont un modèle réduit a été envoyé à New York (fig. 14).

Une mention spéciale doit être réservée à la découverte de la piézoélectricité (2) par les frères

térisés par une température spéciale (appelée « point de Curie »), pour laquelle leurs propriétés magnétiques varient brusquement :

(1) Les conceptions actuelles sont l'œuvre du Danois Niels Bohr, des Hollandais G. E. Uhlenbeck et S. Goudsmit, de l'Anglais Paul Dirac.

(2) *La Science et la Vie*, n° 145, pages 16-25.

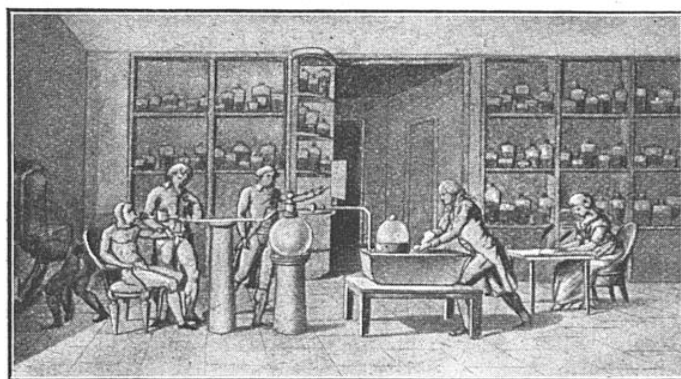


FIG. 11. — DISPOSITIF UTILISÉ PAR LAVOISIER POUR SA CÉLÈBRE EXPÉRIENCE SUR LA RESPIRATION (1777)

Les gaz rejetés par les poumons du sujet (qui porte un masque) sont recueillis sur une cuve à eau. (Dessin de M^{me} Lavoisier.)

Pierre et Jacques Curie (1880), l'un des plus curieux modes d'électrisation, qui a été mis à profit pour la production d'ondes ultrasonores (fig. 8-10) et qui trouve d'innombrables applications en radioélectricité :

1° L'effet piézoélectrique direct consiste en la séparation d'électrons sur les deux faces d'une lame de quartz convenablement taillée, soumise à une traction (fig. 15) ou à un écrasement ;

2° L'effet piézoélectrique inverse, prévu théoriquement par Gabriel Lippmann (1881) comme conséquence de son énoncé du principe de la conservation de l'électricité et retrouvé expérimentalement, tout de suite après, par les frères Curie. Ce second effet est, à New York, l'objet de trois expériences,

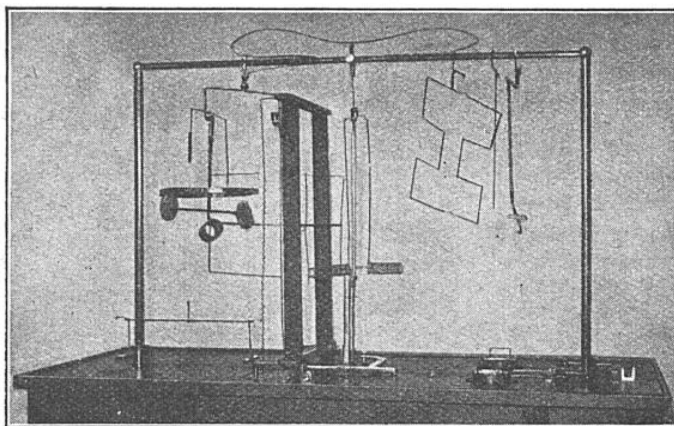


FIG. 13. — LA TABLE ORIGINALE D'AMPÈRE (1820)

utilisant des bilames de quartz mises en vibrations entretenues par des dispositifs à lampes :

a) Une bilame vibrant à raison de 150 cycles, avec une amplitude de plusieurs millimètres ;

b) Deux bilames de plus petites dimensions, mais donnant des

fréquences audibles beaucoup plus élevées (1 000 et 3 000 cycles).

En dépit des apparences, qui tendraient à la rapprocher de la chimie, la microphysique (radioactivité et physique nucléaire) est bien plutôt un prolongement de l'électricité.

La radioactivité est le chapitre de la physique qui traite de la désintégration spontanée des noyaux atomiques. Ses ori-

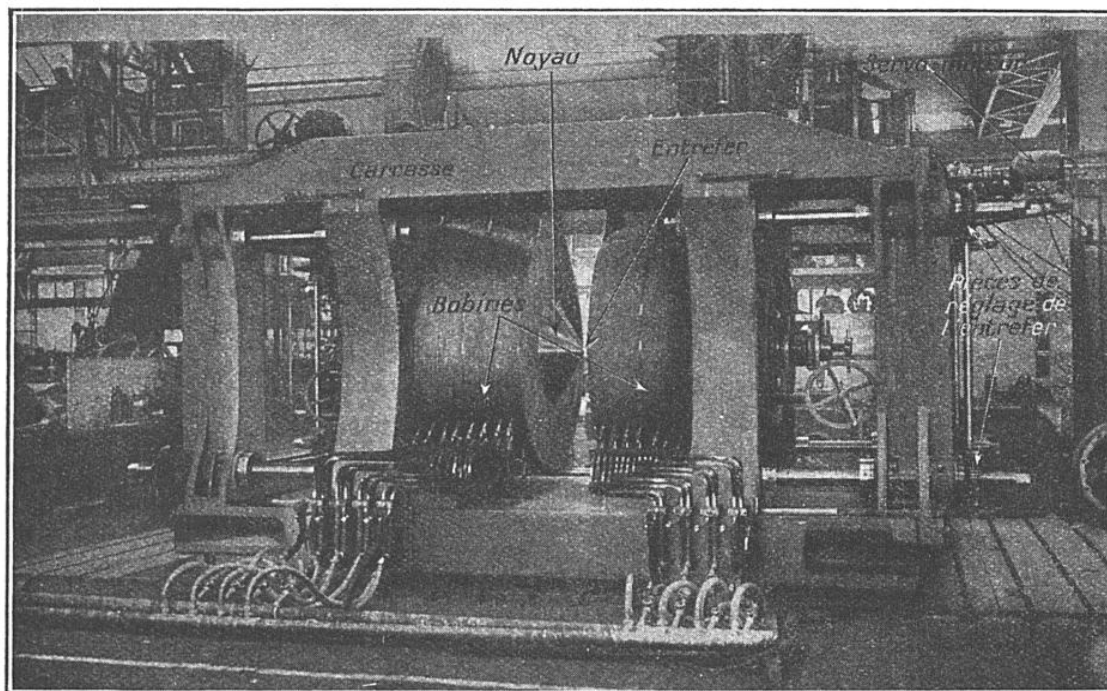


FIG. 14. — LE GROS ÉLECTROAIMANT INSTALLÉ PAR AIMÉ COTTON A BELLEVUE (1928), DONT UNE MAQUETTE FIGURE A L'EXPOSITION DE NEW YORK

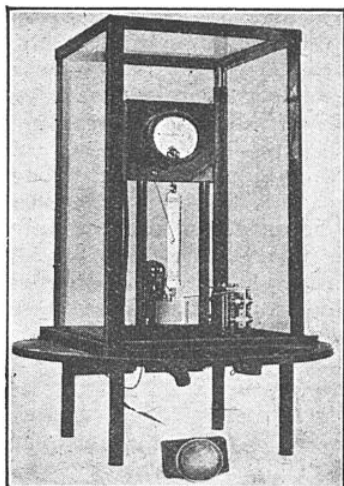


FIG. 15. — DÉMONSTRATION DE L'EFFET PIÉZOÉLECTRIQUE DIRECT (PIERRE ET JACQUES CURIE, 1880) AU MOYEN D'UNE LAME DE QUARTZ ASSOCIÉE A UNE LAMPE-ÉLECTROMÈTRE

photographiques à travers du papier noir ; peu après, le même savant constata que la présence de l'uranium avait pour effet de

gines sont essentiellement françaises, mais toutes les grandes nations ont collaboré à son développement. En 1896, Henri Becquerel découvrit la propriété inattendue que possède l'élément uranium (connu depuis 1789) d'émettre « quelque chose » (projectiles ? radiations ?) capable d'impressionner les plaques

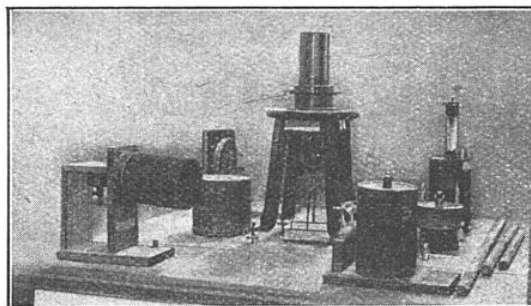


FIG. 17. — VITRINE DES APPAREILS DE P. ET M. CURIE, A L'EXPOSITION DE NEW YORK

rendre les gaz conducteurs de l'électricité. A côté du portrait d'Henri Becquerel, on a exposé la photographie du Muséum d'Histoire Naturelle (où il poursuivait ses recherches), ainsi que les premiers clichés qu'il obtint avec les « rayons uraniques » (croix en métal, médaille).

Marie Curie, qui préparait une thèse de doctorat dans le laboratoire de son mari (fig. 16), eut l'idée de reprendre ces expériences et remarqua un rayonnement excessivement intense de certains minerais d'uranium. Après des recherches opiniâtres et poursuivies dans une pénurie matérielle à peine concevable, ils identifièrent deux nou-

veaux éléments : le polonium et le radium (1898). L'année d'après, un de leurs collaborateurs, André Debierne, découvrait l'actinium.

Des photographies (telles que celle de la fig. 16) sont exposées à New York, ainsi que le *hangar* (aujourd'hui démoli) de l'Ecole de Physique et de Chimie, où le radium apparut pour la première fois. On a également transporté en Amérique les appareils originaux qui ont servi à Pierre et à Marie Curie (fig. 17).

Ces découvertes, qui devaient rénover notre conception de l'Univers, se déroulèrent dans la plus parfaite indifférence du gouvernement et de l'Académie des Sciences : il fallut les consécration étrangères de la médaille Davy (décernée par la Société Royale de Londres) et du prix Nobel (fig. 18), pour que Pierre Curie obtienne une chaire à la Sorbonne ; mais jamais, malgré son insistance (1), on ne lui



FIG. 16. — PHOTOGRAPHIE DE PIERRE ET DE MARIE CURIE DANS LEUR LABORATOIRE

(1) « Veuillez informer M. le Ministre (écrivait-il notamment, en 1904, au

1903 (Ph.)	Henri BECQUEREL (1852-1908). Pierre CURIE (1859-1906). Marie CURIE (1867-1934).
1906 (Ch.)	Henri MOISSAN (1852-1907).
1908 (Ph.)	Gabriel LIPPMANN (1845-1921).
1911 (Ch.)	Marie CURIE (1867-1934).
1912 (Ch.)	Victor GRIGNARD (1871-1935). Paul SABATIER (né en 1854).
1920 (Ph.)	Ch.-Ed. GUILLAUME (1861-1938)
1926 (Ph.)	Jean PERRIN (né en 1870).
1929 (Ph.)	Louis DE BROGLIE (né en 1892).
1935 (Ch.)	Frédéric JOLIOT (né en 1900). Ir. JOLIOT-CURIE (née en 1897).

FIG. 18. — LES LAURÉATS FRANÇAIS DES PRIX NOBEL DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

accorda un laboratoire convenable : ainsi que le constatait, avec amertume, sa fille Eve Curie en 1938, « la mort est plus prompte que les pouvoirs publics pour s'attacher les grands hommes ».

Plusieurs expériences sont présentées à l'Exposition de New York :

1^o La phosphorescence du sulfure de zinc sous l'influence des rayonnement du radium ;

2^o La conduction des gaz, mise en évidence par un électroscope à feuilles d'aluminium : cet électroscope de grandes dimensions (fig. 19), rechargé automatiquement à chaque décharge, est animé, comme une horloge, d'un mouvement quasi perpétuel ;

3^o L'expérience de Frédéric Joliot (1) et doyen Paul Appell) que je n'éprouve pas du tout le besoin d'être décoré, mais que j'ai le plus grand besoin d'avoir un laboratoire. »

(1) Président effectif de la section scientifique française à l'Exposition de New York.

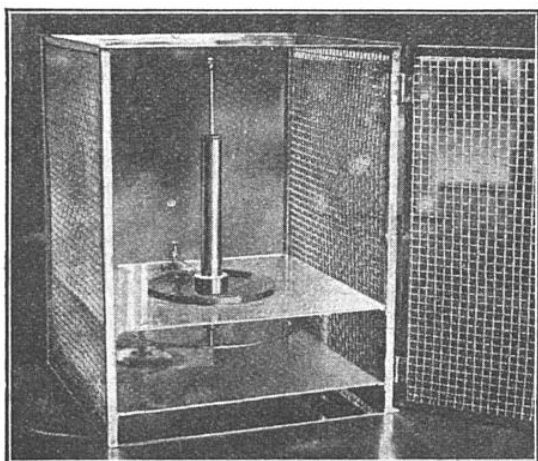


FIG. 19. — UN ÉLECTROSCOPE UTILISÉ DANS LES RECHERCHES DE RADIOACTIVITÉ

d'Irène Joliot-Curie (1934) sur la radioactivité artificielle : un demi-cylindre d'aluminium, bombardé par les corpuscules expulsés par une forte préparation de polonium, se transmute en radio-phosphore (phosphore radioactif). Après huit minutes de bombardement, le cylindre est placé devant un compteur à particules ionisantes (fig. 20), qui actionne un haut-parleur et un totalisateur numérique (visible à la loupe).

Un tableau d'ensemble retrace les diverses étapes de la radioactivité. Les laboratoires français qui s'occupent de cette branche de la science sont :

Le Laboratoire Curie à l'Institut du Radium (Paris) ;

Le Laboratoire de Chimie nucléaire au Collège de France (Paris) ;

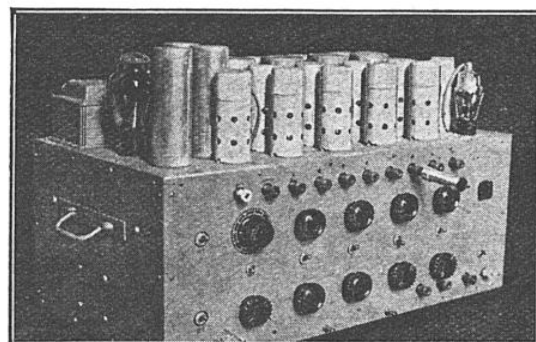


FIG. 20. — UN AMPLIFICATEUR-DÉTECTEUR DE PARTICULES IONISANTES

Le Laboratoire de Physique atomique et des Rayons X (Paris) ;

Le Laboratoire de Synthèse atomique (Ivry-sur-Seine) ;

Le Laboratoire de Physique atomique (Lyon) ;

La première usine de radium a été fondée en 1904, par Armet de l'Isle, à Nogent-sur-Marne.

A la radioactivité se rattache le problème des rayons cosmiques (1), qui est encore loin d'être élucidé, malgré les nombreuses recherches qui se poursuivent simultanément dans tous les pays du monde.

L'un des effets les plus remarquables des rayons cosmiques consiste en la production de *gerbes* d'électrons et de positrons à la traversée de la matière. Dans la chambre humide de Wilson, on peut montrer que certains des corpuscules composant le rayonnement cosmique présentent au plus haut

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 262, pages 261-269.

degré cette propriété (ce sont des électrons doués d'une énergie très élevée et, par suite, extrêmement absorbables par la matière). D'autres corpuscules, capables d'ioniser de la même façon que les électrons, peuvent franchir des écrans très épais et formés d'éléments lourds, sans produire d'effet secondaire notable (Pierre Auger, en collaboration avec Paul Ehrenfest junior). Ces corpuscules, qui *ne sont pas* des électrons, constituent le groupe ultra-pénétrant (ou « dur ») des rayons cosmiques ; on a pu assigner à ces « mésotrons » (1) une masse environ 200 fois plus grande que celle de l'électron (ou du positron) ; la prévision théorique de la radioactivité spontanée des mésotrons a pu être d'ailleurs vérifiée expérimentalement.

Les radiations

En dehors de quelques précisions sur l'effet photoélectrique (dont nous allons parler sans tarder), le stand de la science française ne s'occupe guère que de l'optique proprement dite, pour les raisons que nous avons déjà signalées. Notamment, il n'est pour ainsi dire pas question de la radio-électricité, ni des rayons X, qui ont fait l'objet de mémoires de premier ordre dans notre pays.

La photoélectricité remonte à Heinrich Hertz (1887). Voici comment on peut la schématiser en langage moderne dans le cas le plus simple : un photon (grain de lumière) d'énergie suffisante frappe un atome, lui arrache un électron (2) et transforme cet atome en un ion positif. Ces atome perturbé

(1) Voir dans ce numéro page 460.

(2) Appelé aujourd'hui « photoélectron » et précédemment « rayon bêta secondaire » (par analogie avec un des aspects de la radioactivité). Cet électron est extirpé des couches profondes du nuage électronique (entourant le noyau).

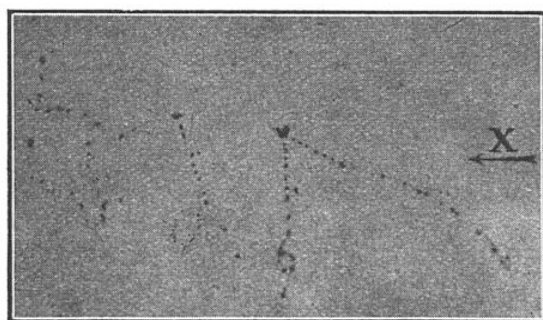


FIG. 21. — ENREGISTREMENT DE L'EFFET PHOTOÉLECTRIQUE COMPOSÉ

Les rayons X arrivent de la droite ; la trajectoire sinuouse est due à un électron tertiaire.

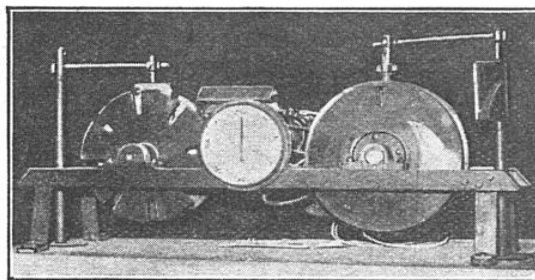


FIG. 22. — LE PHOSPHOROSCOPE D'EDMOND BECQUEREL (1867)

peut alors évoluer de deux façons bien différentes :

1° Certains électrons du nuage passent des couches périphériques jusqu'aux profondeurs laissées libres : un tel « saut » d'électron est accompagné d'une radiation caractéristique, c'est le phénomène de *fluorescence* (1) ;

2° L'énergie libérée par le « saut » peut servir à arracher de l'atome un électron périphérique (c'est-à-dire très faiblement lié à l'atome) : on assiste alors à l'expulsion d'un rayon bêta tertiaire (Pierre Auger, 1931). Notre figure 21 représente une « trajectoire de brouillard », photographiée à la chambre humide ; on parvient ainsi à déterminer après coup lequel des deux cas précédents s'est produit (effet photoélectrique simple et effet photoélectrique composé).

La phosphorescence est un phénomène de photoluminescence très voisin de la fluorescence, dont nous venons de dire un mot : la phosphorescence est, *grosso modo*, une fluorescence qui se prolonge. Les travaux d'Edmond Becquerel (1820-1891) — père d'Henri Becquerel — sur les durées de fluorescence des sels d'uranyle ont été poursuivis en se servant du phosphoroscope (fig. 22), qui est encore très employé aujourd'hui ; ces recherches, qui ont indirectement conduit à la radioactivité, ont également préparé le terrain à la connaissance des émissions lumineuses et de la durée des excitations des nuages électroniques.

Notre tour d'horizon sera terminé lorsque nous aurons décrit l'optique physique placée sous le patronage du grand nom d'Augustin Fresnel (1788-1827). Le grand public connaît son nom surtout par les progrès décisifs qu'il réalisa dans la construction des phares ;

(1) La fluorescence a été découverte par l'Anglais Georges-Gabriel Stokes (1852) ; c'est un phénomène complexe, pour lequel diverses explications ont été proposées (l'une d'elles est mentionnée à l'Exposition de New York).

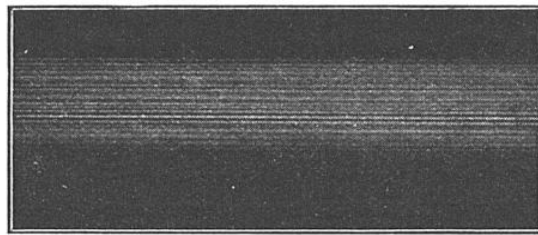
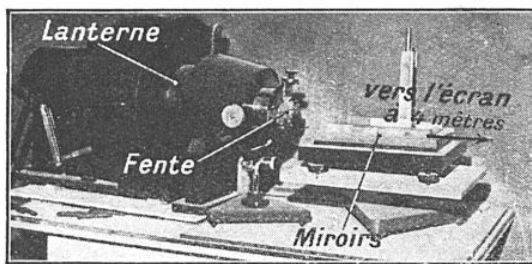


FIG. 23 ET 24. — LES MIROIRS DE FRESNEL (1822)

On envoie un faisceau de lumière sur deux miroirs (fig. 23) très faiblement inclinés l'un sur l'autre ; et, dans la partie commune des deux faisceaux réfléchis, on observe, par projection, les franges ou bandes alternativement brillantes et obscures (fig. 24).

et l'on voit, à New York, une carte de l'Amérique où sont marqués les phares équipés par des lentilles à échelons de Fresnel. Un tableau schématique résume son œuvre théorique ; on a également réalisé l'une de ses plus célèbres expériences, celle des *miroirs de Fresnel* (fig. 23), qui, en faisant surgir des bandes alternativement sombres et claires (fig. 24), a montré sans conteste qu'il y a quelque chose de périodique dans la lumière et qu'en ajoutant de la lumière à de la lumière, on peut obtenir de l'obscurité.

La France vivait alors une époque admirable, moins connue, mais plus féconde que les randonnées napoléoniennes à travers l'Europe. L'Exposition de New York en évoque les principales étapes :

a) Par l'expérience d'Étienne-Louis Malus (1775-1812), qui s'aperçut, en 1808, que la lumière réfléchie ne présente pas les mêmes propriétés dans un plan perpendiculaire au rayon, autrement dit qu'elle est « polarisée » ;

b) Par l'expérience de Jean-Baptiste Biot (1774-1862), qui montra que, dans certains cristaux (comme la tourmaline), deux rayons polarisés dans des directions perpendiculaires subissent des affaiblissements différents (1819) ;

c) Par les travaux (1813-1815) de François Arago (1786-1853) et de Biot, qui découvrirent la rotation de la direction de la polarisation ; l'angle de rotation est proportionnel à l'épaisseur traversée, qu'il s'agisse d'une lame de quartz (Arago) ou d'un liquide (Biot), comme la térébenthine ou

l'eau sucrée (Pasteur et Le Bel — nous l'avons dit — ont déduit de l'expérience de Biot des précisions remarquables sur la structure des molécules, concurremment avec le savant hollandais Jacobus-Henricus van't Hoff).

Enfin signalons que deux tableaux synthétiques rappellent deux séries de recherches expérimentales dont notre pays peut tirer une légitime fierté (1) :

1° Les déterminations de la vitesse de la lumière (1850), réalisées grâce à deux méthodes différentes (roue dentée, miroir tournant) par nos compatriotes Hippolyte Fizeau (1819-1896) et Léon Foucault (1819-1868) : il est inutile de souligner l'importance de cette constante fondamentale, qui intervient en optique, en radioélectricité et dans les multiples aspects des théories relativistes ;

2° L'enregistrement photochimique des images (en liaison, comme nous le savons maintenant, avec l'effet photoélectrique) et qui revêt trois formes :

a) La photographie, à l'invention de laquelle (1829-1839) sont attachés les noms de Nicéphore Niepce et de Louis Daguerre, consiste en la fixation des *formes* : outre son intérêt documentaire, elle constitue une technique merveilleuse pour l'exploration des deux infinis (microphysique et astrophysique) ;

b) La photographie des *couleurs* comporte, comme variantes, le procédé trichrome

(1) Encore un oubli regrettable parmi bien d'autres : les biréfringences artificielles, auxquelles Fresnel d'une part et Cotton de l'autre ont efficacement collaboré.

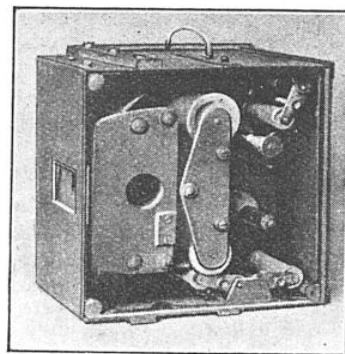


FIG. 25. — LE CHRONOPHOTOGRAPHIE DE MAREY

(Ducos du Hauron, 1869), la méthode interférentielle (Gabriel Lippmann, 1891), le procédé autochrome (Auguste et Louis Lumière, 1903) ;

c) La photographie des *mouvements* a été obtenue à peu près simultanément par Jules Marey (1893) et par les frères Lumière (1895) ; le cinéma s'est brutalement incorporé à la vie sociale, sous forme d'un divertissement trop souvent médiocre ; mais, en compensation, la cinématographie à haute fréquence (à un 25 000^e de seconde et plus) est devenue une technique de choix pour les recherches de physique et de biologie.

En définitive, malgré les réserves fondées que nous avons dû formuler, la section française de l'Exposition de New York a schématisé, avec une assez bonne approximation, les efforts de notre pays pour l'édification de la science internationale. Au moment où l'Amérique se décide à com-

prendre toute la vanité d'une « inflation industrielle », causée par la cupidité humaine et dont la science n'est aucunement responsable, il était bon que notre République prit la défense de la recherche désintéressée. C'est le grand théoricien français Louis de Broglie qui répond le mieux, par des sages arguments, aux attaques futiles dirigées contre la science appliquée : « Il ne faut pas oublier le rôle bienfaisant joué par toutes les inventions qui, depuis celle de l'imprimerie, ont facilité la diffusion de la pensée, la rapidité des communications, l'intensité des échanges d'idées entre individus et nations... Mais, ajoute-t-il, il existe une forme raffinée du machinisme, dans laquelle la machine est en quelque sorte mise au service de l'esprit : cette forme, c'est la technique expérimentale, qui fournit au savant les moyens d'étudier l'Univers. »

MARCEL BOLL.

LES ORIGINES FRANÇAISES DE LA BIOLOGIE

Par Jean LABADIÉ

LA science biologique française devait figurer à l'Exposition américaine.

Nous disons plus loin (1) pourquoi, dans la forme quasi explosive qu'a pris son développement contemporain, la science biologique ne pouvait être qu'américaine. Mais la préparation de cet essor rationnel ne pouvait être que française. Autrement dit, de Lavoisier à Pasteur, en passant par Laënnec et Claude Bernard, il semble que la France ait tout inauguré et, parfois, tout épuisé, en matière de biologie expérimentale à « grande échelle », si l'on appelle ainsi la physiologie du corps vivant pris dans son entier ou dans ses organes, anatomiquement définis. Or, la « microbiologie » d'échelle cellulaire et finalement moléculaire, qui marque justement l'essentiel de l'œuvre américaine, ne pouvait être commencée avant une telle préparation et, notamment, sans que le grand Pasteur ait d'abord fondé la biologie des microbes et décelé les réactions biochimiques qu'ils engendrent dans l'organisme. Les diastases de Claude Bernard, les sécrétions internes de Brown-Séquard, les ferments et les vaccins de Pasteur, sans parler du méca-

nisme de l'anaphylaxie selon Richet, sont, de toute évidence, les jalons qui ont ouvert la voie aux travaux de Landsteiner, de Wyckoff, de Stanley (1).

LES PRÉCURSEURS

I. — Les physiologistes : de Lavoisier à d'Arsonval

Le stand de la Biologie française est, à New York, d'un emplacement assez restreint. Les organisateurs, MM. Courrier, professeur au Collège de France, et Wurmser, de l'Institut de Chimie biologique, en ont tiré le meilleur parti, dans le sens que nous venons d'indiquer.

Un pylône central, véritable colonne symbolique, expose en une série de clichés transparents diapositifs, les portraits des ancêtres français de la biologie. Ils sont intimement mêlés à la médecine, comme il est naturel puisque, ici comme dans toute science, *sans exception aucune*, c'est l'empirisme pratique qui a montré le chemin.

Les œuvres correspondant à ces grands noms sont résumées, à part, en des tableaux synoptiques d'une grande clarté. Le travail

(1) Voir dans ce numéro, page 470.

(1) Voir dans ce numéro page 477.

était du reste préparé par l'effort déjà réalisé au Palais de la Découverte : les tableaux formant le stand de la Médecine, au Palais, ont été fidèlement copiés ; celui de l'œuvre de Pasteur également, encore qu'il ait fallu le condenser par suite du manque de place.

Jetons d'abord un coup d'œil rapide sur les pylônes. Le XVIII^e siècle y est représenté avec une abondance qui ne peut étonner que les ignorants de la véritable histoire des sciences ; il faut savoir, en effet, que le laboratoire du « physicien », au sens où nous l'entendons aujourd'hui, a été précédé par celui du physiologiste. Il ne faisait même qu'un avec celui-ci. Daniel Berthelot a noté quelque part avec force que les serins mis sous cloche de verre par Priestley, bientôt asphyxiés lorsqu'ils y étaient seuls, mais *sauvés*, dès qu'on leur associait des plantes vertes, furent des « cobayes » non pas de biologistes, mais de chimistes : il s'agissait alors de faire connaissance avec l'oxygène et son compère le carbone. C'est pourquoi Lavoisier (1743-1794), présenté d'ordinaire comme le fondateur de la chimie, ne saurait se contenter de cette dénomination scolaire. Ses études sur la respiration animale ont précédé la fameuse expérience de la combustion du diamant en vase clos.

Du reste, Lavoisier n'était même pas de la génération de Réaumur (1683-1757), qui l'avait précédé dans ces études concomitantes de la vie et de la physique. Avec son cadet immédiat Joachim Dutrochet (1776-1847) nous rencontrons, toujours dans la même concomitance des deux ordres de recherche, l'une des découvertes biologiques les plus fondamentales, celle des phénomènes osmotiques qui permirent à ce savant de faire la théorie de la nutrition et de la respiration des cellules à travers leurs membranes.

Descendons encore le long du pylône. Voici Boussingault (1802-1887), fondateur de la biochimie végétale ; Anselme Payen (1795-1871), qui démontra la première fonction diastasique, l'« amylase » ; Paul Schützenberger (1827-1897) qui formula la constitution des albuminoïdes ; Schläsing (1824-1919), qui mit en évidence la nitrification végétale, c'est-à-dire la fixation de l'azote atmosphérique par des légumineuses. La liste descend, ainsi, jusqu'aux morts d'hier et aux vivants actuels : Camille Delezenne, l'inventeur du mécanisme catalytique par lequel les venins agissent sur l'organisme ; Arsène d'Arsonval enfin, le génial théoricien de l'« électrophysiologie », qui démontra le premier, ses « électrodes impolari-

sables » en mains, que toute machine vivante est machine électrique, d'abord, et nullement une machine thermique, malgré l'identité chimique, établie par Lavoisier, entre la respiration et la combustion. Il n'y a pas contradiction : la respiration est une combustion « catalysée » à basse température, donc exactement l'inverse de ce qu'exigerait une transformation bioénergétique fondée sur la vulgaire combustion.

De Lavoisier à d'Arsonval, l'ascension est continue vers l'énoncé, aujourd'hui définitif, des principes fondamentaux de la biologie de l'individu pris en tant que machine « biophysique » et creuset « biochimique ».

II. — Les évolutionnistes : Buffon, Lamarck, etc...

Considérons maintenant la biologie de l'« espèce ». Ce point de vue débute nécessairement par une philosophie de l'évolution et aboutit, non moins nécessairement, au problème de l'hérédité — c'est-à-dire, une fois de plus, aux travaux de l'école américaine.

La première idée d'« évolution » des espèces est de Buffon. Mais le problème touchant au vif de la théologie, le grand naturaliste ne pouvait guère la développer, à son époque, avec l'audace qu'y apporta le grand Lamarck (1744-1829). C'est donc Lamarck qui figure encore au sommet du pylône, vu par une autre face. Le transformisme est désormais donné comme *hypothèse scientifique*.

Il ne s'agit plus que de la confirmer. Ce doit être l'œuvre de la paléontologie. Et c'est alors qu'apparaît le contradicteur, peut-être nécessaire, Georges Cuvier (1769-1832). Au vu des premiers fossiles, il décrète la « fixité des espèces ». Fixité que la biologie devra bien constater, un jour, non plus dans l'absolu, mais dans une relativité dont l'étude, par les « mutations » brusques, sera beaucoup plus instructive que la notion première d'une évolution insensible.

L'anatomie comparée et, surtout, l'embryologie, qui projette aujourd'hui une si vive lumière sur la biologie générale, sont fondées par Geoffroy-Saint-Hilaire (1772-1844).

Cela suffit pour marquer les lettres de noblesse françaises de la biologie des espèces et, par conséquent, des problèmes fondamentaux qui sont nés d'elle.

Les grandes découvertes physiologiques françaises

Si nous délaissions les grands ancêtres pour entrer dans le vif de la science biologique

positive, nous sommes aussitôt contraints d'entrer dans le domaine de la médecine. L'interdépendance des sciences biologiques et médicales est une nécessité. Elle oblige les *physiologistes* à s'inspirer des découvertes cliniques et les *médecins* à profiter des investigations physiologiques.

C'est ainsi qu'après la découverte, par Lavoisier, de la fonction respiratoire et du rôle physiologique de l'oxygène, le médecin *Flourens* découvre le « centre nerveux respiratoire » dans le bulbe.

L'étude de la circulation aëropulmonaire se prolonge évidemment par celle de la circulation sanguine. L'œuvre française dans cette voie met en évidence trois vedettes : *Vulpian*, qui analyse la physiologie pathologique des troubles de la circulation ; *Claude Bernard*, qui découvre la motilité propre des vaisseaux, et *Jules Marey*, qui fournit les moyens physiques d'inscrire graphiquement les phénomènes de la circulation.

Notons également l'œuvre de *Magendie*, qui prolonge celle de *Flourens*, touchant les fonctions nerveuses, en établissant la physiologie des fonctions majeures de la moelle épinière et en montrant l'importance du liquide céphalo-rachidien.

Mais le nom de *Claude Bernard* est celui qui reparait comme un *leitmotiv* de la physiologie française et même de la physiologie tout court. Sa découverte de la « glycogénie hépatique » met en évidence la fonction capitale grâce à laquelle le foie maintient constante la teneur du sang en « glucose ». Et la moindre fibre musculaire de tout être vivant ne saurait agir sans consommer du glucose. Nous voici en présence de l'agent porteur de l'énergie motrice biologique par excellence, de l'hydrocarbure dont la désagrégation justifie l'anhydride carbonique décelé dans la respiration par Lavoisier.

Cette énergie provient, en dernier ressort, des aliments. La physiologie de la digestion est en jeu : *Claude Bernard* montre le rôle du pancréas dans la digestion. Les effets physiologiques des substances toxiques pouvant intervenir dans l'ingestion alimentaire sont encore analysés par *Claude Bernard* qui, passant aux toxiques spécifiques du système nerveux, étudie à fond le poison, jusqu'alors si mystérieux, bien connu des Indiens d'Amérique : le *curare*.

Tout cela est sorti du *laboratoire*.

Voici, comme contre-partie, ce qui fut livré par la *clinique* à la science pure.

Il y a des malades « asthmatiques ». Leur étude clinique par *Trousseau* a conduit ce

grand médecin à définir les principaux troubles fonctionnels de la respiration.

Il y a des malades du « cœur ». Le médecin *François Franck*, en les soignant, perfectionne ce que l'on savait du fonctionnement du cœur en relation avec les vaisseaux de la circulation générale. L'électrocardiographie précisera, par ses merveilleux graphiques, les études inaugurées par *François Franck*.

Il y a des malades atteints de « tabès » ; il en est dont les muscles « s'atrophient ». En tant que leur médecin, *Duchenne de Boulogne* diagnostique la cause anatomique de ces maladies et décrit magistralement les grands troubles nerveux moteurs et sensitifs qui en résultent.

Il y a des malades du « rein ». *Fernand Vidal*, les observant à l'hôpital, discerne les syndromes (causes et effets) des maladies du rein.

C'est à la clinique, encore, que *Brown-Séquard* observe pour la première fois, correctement, les effets de l'ablation totale ou partielle de « glandes à sécrétion interne » dont, en premier lieu, la thyroïde. Il en conclut (par déduction, à partir de ces troubles aujourd'hui bien reliés aux différentes « hormones » sécrétées par les glandes) que les maladies analogues à ces troubles fonctionnels proviennent d'une déficience des glandes correspondantes et préconise le traitement, aujourd'hui classique, de l'*opothérapie*. Les hormones ne sont pas alors encore identifiées, mais, faute de connaître l'agent chimique sécrété, *Brown-Séquard*, qui a déduit son existence, préconise l'ingestion de glandes similaires empruntées aux animaux. La découverte, immense, des hormones prend ses origines dans la thérapeutique de *Brown-Séquard*.

Il y a des malades accidentellement « intoxiqués » avec des matières alimentaires parfaitement saines : les moules, par exemple. Les médecins *Charles Richet* et *Portier* se penchent sur cette énigme : ils découvrent alors, méthodiquement, le phénomène de « sensibilisation », scientifiquement dénommé « anaphylaxie ». Cette réaction protéique se relie au problème biochimique général de l'immunité et des réactions sanguines, que *Landsteiner* mettra bien en évidence beaucoup plus tard.

Les organisateurs du stand de la biologie française ont, en outre, mis en lumière les découvertes « anatomo-pathologiques » dues à des Français. Les maladies entraînent des lésions de tissus dont l'étude anatomique fait comprendre le mécanisme général des altérations « pathologiques » des tissus

et des cellules. C'est ainsi que l'étude anatomique des poumons fournit à *Laënnec* la clé de la maladie énigmatique dite « catarhe » au *xvii^e* siècle, « phtisie » à son époque, « tuberculose pulmonaire » à la nôtre. Il serait impossible, ici, de montrer comment *Corvisart* a travaillé dans la même voie sur les lésions du cœur, *Laënnec* sur la cirrhose du foie, *Truvelhner* sur les lésions de l'estomac, *Trousseau* et *Pierre Marie* sur celles des glandes à sécrétion interne.

Réciproquement, l'observation clinique des malades doit mettre en évidence des lésions anatomiques en rapport avec les causes de la maladie. Les découvertes « anatomo-cliniques » de ce genre sont : *l'auscultation* assurant le diagnostic des maladies du poumon par *Laënnec*; la classification des maladies nerveuses par *Charcot*; la correspondance, établie par *Babinski*, entre des signes extérieurs et les lésions profondes du système nerveux; l'établissement par *Bouillaud* du rôle du rhumatisme dans les maladies du cœur et de la signification des bruits anormaux du cœur par *Potain*. « L'insuffisance surrénale », la « tétanie » ont été identifiées par *Trousseau* et relèvent de la même méthode.

Louis Pasteur

Pasteur méritait, dans cette exposition, une place tellement spéciale qu'il ne pouvait être classé « à la suite », ni dans un exposé chronologique, ni dans un exposé systématique. Et c'est pourquoi l'admirable panneau qui figure au Palais de la Découverte, ce qu'on pourrait appeler le « planisphère » de son œuvre, a été reproduit *en plus dense*, simplement.

Nous n'y reviendrons pas. Le « Nouveau Monde », dont Pasteur est le *Christophe Colomb*, se dessine à partir du problème initial des deux espèces de cristaux (droit et gauche) de l'acide tartrique, continue par les expériences démontrant l'absurdité de l'hypothèse des « générations spontanées »; puis par la découverte du mécanisme de la fermentation de la bière et du vin; par les célèbres expériences sur le *charbon* des moutons, sur la *pébrine* des vers à soie qui conduisent à la glorieuse vaccination antirabique. Et cela se prolonge jusqu'au texte

des derniers Mémoires de Pasteur — ceux dans lesquels il explique à ses élèves que le mystère de la « dissymétrie » des corps biochimiques reste entier et que c'est le travail de demain.

C'est celui qui s'est réalisé en ces dix dernières années à l'Institut Rockefeller.

Où en est la biologie en France ?

Une telle présentation est plus qu'un résumé historique, c'est une véritable épopée de la conquête biologique.

Et maintenant, demandera-t-on, la découverte biologique est-elle close en France ?

Pas le moins du monde ! Il faudrait, pour le croire, ignorer les travaux de *Blaringhem* sur les mutations végétales, ceux de *Bataillon* sur la fécondation artificielle des œufs d'oursin et de batraciens par excitation mécanique, et l'admirable réussite de *Courrier* sur la maturation artificielle des œufs de vertébrés, et la technique ingénieuse, en cours d'études, de *Girard* sur la dissociation des tissus et l'extraction de diastases nouvelles par l'ultracentrifugation (méthode physique due au Français *Huguenard*), associée à l'action des ondes ultra-sonores (méthode *Langevin*). Mais ces travaux, et bien d'autres encore, n'ouvrent plus des voies inconnues, ils les prolongent.

C'est le travail de colonisation méthodique d'un monde dont la France a préparé la découverte.

Il y aurait beaucoup à dire sur l'outillage mis, dans ce sens, à la disposition des chercheurs. Le stand français comporte des « rotagraphes » dont les clichés montrent nos différentes stations expérimentales : *Concarneau*, *Banyuls*, *Arcachon*...; nos différents instituts Pasteur exotiques, dont nous connaissons les travaux scientifiques surgis, une fois encore, d'une intelligence clinique directement héritée des aînés.

Cependant, il faut le dire et même le proclamer avec dépit : pourquoi, sur les 17 universités de France, ne compte-t-on que 3 chaires de biologie générale alors qu'il existe bien 17 chaires de botanique et autant de zoologie ? On dirait que l'enseignement officiel se croit encore aux temps de *Réaumur* ou de *Cuvier* !

JEAN LABADIÉ.

**La Science et la Vie est le seul magazine
de vulgarisation scientifique et industrielle.**

PRODUITS PHARMACEUTIQUES

Specia

Rhône-Poulenc

PROPIDEX · ASCIATINE · RHODINE · RHOFÉINE
SONÉRYL · RUTONAL · STIBYAL · NEPTAL · TOCHLORINE
RHODAZIL · ALUNOZAL · URAZINE · CORYPHÉDRINE
GÉLOBARINE · FORIOD · BAUME RHODIA
NÉO-DMÉGOX · SANÉDRINE · INFUNDIBULINE
SEPTAZINE · NÉO-DMÉTYS · STOVAÏNE · FLÉTASE
RHODIACARBINE · CRISALBINE · NEOCARDYL
QUINIO · STOVARSOL · MYOCHRYSSINE · KÉLÈNE
SCUROCAÏNE · ANTHÈMA · ANTHIOMALINE
PROPIDON · GONACRINE · GARDÉNAL
ACÉTYLARSAN · STOVARSOL · DMELCOS
NOVARSÉNNOBENZOL BILLON

*justifient par leur efficacité
le renom mondial de la qualité française*

Création Makowsky, imp., Paris



ASPIRINE

USINES DU RHONE

contre GRIPPE
MIGRAINES
NÉVRALGIES
RHUMATISMES

PUB. C. BLOCH.

CE QUE LA PHYSIQUE MODERNE DOIT A LA SCIENCE AMÉRICAINE

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES — AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ
PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

La collaboration entre la science et la technique industrielle n'est nulle part plus étroite qu'aux Etats-Unis. A côté des laboratoires officiels rattachés aux Universités, à côté des « fondations » richement dotées par des particuliers (il en existe plus de 130 représentant un capital dépassant largement 1 milliard de dollars), on compte actuellement plus de 1 600 laboratoires de recherches entretenus exclusivement par des entreprises industrielles, dont les chefs ont compris que la science pure est la source unique de tous les véritables progrès. Les plus importants d'entre eux, les Laboratoires Bell, occupent plus de 4 500 personnes avec un budget annuel de l'ordre de 500 millions de francs. Les savants américains disposent ainsi de moyens matériels inconnus dans notre vieille Europe. L'abondance même de ces moyens concourt à donner à la science américaine le caractère presque exclusivement expérimental qu'elle a accusé jusqu'à aujourd'hui. Nombre de découvertes acquises grâce aux qualités de patience et d'opiniâtreté des expérimentateurs américains ont cependant joué, depuis un demi-siècle, un rôle décisif dans l'édification de notre conception générale de la physique. On en trouvera la preuve en parcourant la liste déjà longue des lauréats du Prix Nobel d'outre-Atlantique pour les sciences physicochimiques, depuis Michelson, dont l'expérience fameuse déclencha la révolution intellectuelle que l'on sait, jusqu'à Anderson, qui put mettre en évidence de nouveaux constituants élémentaires de la matière : l'électron positif (positron) et l'électron lourd (mésotron).

ALORS que la physique européenne remonte à Galilée et à Newton, la physique américaine ne date guère que d'un demi-siècle. Jusqu'alors, les découvertes de premier ordre étaient le fait de savants isolés, parmi lesquels il y a surtout lieu de mentionner :

Joseph Henry (1790-1878), professeur à Princeton College, qui continua l'œuvre géniale de l'Anglais Michael Faraday, en découvrant la self-induction et les extracourants (de fermeture et de rupture) ; le Congrès International des Electriciens (Paris, 1881) lui rendit justice en adoptant son nom pour l'unité pratique de self-inductance ;

Josiah-Willard Gibbs (1839-1903), professeur au Collège d'Yale, le précurseur de la chimie mathématique, qui étendit considérablement le domaine de la thermodynamique et qui énonça une règle de prévision extrêmement féconde : la loi des phases ;

Henry Rowland (1848-1901), professeur à l'Université John-Hopkins (à Baltimore), dont l'activité s'étendit à toutes les branches de la physique ; ses travaux sur les réseaux de diffraction et sur le spectre solaire sont restés célèbres ; en électricité, il détermina l'unité absolue de résistance et montra, par

une expérience désormais classique (expérience de Rowland, 1876), l'identité du courant électrique avec le déplacement artificiel d'un corps isolé et chargé d'électricité.

Les travaux des savants que je viens de citer et ceux de leurs émules ont été effectués au cours du siècle dernier. Mais c'est de nos contemporains qu'il sera question dans ce tableau d'ensemble : presque tous sont encore vivants. Nous parlerons néanmoins de Michelson (fig. 1), parce que, d'une part, il a poursuivi son œuvre pendant tout le premier quart du xx^e siècle, et parce que, d'autre part, la fameuse expérience de Michelson a joué un rôle décisif dans l'édification d'une conception générale de la physique, la théorie de la relativité.

La science actuelle est, en grande partie, anonyme et *totale*ment internationale : il serait vain d'essayer d'y discerner l'apport des différentes patries qui, à quelques exceptions près, acceptent désormais joyeusement de collaborer à l'œuvre commune. Mais nous profiterons de l'occasion qui nous est offerte pour reprendre des idées primordiales de la physique, en indiquant dans quelle mesure certains grands savants américains ont aidé à leur développement.

La naissance de la relativité

A un certain point de vue, la relativité fut pressentie par l'illustre savant italien Galilée (1564-1642), sous une forme encore beaucoup plus particulière que la relativité restreinte. Mais les précurseurs immédiats d'Albert Einstein — aujourd'hui fixé en Amérique — furent l'Autrichien Ernst Mach (1838-1916), par la prévision théorique de la relativité générale, et Albert Michelson (1852-1931, le premier lauréat Nobel en Amérique, 1907), par la révolu-

males pour calculer la surface d'un cercle dont on a mesuré le rayon à 1 pour cent près.

Nos lecteurs savent sans doute ce qu'il faut entendre par « interférences » de la lumière : on nomme ainsi les phénomènes périodiques d'ombre et de clarté (bandes, anneaux, etc.), qui se produisent sur un verre dépoli ou sur une plaque photographique, quand la lumière, émanée d'une source fine (point, fente, etc.), se trouve partagée en deux faisceaux, qui sont ensuite dirigés au même endroit. Phénomène anciennement connu (Thomas Young, 1801), qui,



FIG. 1. — ALBERT MICHELSON
(1852-1931)

Prix Nobel de physique en 1907.

tion intellectuelle que son expérience a déclenchée.

Michelson, qui professa à l'Université de Chicago, fut essentiellement un expérimentateur spécialisé dans l'optique ; on peut même dire qu'il se cantonna dans les interférences lumineuses, auxquelles il apporta une précision inouïe. Il est de mode de médire de la précision, et l'on a raison, quand elle est employée à tort et à travers : ainsi, un professeur de philosophie rappelait récemment que, quand on affirme que « le département de la Seine a une densité de 9 192 habitants au km² », c'est une pure galéjade, car, ajoutait-il, « on va se servir, pendant une dizaine d'années, de ce nombre pour instruire les élèves, alors que sa validité, sous la forme exacte, n'est même pas d'une heure... » L'une des règles de l'esprit scientifique, c'est d'exprimer les résultats avec la précision qu'elle comporte : il est absurde d'écrire le nombre π avec six déci-

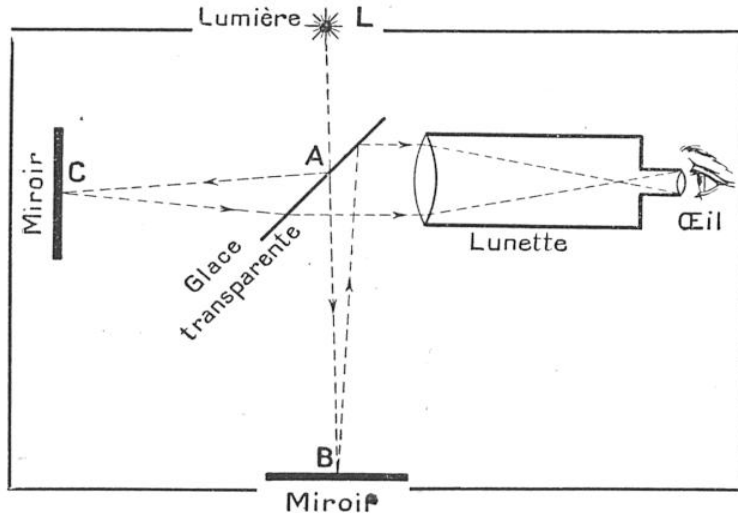


FIG. 2. — L'EXPÉRIENCE DE MICHELSON

Une source de lumière L émet un rayon LA, qui se scinde en deux : AC et AB. L'un d'eux, AC, est parallèle au mouvement de la Terre ; il s'agit de savoir si cet entraînement d'ensemble a une influence quelconque sur la vitesse de propagation de la lumière.

avant Michelson, semblait avoir épuisé sa fécondité :

1° En 1894, Michelson, travaillant, avec notre compatriote René Benoît, au Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres, mesura, pour la première fois, la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses : la précision atteinte fut d'un millionième dans la comparaison de deux « objets » (le mètre international en platine iridié et une raie rouge du cadmium), qui étaient, entre eux, dans le rapport de deux millions à l'unité ; le mètre, qui, jusqu'alors, n'était qu'une fraction arbitraire du méridien terrestre, devint un multiple bien déterminé d'une longueur qui définit un phénomène optique parfaitement constant et facilement reproductible. Dorénavant, les étalons métriques peuvent se perdre ou être détruits ; on les reconstruira sans peine ;

2^o Rappelons, en passant et sans suivre l'ordre chronologique, qu'en 1920, avec la collaboration de F.-G. Pease, à l'observatoire du mont Wilson, le même physicien s'avisa d'utiliser les interférences pour mesurer... le diamètre des étoiles (1). La question en valait la peine : en combinant les considérations théoriques et les observations, les astronomes étaient parvenus à ce résultat fabuleux que certaines étoiles — comme la rouge Antarès — avaient un diamètre hors de proportion avec celui de notre Soleil, puisque la trajectoire annuelle de la Terre y serait engloutie. La réponse fut

conforme aux prévisions, et elle confirme



FIG. 3. — ROBERT MILLIKAN
(né en 1868)
Prix Nobel de physique en 1923.

toute une documentation sur le passé du Soleil... et sur son avenir ;

3^o Reste ce que l'humanité appellera éternellement « l'expérience de Michelson », comme on dit « le principe d'Archimède » ou « la loi de Joule ». Je vous ferai grâce des raisons qui le conduisirent à réaliser cette expérience il y a cinquante-huit ans et des idées qui régnaient alors : il s'agissait de déceler un prétendu *éther*, en fait abandonné sans retour par l'unanimité des savants. En langage moderne, on veut savoir (fig. 2) si la lumière se comporte le son, si un mouvement d'ensemble (le mouvement de révolution de la Terre, qui nous entraîne autour du Soleil à la vitesse de 30 km par seconde) a une influence quelconque sur la vitesse de propagation de la lumière, laquelle vaut (d'après les 2 885 déterminations les plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 261, page 198, et dans ce numéro, page 463.

récentes entreprises par Michelson, et terminées en 1935 par F.-G. Pease et F. Pearson) $299\,774 \pm 1$ km par seconde.

L'expérience de 1881 a été reprise (et perfectionnée) en 1887 par Michelson et E.-W. Morley ; en 1904 par Michelson et D. C. Miller ; en 1926 (à une altitude de 2 600 m) par Auguste Piccard et Stahel ; en 1928, par Michelson lui-même... Toujours, les résultats ont été négatifs ; les franges d'interférence ne subissaient pas la variation qu'on aurait constatée si la lumière s'était comportée comme les ondes sonores.

30 cm par seconde sur la vitesse de propagation de la lumière, telle était la variation que la précision réalisée par cette expérience *différentielle* (1) aurait

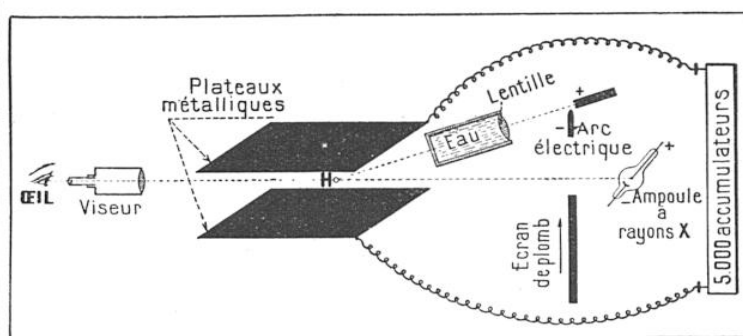


FIG. 4. — L'EXPÉRIENCE DE MILLIKAN

Une goutte d'huile H (1/100 mm de diamètre) se trouve entre les plateaux d'un condensateur chargé. L'ampoule à rayons X permet d'électriser la goutte. En agissant adroitement sur les divers facteurs qui interviennent, on s'arrange pour que la goutte flotte, immobile ; on en déduit son électrisation et, par suite, les constantes d'un seul électron.

permis de déceler. Dans ces conditions, l'approximation atteignait le milliardième.

C'est donc avec cette précision qu'est établie la théorie de la relativité restreinte, c'est-à-dire le principe de l'invariance de la vitesse de la lumière, l'abandon des notions traditionnelles (et anthropomorphiques) de temps absolu et d'espace absolu, ainsi que cette conséquence stupéfiante qu'est *l'inertie de l'énergie*, grâce à laquelle nous percevons les signes précurseurs d'une utilisation pratique des inépuisables réserves d'énergie intranucléaire, qui se cachent à l'intérieur des atomes. Tout cela, c'est l'œuvre d'Einstein, avec, comme intermédiaire, la formulation mathématique (et non explicative) du Hollandais Hendrick-Antoon Lorentz (1853-1928). Mais tout cela n'existerait pas si un expérimentateur de la classe de

(1) Portant sur la comparaison des deux rayons A C et A B (fig. 2).

Michelson n'avait pas préparé le terrain, sur la base inébranlable des faits, en poussant la précision jusqu'à ses dernières limites.

L'identification de l'électron

La théorie corpusculaire de l'électricité est un autre ensemble synthétique, dont l'importance ne le cède guère à la relativité restreinte.

Jusqu'à Wilhelm Hittorf (1869), on était habitué à rencontrer l'électricité « fixée » aux objets, un peu à la manière dont l'eau est placée dans des récipients. La décharge dans les gaz raréfiés nous mit en présence d'électricité pure, comparable, si l'on veut, à une goutte de pluie détachée de tout contenant (1). Mais le genre humain dut attendre encore seize ans avant de savoir, en toute certitude, que l'électricité peut s'offrir sous forme de petits grains séparés (Jean Perrin, 1895) et que ces grains sont négatifs.

La théorie électronique est l'œuvre magistrale de Lorentz, dont nous venons de rencontrer le nom : à partir de 1895, il développa une explication de l'électromagnétisme, dont les triomphes ne se comptent plus et dont le premier en date fut l'effet Zeeman (1897), qui consiste, comme on sait, en une modification de la couleur d'une source lumineuse, lorsqu'on la dispose entre les pôles d'un aimant.

(1) Le mot « électron » a été proposé en 1891 par l'Anglais Johnstone Stoney.

C'est ici qu'entrent en scène les qualités de patience et d'opiniâtreté des expérimentateurs américains, qui se groupèrent autour de Robert-Andrews Millikan (né en 1868, lauréat Nobel 1923), directeur de l'Institut de Pasadena, près de San Francisco (fig. 3). Au fur et à mesure que l'électron envahis-

sait la science théorique et ses applications techniques (oscillographe cathodique et, plus tard, lampes de T. S. F., photocellules), il devenait nécessaire de déterminer ses propriétés avec précision, de dresser, en quelque sorte, sa « fiche anthropométrique ». C'est à ce labeur de longue haleine (1909-1917) que s'applique Millikan, en dépensant des trésors de finesse et d'ingéniosité.

Nous avons représenté schématiquement (fig. 4) l'expérience de Millikan, dite encore « expérience de la goutte équilibrée ». La minuscule goutte d'huile H est maintenant rigoureusement en équilibre sous l'influence :

- a) d'une part, de la pesanteur ;
- b) d'autre part, du champ électrostatique qui règne entre les plateaux du condensateur et qu'on choisit (en intervertissant, au besoin, les pôles de la batterie d'accumulateurs) dans un sens tel qu'il s'oppose à l'effet de la pesanteur.

En écrivant les conditions fort simples de l'équilibre, on calcule l'électrisation de la goutte, et on s'aperçoit que cette électrisa-

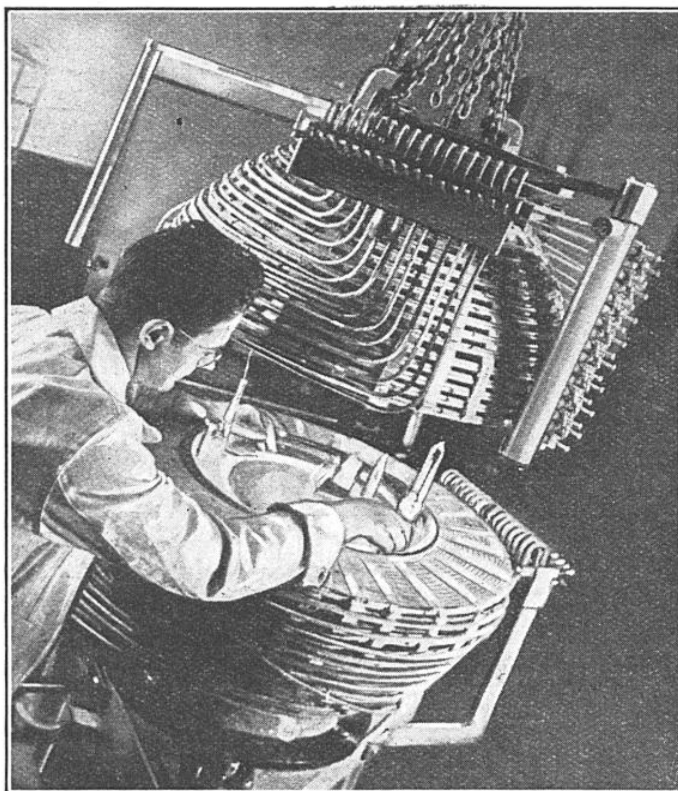


FIG. 5. — SPECTROGRAPHE DE MASSE RÉALISÉ AUX LABORATOIRES « WESTINGHOUSE » D'EAST PITTSBURGH. Cet appareil, grâce à une combinaison de champs électriques et magnétiques, effectue la séparation de particules électrisées d'après le quotient de leur charge électrique par leur masse. Il est utilisé dans les recherches de physique nucléaire pour la préparation des « cibles » sur lesquelles on veut diriger le bombardement de désintégration, ces cibles devant être constituées non pas seulement par un même élément, mais par un seul et même isotope de masse atomique déterminée.

tion n'est *jamaïs* inférieure à la charge d'un électron. A maintes reprises, Millikan s'avisa de découvrir brusquement l'ampoule à rayons X, masquée par l'écran de plomb ; il constata alors que la goutte *s'élançait brusquement* vers le haut ou vers le bas. Sous l'influence des rayons X, cette gouttelette avait capté ou lâché des électrons, le plus souvent *un seul électron*. Et cette observation directe ne manqua pas d'entraîner la conviction des plus sceptiques...

L'expérience de Millikan (1) marque une date dans la physique contemporaine : c'est grâce à elle que nous connaissons, avec une approximation d'un cinq-millième ou d'un dix-millième, les limites extrêmes de l'infiniment petit, actuellement accessible.

La chimie électronique

L'électron ne tarda pas à s'emparer de la chimie.

Dans cette branche de la théorie électronique, les savants américains n'entrèrent que relativement tard, et leur contribution fut, somme toute, accessoire.

Rappelons tout d'abord les principales étapes : en 1869, le chimiste russe Dimitri Mendéléïeff a l'idée de classer rationnellement les éléments chimiques, ce qui revenait, au fond, à ranger les atomes *par masses croissantes* ; vers 1910, Ernest Rutherford se rend compte que les atomes sont extraordinairement vides (leur masse est pratiquement concentrée au centre, sous forme d'un minuscule noyau autour duquel se trouve — comme nous le disons aujourd'hui

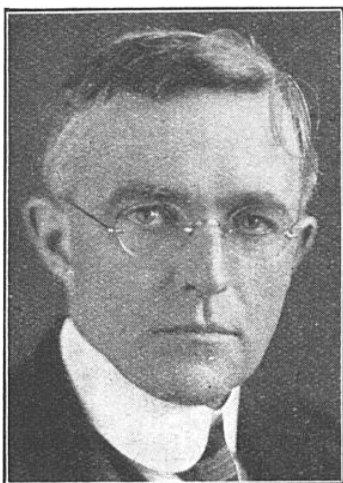


FIG. 6. — IRVING LANGMUIR
(né en 1881)
Prix Nobel de chimie en 1932.

— un nuage d'électrons) ; en 1913, le jeune physicien anglais H.-G.-J. Mo-

(1) *La Science et la Vie* a rappelé récemment (n° 262, p. 262) le rôle de Millikan dans la découverte des rayons cosmiques. Le même savant s'est aussi préoccupé de déterminer très exactement la vitesse des électrons expulsés par effet photo-électrique et de vérifier ainsi la relation fondamentale d'Einstein.

seley (1), expérimentant sur les rayons X, parvient à recenser les électrons des nuages (ces nombres, dits *nombres atomiques*, s'échelonnent entre 1 — l'hydrogène — et 92 — l'uranium) ; la même année, le Danois Niels Bohr apporte des précisions inattendues sur la structure de ces

divers nuages ; il en résulte (Bohr, 1921 ; Stoner, 1924) que le principe même de la classification de Mendéléïeff ne peut être conservé : les atomes doivent être disposés non plus par masses atomiques croissantes, mais par nombres atomiques croissants, en conformité avec la découverte antérieure des *isotopes*, c'est-à-dire d'éléments qui se placent *dans la même case* du tableau de Mendéléïeff (même nombre atomique, avec des masses distinctes). Notre figure 5 représente un « spectrographe de masse », destiné à la séparation des isotopes.

Au point de vue strictement chimique, le précurseur fut (1904) l'Allemand Richard Abegg, qui insista sur le rôle du nombre *huit* dans la classification périodique. Presque simultanément (1916), l'Américain G.-N. Lewis et l'Allemand Wilhelm Kossel montrèrent qu'une carapace (extérieure) de huit électrons était le fait d'une très grande stabilité chimique (les gaz inertes — comme l'argon et le néon — l'anion chlore et le cation sodium — dont la juxtaposition constitue le sel marin — possèdent, tous, huit électrons superficiels). C'est alors (1919) que l'Américain Irving Langmuir (2) (né en 1881, lauréat Nobel pour la chimie en 1932) établit un rapprochement très suggestif entre ce fameux nombre huit et... le nombre des sommets d'un cube (fig. 6) : sa théorie fut appelée théorie de l'atome « cubique », théorie de l'atome « statique » ou encore « théorie de l'octet ». D'ailleurs, l'atome



FIG. 7. — HAROLD C. UREY
(né en 1893)

Prix Nobel de chimie en 1934.

(1) Tué aux Dardanelles en 1915.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 254.

cubique ne doit pas être pris « au pied de la lettre » ; il faut se borner à constater qu'« il y a quelque chose de cubique » dans l'atome ou encore que l'atome possède une « symétrie cubique » ; les idées de Langmuir n'ont joué qu'un rôle transitoire dans l'explication des liaisons chimiques, car nous savons aujourd'hui que l'atome est non pas statique, mais *dynamique*, qu'il est régi par les équations effroyablement compliquées de la mécanique ondulatoire. L'activité expérimentale de Langmuir s'appliqua à bien d'autres domaines : il inventa les ampoules élec-

triques à atmosphère gazeuse (1910) et son étude sur la dissociation de la

atomiques laissait pressentir la possibilité de l'existence d'un hydrogène lourd (deux fois plus lourd que l'hydrogène ordinaire) ; la découverte ne fut faite qu'en janvier 1932 par Urey et ses collaborateurs, en étudiant les phases de la distillation de l'hydrogène liquéfié : le résultat fut que l'hydrogène contient environ 2 dix-millièmes d'hydrogène lourd, appelé maintenant diplogène (ou deutérium). En microphysique, le noyau du diplogène ou diplon (nommé encore deuton ou deutéron) est un agent actif de transmutation (1). Mais quelle révolution la découverte d'Urey vient d'occasionner en chimie ! Les cent mille composés hydrogénés vont se multiplier d'une manière fantastique car, dès qu'un composé contient plusieurs atomes d'hydrogène (léger), on conçoit la possibilité de nombreux composés où un, deux, trois... atomes d'hydrogène seront remplacés



FIG. 8. — ARTHUR COMPTON (né en 1892)
Professeur à Chicago, prix Nobel de physique en 1927.

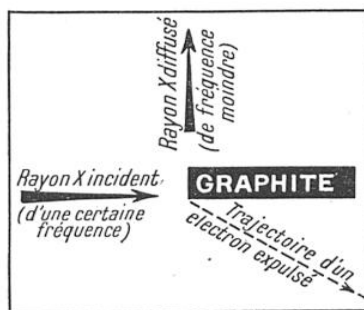


FIG. 9. — L'EFFET COMPTON
Sur ce dessin schématique, on voit qu'un rayon X incident est renvoyé par le graphite, en même temps qu'un électron en est expulsé.

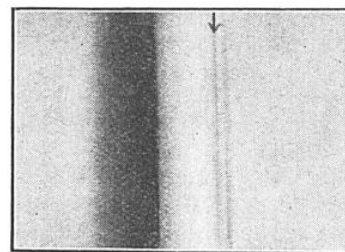


FIG. 10. — L'EFFET COMPTON
Sur ce cliché, la raie marquée d'une flèche correspond au rayon X incident, et la raie à droite représente le rayon X renvoyé.

molécule d'hydrogène (hydrogène moléculaire) en deux atomes (hydrogène atomique) a fait faire des progrès notables à la technique des températures élevées (1).

C'est également l'hydrogène qui illustra le nom du deuxième lauréat américain du prix Nobel pour la chimie (1934), Haroltz-Clayton Urey, né en 1893 (fig. 7) : le vieil hydrogène, nettement caractérisé par l'Anglais Henry Cavendish en 1766, n'avait pas fini de nous étonner... Mais jamais on n'aurait cherché à compliquer encore la question de l'hydrogène, si on n'y avait pas été conduit par des considérations théoriques, dans l'espèce par la notion d'*isotopes* que nous avons mentionnée ci-dessus. Dès 1919, un désaccord entre les mesures physiques et les mesures chimiques des masses

par autant d'atomes de diplogène, et la chimie sera... multipliée par trois ou par quatre (2). En particulier, on connaît déjà très bien une « eau demi-lourde » et surtout une « eau lourde », qu'il est avantageux de préparer en traitant les eaux résiduelles des cuves électrolytiques ayant très longtemps fonctionné : l'eau lourde, qui coûte 50 francs le gramme, est moins fusible, moins volatile et plus visqueuse que l'eau ordinaire ; comme les êtres vivants contiennent environ 10 % d'hydrogène, les biologistes auront l'occasion d'étudier la substitution du diplogène à l'hydrogène dans les divers organes, en ce qui concerne le métabolisme et les diverses fonctions de la vie. Les conséquences de la découverte de H.-C. Urey sont un bel exemple des retentissements imprévus de la science théorique la

(1) Voir notre article « Une révolution dans la soudure autogène grâce à l'hydrogène atomique », *La Science et la Vie*, n° 110, août 1926, pp.122-126.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 258, page 445.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 261, pp. 233-236.

plus désintéressée : en science, ce qu'on trouve est presque toujours plus intéressant que ce qu'on cherche.

Le photon

Les Etats-Unis de l'Amérique du Nord apportèrent également leur contribution aux idées modernes sur la lumière.

Les anciens Grecs n'étaient pas d'accord sur la nature de la lumière : pour certains d'entre eux, le Soleil, ainsi que tous les corps qui produisent de la lumière et de la chaleur, était censé projeter des projectiles extrêmement ténus, dont les chocs avec l'œil ou avec la peau provo-

à quelques années près (1686 et 1690), furent proposées la *théorie de l'émission* de l'Anglais Isaac Newton et la *théorie des ondulations* du Hollandais Christian Huygens. Pour Newton, la lumière consistait en une infinité de grains spéciaux, jetés les uns après les autres : la propagation rectiligne de la lumière se comprenait sans peine. Pour Huygens, il s'agissait, au contraire, de quelque chose comme les rides qui courent sur la surface d'un lac, comme les vagues de la mer ou comme les ondes sonores. La théorie newtonienne fut complètement abandonnée au XIX^e siècle, pour trois raisons principales :

a) Les grains de Newton se refusaient à

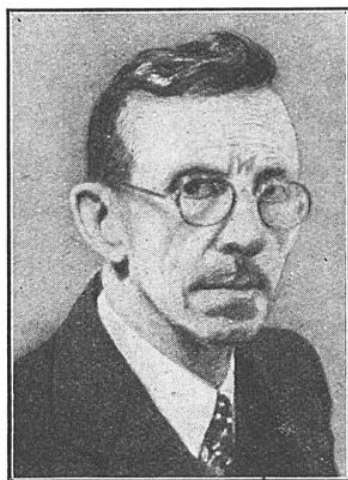


FIG. 11. — C.-J. DAVISSON
(né en 1881)
Prix Nobel de physique en 1937.

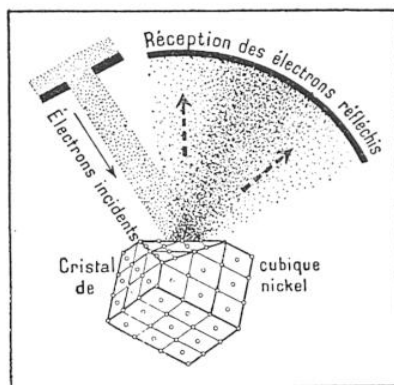


FIG. 12. — L'EXPÉRIENCE DE DAVISSON ET GERMER

Les électrons incidents sont diffractés par les atomes de nickel, de la même façon que le seraient des rayons X.

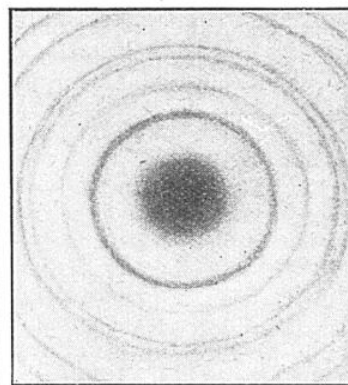


FIG. 13. — LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS

Ce « diagramme électronique » présente des aspects différents suivant les matières analysées.

quent les sensations de lumière et de chaleur ; pour d'autres, l'œil humain était armé de tentacules invisibles, qui s'étendent d'elles-mêmes du côté où l'on dirige son regard et qui appréhendent les objets, en les livrant sous leur forme réelle au cerveau. Précisément, R.-A. Millikan fit remarquer qu'une telle mentalité est encore extraordinairement répandue, que c'est ainsi qu'on explique encore les fausses sciences (par des agents invisibles et incontrôlables) : « Ces réponses sont satisfaisantes pour qui se contente d'explications verbales et ignore ce que c'est que d'expérimenter, pour vérifier l'exactitude ou pour établir la fausseté d'une théorie » (1).

Il faut sauter tout de suite au XVII^e siècle, par-dessus la longue « pause » du moyen âge :

(1) Ces explications verbales ont été ridiculisées par Molière dans *le Malade imaginaire* (*Opium facit dormire, quia est in eo virtus dormitiva*).

nous laisser comprendre les phénomènes d'interférence (dont nous avons parlé plus haut, à propos de Michelson) ;

b) Notre compatriote Augustin Fresnel (1788-1827), s'attaquant à une difficulté que Newton tenait pour insurmontable, montra que les ondulations étaient aussi aptes que l'émission à nous faire comprendre que la lumière puisse se propager en ligne droite ;

c) Enfin, Léon Foucault, en 1850, montra expérimentalement que la lumière se propage moins vite dans l'eau que dans l'air, comme l'avait prévu la théorie des ondulations, alors que les continuateurs de Newton avaient escompté l'inverse.

La théorie de Huygens-Fresnel domina tout le dernier siècle, non sans être merveilleusement généralisée par James-Clerk Maxwell (théorie électromagnétique de la lumière, 1865). En 1905, Albert Einstein,

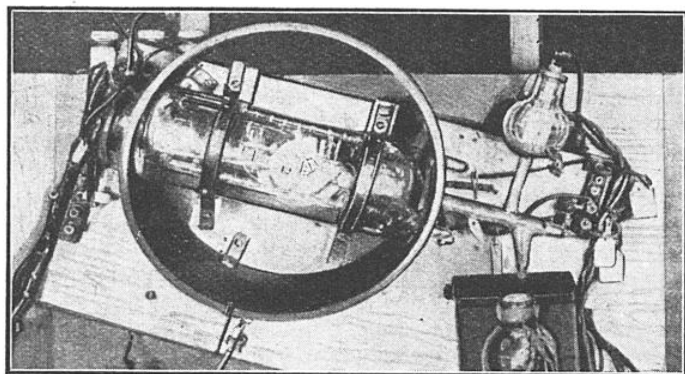


FIG. 14. — L'APPAREIL DE DAVISSON ET GERMER
Il sert à l'étude quantitative de la diffraction des électrons.

s'occupant de l'effet photoélectrique (1), affirme que les ondulations sont incapables d'expliquer cet effet et propose de ressusciter une théorie de l'émission, en faisant intervenir ce que nous appelons aujourd'hui des *photons* (2).

La science refuse de se laisser enfermer dans les dilemmes de la rhétorique : quand on l'oblige à choisir « de deux choses l'une », elle répond souvent « de deux choses la troisième ». Cette troisième « alternative » fut un compromis entre l'émission et les ondulations. Et c'est ici que se place le travail fondamental (1923) d'Arthur Compton (fig. 8), professeur à Chicago (né en 1892, lauréat Nobel pour la physique en 1927). Ce savant se proposa d'étudier d'un peu près l'action des rayons X sur les électrons pratiquement libres qui entourent les noyaux d'atomes légers (de faible masse atomique), tels que ceux du graphite. En particulier lorsque les rayons incidents tombent normalement sur l'obstacle (fig. 9), ils sont renvoyés à 90°, en même temps que des électrons sont expulsés dans une direction oblique, avec une vitesse relativement minime (quelques milliers de km par s).

Compton rechercha en outre ce qu'était devenue l'énergie du rayonnement incident, et il s'aperçut qu'elle avait *diminué*, ce que l'on observe sans conteste sur le cliché reproduit plus haut (fig. 10) ; cette expérience serait demeurée incompréhensible dans les conceptions classiques, qui ne voyaient dans les radiations qu'une onde électromagnétique continue. Tout s'explique, au contraire, si l'on admet qu'un grain extrême-

(1) Découvert par Heinrich Hertz (1887) et auquel nous devons les photocellules (du cinéma sonore et de la télévision).

(2) Selon l'appellation proposée en 1926 par l'Américain G.-N. Lewis.

ment rapide — le photon — échange son énergie avec un électron, primitivement inclus dans la matière et pratiquement immobile. L'existence du photon est ainsi confirmée quantitativement par l'effet Compton. Comme l'écrit spirituellement le savant anglais James Jeans, « on savait déjà que l'armée de l'électricité se compose de soldats distincts — les électrons — ; il apparaît dès lors que l'autre armée, l'armée de la lumière, est aussi formée de soldats individuels — les photons —, puisque les recherches effectuées sur le champ de bataille démontrent que la lutte a consisté en corps à corps ».

Les ondes électroniques

Ainsi donc, il y a une douzaine d'années, la lumière était devenue à la fois corpusculaire et ondulatoire ; mais l'électricité restait exclusivement corpusculaire. Cette situation paradoxale ne devait pas durer : suivant l'amusante expression du physicien Erwin Schrödinger (d'origine autrichienne), « l'Univers était jusqu'alors peuplé d'hommes et de chevaux ; il ne devait plus exister que des êtres tous analogues, qui sont des centaures... »

En 1923, Louis de Broglie eut l'intuition de supposer que tout corps matériel — et par suite tout électron — est accompagné d'un « processus ondulatoire », qui se propage dans l'espace et qui pilote, pour ainsi

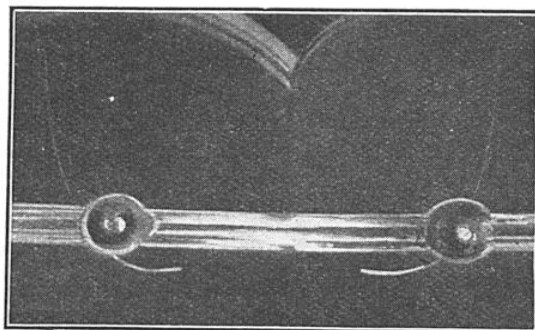


FIG. 15. — TRAJECTOIRE D'UN MÉSOTRON PHOTOGRAPHIÉE A LA CHAMBRE DE WILSON PAR ANDERSON ET NEDDERMEYER, MONTRANT LE RALENTISSEMENT ÉPROUVÉ PAR CETTE PARTICULE LORSQU'ELLE TRAVERSE UN OBSTACLE
Anderson attribue à cette nouvelle particule élémentaire, d'après la courbure de sa trajectoire, une masse égale à 220 fois environ celle de l'électron.

dire, l'électron dans son mouvement. On connaît les nombreux succès de cette nouvelle *mécanique ondulatoire*, prolongée par les travaux de Schrödinger, de Max Born, de Werner Heisenberg, de Wolfgang Pauli, de Paul Dirac, et de tant d'autres.

De l'avis unanime, la thèse de de Broglie parut, pour le moins, hasardée ; l'opinion du monde scientifique se concrétisait dans les vers de Florian :

... Je vois bien quelque chose,
Mais, je ne sais pour quelle cause,
Je ne distingue pas très bien.

La « lanterne » s'alluma progressivement, grâce au la-
beur opiniâ-
tre de toute

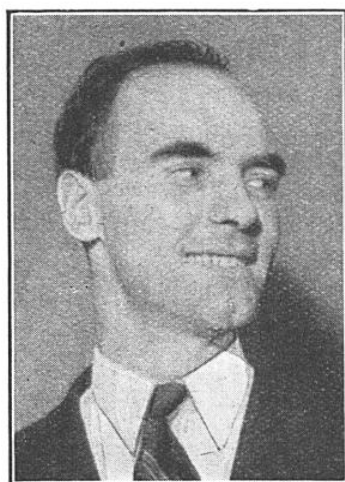


FIG. 16. - CARL-D. ANDERSON
(né en 1905)

Prix Nobel de physique en 1936.

une génération de théoriciens ; jamais la route suivie par la science ne fut moins « déductive » ; jamais la science ne tourna plus résolument le dos au bon sens de tous les jours, et ce fut la condition d'une réussite merveilleuse. Une fois de plus, il s'agissait de « prouver le mouvement en marchant » ; cette nécessité d'une confirmation expérimentale apparut nettement à Clinton-Joseph Davisson (fig. 11), actuellement attaché à Bell Telephone Laboratory (né en 1881, lauréat Nobel pour la physique en 1937). En collaboration avec L. H. Germer, il eut l'idée de lancer un faisceau d'électrons (émis par un filament incandescent) contre un cristal de nickel (fig. 12 et 14), en espérant que — comme les rayons X — ils allaient se diffracter ! La simple annonce de ce phénomène aurait, quelques années plus tôt, provoqué l'ahurissement et soulevé l'incrédulité des physiciens. Et cependant, en 1927, les anneaux

(fig. 13) vinrent « au rendez-vous » donné par Louis de Broglie, comme la planète Neptune était apparue (1846) au point précis fixé par Urbain Le Verrier et par John-Couch Adams.

Indépendamment de la brillante confirmation à des conceptions théoriques fécondes, Davisson est le précurseur de deux techniques nouvelles, dont nous avons maintes fois entretenu nos lecteurs :

1° L'analyse électronique (1), qui vient se superposer à l'analyse cristalline par les rayons X et qui constitue une méthode de choix pour l'étude de la structure des corps presque amorphes, comme la cellulose et les verres ;

2° L'optique électronique (2), fondée sur

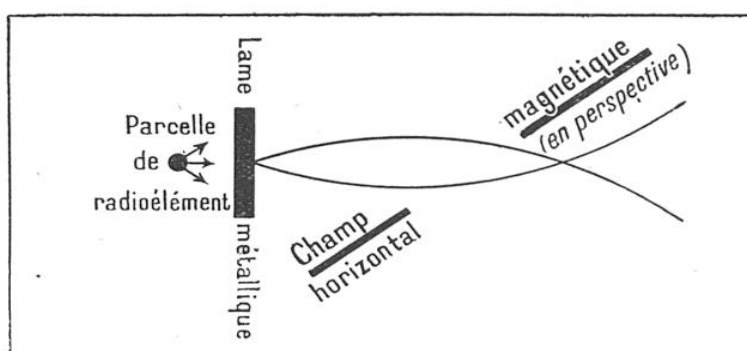


FIG. 17. — L'EXPÉRIENCE D'ANDERSON

Les flèches indiquent l'émission de rayons gamma ; les deux lignes courbes sont les photographies de trajectoires, dont l'une est due à l'électron, l'autre au positron. (La figure ne précise pas laquelle de ces trajectoires est celle de l'électron, et laquelle celle du positron ; on les distingue suivant le sens — non indiqué — du champ magnétique appliqué.)

la concentration des électrons par des champs électrique et magnétique convenables ; le microscope électronique (sans verre) permet d'obtenir des grossissements et des pouvoirs séparateurs, hors de proportion avec ceux que la nature des choses nous impose dans le cas des rayonnements (lumière, ultraviolet), c'est-à-dire dans le cas des photons.

Les matérialisations et le positron

Dans la science contemporaine, nous remarquons une seconde prévision prodigieuse, qui fait le pendant à celle de Louis de Broglie sur la diffraction des électrons ; c'est celle à laquelle aboutit, en 1930, Paul Dirac, dans sa théorie de l'électron, qu'il développa uniquement pour mettre la mécanique ondulatoire en accord avec la théorie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 32.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 257, page 359.

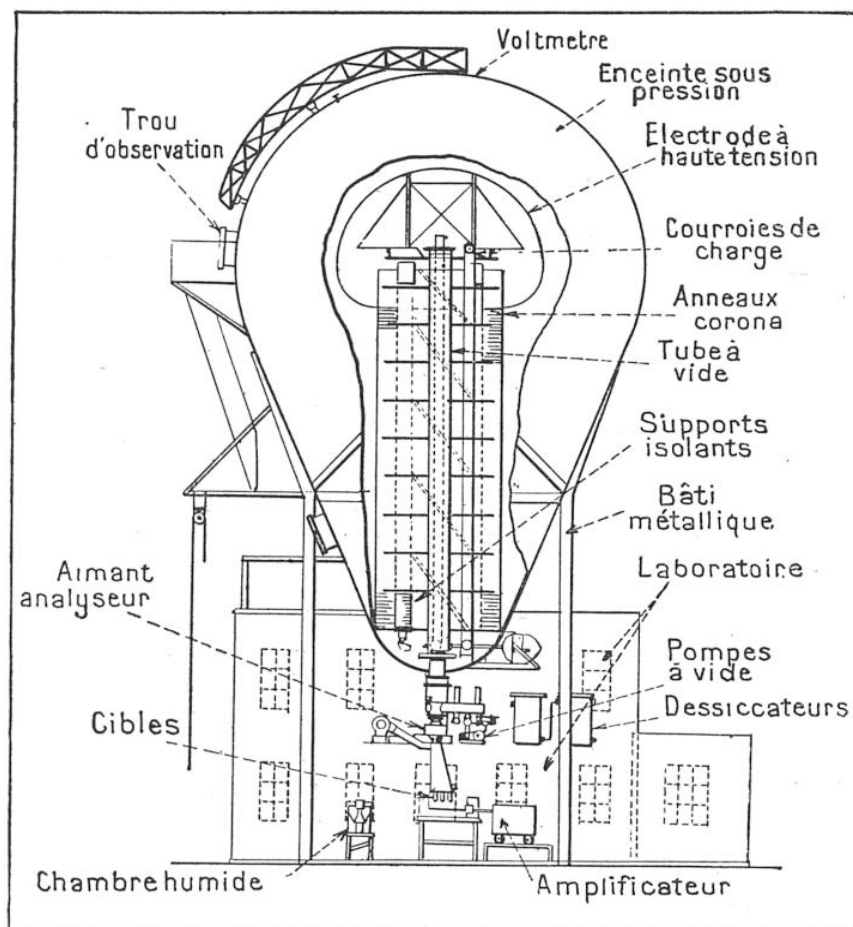


FIG. 18. — COUPE SCHÉMATIQUE DU GRAND GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE SOUS PRESSION DES LABORATOIRES « WESTINGHOUSE »
La sphère centrale est chargée par des courroies isolantes qui transportent les charges électriques disposées sur elles à leur partie inférieure. L'accélération des ions libérés au centre de la sphère s'effectue dans le tube à vide vertical.

de la relativité : le savant anglais fut conduit à penser que la distribution des électrons comporte des *lacunes*, des « trous », où devait se loger de l'électricité positive.

Carl-David Anderson (fig. 16), collaborateur de Millikan (né en 1905, lauréat Nobel 1936), partit à la recherche des « trous de Dirac » : il les trouva en 1933. Pour cela, il prit une parcelle d'un élément radioactif, émetteur de rayons gamma (c'est-à-dire de photons d'une énergie encore supérieure à celle des rayons X). Au voisinage est disposée (fig. 17) une lame métallique, derrière laquelle on fait agir un champ magnétique destiné à *courber* la trajectoire des corpuscules électrisés (qui se produiraient éventuellement). La technique d'observation est celle que l'on peut admirer au Palais de la

Découverte : les « trajectoires de brouillard » apparaissent à l'œil nu (ou peuvent être photographiées) dans la « chambre humide » de Ch.-T.-R. Wilson. Anderson observa deux trajectoires *parfaitement symétriques*, dont l'une est celle d'un électron, l'autre d'un corpuscule inédit, qu'on appela *positron* — ou positon (1).

En définitive, Anderson a montré :

1° Que la lumière peut se transformer *intégralement* en électricité ;

2° Que l'électron n'est pas le seul grain élémentaire d'électricité, mais le positron est extrêmement fugace, puisque sa vie ne dépasse pas un dix-millionième de seconde. L'électricité usuelle (et l'électrotechnique) reste bien l'application des propriétés de l'électron, et le positron ne fait que

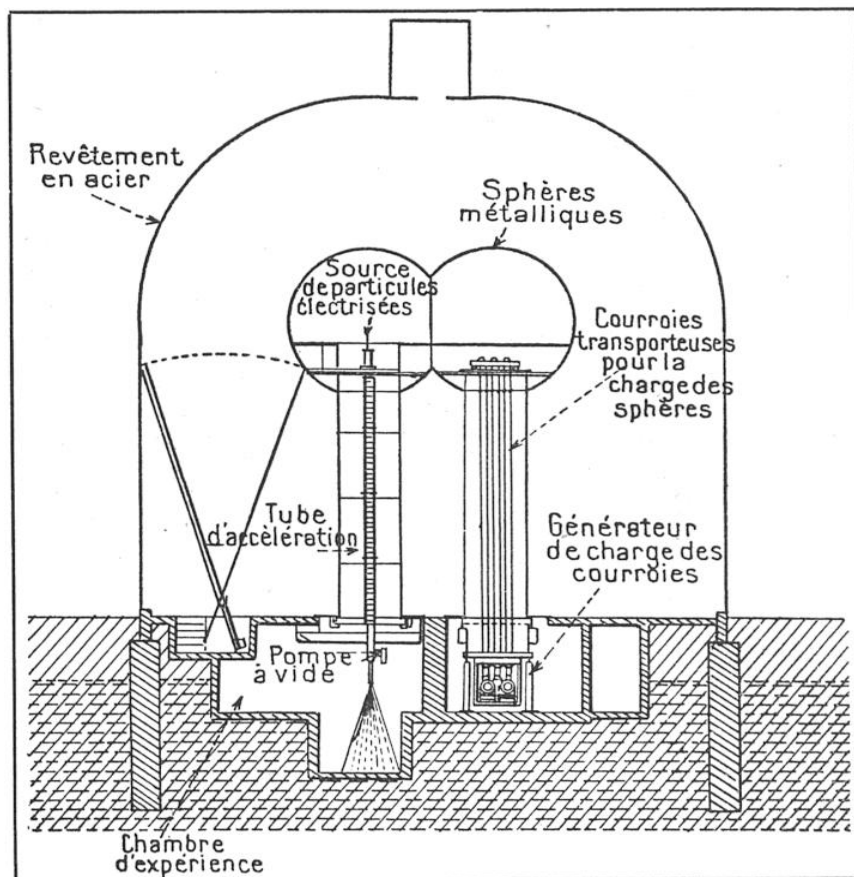
se superposer à lui, dans des circonstances exceptionnelles. Une fois encore, la science procède par alluvions plus que par bouleversements.

L'Amérique poursuit énergiquement les études de physique nucléaire et, en particulier, le bombardement des noyaux atomiques. Deux catégories d'instruments sont employés dans ce but :

a) Les générateurs à haute tension, qui réalisent *directement* plusieurs milliers de kilovolts (fig. 18, 19, 20 et 21) ;

b) Les appareils propulseurs, qui, par-

(1) La chambre de Wilson est également apte à déceler les électrons lourds (ou *mésotrons*), découverts dans les rayons cosmiques par le Japonais H. Yukawa, en 1935. Notre figure 15 est la reproduction d'un cliché obtenu en 1937 par Anderson (en collaboration avec Seth-H. Neddermeyer).



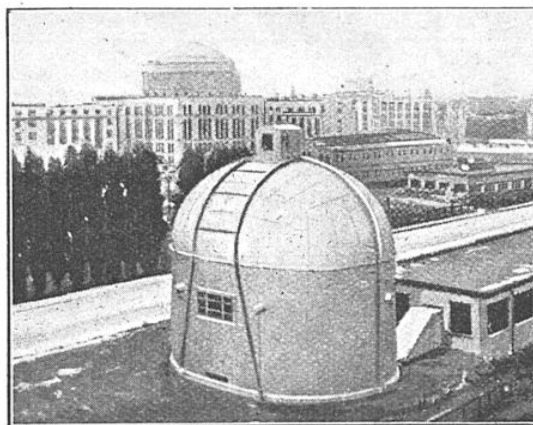
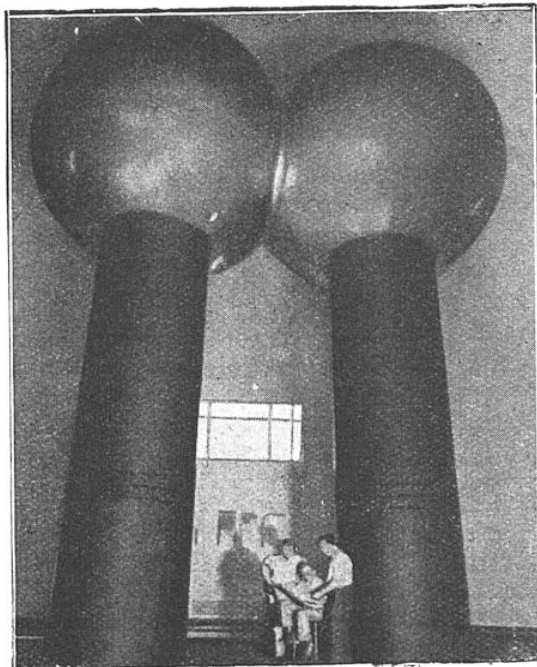
tant d'une tension plus faible, font agir une série d'impulsions. Tel est le *cyclotron* ou accélérateur à résonance magnétique, imaginé en Californie (1936) par E.-O. Lawrence et M.-S. Livingston (fig. 22 et 23).

Conclusion

La science américaine ne date que de quelques déca-

FIG. 19, 20 ET 21. — LE NOUVEAU GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE DU « MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY » A CAMBRIDGE (MASSACHUSETTS)

Le schéma ci-contre montre que les charges électriques sont transportées par un jeu de courroies isolantes à l'intérieur d'une des sphères métalliques imbriquées. Lorsque la tension est suffisante, les particules électrisées engendrées au centre de la deuxième sphère (protons, deutrons ou hélium) traversent le tube d'accélération de bas en haut et vont frapper la cible portant les corps dont on veut étudier la désintégration sous l'action de ce bombardement. L'ensemble de l'appareil, haut de plus de 7 m, est enfermé dans une enceinte métallique reliée à la terre. La photographie ci-contre montre la disposition extérieure des sphères et la vue ci-dessous, l'aspect extérieur de l'enceinte conductrice.



des, mais, depuis, elle a largement rattrapé le temps perdu : on a fini par se rendre compte, aux Etats-Unis, de l'intérêt fondamental que présente la recherche scientifique organisée sur une large échelle, « à l'américaine », et les grandes industries y ont créé ces vastes laboratoires à caractère purement scientifique qui leur ont déjà apporté une si riche moisson. La science pure est désormais la source de tout progrès, aussi bien dans le monde matériel que dans les faits humains, et les nations risquent de signer leur arrêt de mort en s'en désintéressant...

Les savants américains disposent de moyens inconnus dans notre vieille Europe, même en Angleterre. Cette « facilité » n'a pas été sans réagir sur l'allure de la recherche, qui est restée presque exclusivement expérimentale : il n'y a pas, aux Etats-Unis, de théoriciens de l'envergure d'un Louis de Broglie ou d'un Paul Dirac. Mais ce retard n'aura

qu'un temps : n'a-t-elle pas adopté magnifiquement ces hommes de génie que sont Albert Einstein ou Enrico Fermi, fugitifs de patries devenues impossibles ?

En évoquant les traits essentiels du mouvement scientifique aux Etats-Unis, nous avons souligné l'intimité d'une collaboration dans le temps et dans l'espace : c'est là une forme de la solidarité humaine, solidarité à la fois historique et géographique, que des conducteurs de foules à courte vue, défenseurs d'un racisme inexistant, ont pris le parti de négliger. L'évolution humaine n'est pas une partie de poker : on ne ruse pas indéfiniment avec la vérité. Et nous nous remémorons la célèbre pensée de Blaise Pascal, que les Etats-Unis ont faite leur : « Toute la suite des hommes, pendant le cours de tant de siècles, doit être considérée comme un même homme qui subsiste toujours et apprend continuellement ».

MARCEL BOLL.

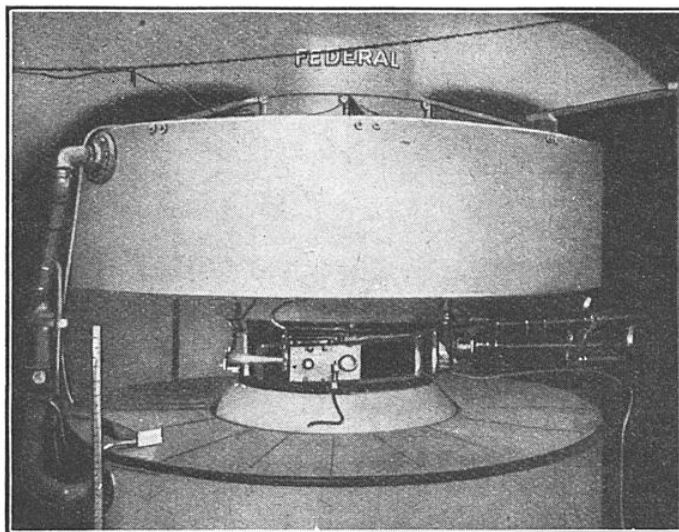


FIG. 23. — LE CYCLOTRON DE 95 CENTIMÈTRES DE DIAMÈTRE INSTALLÉ AU « RADIATION LABORATORY » DE L'UNIVERSITÉ DE COLOMBIA A BERKEELEY

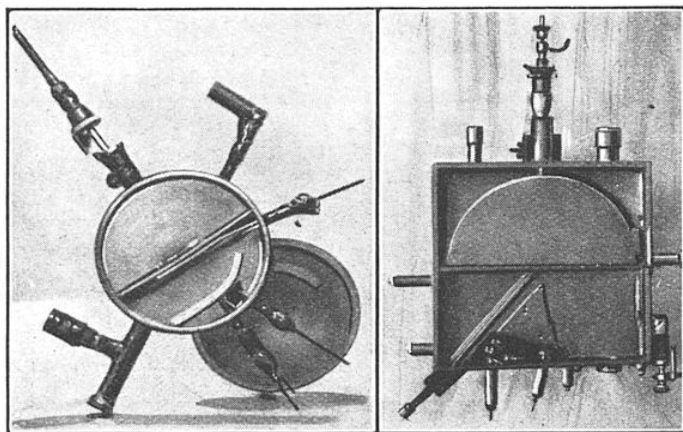


FIG. 22. — LE PREMIER CYCLOTRON CONSTRUIT PAR E.-O. LAWRENCE A L'UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE

Les ions libérés au centre de l'instrument (placé entre deux puissants électroaimants) décrivent une spirale en recevant, deux fois par tour, des impulsions toutes égales. Les particules électrisées peuvent ainsi acquérir une énergie considérable (de l'ordre de plusieurs millions d'électron-volts) sans que l'on ait à faire usage de tensions très élevées, comme dans les générateurs électrostatiques.

LES ÉTATS-UNIS POSSEDENT L'OUTILLAGE ASTRONOMIQUE LE PLUS PUISSANT ET LE PLUS PERFECTIONNÉ DU MONDE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Tous les chapitres de l'astrophysique, science qui s'est fixé pour tâche l'étude de la constitution physique des astres grâce aux méthodes de l'analyse spectrale, portent la marque de la collaboration, souvent prépondérante, de la science américaine. La création d'observatoires spécialisés dans cet ordre de recherches exige, en effet, une large association de talents et de ressources techniques et financières. Grâce aux initiatives généreuses de mécènes américains, les États-Unis peuvent s'enorgueillir de posséder les deux instruments d'observation les plus puissants du monde : parmi les « réfracteurs », la grande lunette astronomique de Yerkes (1,02 m de diamètre) ; parmi les « réflecteurs », le grand télescope (1) du mont Wilson (2,54 m de diamètre). Ce dernier doit être prochainement dépassé par un gigantesque télescope de 5 m de diamètre actuellement en cours de construction sur le mont Palomar (2), en Californie. C'est par le nombre et la qualité des résultats expérimentaux qu'ont fournis ces admirables machines à explorer le firmament que les savants américains ont acquis le rôle directeur qu'ils occupent, depuis le début du siècle, dans le progrès des études astrophysiques dans le monde entier.

Les deux astronomies

L'OBSERVATION des astres est vieille comme l'humanité elle-même ; cette étude, d'abord purement visuelle et qualitative, fut, à dater des Chaldéens et des Egyptiens, précisée par des mesures de direction et de temps qui permirent, en particulier, la prévision des conjonctions et des éclipses, données nécessaires à l'astrologie. L'astronomie de position date donc d'au moins 6 000 ans ; elle s'est perfectionnée, au cours des siècles, avec la précision des instruments de mesure ; les positions des astres, rapportées d'abord à la Terre supposée immobile, le furent ensuite au Soleil, en attendant qu'on puisse les rattacher à un système d'axes plus général. Avec Copernic, Tycho-Brahé, Kepler et enfin Newton, avec l'emploi de la lunette à réticule et des cercles de référence, cette branche capitale de l'astronomie a pris une forme véritablement scientifique ; la loi de la gravitation universelle a permis son développement mathématique, assuré, après Newton, par Clairaut, Laplace, Le Verrier. La France, qui comptait, il y a cent ans, une pléiade admirable de mathé-

maticiens, fut la terre d'élection de l'astronomie de position ; elle y tient encore une place très honorable, et la meilleure preuve est que le Bureau International de l'Heure, chargé de régler le temps sur la grande horloge céleste, a son siège à Paris.

Le rôle de l'astronomie de position reste essentiel, tant du point de vue des applications que pour l'étude des problèmes posés par les mouvements propres des astres et par la nouvelle mécanique d'Einstein. Mais la création de l'analyse spectrale, et de tous les instruments qui en dérivent, a permis d'aborder de nouveaux problèmes ; les astres ne sont plus seulement considérés comme des points géométriques ou des centres de forces newtoniennes ; l'astrophysique se propose d'étudier leur constitution physique ; les problèmes qu'elle se pose, ceux qu'elle a déjà résolus, sont d'un intérêt si passionnant et si universel que cette nouvelle branche de l'astronomie a pris un développement prodigieux. On peut s'étonner (mais c'est un fait incontestable) qu'à ces progrès de l'astrophysique les États-Unis aient pris la plus grande part ; les raisons de cette suprématie sont diverses, et c'est parce qu'elles se sont trouvées réunies dans un même pays que nous pou-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 92.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 248, page 85.

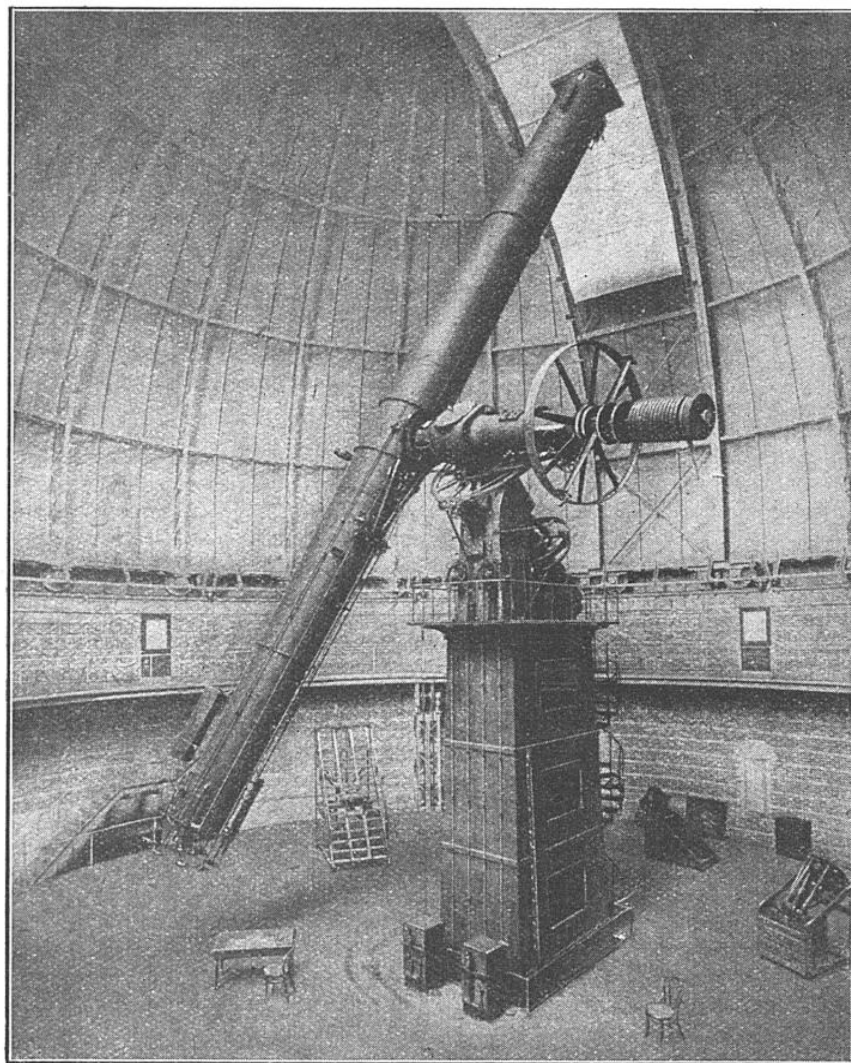


FIG. 1. — LA PLUS GRANDE LUNETTE ASTRONOMIQUE DU MONDE, DONT L'OBJECTIF MESURE 1 M 02 DE DIAMÈTRE, EST INSTALLÉE A L'OBSERVATOIRE DE YERKES (ÉTATS-UNIS)

vons constater ce prodigieux essor. Examinons les principales.

Pour créer un centre d'études astrophysiques, la volonté ne suffit pas ; il y faut joindre la collaboration des hommes et de la matière, de la science et de la technique, de la puissance industrielle et de la force de l'argent. Une heureuse fortune a permis que ces conditions se trouvassent réunies aux Etats-Unis au moment favorable, c'est-à-dire dès la seconde moitié du XIX^e siècle.

Un humoriste américain a dit plaisamment que les progrès de l'astronomie dans son pays étaient liés à ceux de l'esprit religieux et du commerce du lard salé ; il enten-

dait par là que la prospérité industrielle et agricole de ce pays (due non pas seulement au commerce qui a enrichi Chicago) avait mis entre les mains de certains privilégiés de puissantes ressources, et que, animés d'un esprit véritablement américain, ils ont voulu rendre à la collectivité les bienfaits qu'ils en avaient reçus. Nous avons eu, en France, pendant et après la guerre, trop de preuves de cette générosité américaine pour n'être pas édifiés à son sujet ; et personne n'ignore chez nous que les principales universités d'Amérique ont été fondées par des donations particulières, et sont sans cesse développées par des largesses dont la plus grande partie provient de leurs anciens élèves.

Mais si cette générosité s'est tournée spécialement vers l'astronomie, c'est sans

doute en raison de l'esprit profondément religieux des Américains ; estimant, comme Kant, qu'avec la loi morale dans le cœur des hommes, le Ciel étoilé sur leurs têtes était la plus belle manifestation de la Providence, ils ont pensé qu'étudier le firmament c'était admirer la plus parfaite création divine ; cet état d'esprit a sûrement orienté leur générosité naturelle.

Entre tant d'exemples de cette générosité, je rappellerai que le grand maître de forges Andrew Carnegie a consacré presque toute son immense fortune à des œuvres sociales, et établi, avec un capital de 22 millions de dollars, la *Carnegie Institution of Washington*,

destinée à favoriser la recherche scientifique pure ; la majeure partie de ce capital a été consacrée au laboratoire solaire du mont Wilson ; ce laboratoire, et l'observatoire annexe, ont pu ainsi, et grâce à plusieurs générosités supplémentaires, être dotés de ressources scientifiques et techniques uniques au monde ; l'observatoire du mont Wilson est, actuellement, la plus magnifique « machine à explorer le firmament » qui soit sortie des mains de l'homme. C'est de cette volonté puissante et réfléchie qu'est née la maîtrise américaine. Pour qu'elle s'affirmât, il fallait pourtant trouver les *hommes*, réaliser les *instruments*, enfin, accomplir les *œuvres*.

Les hommes

L'Américain

n'est pas, par excellence, voué aux travaux mathématiques ; son existence active et réaliste le porte plutôt vers les sciences d'expérience et d'observation. Les universités américaines se sont consacrées d'abord aux études utilitaires et il a fallu un long effort avant qu'elles consentissent à s'orienter vers les recherches de science pure ; mais cet effort a porté ses fruits, et elles peuvent aujourd'hui tenir leur place dans tous les domaines où s'exerce la recherche désintéressée. Par une heureuse fortune, une génération de physiciens, dont plusieurs sont illustres, s'était élevée d'abord, en allant puiser sa formation dans les grands centres scientifiques européens, principalement en Angleterre et en Allemagne, car la France, qui fut le pays de Fresnel, de Fizeau et de Foucault, avait subi alors une éclipse momentanée qui

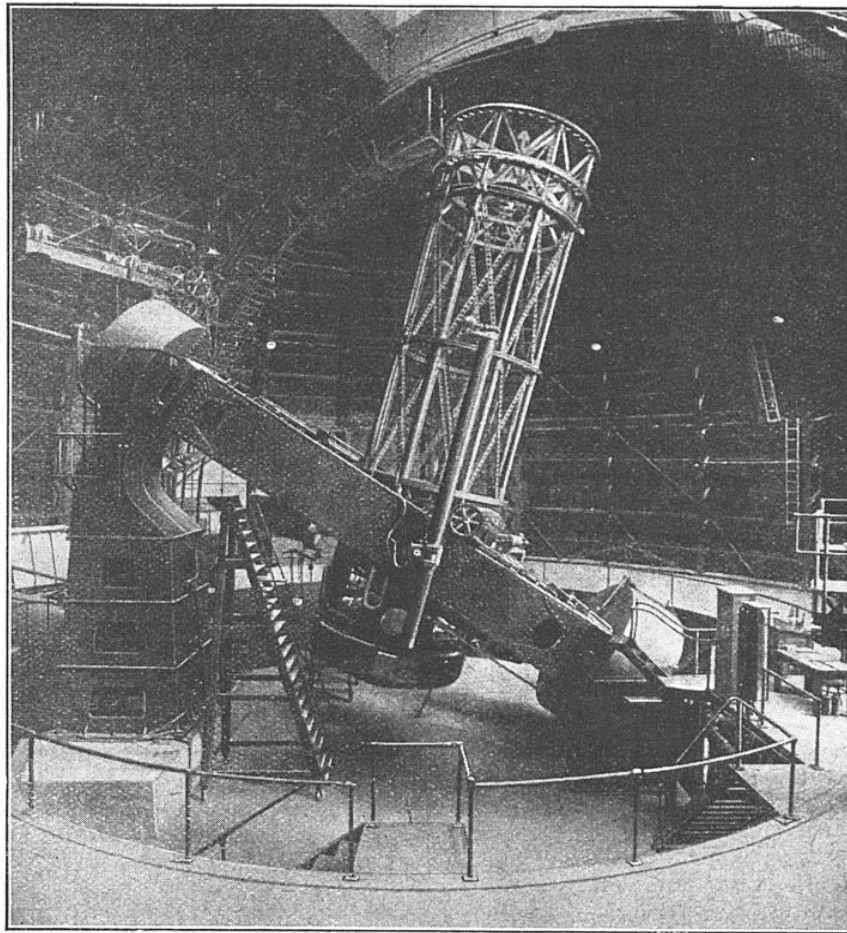


FIG. 2. — LE PLUS GRAND TÉLESCOPE ACTUELLEMENT EN SERVICE DANS LE MONDE EST CELUI DE L'OBSERVATOIRE DU MONT WILSON : SON MIROIR NE MESURE PAS MOINS DE 2 M 54 DE DIAMÈTRE

risquait fort d'amoinrir son prestige.

Parmi ces savants, trois furent des opticiens éminents : Langley, Rowland et Michelson. Langley explora le spectre solaire et inventa le bolomètre, sensible aux rayons infrarouges ; Rowland fut le réalisateur des admirables réseaux de diffraction qui ont rendu tant de services aux recherches spectroscopiques ; Michelson enfin, le plus grand de tous, a mis au service de l'optique et de l'astronomie toutes les ressources de la technique et une incomparable virtuosité expérimentale ; par la réalisation de l'interféromètre (fig. 3), par ses expériences sur l'analyse spectrale et sur la vitesse de la lumière, il a doté l'optique des moyens d'investigation les plus délicats et des données les plus précieuses. Ces trois savants, qui furent d'abord des opticiens, ont ouvert les voies

aux astronomes en leur assurant la maîtrise dans l'utilisation de la lumière, qui est le grand et presque le seul moyen de connaître le Ciel.

En Amérique, la formation des astronomes n'est pas livrée au hasard ; la plupart des universités et des collèges, dont on compte plus de 600, donnent un enseignement astronomique plus ou moins poussé ; d'autre part, il existe des écoles d'application, comme le *Student's Observatory* de Berkeley (Californie), fondé en 1886, où les futurs prêtres d'Uranie s'exercent aux travaux de leur profession. Mais les grands observatoires eux-mêmes sont des centres de formation où, sous la direction de maîtres éminents, se perfectionnent de jeunes assistants. Parmi ces foyers scientifiques, citons les observatoires Lowell à Flagstaff (Arizona), Lick au mont Hamilton (Californie), Yerkes (Wisconsin) ; mais deux surtout tiennent une place éminente :

D'abord, l'Observatoire Carnegie du mont Wilson, dont j'ai déjà parlé et qui, sous la direction de l'illustre G.-E. Hale, a réuni une pléiade de savants de premier plan : W.-S. Adams, Van Maanen, H. Shapley, Humason, Hubble, etc.

Et aussi l'Observatoire de Harvard College, à Cambridge (Massachusetts), au foyer scientifique le plus renommé des États-Unis ; placé sous un climat peu favorable aux observations (1), cet observatoire s'est

(1) Il est complété par deux succursales, l'une à Arequipa (Pérou), l'autre à Mandeville (Jamaïque).

rendu célèbre dans le monde entier par le rôle directeur qu'il a acquis dans le progrès des études astrophysiques, sous l'impulsion de savants comme E.-C. Pickering, A. Searle, L. Bailey, Miss H.-S. Leavitt, Miss A.-J. Cannon.

Il est amusant, à ce propos, de citer les résultats d'une enquête, il est vrai un peu ancienne (1916), conduite par Cattell pour

énumérer les personnalités les plus représentatives de l'astronomie dans les principaux centres. Il en compte 3 à Harvard (ce qui paraît peu), 1 à Chicago, 6 à Colombia, 5 à Yale, 9 à Pennsylvania, 10 à Michigan, 8 à Wisconsin, 2 en Californie et 4 à l'Institution Carnegie. Bien entendu, il ne faut attacher qu'une valeur restreinte à une aussi singulière statistique ; elle montre seulement que, il y a vingt ans, les hommes éminents ne manquaient pas à l'astronomie ; et leur nombre n'a sûrement pas diminué.

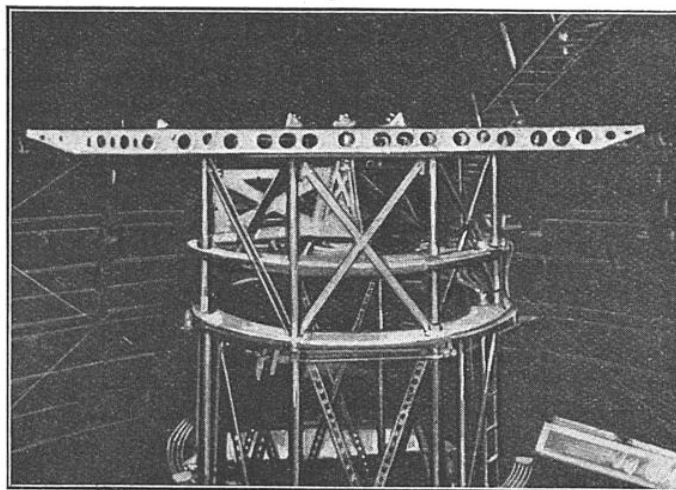


FIG. 3. — INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON, INSTALLÉ SUR LE GRAND TÉLESCOPE DE 2 M 50 DE DIAMÈTRE DE L'OBSERVATOIRE DU MONT WILSON

Aux deux extrémités d'une monture très rigide et très stable, longue de 6 m, sont disposés deux miroirs mobiles de 15 cm de diamètre. Au centre sont deux miroirs fixes qui renvoient la lumière émanée d'une étoile vers l'objectif principal. On règle la distance des miroirs pour faire disparaître les franges d'interférences qui se forment. On en déduit la valeur du diamètre apparent de l'étoile observée, qu'il est impossible de mesurer directement à l'aide d'un micromètre par suite des phénomènes inévitables de diffraction, qui font que l'image d'un point lumineux situé à l'infini est une tache entourée d'anneaux dont le diamètre ne dépend que du diamètre de l'objectif et de la couleur de la lumière.

Les instruments

Pour créer un observatoire spécialement voué à l'astrophysique, une large association de talent et de moyens techniques et financiers est nécessaire. Il faut d'abord réaliser les conditions d'établissement les plus favorables, en renonçant aux observatoires urbains qui ne regardaient le Ciel qu'à travers d'une atmosphère obscurcie par les fumées et les brumes ; les savants américains semblent avoir compris les premiers la nécessité absolue de renoncer aux commodités des grandes cités, pour choisir des sommets montagneux, dans les régions où

l'air est pur, et la vaste Amérique offre, à ce point de vue, la plus grande variété de choix. Il semble même, à en croire M. Esclançon, qu'ils soient allés trop loin dans cette voie, et que le Ciel des hautes montagnes soit trop souvent troublé par les tempêtes, ou même, plus simplement, par le vent : au mont Wilson, certaines observations délicates n'ont pu trouver, dans une année, que trois jours favorables.

le plus puissant des réflecteurs qui existent actuellement dans le monde est le télescope Hooker du mont Wilson, ainsi nommé en mémoire du généreux donateur qui a fourni les fonds nécessaires à sa construction ; il a été mis en service en 1919 ; sa partie mobile pèse 100 tonnes ; aussi, pour le soutenir et diminuer les flexions, l'axe est soulagé à ses deux bouts par deux flotteurs à mercure ; pour y maintenir une température constante,

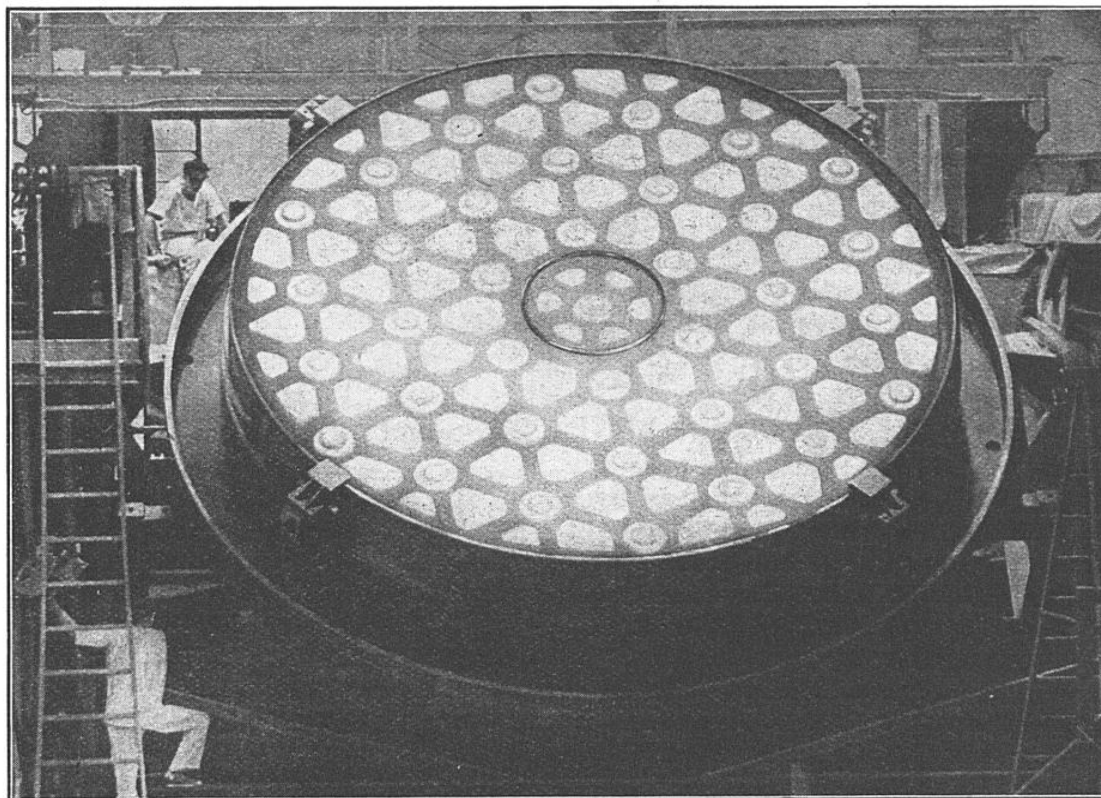


FIG. 4. — LE PLUS GRAND MIROIR DE TÉLESCOPE DU MONDE, DE 5 M DE DIAMÈTRE, DESTINÉ A L'OBSERVATOIRE DU MONT PALOMAR

Le miroir, dont on remarque la structure cellulaire, ne pèse pas moins de 18 tonnes. Il est en verre pyrex dont le coefficient de dilatation ne dépasse pas 5 cent-millièmes de mm par degré centésimal.

L'emplacement choisi, il faut préparer les voies d'accès, installer à proximité les locaux d'habitation, les ateliers, les générateurs de lumière et de force motrice, enfin construire l'observatoire lui-même et les instruments qui y seront installés, dont le principal et le plus encombrant est la lunette ou le télescope.

Or, la construction et l'établissement de ces instruments posent des problèmes non seulement scientifiques, mais techniques et industriels, qui ne peuvent être résolus que dans un pays fortement outillé. Par exemple,

qui empêche les dilatations et les courants d'air, on a établi le long du télescope un système de circulation d'eau réglé par un thermostat ; ajoutons que 40 servo-moteurs électriques exécutent tous les mouvements nécessaires, calages, rappels, remise au foyer, etc., de façon à rendre entièrement automatique le fonctionnement de cette vaste machine ; sur cet exemple, on peut juger que la construction d'un grand observatoire doit faire appel à toutes les ressources de l'art de l'ingénieur.

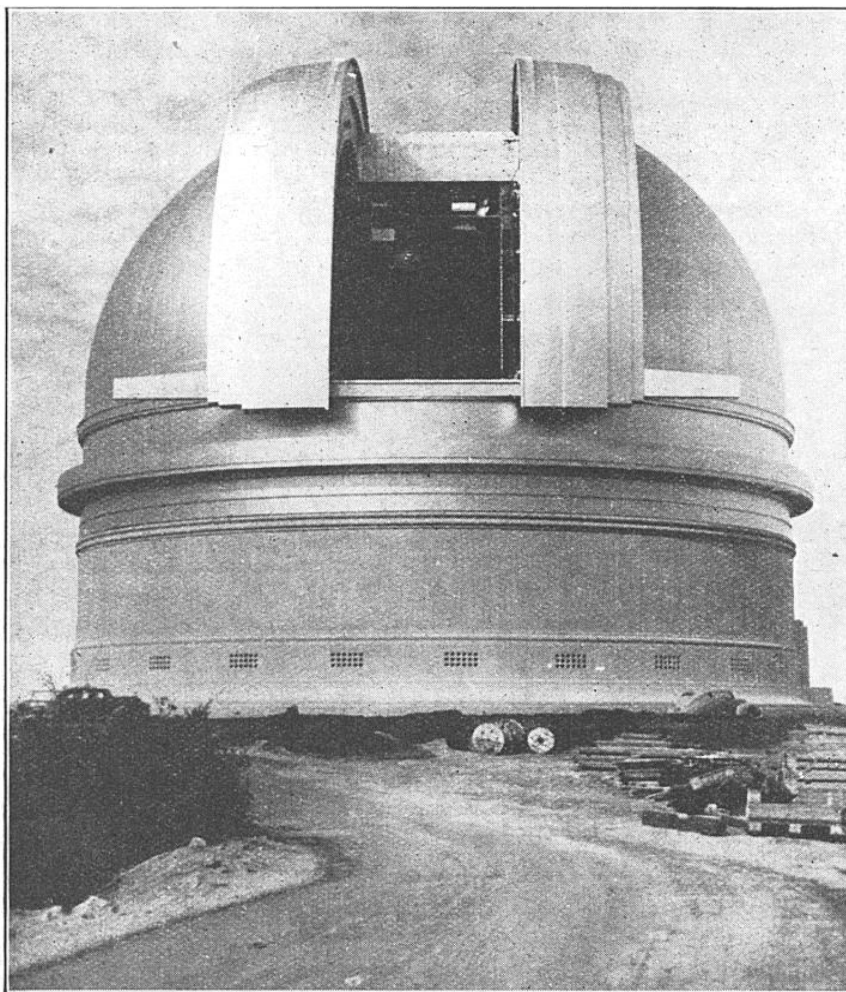


FIG. 5. — VUE EXTÉRIEURE DE L'OBSERVATOIRE DU MONT PALOMAR (CALIFORNIE), OU DOIT ÊTRE INSTALLÉ, EN 1940, LE TÉLESCOPE GÉANT DE 5 M DE DIAMÈTRE DONT ON TERMINE ACTUELLEMENT LA CONSTRUCTION. La coupole du nouvel observatoire mesure 40 m de hauteur et 40 m de diamètre. Le mont Palomar est situé à 1 700 m d'altitude.

Ces ressources, l'Amérique les possède plus largement qu'aucun pays au monde. Sur un point seulement elle était obligée de s'adresser à l'étranger : c'est pour la préparation et la coulée des grandes masses de verre et de cristal qui sont nécessaires pour les lentilles des lunettes ou pour les miroirs des télescopes. Il avait fallu s'adresser à la France, où le célèbre verrier Mantois et les grandes usines de Saint-Gobain jouissaient d'une maîtrise technique et de moyens d'exécution jusqu'alors inégalés. Mais cette étape est aujourd'hui dépassée : les grandes verreries Corning, dans l'Etat de New York, se sont outillées pour ces opérations avec

une perfection qui dépasse de loin tout ce qu'on peut trouver ailleurs. On a raconté ici même (1) comment l'Institut Technologique de Californie, installé à Pasadena, a décidé l'installation au mont Palomar d'un observatoire dont la pièce principale sera un super-télescope ayant 200 pouces, soit 5 m 08 d'ouverture, deux fois celle du télescope Hooker. Fait d'un verre pyrex dont le coefficient de dilatation est quatre fois moindre que celui du verre ordinaire, le miroir coulé aux usines Corning pèse 40 t à l'état brut ; ce poids sera faiblement diminué par la taille, actuellement en cours, qui sera suivie elle-même d'une métallisation au magnésium. Les journaux techniques américains nous ont donné tous les détails sur ces opérations et sur les précautions minu-

tieuses qu'elles ont exigées, tant pour empêcher la formation de bulles d'air dans la masse vitreuse que pour assurer son homogénéité par un réchauffement suivi d'un recuit qui a duré près d'une année.

Les œuvres

Avec de tels hommes, et de tels moyens, il ne faut pas s'étonner des résultats obtenus. Tous les chapitres de l'astrophysique portent la marque de la collaboration, souvent prépondérante, de la science américaine ; on ne saurait donner place à tous ; contentons-nous d'énumérer les principaux résultats obtenus.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 248, page 85.

Environ 1921, Michelson, opérant au mont Wilson avec son interféromètre monté sur le télescope Hooker, a réussi à mesurer le diamètre apparent d'un certain nombre d'étoiles, d'où, connaissant leurs distances, on a pu déduire leurs dimensions : expérience capitale, puisqu'elle nous a fait connaître l'existence d'étoiles géantes comme Antarès, Bételgeuse ou Arcturus ; et la même méthode a permis de séparer les étoiles doubles spectroscopiques.

Les études solaires ont fait, spécialement au mont Wilson, l'objet de travaux admirables ; citons les études de G.-E. Hale sur le champ magnétique des taches et sur le champ général de l'astre.

A Hale encore l'astronomie est redevable de la réalisation du spectrohéliographe (1), grâce auquel on a pu étudier séparément les nuages et les tourbillons formés par le calcium et l'hydrogène à la surface solaire.

Les mesures globales de rayonnement, inaugurées par Langley, précisées par Abbot, ont permis de fixer la valeur de la constante solaire, qui nous intéresse particulièrement, puisque c'est de la chaleur rayonnée vers nous par le Soleil que dépend la vie de notre planète.

L'étude des étoiles doit beaucoup à des astronomes comme Pickering, Adams, Russell, Shapley ; disons seulement que ces travaux nous ont fait connaître la distribu-

tion des astres dans la galaxie, leurs types et leur évolution ; il faut cependant signaler l'importance extrême de la classification stellaire due surtout à miss Cannon, et qui est universellement adoptée sous le nom de classification de Harvard.

Enfin, la puissance extraordinaire des télescopes américains a permis de pousser

les recherches, bien au delà du nuage d'étoiles qui forment la galaxie, vers les agglomérations plus lointaines des nébuleuses spirales qui sont autant d'univers, construits sur le même modèle que le nôtre. Sur ces mondes, séparés de la Terre par des millions d'années-lumière, nous avons appris des choses importantes, ne fût-ce que de pouvoir évaluer leurs distances. Mais la plus extraordinaire, c'est cette « fuite des nébuleuses » que Hubble et Humason, au mont Wilson, ont déduite du déplacement des raies spectrales ; en tout cas, le fait expérimental,

c'est-à-dire le déplacement des raies, a été mis hors de doute par ces observateurs ; on ne lui connaît actuellement qu'une seule explication, tirée de l'effet Doppler-Fizeau ; elle s'accorde avec les vues théoriques sur l'expansion de l'Univers ; mais la science n'a pas dit son dernier mot. Ce que nous apportent les astronomes américains, ce sont des faits et non des théories ; et il faut les en remercier, car l'imagination des hommes fait fausse route si elle n'est pas maintenue au contact des réalités. L. HOULLEVIGUE.

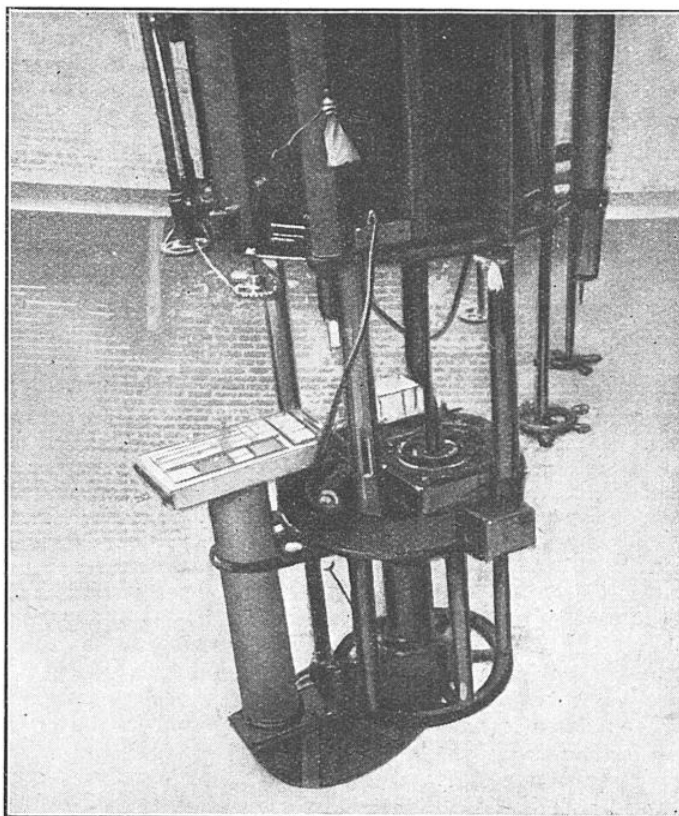


FIG. 6. — SPECTROHÉLIOGRAPHE RUMFORD ATTACHÉ A LA GRANDE LUNETTE DE L'OBSERVATOIRE DE YERKES, DE 1 M 02 D'OUVERTURE

Le spectrohéliographe a pour but d'isoler, dans le spectre solaire, une radiation unique émise d'un corps déterminé, de façon à voir l'astre tel qu'il nous apparaîtrait si ce corps y était seul présent.

(1) Inventé simultanément en France par H. Deslandres.

CE QUE LA BIOLOGIE MODERNE DOIT A LA SCIENCE AMÉRICAINE

Par Jean LABADIÉ

Le XX^e siècle sera biologique comme le précédent était physicien. Cet aphorisme d'un philosophe contemporain risque fort d'être, au moins en partie, démenti par les faits. D'importants résultats ont déjà été acquis, au cours des trente dernières années, par la physique nucléaire en particulier ; ils laissent pressentir d'autres découvertes prochaines et de portée immense pour l'avenir de l'humanité dans le domaine des sciences physicochimiques. Il n'en reste pas moins que, depuis le début du siècle, les sciences de la vie ont pris un développement dont l'ampleur s'étend chaque jour, et qu'elles comblent ainsi, à un rythme accéléré, le retard qu'elles accusent sur les sciences de la matière. L'apport des savants américains dans ce domaine apparaît capital. Avec l'école généticienne de Thomas-Hunt Morgan, qui formula et expliqua les lois de l'hérédité, de l'hybridation et de la mutation des espèces, avec la pléiade de savants du Rockefeller Institute, qui ont rénové les conceptions fondamentales de la biochimie, c'est aux Etats-Unis, en effet, que la méthode expérimentale telle que l'a définie Claude Bernard, mise en œuvre dans des laboratoires de recherche disposant de ressources immenses en hommes et en matériel, a permis de rassembler les éléments les plus nombreux pour édifier la biologie moderne.

DANS ce numéro de *La Science et la Vie* où l'Amérique se trouve à l'honneur, il est impossible de ne pas souligner l'évidence que devront enregistrer les historiens de la Science : c'est aux Etats-Unis que la *Biologie rationnelle* a trouvé son berceau.

On sait comment la forme « rationnelle » atteignit successivement, dans l'ordre temporel, les divers échelons de la connaissance scientifique. C'est au XVII^e siècle que la géométrie prend possession, grâce à Descartes, de sa méthode définitive. Avec d'Alembert et Lagrange, la mécanique rationnelle apparaît au XVIII^e siècle. Au XIX^e siècle, la Physique, à son tour, adopte la forme mathématique de science exacte. Et, de nos jours, avec les théories électroniques, les réactions chimiques elles-mêmes s'acheminent dans cette voie.

Si nous envisageons cette progression méthodique non plus dans le temps, mais dans l'espace, que voyons-nous ?

La France s'est chargée de rationaliser la géométrie en 1637 et d'amorcer le même progrès en mécanique. Mais c'est en Angleterre, avec Hamilton, que le progrès se développe. L'Angleterre de Maxwell enfante à son tour la physique électromagnétique, qui doit se parfaire trois quarts de siècle plus tard dans l'Allemagne d'Einstein et l'Autriche d'Heisenberg. Tout se passe donc comme si l'invention créatrice exigeait un

changement de milieu pour se rénover et découvrir cette « table rase » sur laquelle Descartes fonda sa propre révolution, modèle des suivantes. C'est pourquoi, semble-t-il, la méthode biologique ne pouvait s'épanouir, intégralement libre, sur l'ancien continent encombré de vieilles disciplines.

Une biologie dont les méthodes tendent, sinon à dédaigner les relations de cause à effet comme les entendent les physiciens, du moins à les éviter, en prenant comme directives les « caractères » *sui generis* de l'être vivant, décrits en termes souvent imprévus ; puis, à rapporter ces caractères à des « facteurs » ni plus ni moins mystérieux que les vieilles *causes finales* et, finalement, à situer (comme fait Th.-Hunt Morgan) ces « facteurs-entités » sur une molécule-protéine (gène) dont on ne sait rien que sa position (hypothétique encore que rigoureusement numérotée !) sur un organite lui-même microscopique (chromosome) (1), une telle science ne pouvait sérieusement prétendre au titre d'« exacte » que dans l'atmosphère vivifiante du jeune empirisme américain. Or, exacte, la génétique de Morgan, appliquée à l'hérédité des caractères, l'est à un degré qui, chaque jour, croît en évidence.

Et comme pour confirmer ce premier aperçu, quelque peu « néovitaliste », de la biologie américaine appliquée aux formes vivantes, voici, maintenant, son autre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 358.

aspect « biochimique », tel que le reflète, avec une précision et une plénitude absolues, le célèbre *Rockefeller Institute*.

Là sont accourus, de tous les points du monde, les savants les plus divers, jeunes, parfois peu pourvus de titres, mais aussi les plus indépendants. Et dans ce creuset, comme par la réaction de contacts imprévus, la biochimie s'est totalement renouvelée, à tel point qu'elle retrouve dans la forme non plus des organes, mais des molécules, les *principes vitaux* les plus profonds, découverts à la suite des travaux les plus modernes : c'est ainsi, par exemple, que la *toxicité* et l'*immunité* conférées à un sérum par le virus ou le vaccin inoculés ont été reliées à la dissymétrie moléculaire par l'école de Landsteiner. Il y a désormais une réaction immunisante « à droite » et une autre « à gauche ». Ici, la « morphologie », science des formes, et la « biochimie », science des substances vivantes (1), ne s'opposent plus; elles se conjoignent à l'échelle moléculaire.

L'étude d'ensemble que nous entreprenons se trouve donc très aisée. Nous rappellerons d'abord les immenses conséquences des travaux de Th.-Hunt Morgan pour esquisser, ensuite, l'œuvre de cette ruche : le *Rockefeller Institute*.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 116.

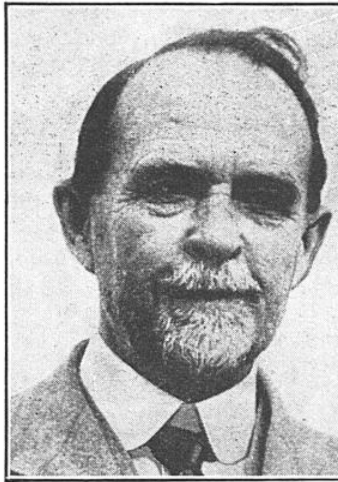


FIG. 1. — THOMAS-HUNT MORGAN

Prix Nobel de Médecine 1933.

I. — LA GÉNÉTIQUE, SCIENCE EXACTE

Le biologiste anglais Bateson compare l'œuvre de Morgan à celle des chimistes qui, d'Avogadro à Wurtz, en passant par Dalton, permit au siècle dernier de formuler les lois atomiques de la chimie. Elle constitue, en effet, un aboutissement — le terme d'une « recherche biologique » — « séculaire ».

De Johann Mendel à Th.-Hunt Morgan

Il faut, pour bien situer la génétique, rappeler comment s'est posé le problème de l'hérédité. Par quel mécanisme les « caractères » biologiques des parents se transmettent-ils à leurs descendants ? En vertu de quelles lois naturelles, sont-ce tantôt les caractères du père et tantôt ceux de la mère qui

dominent chez l'enfant — et tantôt des caractères *apparemment nouveaux* qui se manifestent quand cet enfant est un hybride issu d'un croisement d'espèces différentes ? Pourquoi cette incertitude de transmission ? Et pourquoi cette brusque réapparition (si souvent observée sur des descendants parfois éloignés) de caractères ancestraux que l'on avait lieu de croire annulés, définitivement oubliés par la nature ?

Ces mystères planaient de-

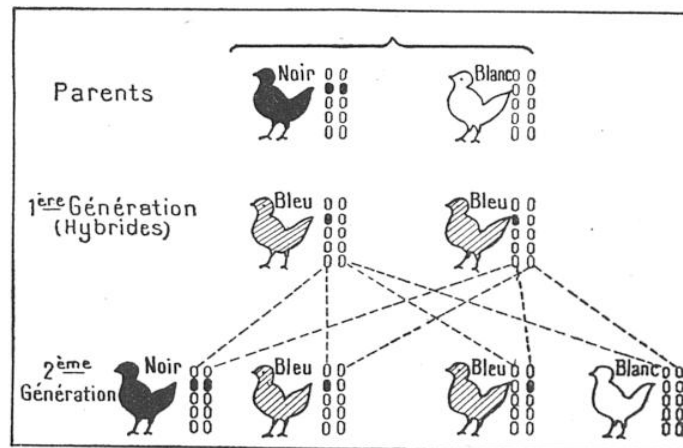


FIG. 2. — LA PREMIÈRE LOI DE MENDEL SUR LE DIVORCE DES CARACTÈRES ET SON EXPLICATION PAR LA THÉORIE DES CHROMOSOMES

Il s'agit ici des volailles andalouses dont il existe deux races : noire et blanche; leur croisement donne des hybrides gris-bleu. Le croisement de deux hybrides donne, dans la proportion 1, 2 et 1, des volailles respectivement noires, bleues et blanches. Unis entre eux, les noirs ne donneront alors que des noirs et les blancs que des blancs. C'est la loi du divorce des caractères. A côté de chaque croquis, on a représenté schématiquement les couples de chromosomes présents dans les cellules de chaque individu. Lors de la reproduction deux de ces chromosomes provenant chacun d'un individu différent, s'unissent pour déterminer les caractères des descendants. On voit facilement sur la figure que toutes les combinaisons possibles des chromosomes redonnent les résultats formulés par Mendel.

puis toujours sur la génération des êtres, quand un moine tchèque, Johann Mendel, abbé de Brunn, fit à la *Société d'Histoire naturelle* de cette ville ses deux communications immortelles, datées du 8 février et du 8 mars 1865.

Amateur jardinier, Mendel se passionnait pour l'hybridation des diverses variétés de pois qu'il cultivait. L'observation des caractères parentaux retrouvés sur les hybrides, dans un grand nombre de croisements, conduisit Mendel à formuler deux lois fondamentales :

1^o De l'« indépendance » des caractères au cours de leur voyage à travers la lignée des parents ;

2^o De leur « divorce », toujours latent, même quand ils semblent fusionner chez l'enfant.

La découverte de Mendel demeura enterrée à Brunn durant trente-cinq ans. Il fallut qu'en 1900 le Hollandais Hugo de Vries la « redécouvrit », tandis

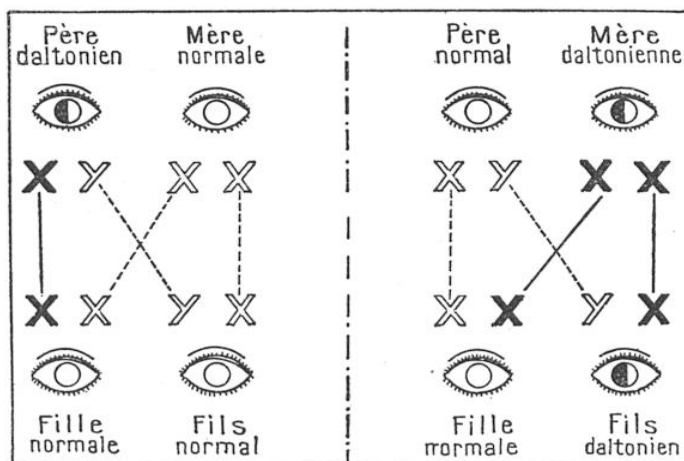


FIG. 4. — EXEMPLE D'HÉRÉDITÉ LIÉE AU SEXE : LE DALTONISME CHEZ L'HOMME

Le daltonisme est un trouble congénital de la vue, qui consiste à confondre ou à ne pas percevoir certaines couleurs. Il s'agit, comme dans la figure 3, d'un cas de dominance : le gène « vue normale » domine le gène « daltonisme ». Mais ce dernier est logé dans un chromosome désigné ici par un X noir, tandis que le gène « vue normale » est logé dans un X blanc. Or, seule la femme possède deux chromosomes X, c'est-à-dire que c'est chez elle seulement que la dominance peut jouer. Au contraire, chez l'homme, le chromosome X est associé à un chromosome Y, qui ne porte pas le gène « vue normale ».

Les fils sont donc daltoniens dès que le gène « daltonisme » est présent. Pour que les filles soient daltoniennes, il faut que le père et la mère possèdent chacun le gène « daltonisme ».

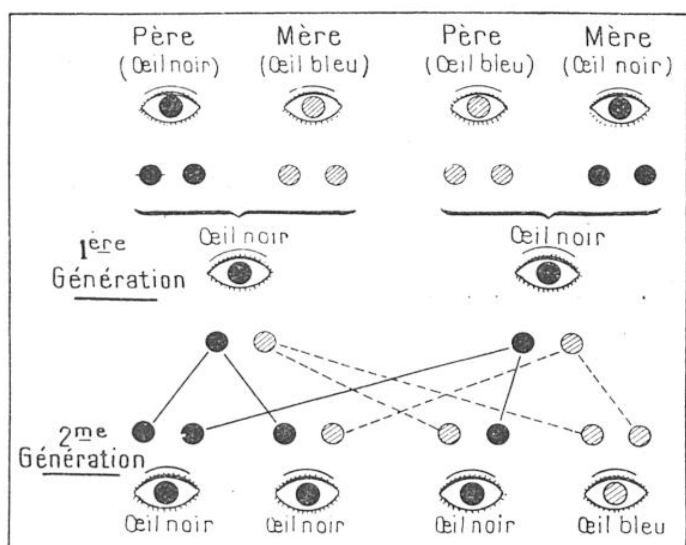


FIG. 3. — EXEMPLE D'UN CAS DE « DOMINANCE » DANS LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE : LA COLORATION DES YEUX CHEZ L'HOMME

Le caractère « œil noir » (dominant) domine le caractère « œil bleu » (récessif). C'est pourquoi les hybrides de la première génération ont tous des yeux noirs (bien que possédant un gène « œil bleu »). A la deuxième génération, les caractères se transmettent comme dans le cas de la figure 2 (un seul cercle noir ou hachuré représente le gène « œil noir » ou « œil bleu »), mais, par suite du phénomène de dominance, l'« œil bleu » n'apparaît qu'une fois sur quatre.

que le Français Cuénot et l'Anglais Bateson montraient que les lois de Mendel s'appliquaient également au règne animal.

Cet oubli total durant sept lustres, strictement analogue à celui qui recouvrit le principe de Carnot de 1832 jusqu'à 1875, date de sa résurrection par l'Allemand Clausius, cet oubli ne confirme-t-il pas ce que nous disions, que toute science a son heure ? Le travail de Mendel était prématuré.

Les quelques schémas ci-joints suffisent à rappeler l'essentiel des lois mendéliennes (1) et permettent d'apercevoir le mystère qu'elles présentaient à la sagacité des biologistes. Ce ne sont, en effet, que des énoncés,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 359, et n° 245, page 374.

de simples constatations expérimentales.

Il reste à situer, sous le microscope, les supports matériels des « caractères », puis à identifier, si possible, chacun d'eux. Une telle réussite pouvait-elle même être envisagée, lorsqu'il n'y a pas cinquante ans Yves Delage avouait « qu'en matière d'hérédité nous ne savons rien et que tout se fait au hasard » ? Un tel espoir ne pouvait se justifier. Il était déjà bien malaisé d'expliquer la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde ainsi que le développement consécutif de l'œuf en embryon. S'il fallait encore rechercher, sous ce mécanisme, le détail

Après l'œuf-molécule et ses atomes constitutants (l'ovule et le spermatozoïde), voici donc les *noyaux* de ces atomes qui entrent en scène et, avec eux, les corpuscules fragmentaires formant ces noyaux : les *chromosomes*. Les biologistes allaient donc posséder, eux aussi, une « atomistique » analogue à celle des chimistes, suivant le mot de Bateson. En conditionnant la fécondation, la pariaide des chromosomes conditionne donc *ipso facto* la transmission *détailée* des caractères parentaux.

Mais les caractères identifiables chez les parents s'énumèrent par milliers. Tout

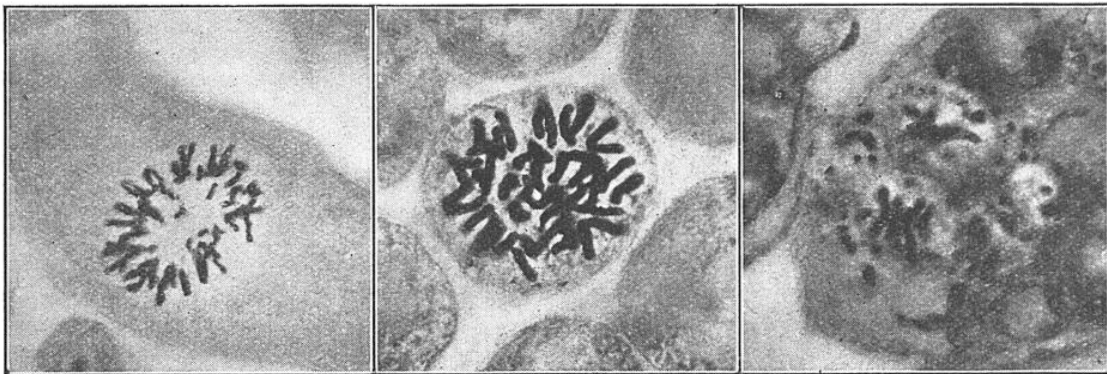


FIG. 5. — TROIS TYPES DE CHROMOSOMES : A GAUCHE, DE L'HOMME ; AU CENTRE, DE L'IRIS ; A DROITE, DE LA MOUCHE DROSOPHILE (MOUCHE DU VINAIGRE)

Chaque espèce de plante ou d'animal contient, dans le noyau de ses cellules, un nombre déterminé de particules appelées chromosomes qui sont les supports des facteurs héréditaires chez les différents individus ; chez l'homme, il y en a 48 ; chez l'iris chamœiris (*rhizomateux*), 40 ; chez la mouche du vinaigre, 8.

par lequel se transmet une particularité morphologique ! L'œuf, molécule de vie, était déjà bien assez rempli de mystère !...

Mais, justement, dans l'œuf, « molécule » biologique, on découvrait déjà des atomes.

Le développement de l'œuf s'effectue par scission du noyau, à l'intérieur duquel se dédoublent également certains vermicules de matière colorable (*chromatine*). Sous le microscope, ces ultimes constituants du noyau cellulaire, les *chromosomes*, se révèlent *appariés*, en nombre constant, dans chaque cellule animale ou végétale d'une espèce déterminée — avec cette particularité que les cellules reproductives (ovules et spermatozoïdes) contiennent les chromosomes en simple jeu, c'est-à-dire non appariés.

Etudié sur les ascaris (au petit nombre de chromosomes), le mystère de la fécondation se montrait donc subordonné lui-même à cette pariaide « intracellulaire » des chromosomes paternels et des chromosomes maternels : fécondation du second degré.

semble prétexte à définition d'un caractère chez les individus : la longueur relative des membres, la couleur du pelage et son degré de rudesse, la couleur des yeux, la forme d'une antenne (simple, fourchue, pectinée) chez l'insecte, etc... Or, le nombre des chromosomes est toujours assez réduit : l'ascaris n'en compte que six paires et l'homme, vingt-quatre paires. Comment quelques vermicules de chromatine, du reste appariés toujours de la même façon (les « paires » sont toutes identifiables), pourraient-ils contenir, *en puissance*, l'immense variété des caractères animaux, physiques et psychologiques ? Il devenait donc logique d'imaginer que les chromosomes se subdivisent à leur tour en « blocs » héréditaires.

Examinés au microscope, les chromosomes se révèlent, en effet, subdivisés en chaînes de corpuscules secondaires appelés *chromomères*.

Plus tard, grâce aux chromosomes géants isolés dans les cellules des glandes salivaires

de la mouche drosophile, on pourra diviser la chaîne totale des quatre chromosomes caractérisant cet insecte en cent deux sections, elles-mêmes subdivisées en six compartiments — dont chacun présente encore une évidente hétérogénéité, donc la possibilité de subdivisions nouvelles.

Tenons-nous cette fois les ultimes parcelles héréditaires ? S'il en est ainsi, peut-on dire que chaque caractère de l'enfant à venir est représenté par une parcelle déterminée des chromosomes appariés dans l'œuf initial ?

Cette vue serait par trop simple. Si, avec Th.-Hunt Morgan, nous dénommons « gène » la plus petite parcelle matérielle théoriquement isolable sur un chromosome, nous pouvons considérer que ce « gène » supporte au moins un des « facteurs » indispensables à la constitution de tel ou tel « caractère » du futur individu. Mais le caractère lui-même, tel qu'il est observé sur l'individu complet, vivant de sa vie normale, ne saurait être « isolé » : sa définition comporte toujours une part d'arbitraire. Les expériences de Morgan montrent, en effet, qu'un « caractère » déterminé dépend de *plusieurs* facteurs. Ce sont donc des « facteurs » et non des caractères qu'il convient de situer sur les innombrables « gènes » chromosomiques. Et plusieurs chromosomes peuvent avoir ainsi leur mot à dire dans l'apparition d'un même caractère.

Le *sexe* des individus, en particulier, est un « caractère » dont on comprendra qu'il met en jeu tout un monde de « facteurs ».

Ainsi, au terme de cette analyse « atomistique » des parcelles héréditaires contenues dans l'œuf fécondé, nous trouvons des agents fonctionnels purement hypothétiques (facteurs) supportés par des organites microscopiques ou même ultramicroscopiques (gènes). En aucun cas nous n'avons le droit de considérer la particule matérielle comme une cause *suffisante* de l'existence d'un caractère. Nous devons concevoir cette particule, le « gène », en tant que support d'un « facteur » idéal sans lequel tel ou tel « caractère »

ne peut exister dans l'œuf fécondé — ni, par conséquent, dans l'être futur. Le gène conditionne l'hérédité, mais ne la détermine pas : pour qu'un caractère apparaisse, il faut la présence ordonnée de nombreux gènes. Peut-être de tous, différemment agencés. Ainsi réapparaît l'« individualité » qui, par définition, ne s'atomise pas.

Quoi qu'il en soit, la connaissance des « gènes » en tant que supports matériels des « facteurs » idéaux dont l'action combinée crée finalement l'individu total, muni de toutes ses fonctions, cette notion expérimentale permet d'attribuer aux facteurs de l'hérédité une existence scientifique légale

— analogue à celle des « radicaux » et des « fonctions » dans les formules chimiques. Elle permet, par suite, d'étudier les combinaisons héréditaires, dont la richesse est inouïe, par l'enchaînement ou le divorce des gènes affrontés sur le chromosome paternel, d'une part, et, d'autre part, sur son homologue maternel.

L'*indépendance* et le *divorce* des « caractères » constatés par les lois de Mendel deviennent alors non seulement expli-

cables, mais « rationnels ». Les maillons de la chaîne chromosomique ne sont pas, en effet, immuables.

On pourra désormais prévoir par formules mathématiques ce qui, dans chaque accouplement, est transmissible et ce qui ne l'est pas, et calculer la probabilité de transmission qui revient à chaque caractère dans tel ou tel croisement.

La « mouche du vinaigre » (drosophile), providence des généticiens

Nous venons, en quelques lignes, de relier les lois de Mendel touchant la transmission des caractères à des facteurs *matérialisés* sur des chaînes de chromosomes. Cette liaison est l'œuvre de Th.-Hunt Morgan, de ses collaborateurs, de ses disciples.

Mendel constate, Morgan explique. Mendel, c'est Kepler ; Morgan, c'est Newton. Et tout cela s'obtient sans perdre de vue les données expérimentales du microscope. De même, le télescope domine et Kepler et

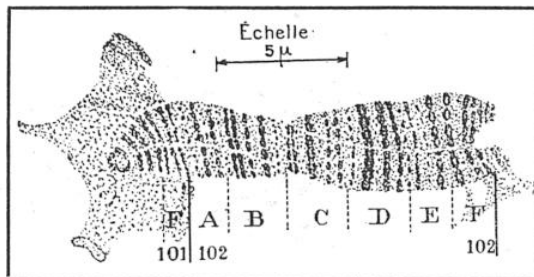


FIG. 6. — VOICI A UN TRÈS FORT GROSSISSEMENT LE PLUS PETIT DES CHROMOSOMES GÉANTS PRÉSENTS DANS LES GLANDES SALIVAIRES DE LA « DROSOPHILE »

Sur ce dessin, les généticiens de l'école Morgan situent avec précision les « gènes » ou atomes héréditaires qui portent les facteurs déterminant les caractères apparents des individus.

Newton. De plus, l'hypothèse de Morgan engendre chez les praticiens de l'agriculture et de l'élevage d'heureuses tentatives pour diriger l'évolution des espèces utiles.

Comment furent obtenus des résultats scientifiques d'une aussi haute importance ?

Comme toujours en science, où tout est imprévisible quand l'œuvre est grande, celle de Morgan a pris son essor à partir d'un tremplin d'apparence bien insignifiant : la mouche du vinaigre ou *Drosophila melanogaster*. C'est par hasard (mais un hasard de laboratoire comportant déjà beaucoup d'attention et qui, suivant la belle expression de Pasteur, ne favorise que les esprits préparés), que Thomas-Hunt Morgan observa, voilà vingt ans, la « mutation » brusque d'une variété de *drosophiles*. Une « fille » naquit dont les yeux étaient blancs, d'une mère qui les avait marron, comme toute *drosophile* qui ne tient pas à se faire remarquer. Mais Morgan remarqua cette excentrique — un peu comme Röntgen fixa de son attention la fluorescence insolite d'un écran de sulfure de zinc placé à côté d'une ampoule de Crookes, un peu comme Henri Becquerel fut frappé de la détérioration d'une plaque photographique par un dérivé d'uranium. Les rayons X et la radioactivité sont issus de ces « remarques ». La génétique, science exacte, remonte pareillement à l'observation d'un fait minime pour le vulgaire : la mutation brusque « yeux blancs » d'une progéniture de *drosophile* normale d'yeux marron.

Depuis, vingt millions de *drosophiles* sont passées sous les microtomes et les microscopes du *fly squad* — cette « escouade de la mouche », comme s'intitule familièrement le groupe des collaborateurs de Th.-Hunt Morgan.

La prédestination scientifique d'un insecte aussi peu remarquable que la mouche du vinaigre s'explique pourtant à merveille. Elle tient à la rapidité d'écoulement de ses générations successives, à ses facultés de mutation ou, si vous préférez, à l'instabilité de ses caractères et, surtout, au fait

que sa structure cellulaire comporte seulement quatre paires de chromosomes. Cette simplicité de l'appareil chromosomique, jointe aux facultés de mutation de l'insecte, ne semble-t-elle pas une préparation de la nature à l'intention du savant ?

Les résultats acquis par la génétique américaine ont fait l'objet de plusieurs études dans cette revue. Rappelons seulement les grandes lignes des résultats acquis : le mécanisme de l'hérédité est expliqué tout en se

reliant à la transmission du sexe. Les phénomènes de parthénogénèse se clarifient. D'autre part, la notion même d'évolution est refondue ; le transformisme des espèces apparaît sous un jour nouveau.

Enfin, une relation s'établit entre l'action des facteurs chromosomiques et celle des hormones (sécrétions endocrines). La génétique n'est donc pas absolument indépendante de la biochimie.

Les applications pratiques se dessinent déjà

La théorie acquise, une sanction suprême est encore à souhaiter : l'application pratique.

Est-ce que le généticien va pouvoir influencer l'évolution des êtres ?

Il nous suffit de renvoyer nos lecteurs aux deux articles que nous avons consacrés ici aux résultats pratiques obtenus par les généticiens. Nous avons vu, par exemple, com-

ment M. Rebouillon, directeur de notre Station séricicole des Ares (Var), avait déblayé, grâce à la génétique, le problème de l'élevage des vers à soie en vue d'obtenir des cocons blancs et nourris (1).

Nous savons encore comment les généticiens d'Amérique (tout un département d'applications biologiques se trouve adjoint au ministère de l'Agriculture de Washington) ont expliqué les mutations, les hybridations, les adaptations des daturas aux trois climats principaux des États-Unis : marin, continental, montagneux (2).

H.-J. Muller, disciple et collaborateur de Th.-Hunt Morgan, a le premier observé que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 373.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 260, page 103.

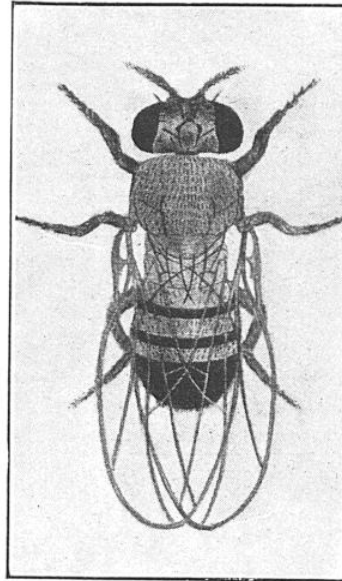


FIG. 7. — LA MOUCHE « DROSOPHILE » ÉTUDIÉE PAR TH.-H. MORGAN ET SES COLLABORATEURS POUR ÉTABLIR LA THÉORIE CHROMOSOMIQUE DE L'HÉRÉDITÉ

l'irradiation X influence l'hérédité d'une manière éclatante. Il se peut que, suivant la longueur d'onde des rayons X utilisés, on parvienne à jouer de ces variations héréditaires d'une manière non seulement curieuse, mais surtout instructive.

Certains produits chimiques se sont également révélés capables d'influencer, dans le même sens, les graines végétales et les œufs d'animaux. La *colchicine* provoque, nous l'avons vu (1), la duplication du nombre des chromosomes : les daturas, le tabac, etc., issus de graines ainsi traitées, sont « tétraploïdes ». Leurs corps sont géants. Les batra-

significatif, l'appareil Carrel-Lindbergh évoqué ici nous conduit le plus naturellement du monde à l'*Institut Rockefeller*, c'est-à-dire à la seconde partie de notre exposé.

II. — LE « ROCKEFELLER INSTITUTE »

Les travaux du *Rockefeller Institute*, fondé en 1905, n'ont pas moins d'homogénéité que ceux de l'Ecole génétiste.

Les travailleurs ont été nombreux, divers, indépendants : Simon Flexner, son créateur directeur, bactériologiste ; Jacques Loeb, biologiste ; Landsteiner, biochimiste ; Alexis Carrel, physiologiste français ; Levene, chimiste ;

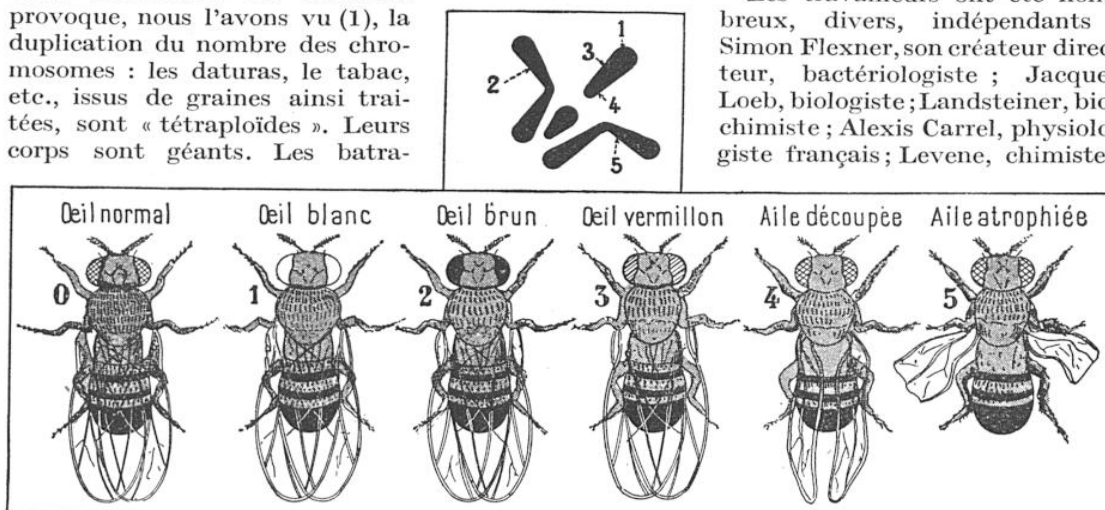


FIG. 8. — MUTATIONS EXPÉRIMENTALES OBTENUES SUR LA MOUCHE DU VINAIGRE, LA « DROSOPHILE », SOUMISE A L'ACTION DES RAYONS X

Dans la descendance de ces mouches, le nombre des mutations est 150 fois plus élevé que dans la descendance des mouches non traitées. Les rayons X semblent donc modifier les « gènes » des chromosomes des cellules sexuelles, de même que les rayons du radium, les ultraviolets ou la chaleur qui augmentent aussi le pourcentage des mutations. Des résultats analogues ont été obtenus avec d'autres insectes et d'autres plantes. Les chiffres portés sur la carte chromosomique indiquent la position probable des « gènes », figurée dans le dessin du haut, correspondant aux différentes mutations.

ciens ont donné de semblables résultats.

Quant aux mammifères, comment peut-on imaginer l'expérience ? Il faut traiter l'œuf sans le détacher de son support naturel, l'ovaire maternel, où il doit mûrir, se féconder et se développer. Cueillir l'œuf, le traiter, puis le greffer semble donc inévitable pour poursuivre les études de génétique expérimentale auxquelles nous faisons allusion.

Et pourtant ! Nous savons qu'Alexis Carrel réussit maintenant à conserver vivant, *in vitro*, un organe isolé (notamment un « ovaire ») dans l'appareil qu'il a établi en collaboration avec Charles Lindbergh. N'est-ce pas là le *banc d'essai* tout indiqué pour les généticiens de l'avenir ?

Cette anticipation suffit à nous montrer que la génétique de Morgan commence à peine une carrière dont tout annonce l'immensité. Mais, comme un trait d'union vraiment

Noguchi, bactériologiste ; Osterhout, Wycokoff, Northrop, Michaelis, Avery, Heidelberger, Van Slyke, Lecomte du Nouy, etc. Mais l'œuvre apparaît coordonnée par « l'esprit de la ruche », comme dirait Maeterlinck. Ici, « l'esprit de la ruche » s'est personnifié dans le fondateur lui-même, Simon Flexner, dont l'un de ses collaborateurs, Lecomte du Nouy, a pu récemment écrire qu'il avait été le premier et le seul à appliquer systématiquement, en grand, les idées de Claude Bernard dans toute leur pureté.

« Centre cristallisateur » choisissant et appelant des savants originaux isolés dans le monde et, par conséquent, demi-méconnus, tel fut le rôle propre de Flexner. Il suffit à sa gloire, malgré que les découvertes de ce savant sur la dysenterie (bacille de Flexner) soient restées d'un ordre spécial, et peut-être moins retentissantes que les travaux de ses collaborateurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 260, page 108.

Jacques Loeb et les colloïdes

Nous venons de faire sa connaissance à propos de la parthénogenèse qui s'est trouvée liée à la génétique bien avant, dès 1900. Mais c'est son œuvre purement biochimique que *Loeb* a pu réaliser au *Rockefeller Institute*, grâce au merveilleux équipement de ses laboratoires. Cette œuvre est géniale.

La matière dont Loeb a débrouillé la structure et les lois est celle-là même qui constitue tout corps vivant, de la racine à la feuille, des pieds à la tête, du tissu le plus « interne » jusqu'à la carapace la plus extérieure : *la matière prise à l'état colloïdal*.

Un colloïde est composé par la suspension dans l'eau (solvant) d'un corps (sol) dispersé en agglomérations moléculaires (micelles). Les micelles sont diversement chargées d'électricité. En poussant à fond l'étude de cet état électrique, Loeb a franchi la limite toute théorique qui sépare l'électricité micellaire de celle des molécules depuis longtemps posée en hypothèse par la théorie « ionique » d'Arrhenius. La molécule électrisée, (ion) devient ainsi le premier et l'ultime élément avec lequel doit compter la vie pour fabriquer et entretenir ses tissus colloïdaux — à commencer par la maille élémentaire de ces tissus : la cellule vivante.

La nécessité première de toute chimie biologique « rationnelle » sera, par conséquent, de mesurer le plus exactement possible l'état électrique du « milieu » par lequel (s'il est interne) et dans lequel (s'il est externe) se développe le phénomène de nature inconnue que nous nommons « vie ». Grâce



FIG. 9. — LE DOCTEUR JACQUES LOEB

à Loeb, cette mesure a pris désormais toute son importance et s'effectue suivant une méthode universelle : c'est la mesure du *pH*, vulgairement appelée « degré » d'alcalinité ou d'acidité d'un milieu donné. En réalité, c'est la mesure relative (positive ou négative)

des quantités d'électricité libre (prête à agir) qu'offre à tout organe vivant la matière brute. On rapporte cette mesure au point « isoélectrique », repère aussi bien déterminé que le zéro du thermomètre centésimal.

Les variations du *pH* autour du point isoélectrique ont, en biochimie, une conséquence capitale : telle réaction est *oxydante* dans le premier cas, et devient *réductrice* dans le second. Autrement dit, le *pH* commande la « construction » par hydrogénation et la « démolition » par oxydation — plus généralement la « transformation » (car le problème est extrêmement complexe) des molécules organiques qu'utilise l'être vivant pour naître, vivre, se nourrir, se reproduire...

Le principe acquis, nous n'avons pas besoin — c'est impossible dans une note aussi brève — de montrer comment son créateur a su l'appliquer. Les spécialistes le savent et nous pourrions y consacrer des articles plus spéciaux.

Ils savent également comment Levene, prolongeant les travaux de Loeb sur « l'acide nucléinique », a découvert les « nucléoprotéines » (1), qui sont l'âme des « noyaux cellulaires » autour desquels tourbillonne toute la vie de la cellule — et, par conséquent, en vertu des théories chromosomiques de Morgan, toute vie dans sa forme la plus générale. Celle de l'individu comme celle de l'espèce.

Landsteiner et l'immunité

Au *Rockefeller Institute*, Landsteiner a sinon introduit, du moins approfondi à l'extrême le problème capital de l'« immunité ».

Posé en Europe par le phénomène tout empirique de la vaccination pastorienne, le problème de l'immunité avait reçu en France, de Bordet, de Richet (anaphylaxie), son

(1) Protéines contenant du phosphore.

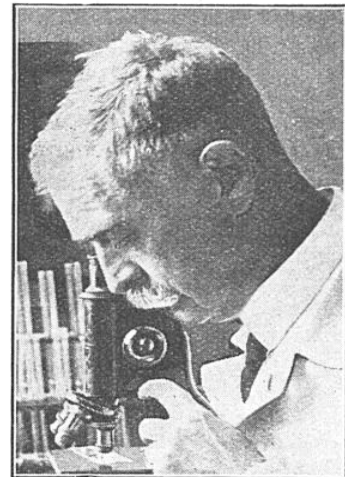


FIG. 10. — KARL LANDSTEINER
Prix Nobel de Médecine 1930.

premier énoncé biochimique. Par quel mécanisme chimique profond un sérum sanguin prend-il et conserve-t-il l'empreinte — souvent indélébile — de son contact avec un microbe ? Ce phénomène constitue une « réaction » biochimique par excellence. L'immunité vaccinnante est un de ses premiers aspects, mais, en l'approfondissant, il se prolonge à l'échelle moléculaire : la « sensibilisation » anaphylactique (aux « moules », aux « fraises », etc., avec l'urticaire comme « test » à la portée de tous) démontre amplement que la réaction biochimique d'un organisme ne s'effectue pas seulement contre un microbe *en tant qu'infectieux*. Une simple molécule de protéine suffit à la provoquer (phénomène de Bordet). Du reste, nos lecteurs savent déjà que la notion d'agent infectieux est aujourd'hui descendue à l'échelle moléculaire avec les « ultra-virus », ou virus chimiques, dont les premiers ont été récemment découverts et extraits à l'état cristallisé par Wyckoff et Stanley aux laboratoires de Princeton, qui dépendent justement de l'*Institut Rockefeller* (annexes de pathologie animale).

Ainsi, du microbe infectieux le mieux visible au microscope à la molécule pure, en passant par les virus jusqu'ici dits « fil-trants » (rage), la chaîne des « agents infectieux » au sens de Pasteur se trouve fermée sans lacune.

Mais la « molécule-protéine » la plus grosse qu'utilise la vie apparaît elle-même un monde qui peut atteindre 20 millions de fois la complexité de la « molécule-étalon », celle de l'hydrogène.

Allait-on en rester là ? Non pas. L'œuvre de Landsteiner préparait, ici encore, l'éternel dépassement que la science s'impose à elle-même.

Landsteiner a démontré que le phénomène d'immunisation ne se borne pas à une réaction « anti-protéine » du sérum sanguin. Sous ce premier aspect de l'immunisation, il en a décelé un second, de beaucoup plus intime, qui met en jeu des molécules chimiques (petites par rapport aux protéines, et sans azote) qui, pour une même formule quantitative, confèrent une immunité différente suivant qu'il s'agit d'un sucre « polarisant » la lumière à droite ou d'un sucre la polarisant à gauche, ou encore d'un tartrate droit ou d'un tartrate gauche.

Et voilà la merveille « rationnelle » ! Car cette dissymétrie, d'ordre *strictement moléculaire*, rejoint l'intuition géniale par laquelle Pasteur avait commencé ses travaux, lorsqu'il cherchait la *raison* pour

laquelle l'acide tartrique gauche est digéré par l'*asparagillus niger*, tandis que l'acide tartrique droit n'est pas touché par l'ensemencement de cette algue microscopique. N'est-ce point magnifique de continuité entre le raisonnement et l'expérience, entre l'intuition du pionnier et les travaux de la postérité ?

Parvenu à cette étape de l'œuvre biologique américaine, je n'ai qu'à renvoyer mes lecteurs à l'article que j'ai publié voilà 5 ans (1) sur les travaux d'Avery et d'Heidelberger sur les pneumocoques. A cette époque, on connaissait seulement quatre pneumocoques de virulences différentes. Ces différences ont été reliées, par ces auteurs, à la structure des quatre sucres composant la « capsule » du microbe. Avery et Heidelberger ont poussé la virtuosité expérimentale jusqu'à reconstituer le phénomène biologique, artificiellement. Ils réussirent à combiner chimiquement des protéines avec du *glucose* et du *galactose*, sucres de même composition chimique, mais de formules dissymétriques. Inoculant au lapin les protéines ainsi préparées, ils obtenaient des réactions immunisantes différentes dans un cas et dans l'autre.

Depuis, par ces méthodes, le peuple des *pneumocoques* a pu être différencié jusqu'à l'identification de vingt-huit nouveaux microbes de cette engeance détestable. La « pneumonie » n'est donc pas une maladie simple. Mais on peut dire que les savants du *Rockefeller Institute* l'ont « mise » en équations chimiques.

Un Français, Dubos, un Américain, Goebel, ont été les collaborateurs d'Avery et d'Heidelberger.

Les réactions « antigènes » (2) des sérums étant strictement biologiques, mais désormais reliées, comme on voit, aux formules les plus classiques de la chimie organique — celle des « synthèses » qui ont bouleversé l'industrie humaine — il était indiqué que la synthèse apparût aussi en biochimie. C'est Northrop et Kunitz qui réalisèrent à l'*Institut Rockefeller* les premiers la *trypsine* et la *pepsine* synthétiques, en révélant l'existence des corps inertes (3) qui, sous l'influence d'actions biologiques, se transforment en ferments actifs.

Ce sont là des « diastases », « ferments solubles », comme on les nomme encore dans les traités, en souvenir des premières

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 102.

(2) Le mot « antigène » signifie : qui fabrique l'antitoxine, contre-poison de la « toxine » spécifique du microbe infectieux étudié.

(3) Le *trypsinogène*, le *pepsinogène*.

expériences de Pasteur sur la fermentation. Les diastases sont les « agents catalytiques » grâce auxquels notre tube digestif « brise », pour les rendre assimilables, les molécules organiques que lui apporte notre alimentation. Elles déclenchent le premier acte des échanges nutritifs dont l'ensemble porte le nom générique de « métabolisme ». Le « métabolisme » commence à l'action de « diastases » pour aboutir à celle des « hormones », ces autres agents catalytiques, infiniment subtils, qui règlent nos fonctions les plus essentielles (1) et retentissent jusque sur le processus génétique tel que l'établit la théorie chromosomique. On aperçoit, dès lors, l'admirable convergence de ces travaux de détail (si l'on peut dire) vers un ensemble grandiose.

L'étude purement chimique du sang — en fonction du *pH* de Loeb — a, d'autre part, conduit Van Slyke à établir des méthodes, adoptées internationalement, pour déterminer la teneur du sang en acide carbonique, de laquelle dépend l'équilibre « acide-base » (*pH*). Le dosage des amino-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

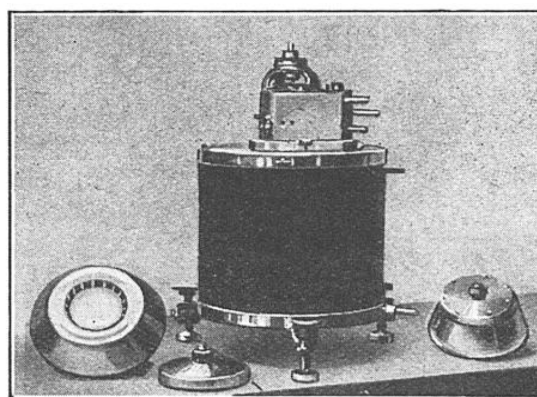


FIG. 12. — ULTRACENTRIFUGEUSE DE BEAMS, LUIKE ET SOMMER UTILISÉE DANS LES RECHERCHES MÉDICALES ET BIOLOGIQUES

Cette centrifugeuse, mue par l'air comprimé, peut être équipée avec différents modèles de rotors dont on aperçoit des spécimens sur cette photographie. Celui de droite mesure 7 cm de diamètre et celui de gauche, 10 cm. Ils ont été passés aux rayons X pour vérifier l'absence de tout défaut dans leur masse. C'est leur résistance mécanique qui limite la vitesse de rotation atteinte. (Voir figure 11.)

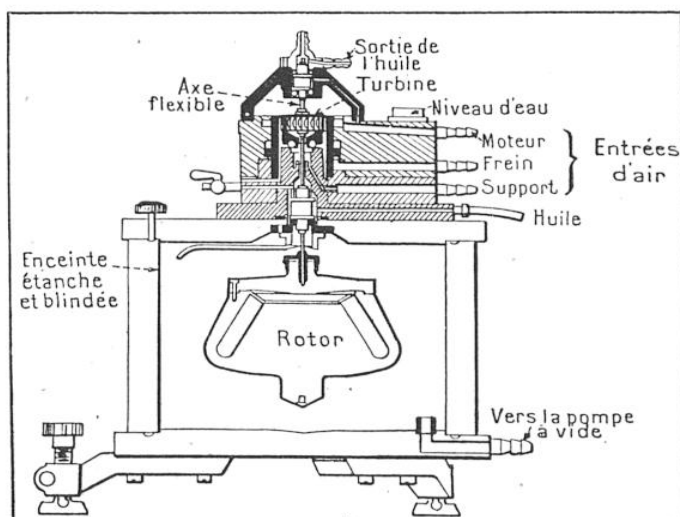


FIG. 11. — COUPE DE L'ULTRACENTRIFUGEUSE

La partie mobile comprend une turbine entraînée par un jet d'air comprimé et supportée par un deuxième jet. Elle est reliée par un axe souple au volumineux rotor de la partie inférieure qui tourne dans un récipient étanche et blindé où on a fait le vide. L'axe souple peut être remplacé par un tube en acier inoxydable lorsque l'on veut introduire un liquide dans le rotor pendant son fonctionnement. Ce sont des rotors de ce type (en duralumin forgé) qui ont été utilisés par Bauer et Pickels pour concentrer le virus de la fièvre jaune. Les liquides à centrifuger sont placés dans des tubes en celluloïd introduits dans les alvéoles du rotor. Des dispositifs optiques sont adaptés sur l'axe pour observer la vitesse de sédimentation pendant la centrifugation.

acides du sang, notion plus subtile que nous ne précisons pas, est encore l'œuvre de Van Slyke.

Nous en savons maintenant assez pour apprécier la fécondité des travaux de Landsteiner sur les sérums.

Une conséquence médicale souvent vulgarisée des travaux de Landsteiner, et qui lui valut le prix Nobel, est celle-ci que l'humanité se trouve divisée en « groupes sanguins » parfois « ennemis », puisque leur mélange inconsidéré (par l'opération maintenant classique de la transfusion) peut causer la mort du receveur par coagulation du sang. L'« incompatibilité » résulte de différences d'ordre moléculaire que l'on approfondit tous les jours, puisque les quatre groupes primitifs de Landsteiner se sont multipliés en « sous-groupes » dont le nombre dépasse la trentaine. *Homo homini lupus*, a dit un philosophe, Hobbes. Mais après Landsteiner, on peut préciser : les hommes sont mutuellement « virulents » de la même manière (moléculaire) que la peste et la rage. On s'en doutait.

Wyckoff, Stanley et l'ultracentrifugation

L'existence du *Rockefeller Institute* est si féconde qu'il faut abrégé. Nous ne pouvons toutefois omettre de signaler l'admirable technique grâce à laquelle furent réalisées tant de découvertes. Ses moyens sont plus puissants, certes, que ceux de nos laboratoires. Cependant, l'ingéniosité expérimentale des savants est *inséparable* (témoin Pasteur, Curie) de leur œuvre.

Voici, par exemple, la méthode d'*ultracentrifugation* par laquelle ont opéré Wyckoff et Stanley. Le principe est celui qu'inventa notre compatriote Huguenard, dont la « turbine » volante a réalisé, voilà dix ans, des performances-records de plusieurs centaines de mille tours par minute. Le « rotor » de l'appareil pivote verticalement sur un jet d'air comprimé. Taillé en pointe, à filets hélicoïdaux, l'axe est *soulevé* par le courant d'air ultra-rapide et, sans frottements, *intégré de la sorte au tourbillon aérien*, il se met à tourner en épousant la vitesse du gaz. Il n'y a pas d'autre limite que la résistance des matériaux à la force centrifuge.

On pense qu'une telle force est capable de séparer, par étages, en les stratifiant à la périphérie de l'appareil, jusqu'aux molécules elles-mêmes, en fonction de leur densité. C'est effectivement la méthode par laquelle Stanley parvint à isoler le *virus chimique* (ultra-microscopique) de la « mosaïque du tabac ». A la périphérie de la turbine, le virus se dépose donc à l'état *cristallisé*. C'est une manière de le « découvrir ».

Tout de même, Wyckoff a isolé de cette façon l'agent chimique d'un « cancer » (papillome du lapin) après une préparation convenable.

L'appareil d'Huguenard, dont la taille primitive était celle d'un crayon, est devenu, au *Rockefeller Institute*, une turbine de 20 cm de diamètre. Comme la force centrifuge croît proportionnellement au rayon, c'est par centaines de tonnes au centimètre carré qu'il faut évaluer la pression imposée à la périphérie. Trois ultracentrifugeuses ont éclaté dans le laboratoire de Wyckoff, mais l'opérateur est à l'abri, protégé par un

blockhaus, sans rien perdre de ses facultés d'observateur. Un jeu de prismes dirige son regard au cœur même du liquide expérimenté, durant l'évolution même du phénomène.

Le soleil accuse, à sa surface, une « pesanteur » 27 fois plus intense que la pesanteur terrestre *g*. C'est un million de *g* dont dispose, s'il lui plaît, l'expérimentateur américain.

La « vitesse de sédimentation » des agents chimiques étudiés est évidemment fonction de leur poids moléculaire. Il faut souvent vingt-quatre heures de marche pour obtenir la mesure de ce poids avec l'exactitude nécessaire (1).

Alexis Carrel et la culture des tissus

Avec le Français Carrel, c'est la physiologie des tissus qui est venue compléter, à l'Institut Rockefeller, la biochimie moléculaire. L'une et l'autre, du reste, ont marché de pair, puisque Carrel fut de la fondation de l'Institut, dès 1905, avec Loeb et Flexner.

On connaît trop l'œuvre de notre grand compatriote pour que nous y insistions. Depuis 1912, un fragment de « cœur de poulet, divisé en deux tous les deux jours, continue de « vivre » et à proliférer sans interruption dans le laboratoire américain de Carrel.

Nous avons dit (2) quelle technique et quelle surveillance de tous les jours exige le maintien de cette expérimentation « vécue » à une échelle de temps qui dépasse non seulement une génération de poulet, mais dépassera certainement la génération du savant qui l'a instituée. C'est ainsi que la « souche » du vaccin de la rage a survécu à Pasteur qui l'enseménça. Et c'est bien, en effet, la méthode des cultures pastoriennes des « souches microbiennes » que Carrel a transposée à la culture des tissus cellulaires.

Vivant désormais *in vitro*, la cellule tissulaire a décelé (comme les souches pastoriennes du reste) une évolution qui lui est propre. Le fragment (quelques milligrammes) du « cœur de poulet » 1938 n'est plus de la même chair que celui de 1912. Pourtant

(1) Le grand physicien suédois Svedberg utilise le même principe (dans des centrifugeuses à huile) pour mesurer le poids moléculaire des protéines.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 98.



FIG. 13. - LE D^r ALEXIS CARREL
Prix Nobel de Médecine 1912.

c'est le même « tissu » qui n'a pas cessé de *vivre sa vie*.

Si la modification physiologique de la cellule « cancérisée » doit un jour trouver sa théorie précise, les « cultures de Carrel » joueront pour l'étude des différents cancers le même rôle que les cultures microbiennes dans l'étude des maladies infectieuses. Ajoutons que les deux méthodes sont aujourd'hui couramment conjuguées : on cultive des microbes et des virus chimiques sur des cultures de tissus.

Mais de la culture des tissus fragmentés, Carrel a voulu passer à celle des « organes » complets.

Comment ce nouveau succès fut obtenu, grâce à la collaboration technique de Charles Lindbergh, nous l'avons montré en détail dès sa parution (1). Les conséquences futures seront, ici encore, probablement essentielles pour l'étude des fonctions organiques : la vie de l'organe étant isolée, c'est sa « fonction » qu'on isole *ipso facto*. L'isolement des glandes est sans doute nécessaire

à la pleine définition des fonctions hormoniques.

Les études cellulaires de Carrel avaient, pendant la guerre, fourni une application thérapeutique extrêmement importante : le *pansement optimum* des plaies, en vue de leur cicatrisation la plus rapide et la plus aseptique, par la méthode de l'hypochlorite de soude. Préparée d'une façon spéciale et rigoureusement dosée (0,5 pour cent) à un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 98.

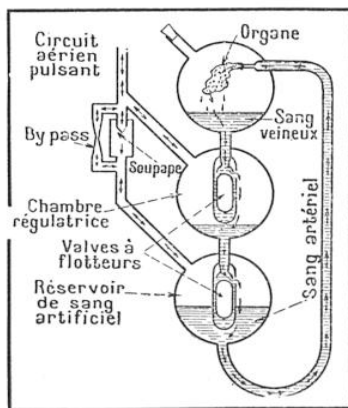


FIG. 14. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA POMPE PERFUSANTE CARREL-LINDBERGH POUR LA CULTURE DES ORGANES VIVANTS

En haut, l'organe branché par son artère sur la tubulure amenant le sang artériel ; au centre, la chambre régulatrice de pression. Le sang veineux descend par gravité les trois étages à travers des valves à flotteurs dont le mouvement est commandé par la pulsation de l'air. Au cours de sa descente, le sang veineux s'oxygène par contact avec l'air pulsant. La circulation liquide et la circulation aérienne s'effectuent respectivement comme dans le poumon et le cœur.

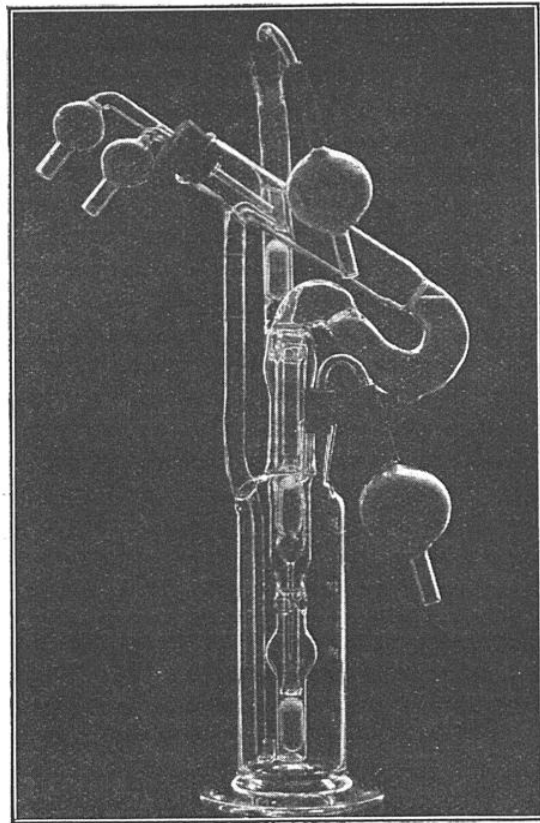


FIG. 15. — L'APPAREIL DE CARREL ET LINDBERGH POUR LA CULTURE « IN VITRO » DES ORGANES VIVANTS DÉTACHÉS DU CORPS

degré d'alcalinité (toujours le *pH* !) précis, la liqueur de Dakin (hypochlorite) fournit au tissu blessé les conditions aseptiques optima de régénération.

Osterhout et la « vitalité », Lecomte du Nouy et le « temps biologique »

Mais cette question fondamentale de physiologie cellulaire, la régénération des tissus, engendre, elle aussi, des mesures.

Osterhout a montré que la *résistivité électrique* d'un tissu blessé faiblissait et qu'à la mort du tissu cette résistivité passait immédiatement par un « seuil » caractéristique. Exemple : certain tissu accuse, en pleine vitalité, une résistance de 600 ohms. Dès qu'il est mort, sa résistance tombe à 40 ohms. Entre ces deux nombres, vous pouvez tracer toute une échelle qui marquera les degrés de vitalité du tissu.

Osterhout a pu, de la sorte, écrire (en fonction du *pH* du milieu nutritif ambiant et

de la concentration des différents ions de part et d'autre de la membrane cellulaire), une *équation* qui permet de calculer le « degré de vitalité » d'une algue d'après les conditions de vie qui lui sont offertes. Les conditions physicochimiques de la vie sont donc, ici encore, mises en équation.

Opérant en 1917, aux côtés de son maître, à l'hôpital militaire de Compiègne, un collaborateur français de Carrel à l'*Institut Rockefeller*, Lecomte du Nouy, a procédé à d'autres mesures, cette fois « géométriques ». Le décalque quotidien des plaies en cicatrisation révèle à Lecomte du Nouy la notion et la définition *mathématique* de ce qu'il appelle « le temps biologique ». Ce n'est pas le « temps » de nos horloges, ni celui des astronomes, c'est un temps rigoureusement analogue à la « durée » radioactive — dont la formule (Curie) est « transcendante », comme disent les mathématiciens.

Et par ce travail, Lecomte du Nouy introduit, pour la première fois, dans le phénomène « vie » une mesure du temps qui lui est « propre » (1).

Ajoutons qu'en appliquant aux sérums, chargés de leurs toxines et antitoxines, une méthode de mesure d'une extrême pureté physique, Lecomte du Nouy a montré les relations existant entre le « coefficient » physique de la tension superficielle et le degré de « toxicité » ou « d'antitoxicité » d'un sérum. C'est que la tension superficielle dépend de la forme même des molécules composant le milieu.

Pensez aux travaux de Landsteiner, aux « virus moléculaires » de Wyckoff et Stanley, et voyez comme ils s'accordent avec l'étude des couches superficielles moléculaires. Par cette étude, la mesure physico-géométrique prolonge l'examen stéréochimique de Landsteiner ainsi que la mesure électrochimique d'Osterhout.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 450.

Aussi bien Lecomte du Nouy a-t-il déterminé par le calcul les limites de grandeur entre lesquelles devaient se tenir les diverses cellules présentes dans la nature vivante, étant donné leur constitution moléculaire ! La membrane cellulaire représente, en effet, un état d'équilibre relevant de la tension interfaciale des milieux et de la forme des molécules qui les constituent.

Conclusion

Nous voici parvenus au terme de notre exposé raisonné de l'œuvre des biologistes américains. Elle est, cette œuvre, d'une structure rigoureusement expérimentale. Et pourtant quelle hardiesse dans ses théories qui parviennent à forger le dernier maillon

de la chaîne reliant la matière vivante à la matière inerte, et cela sans jamais renoncer à la méthode strictement biologique !

L'explication de cette réussite est fort simple : ces savants n'ont jamais utilisé la théorie qu'à la manière de Claude Bernard, c'est-à-dire comme « hypothèse de travail », non

comme l'énoncé de la vérité, erreur à la mode.

Du reste, quelle récompense ! même dans l'ordre spirituel, puisque les travaux biologiques ainsi conduits, ceux de l'« école de la mouche », nous obligent à refondre notre philosophie de l'évolution et de l'hérédité. La mutation discontinue, révélée par Hugo de Vries, mais fixée par Th.-Hunt Morgan sur un « objet » biologique expérimental (le gène), nous force à reviser tout ce qu'ont écrit Lamarck et Darwin.

Tandis que, par son autre côté, « moléculaire », la biologie américaine nous oblige à réviser la notion même du temps appliqué aux phénomènes biologiques, la prolifération des tissus devient, en biologie, un phénomène aussi « absolu » que celui de la transmutation, en physique.

JEAN LABADIÉ.

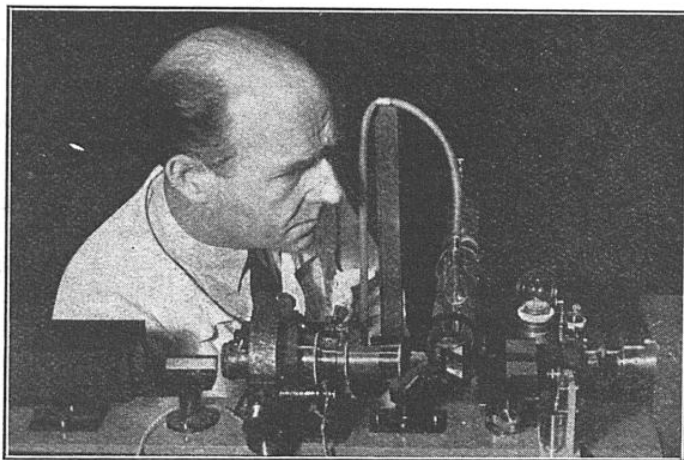


FIG. 16. — M. LECOMTE DU NOUY EFFECTUANT LE RÉGLAGE DU GRAND SPECTROGRAPHE EN QUARTZ POUR LA SPECTROPHOTOMÉTRIE DANS L'ULTRAVIOLET

QUELQUES DATES retracent l'enseignement

de la

RADIO

1910

Février : J.-E. Lavigne, l'actuel directeur de l'**Ecole Française de Radioélectricité**, est l'un des premiers brevetés de T. S. F.



Reproduction du diplôme délivré à M. Lavigne le 12 février 1912.

1919 Dans tous les domaines de l'activité humaine, la T.S.F. ayant besoin de jeunes activités, J.-E. Lavigne ouvre une école d'enseignement de la Radio en France.

1936

Les débouchés offerts par la T. S. F. sont de plus en plus vastes... ses ressources sont vastes. Dans un cadre unique, J.-E. Lavigne, entouré d'une élite de professeurs, crée : l'**Ecole Française de Radioélectricité**.

1939

Véritable pionnier de l'enseignement radioélectrique en France, J.-E. Lavigne, s'éloignant de toute considération commerciale, adapte son enseignement aux exigences actuelles et fait de l'Ecole Française de Radioélectricité

LE VÉRITABLE LYCÉE DE LA RADIO

avec un enseignement réparti sur 1, 2 ou 3 années suivant le degré d'instruction.



Vue prise dans le jardin de l'Ecole par le service photographique de « La Science et la Vie » le 18 avril 1939.

Notre volonté de doter notre pays d'un
ENSEIGNEMENT DE LA RADIO digne
de lui et de l'état actuel de la Science
nous a incités à reprendre sur de nou-
velles bases perfectionnées l'effort que
nous faisons depuis 1919, date de la
fondation de notre première école.

En raison de son vaste champ d'action

Vous trouverez toujours dans la T. S. F. une situation
qui répondra à vos désirs et vous permettra de vous
créer un avenir intéressant.

La T. S. F. est la seule branche qui vous ouvre
d'aussi nombreux débouchés, tous rémunérateurs et où
vous êtes assurés de travailler régulièrement. (Officiers-Radios
de la Marine marchande — Radios-Aviateurs — Opérateurs des
Ministères de l'Air, de l'Intérieur, des Colonies, etc., Radiotechni-
ciens ou Radios-Militaires.)

Si vous souhaitez, avant de prendre une décision, vous
documenter plus à fond, sans aucun frais de votre part

Remplissez aujourd'hui même ce questionnaire et retournez-le à :

Monsieur le Directeur de l'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ,
10, rue Amyot, Paris.

Veillez me faire savoir, d'après les renseignements ci-joints et sans aucun
engagement de ma part, à quelle situation je peux arriver dans la Radio, et
quelle sera la durée des études ?

Veillez m'envoyer également votre documentation complète.

NOM
PRÉNOMS.....
ÂGE
ADRESSE
DEGRÉ D'INSTRUCTION
DIPLOMES

L'Ecole accepte des Externes, demi-Pensionnaires et Internes surveillés.

PUB. C. BLOCH.

LES ÉTATS-UNIS, PAYS DU « GRANDIOSE INDUSTRIEL »

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Il est difficile à un Européen, héritier de vieilles traditions et habitant d'une « petite presqu'île du continent asiatique », comme on a quelquefois appelé l'Europe par dérision, de comprendre les Etats-Unis d'Amérique. Ce pays neuf, aux immenses ressources, est à une échelle différente de la nôtre. Son développement soudain a suscité des villes « champignons » et d'immenses entreprises industrielles, des gratte-ciel et des fortunes colossales. On peut dire que jusqu'à la crise de 1929, les Etats-Unis sont demeurés, suivant le mot de Siegfried, le pays de l'« optimisme intégral », celui où dominait la conviction que la capacité d'absorption du marché national ne connaissait pas de bornes, en un mot « the land of unlimited possibilities ». Cette période d'extension dynamique a pris fin avec la crise en même temps que se manifestaient divers symptômes indiquant que si (à de très rares exceptions près), les richesses en matières premières que recèle le sol sont extrêmement abondantes, elles ne sont pas inépuisables. Dans bien des domaines, à une exploitation intensive et irraisonnée, qui tenait souvent du gaspillage, s'est substituée une mise en valeur rationnelle. L'industrie américaine, maîtresse incontestée de la fabrication en grande série, est aujourd'hui relevée de ses ruines et triomphe à la World's Fair. L'Amérique n'est plus le pays des « possibilités illimitées », mais encore celui du colossal, avec ses cités de cinéma ou de l'automobile, son outillage scientifique unique au monde, ses turbo-alternateurs de 220 000 kW, ses lignes à 200 000 volts, ses ponts suspendus de 1 400 m de long, ses canaux d'irrigation de plusieurs centaines de kilomètres, ses barrages enfin et sa gigantesque politique de grands travaux qui, s'ils ne sont pas immédiatement productifs, doivent accroître considérablement la richesse future des Etats-Unis.

UN naïf, rencontrant un voyageur qui revenait d'Italie, lui demanda :
— Dites-moi s'il est vrai que ce pays a la forme d'une botte ?

Un Européen qui débarque à New York comprend tout de suite que le continent américain est à une échelle bien plus grande que celui qu'il vient de quitter. L'impression est directe et totale : on voit les membres du géant. Tout, aux Etats-Unis, est plus largement taillé que dans l'Ancien Monde, la nature, les fleuves semblables à des bras de mer, les villes, les usines, les wagons, les immeubles d'affaires, pour lesquels a été créé le vocable orgueilleux de « gratte-ciel ».

La superficie des Etats-Unis est de 8 millions de km², soit l'équivalent de quatorze France ; le pays comprend huit « fuseaux horaires » ; un habitant de Philadelphie est à peine plus loin de Lisbonne, kilométriquement, que de ses compatriotes de San-Francisco. Plusieurs Etats sont aussi vastes que les grands pays d'Europe ; le Texas, avec ses 689 000 km², et la Californie, avec ses 410 000 km², encadrent les 551 000 km² de la France.

Les distances intérieures sont asiatiques, voire « planétaires » : 2 000 km du nord au sud, soit la distance d'Oslo à Florence ; 5 000 km d'est en ouest, soit la distance de Lisbonne à la mer Caspienne. D'un bord à l'autre des Montagnes Rocheuses, il y a aussi loin que de Dunkerque à Barcelone. Sur 2 000 km, la frontière canadienne est représentée, non par un obstacle naturel ou par un tracé arbitraire, comme les frontières de l'Ancien Monde, mais par un *parallèle* de la Terre : c'est le sextant qui sépare les peuples !

L'exploitation « dynamique » d'un continent

Ce qui est réellement admirable dans la destinée des Etats-Unis d'Amérique, c'est qu'à ce continent de proportions inhumaines les hommes se sont adaptés. De là des succès et des faiblesses également grandioses, une « aventure » culturelle sans analogue dans l'histoire de la civilisation.

Ces hommes, à l'origine, ce furent les pionniers héroïques du *May-Flower*, qui ne cherchaient au delà des mers que la

liberté de conscience, les colonisateurs français de la Louisiane et de la vallée du Mississipi ; puis vint l'immigration massive du XIX^e siècle, Irlandais, Anglais, Allemands, Italiens, que les Américains ont aujourd'hui fortement contingentée.

Dans ces éléments, il y avait assurément *better and worse*, du meilleur et du pire ; mais ils présentaient un caractère commun : l'énergie, exaltée par le déracinement, une ardeur au travail et un « ressort » extraordinaires.

tout pour bâtir les étages et on prend des marchandises à crédit pour commencer à travailler !

C'est par ces formules hardies que « Babbit », l'homme d'affaires moyen des Etats-Unis, a construit une œuvre gigantesque. Mais ne nous y trompons pas, ce sont là des formules *dynamiques*, qui conviennent aux villes champignons, aux territoires vierges, à l'expansion indéfinie vers l'« Ouest » prestigieux. Aujourd'hui, ces

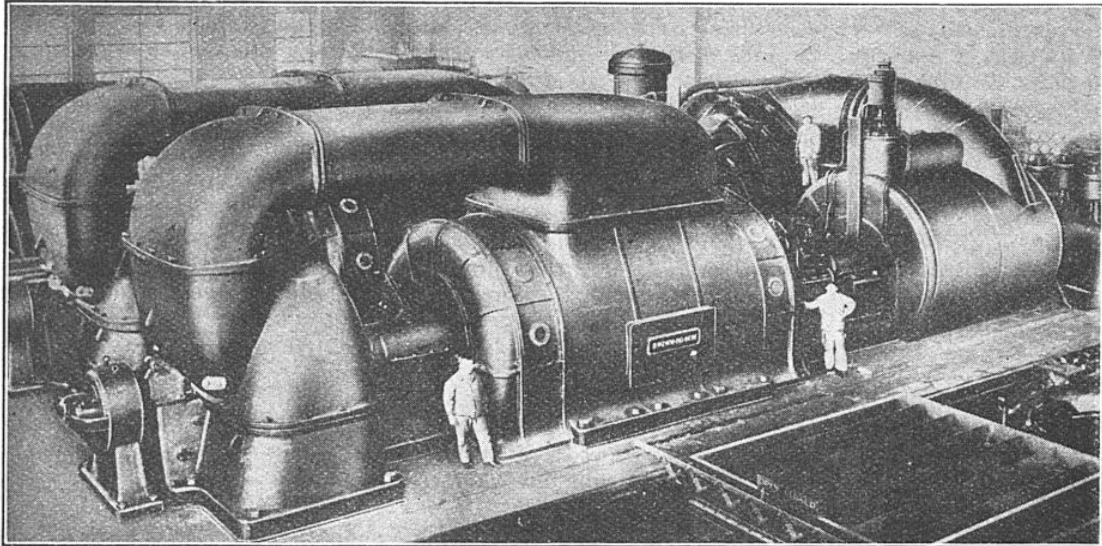


FIG. 1. — GROUPE TURBO-ALTERNATEUR DE 160 000 kW EN SERVICE A LA CENTRALE DE HELL GATE DE LA COMPAGNIE EDISON, A NEW YORK

Ce groupe est dit à deux lignes d'arbres parallèles. Sur la première ligne, au premier plan, de droite à gauche : la turbine haute pression accouplée à un alternateur de 75 000 kW dont on voit le ventilateur de refroidissement à gauche. Sur la deuxième ligne, parallèle à la première, on aperçoit à droite la turbine basse pression qui reçoit la vapeur provenant de l'échappement de la turbine haute pression. Elle est accouplée à un alternateur de 85 000 kW.

Jules Huret, visitant les aciéries de la *Bethleem Steel*, s'étonna de voir un ouvrier qui courait pour aller chercher un marteau.

— C'est le rythme du pays, lui dit son guide. Quand un travailleur arrive d'Irlande, il *marche* pendant six mois, mais ensuite il *court* comme les autres.

De là la diffusion de ces méthodes de « taylorisation » et de « travail à la chaîne », dont le développement est incomparablement plus grand que de ce côté de l'Atlantique ; de là aussi des méthodes de crédit qui renversent toutes les idées européennes. Un économiste a pu dire, forçant à peine la note :

— On emprunte pour acheter un terrain, on hypothèque ce terrain pour bâtir le rez-de-chaussée d'une usine, on hypothèque le

périodes sont révolues ; l'Amérique commence à trouver ses limites, et c'est l'origine d'une crise de croissance que la politique gouvernementale de « grands travaux » s'efforce précisément de pallier.

Gaspillage et vieillissement prématuré ?

Que l'on me permette un souvenir personnel. Durant la guerre, une commission d'ingénieurs électriciens fut envoyée aux Etats-Unis pour étudier les réseaux à très haute tension.

— Demandez donc à ces gens-là, dit un technicien français, comment ils font pour conserver des isolateurs à plus de 200 000 volts, alors que les nôtres « claquent ».

Rencontrant six mois plus tard l'un de ces

ingénieurs, je lui posai à mon tour la question. Il éclata de rire.

— Ils claquent, mon cher ! Les isolateurs américains claquent comme les vôtres ; seulement, comme ils sont pour rien, *on les remplace !*

On peut, sans cruauté, généraliser quelque peu l'apologue. La hardiesse industrielle américaine a un revers, qui est le *gaspillage* ; elle ne prend tout son sens que dans

22 % du plomb, 29 % du zinc, 29 % des phosphates, 77 % du soufre, 22 % de l'argent, 13 % de l'or, 41 % du coton, 52 % du maïs, 23 % du tabac, 21 % de la pâte à papier et 41 % de l'électricité. Ils ne sont « insuffisants » que pour de rares produits : riz, laine, aluminium, et la carence n'est totale que pour des produits plus rares encore, tels que le thé, le cacao, le platine et surtout le caoutchouc ; on sait au surplus

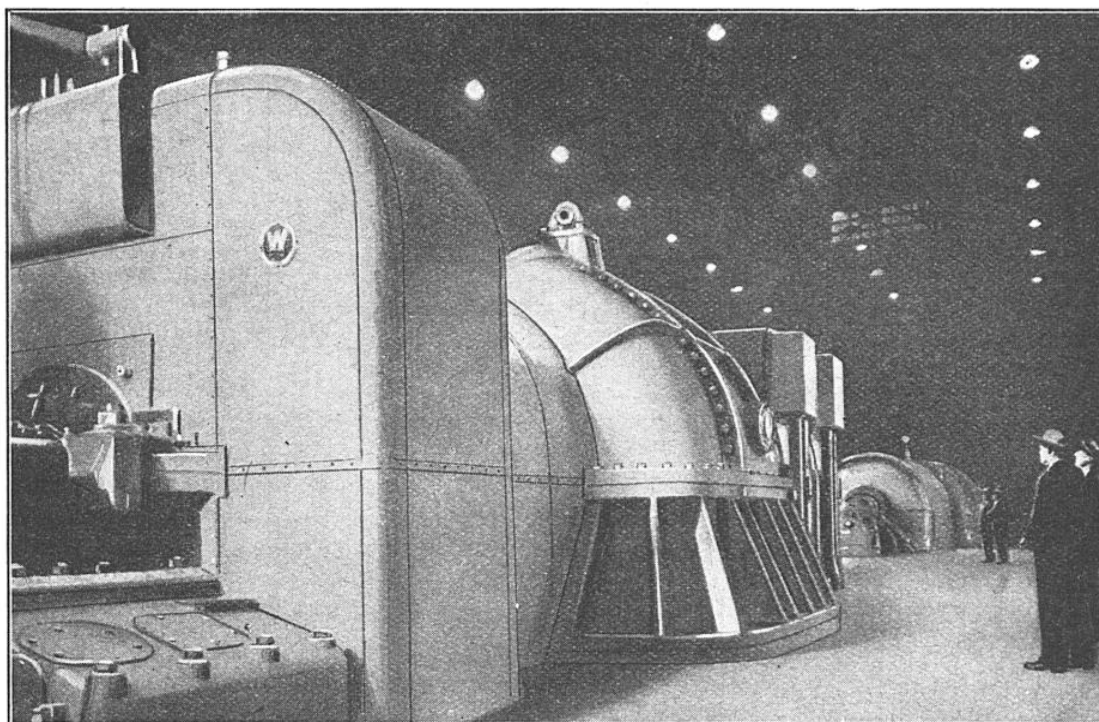


FIG. 2. — LE PLUS PUISSANT ALTERNATEUR REFROIDI PAR L'HYDROGÈNE (75 000 kW)
La technique du refroidissement par l'hydrogène est relativement récente. L'atmosphère d'hydrogène possède une grande conductibilité thermique, ce qui permet d'obtenir un refroidissement plus rapide de l'alternateur et, par conséquent, de le « pousser » beaucoup plus.

un pays d'une richesse fabuleuse, où les métaux, le charbon, le coton, le bois, l'électricité, le papier sont également « pour rien » et où le problème du carburateur économique ne se pose même pas.

— Ici, dit André Siegfried, l'imagination se lasse plus tôt de concevoir que la nature de donner.

Avec 5,7 % des territoires émergés du monde et 6,1 % de la population mondiale (127 millions d'habitants sur 2 077 millions en 1934), les Etats-Unis ont produit en 1935 : 33 % du charbon, 59,6 % du pétrole, 29 % de la fonte, 35 % de l'acier, 24,7 % du cuivre, 88 % du gaz naturel,

les efforts de Ford, pour ne nommer que lui, en vue de constituer des plantations d'hévéas dans les pays producteurs.

La situation est donc inverse de celle de l'Allemagne, pays « autarcique » et pauvre en matières premières, où l'industrie des *ersatz* a pris un développement excessif. Il s'en faut cependant que ces ressources abondantes soient inépuisables ; les limites sont actuellement sensibles dans le domaine agricole et minier.

L'agriculture américaine a été victime d'exploitants inconsidérés, qu'on appelle là-bas « mineurs de terre » et qui ont épuisé les champs en vue d'un profit immédiat, sans

se préoccuper du lendemain. Le résultat ne s'est pas fait attendre ; non seulement la terre a perdu ses vertus, comme dans tels champs surmenés de la vieille Europe, mais une *érosion* interne, activée par des tem-

sont « jeunes », comme celles des nitrates, de la potasse, du soufre ; d'autres sont moins jeunes, telle la production du fer et du charbon, tandis que les industries du pétrole et du cuivre donnent des signes d'« usure ».

Le centre de gravité de certaines industries : pétrole, minéral de fer, gaz naturel, tend à se déplacer géographiquement, ce qui trahit l'épuisement des territoires à richesse maxima. D'autres réclament du Congrès une protection douanière, attestant ainsi, selon la pittoresque expression d'un économiste, une « mauvaise conscience » de leurs prix de revient !

L'industrie américaine collabore généreusement aux progrès de la science

M. Boveri, le grand industriel suisse, a publié les résultats d'un voyage d'informations techniques aux Etats-Unis qui illustrent de façon concrète les méthodes du Nouveau Monde. « Centree » principalement sur l'électricité, qui est une *industrie-clef*, cette enquête illustre les méthodes de recherches américaines et montre comment l'industrie concourt au progrès de la science.

En considérant l'« esprit » de l'électrotechnique américaine, on constate tout d'abord que les Américains sont demeurés « les maîtres incontestés de la fabrication en grande série, conçue avec le maximum de raffinements ». L'énorme capital investi dans ces fabrications joue un rôle essentiel ;

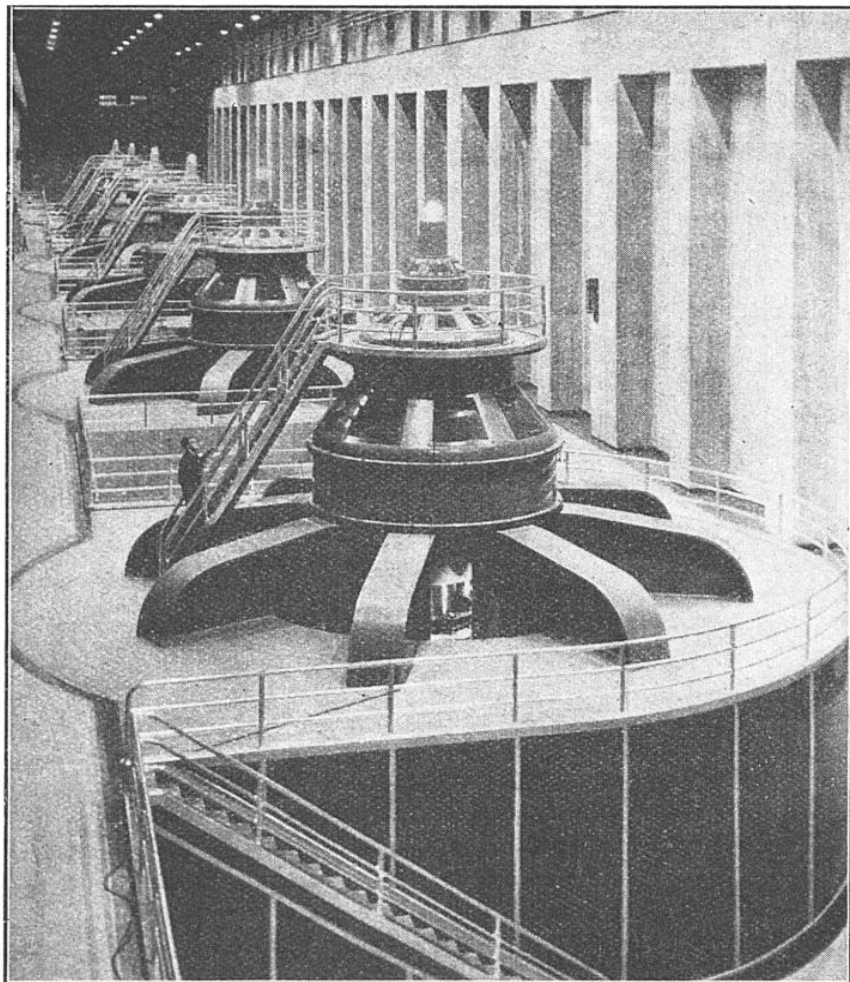


FIG. 3. — INTÉRIEUR DE L'USINE DU BARRAGE DE « BOULDER »

Chacun de ces six alternateurs a une puissance de 82 500 kW. Le rotor a 12 m de diamètre, s'élève à 9 m au-dessus du plancher de l'usine, et pèse 900 t. La puissance totale des usines de Boulder sera de 1 317 500 kW. Cette puissance sera utilisée par les villes de San Francisco et de Pasadena, et par des installations de pompage des eaux du Colorado pour l'irrigation.

pêtes de sable, ronge parfois le sol jusqu'au rocher. Nombreux sont les terrains dont le rendement a baissé de moitié... et l'« industriel agricole » américain se trouve amené à des méthodes de culture et de fertilisation par les engrais chimiques point très différentes des nôtres.

Parmi les industries minières, certaines

il n'est du reste pas certain que ces investissements soient toujours justifiés, puisque dans l'été de 1938 le rendement des installations n'atteignait guère que 20 %, parfois même 10 % de leurs possibilités.

Un problème qui intéresse tous les industriels est celui du *progrès technique* dans ses rapports avec la vente. Jusqu'à quel point faut-il se hâter d'appliquer en grande série les perfectionnements fournis par le laboratoire de recherches ? Il est certain que l'industriel qui va le plus loin dans cette direction s'assure une avance momentanée sur ses concurrents, tout en rendant service à la collectivité ; mais, en cas d'erreur dans son anticipation, il est victime d'une perte sèche parfois considérable.

Les Américains semblent beaucoup plus prudents, à ce point de vue, que les chefs d'industrie européens ; une vente qui marche bien est pour eux quelque chose de sacré, qu'il ne faut pas compromettre par des initiatives inconsidérées.

Un exemple frappant est celui des *mutateurs* à vapeur de mercure, les Américains ayant tout simplement mis de côté les brevets essentiels afin de continuer leurs fabrications !

En revanche, les grandes entreprises s'occupent elles-mêmes de recherche dans une proportion inconnue aux entreprises européennes. On entend là-bas par recherche plutôt la prospection de domaines techniques nouveaux et exploitables que la solution de problèmes pratiques déterminés.

A Pittsburg, Westinghouse a construit un dispositif de désintégration des atomes comportant un générateur à courroie fonctionnant dans une cloche de 10 m de hauteur emplie d'air comprimé à 8 atmosphères. Pour l'instant, il n'existe encore aucun rapport entre ces essais et des possibilités d'exploitation commerciale. Si l'électrotechnique américaine est conservatrice au point de vue du développement de nouveaux produits, elle n'hésite donc pas à consacrer des sommes importantes aux progrès les plus généraux de la science.

Passons en revue quelques-unes des innovations de l'Amérique dans le domaine qui est à la base de notre civilisation mécanique : la production et l'utilisation de l'énergie.

Centrales à vapeur de mercure

Dans la construction des centrales électriques, les pressions de vapeur adoptées sont extrêmement élevées ; le chiffre de 200 atmosphères n'est pas exceptionnel, ce que les techniciens européens estiment exagéré.

Les chaudières à vapeur de mercure (1) répondent précisément au désir des ingénieurs de disposer d'une température initiale élevée, condition d'un rendement thermody-

namique satisfaisant, avec des pressions faibles : 8,5 atmosphères, par exemple, pour 480°. Néanmoins, ces installations ne semblent pas encore d'un fonctionnement absolument sûr ; d'autre part, le mercure nécessaire représente un capital énorme, atteignant plu-

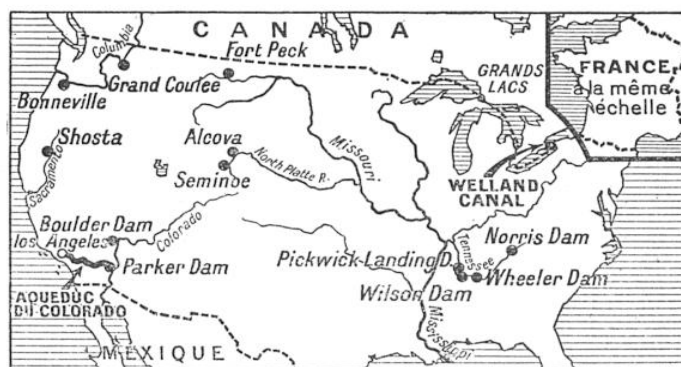


FIG. 4. — CARTE DES ÉTATS-UNIS MONTRANT LES EMLACEMENTS DES PRINCIPAUX BARRAGES RÉCEMMENT CONSTRUITS OU EN CONSTRUCTION

sieurs dizaines de millions de francs pour un groupe de 20 000 kW.

A titre d'exemple, voici les caractéristiques de la centrale à vapeur de mercure de Hearnby. La pression au bouilleur est de 9,75 atmosphères absolues et la température d'ébullition de 514° ; la quantité de mercure immobilisée est de 106 t, mais la vaporisation est de 952 t à l'heure, la circulation totale du mercure s'effectuant environ en 8 minutes. La puissance de la turbine à vapeur de mercure est de 20 000 kW ; l'échappement se fait sous vide, à la température de 245° ; cette température encore élevée est mise à profit pour vaporiser de l'eau ; la vapeur, produite sous 26 atmosphères et surchauffée à 405°, est envoyée dans une turbine de 6 000 kW ; enfin, la vapeur d'échappement de cette dernière est utilisée pour le chauffage. Les gaz sortant de la cheminée sont à 170° seulement. On estime que l'économie procurée par l'emploi du mercure est de l'ordre de 33 %.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 163.

Les sociétés de distribution ont longtemps fait campagne contre la diffusion du moteur Diesel, dont elles redoutaient la concurrence pour la force motrice. Elles l'emploient actuellement pour les centrales écartées et les groupes de secours.

La plus grande centrale à Diesel des Etats-Unis est celle de Vernon, en Cali-

atmosphère d'hydrogène pour le refroidissement des turbo-alternateurs.

L'hydrogène, on le sait, possède une excellente conductibilité thermique, ce qui ne saurait surprendre, étant donné que c'est « un métal gazeux » ; de plus, il est essentiellement « réducteur », en sorte qu'il s'oppose aux oxydations des métaux et des hui-

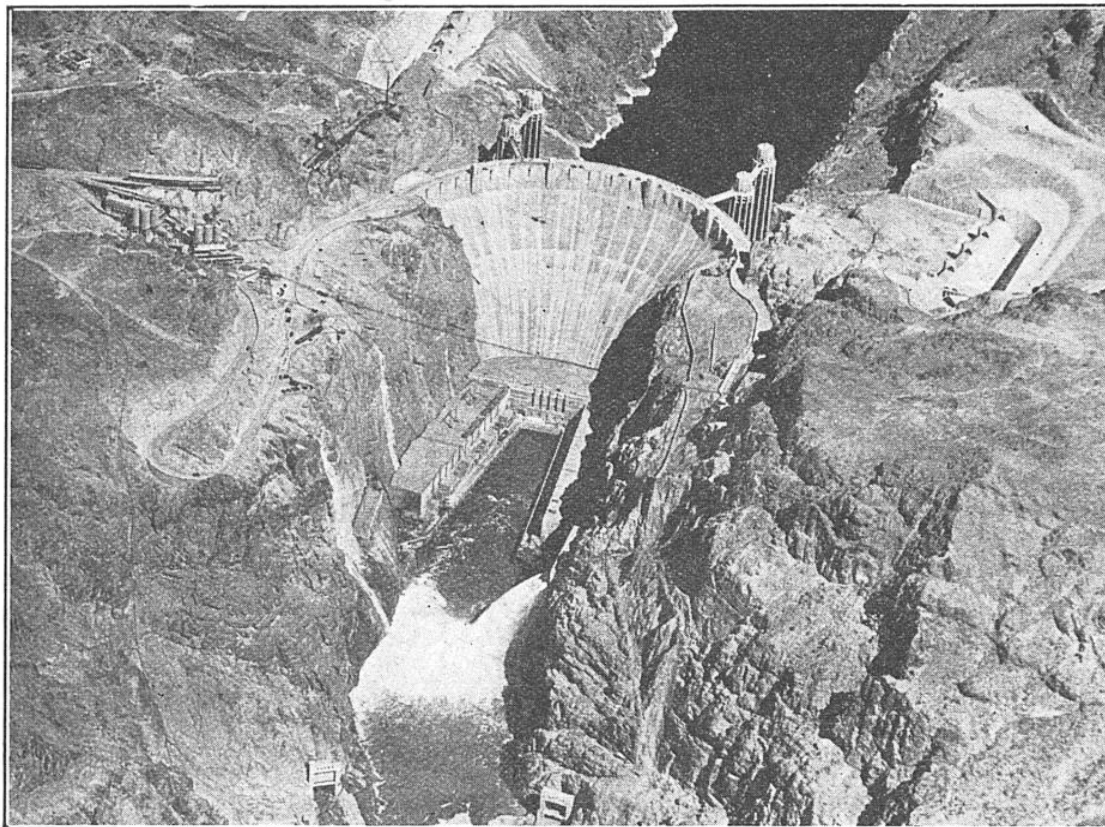


FIG. 5. — LE « BOULDER DAM », BARRAGE RÉGULATEUR DU COLORADO

La hauteur de ce barrage, dont on admirera les proportions harmonieuses, est de 222 m, sa longueur de crête, de 360 m. Il n'a pas fallu utiliser moins de 2,4 millions de m³ de béton pour le construire. Les usines hydroélectriques du Boulder Dam fourniront annuellement 5,9 milliards de kWh, ce qui représente un quart environ des besoins de la France. Enfin, il a provoqué la formation d'un lac d'une superficie de 593 km², supérieure à la superficie du lac Léman. Ce formidable réservoir aura pour effet de régulariser le régime du Colorado qui est sujet à des crues terribles suivies d'étiages extrêmement bas.

fornie ; elle comporte 5 moteurs de 7 000 ch effectifs à deux temps, pistons à double effet, à marche très lente : 167 tours/mn. L'un de ces moteurs a atteint le rendement thermodynamique de 25 %, avec 168 g de combustible au ch.h.

Alternateurs dans l'hydrogène

Dans le domaine des machines électriques rotatives, il convient de souligner l'utilisation de plus en plus fréquente d'une

les, ainsi qu'à l'altération des isolants. Le fait qu'il est combustible est, d'autre part, sans inconvénient, à la condition qu'on l'utilise dans une enceinte fermée et sans la moindre trace d'air.

Nous possédons en France des machines rotatives tournant dans l'hydrogène ; mais il s'agit généralement de gros compensateurs de phases branchés sur un réseau à courant alternatif en vue d'améliorer le facteur de puissance. Or, ces compensateurs sont

de simples moteurs synchrones surexcités qui tournent à *vide*, sans aucune liaison mécanique extérieure ; les problèmes d'*étanchéité* ne se posent donc pas.

Ces problèmes deviennent, au contraire, très délicats avec les alternateurs, qui doivent nécessairement posséder un arbre traversant la paroi du carter à hydrogène. Ce gaz à faible densité possède la propriété de filtrer rapidement à travers les garnitures poreuses et par la moindre fuite. Des joints spéciaux de passage d'arbre ont néanmoins pu être établis ; le système a donné satisfaction, mais ne semble justifié que pour des puissances dépassant 50 000 kW.

Il est paradoxal de constater que dans le domaine des *disjoncteurs* et interrupteurs à *haute tension*, les Américains sont nettement retardataires. Ils restent presque partout fidèles aux classiques appareils à cuve d'huile, qui atteignent des proportions énormes ; les disjoncteurs à *air comprimé*, pour le soufflage de l'arc de rupture, sont presque inconnus chez eux : ils pourront donc adopter par la suite les disjoncteurs sans huile ou à très petite charge d'huile sans passer, comme nous, par le stade intermédiaire. Des essais méthodiques sur les chambres d'extinction et les *grilles de désionisation* ont permis d'autre part des déclenchements d'une puissance de 2 millions de volts-ampères sous 200 000 volts.

Le « *dispatching* » des réseaux d'électricité est très développé, principalement pour l'alimentation des chemins de fer. Le poste central de contrôle d'alimentation du Métropolitain de New York « mesure » et *couple* 55 sous-stations automatiques. De même, le « Pennsylvania Railroad » commande de Harrisburg toutes les sous-stations jusque dans la région de Washington et de Philadelphie.

La vieille idée de Thury sur le transport d'énergie par courant continu à intensité constante et tension élevée a été reprise par la « General Electric Co », qui a construit une ligne d'essai avec mutateurs à grille fonctionnant sous 30 000 volts. Des transports à très grande distance présenteraient un intérêt indéniable aux Etats-Unis, un décalage de huit heures dans les fuseaux horaires permettant une compensation partielle des consommations.

Les « Grands Travaux » du président Roosevelt

Jusqu'à l'arrivée du président Roosevelt à la Maison Blanche, la doctrine économique

américaine avait été un libéralisme absolu, dont les conséquences étaient quelque peu surprenantes pour des Européens (1).

C'est ainsi que des services publics essentiels, tels que les chemins de fer, s'étaient développés librement, au point que la concurrence de plusieurs lignes parallèles est devenue fréquente. Cette concurrence introduit parfois dans les relations avec la clientèle, une part de « bluff » qui est assez amusante. Tel est le cas du service de dépannage des compagnies de distribution d'électricité. Des centraux téléphoniques spéciaux sont chargés de répondre immédiatement à toute demande des clients, qu'il s'agisse d'un manque de tension, d'une panne d'aspirateur, de frigorifique ou de fer à repasser !

Dans la grosse industrie et notamment dans l'électricité, des *cartels pyramidaux* avaient été constitués et certains financiers avaient réalisé des bénéfices dépassant toute limite ; il existe en Amérique des hommes qui, dans la brève carrière d'une vie humaine, ont amassé des fortunes se chiffrant par *milliards de dollars*.

La crise de 1929, avant toute intervention gouvernementale, avait suffi pour provoquer l'écroulement des « pyramides » les plus vulnérables, mais l'Etat fédéral se trouvait dépourvu de cette *doctrine du contrôle public* qui s'est lentement élaborée en France depuis un siècle.

Dans l'impossibilité de mettre sur pied à la hâte l'édifice législatif nécessaire — que le Congrès lui eût peut-être du reste refusé — le gouvernement américain estima qu'il ne pouvait mieux faire que de devenir lui-même industriel afin de concurrencer les industries privées.

Près de 200 *milliards* de nos francs actuels ont été consacrés, d'une part, à la *mise en valeur du pays* : défrichement, reboisement, crédit agricole, amélioration administrative, d'autre part, aux *grands travaux* (2). Dans cette dernière catégorie, 150 milliards environ ont été consacrés à l'amélioration des *moyens de transport* (rues, routes, ponts, voies ferrées, voies navigables, aviation, constructions navales), à la production de l'*énergie électrique* par usines thermiques et hydrauliques, à l'amélioration du *logement* et de l'*hygiène* (maisons, adductions d'eau, assainissement), enfin, à des constructions diverses d'intérêt public, telles que des universités, des écoles et des bâtiments administratifs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 3.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 239.

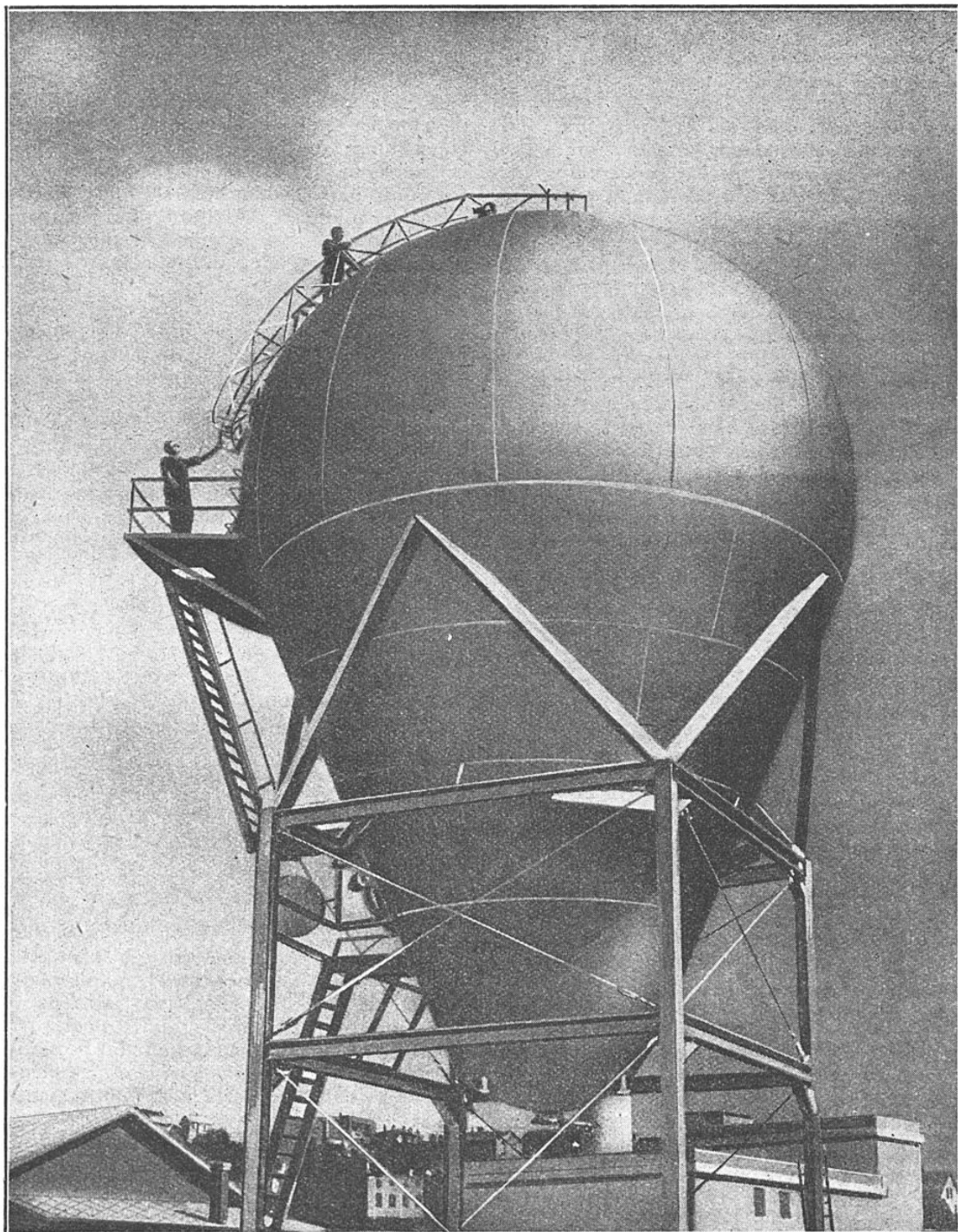


FIG. 6. — LE GRAND GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE DES LABORATOIRES « WESTINGHOUSE » EST ENFERMÉ DANS UNE ENCEINTE MÉTALLIQUE ÉTANCHE EN FORME DE POIRE, MESURANT 9 M DE DIAMÈTRE ET 14 M DE HAUT. CETTE ENCEINTE PEUT SUPPORTER UNE PRESSION INTÉRIEURE DE L'ORDRE DE 8 KG/CM². DANS CES CONDITIONS, LA TENSION ENTRE LA SPHÈRE CENTRALE (ICI INVISIBLE) ET LA TERRE PEUT ATTEINDRE 5 MILLIONS DE VOLTS (VOIR PAGE 460)

Voici les grandes usines hydroélectriques

Dans cet ensemble, les travaux d'aménagement de la puissance hydraulique et d'adduction d'eau sont parmi les plus caractéristiques ; ils représentent une tranche de 40 milliards. Nous allons les « survoler » rapidement ; il serait au surplus illogique de séparer les grands ouvrages canadiens, qui intéressent le réseau lacustre des Etats-Unis et ont été équipés avec du matériel de ce pays.

Le fleuve Saint-Laurent est ouvert à la navigation maritime jusqu'à Montréal, mais il forme entre cette ville et le lac Ontario une série de rapides que peuvent seuls franchir les bateaux de navigation intérieure. L'aménagement complet de la nouvelle usine de *Beauharnais* résoudra le problème de la navigation maritime sur le tronçon compris entre le lac Saint-François et le lac Saint-Louis ; il restera à poursuivre les travaux entre le lac Saint-François et le lac Ontario.

Dans la région de *Beauharnais*, la navigation empruntera le canal d'amenée de l'usine, comportant un chenal navigable de 8 m 20 de profondeur. Le canal sera 5 fois plus large et 4 fois plus long que le canal de Kembs ; il donnera passage à 2 650 m³ par seconde. L'usine n'est pas moins imposante, avec son hall des machines long de 1 km, ses 14 groupes générateurs totalisant 560 000 kVA ; 8 groupes sont déjà en fonctionnement, sous une charge d'eau de 25 m.

Comme les chutes du Niagara constituent une richesse touristique considérable, les Etats-Unis et le Canada se sont entendus pour ne plus augmenter le débit dérivé. La puissance de l'usine de *Queenstown-Chippewa* est de 430 000 kVA, celle de l'usine de *Schoelkopf* de 400 000 kW, avec des turbines de 70 000 ch entraînant des alternateurs de 65 000 kW.

A *Glasgow*, petite ville de l'Etat de *Montana*, peu éloignée de la frontière canadienne, est en construction le colossal barrage de *Fort-Peck*, qui doit intercepter un secteur du bassin du *Missouri* égal au tiers de la France ; la retenue d'eau sera de 23 milliards de m³ alors que les retenues européennes se chiffrent au maximum par centaines de millions. Le barrage est en terre ; sa construction occupe actuellement 10 000 personnes, qui resteront en majorité sur place pour coloniser le pays, irrigué par le barrage. Il est remarquable que les travaux sont dirigés par les « ingénieurs militaires »

du gouvernement, dont le recrutement n'est nullement comparable à celui de nos ingénieurs des Ponts et Chaussées, mais qui s'apparentent à notre génie.

A titre d'indication, le barrage de *Fort-Peck* permettra de relever de 700 m³ par seconde le débit d'étiage du *Missouri* : les ingénieurs français seraient fort satisfaits si une meilleure utilisation de la réserve naturelle du lac *Léman* permettait de relever seulement de 100 m³ par seconde l'étiage du *Rhône* !

Deux « titans » :

Boulder Dam et Grand-Coulée

Arrivons à deux ouvrages colossaux inégalement connus en France : *Boulder Dam* et *Grand-Coulée* ; si le premier a été abondamment commenté par la presse, peu de nos compatriotes savent que les travaux de *Grand-Coulée* représentent un cubage de béton supérieur à celui de *Boulder Dam* et que la production d'électricité correspondante suffirait aux besoins de la moitié de la France.

Le barrage de *Grand-Coulée* se trouve dans l'Etat de *Washington*, qui constitue l'angle nord-ouest des Etats-Unis sur la côte du Pacifique. Son prix global est évalué à 11 milliards de francs. Les eaux du barrage destinées à l'irrigation devront être tout d'abord refoulées par des pompes électriques à 85 m de hauteur, la puissance requise étant de 660 000 ch. La surface irriguée sera de 480 000 ha, que l'on divisera en 30 000 fermes ; 30 000 familles pourront ainsi être établies sur ces terrains actuellement désertiques, mais dont la fertilité future ne fait actuellement aucun doute.

Une mention honorable doit être décernée à la municipalité de la ville de *Seattle*, sur la côte du Pacifique, pour la publicité spectaculaire qu'elle fait autour de ses usines et de son barrage, sur la *Skagil-River*. Des voyages de week-end, comportant une nuit dans des dortoirs simples et confortables, sont fort appréciés du public ; des postes de radio donnent des concerts et des informations ; le soir, le barrage et les cascades sont illuminés !

Le célèbre barrage de *Boulder Dam* a été traité avec un souci du grandiose auquel il faut rendre hommage : n'oublions pas que ces ouvrages d'art sont probablement ce que notre civilisation laissera de plus matériellement durable sur terre. Rappelons que ce barrage, commencé il y a une dizaine d'années dans le but de régulariser le régime torrentiel du fleuve *Colorado*, doit fournir

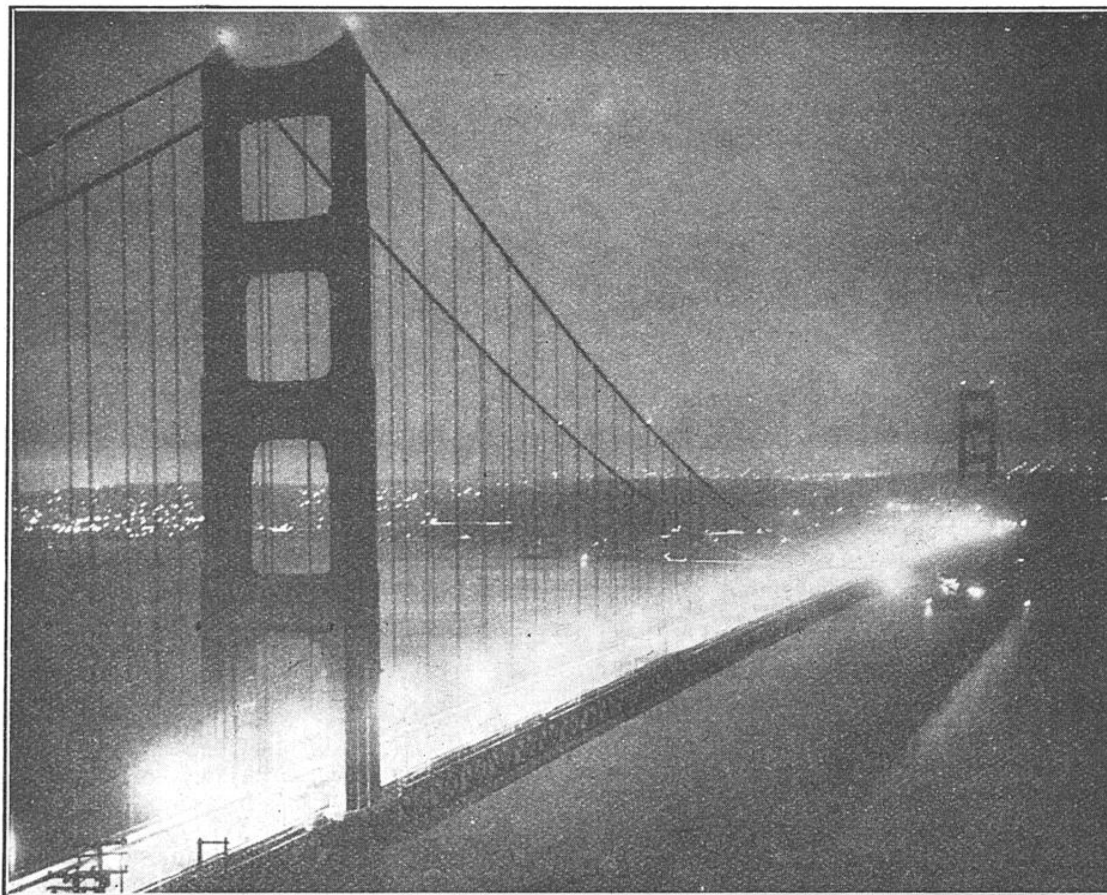


FIG. 7. — LE PONT DE « GOLDEN GATE » OU PONT DE LA PORTE D'OR A SAN FRANCISCO

Lancé au-dessus du goulet qui ferme la baie de San Francisco, c'est le plus grand pont suspendu du monde. Sa portée est de 1 380 m. Les deux maîtres-câbles qui le supportent sont tenus par deux pylônes de béton armé de 225 m de hauteur. La nuit, il est éclairé par de puissantes lampes à vapeur de sodium.

l'eau nécessaire non seulement à l'irrigation, mais à l'alimentation de plusieurs villes, telles que Los Angeles, située à 400 km. L'usine hydroélectrique a la forme d'un fer à cheval tourné vers l'amont ; la partie centrale, construite sur le barrage, contient les ateliers et les salles de contrôle, tandis que les groupes générateurs sont répartis dans les deux ailes. L'aile Nevada abritera 8 groupes de 82 500 kW, et l'aile Arizona 7 groupes de 82 500 kW plus 2 groupes de 40 000 kW, la puissance totale atteignant 1 317 500 kW.

Un premier ensemble de 4 groupes alimente les villes de Los Angeles, Burbank, Glendale et Pasadena ; un deuxième ensemble de 4 groupes alimente la Southern California Edison Company, tandis qu'un troisième alimente les installations de pompage du Metropolitan Water District of

Southern California. Les deux groupes de 40 000 kW fourniront aux besoins de la « Southern Sierras Power Company » et les trois derniers groupes alimenteront les Etats de Nevada et d'Arizona.

Le barrage de Boulder Dam n'est pas encore terminé que l'on annonce la construction d'un barrage encore plus haut, celui de Shosta Dam, sur le cours supérieur du Sacramento, également en Californie ; sa hauteur sera de 170 m, le cubage du béton absorbé atteindra 4 120 000 m³. L'eau emmagasinée sera utilisée pour « adoucir » la San-Joaquin Valley, territoire de basse altitude où se produisent des infiltrations salées provenant de la baie de San-Francisco.

Qu'est-ce que la T. V. A. ?

La T. V. A., abréviation familière de *Tennessee Valley Authority*, désigne une expé-

rience économique et sociale d'une portée considérable faite par les Etats-Unis (1).

Par les problèmes très particuliers qu'il s'agit de résoudre et par l'ampleur des moyens mis en œuvre, la T. V. A. est spécifiquement américaine. La vallée de la Tennessee, territoire aussi étendu que l'Angleterre, offre, en effet, un tableau complet des ressources et des faiblesses des Etats-Unis, depuis l'érosion catastrophique des terres emportées par le ruissellement, jusqu'aux immenses ressources potentielles des plaines irrigables.

Le programme général de la T. V. A. correspond aux idées ci-après : aménagement en vue de la navigation, protection contre les crues, utilisation de l'énergie hydraulique, distribution au plus bas prix possible de l'électricité produite, reboisement, protection du sol contre l'érosion par tous les moyens techniques, notamment les planta-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 3.

tions, les digues, les clayonnages ; exploitation des richesses minérales, amélioration du rendement des terres par l'emploi d'engrais... et même développement des *industries domestiques* !

La région du Tennessee nourrit actuellement une population de 6 millions d'habitants, qui seront les heureux « cobayes » de l'expérience. Le but de la T. V. A. est, en effet, incontestablement généreux, puisqu'il s'agit d'augmenter le « standard de vie » et l'utilisation des richesses naturelles selon les derniers perfectionnements de la technique. Les détracteurs de la T. V. A. ne manquent pas, en revanche, de signaler l'anomalie morale et les dangers de cette concurrence formidable de l'Etat, aidé de crédits énormes prélevés sur les deniers publics et qui vient écraser des entreprises privées, déjà chargées d'impôts. Nous connaissons trop, en Europe, les périls sournois de l'étatisme pour ne pas considérer avec

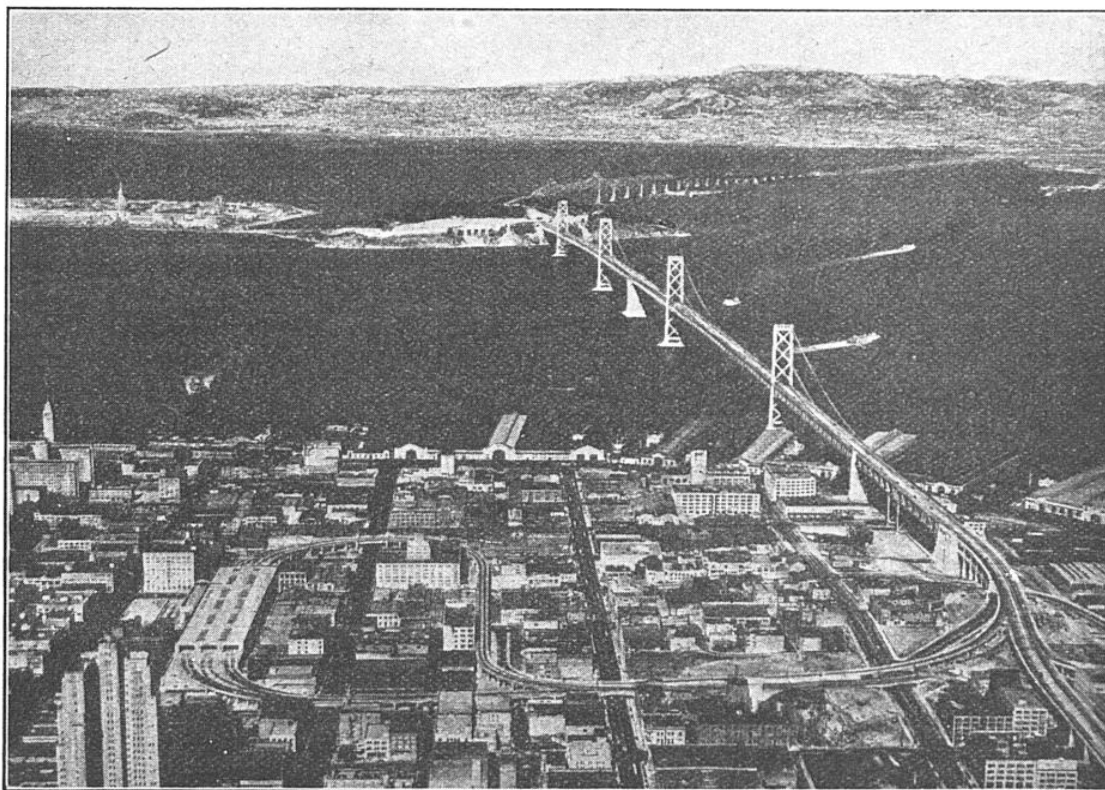


FIG. 8. — LE PONT SAN FRANCISCO-OAKLAND

Ce pont serait le plus long du monde (près de 7 km), s'il n'était interrompu sur une petite île au centre de la baie de San Francisco. Il est formé de plusieurs tronçons de construction différente dont certains sont surélevés pour laisser le passage aux navires. L'importance du trafic qui traverse ce pont a justifié les énormes dépenses (80 millions de dollars) engagées pour sa construction. Les édifices que l'on aperçoit dans l'île, à gauche de la photographie, sont ceux de l'Exposition de San Francisco.

un intérêt perplexe la carrière de la T. V. A.

Actuellement, les principaux ouvrages achevés ou en cours sur la Tennessee sont le *Wilson Dam*, long de 1 400 m, équipé pour une puissance électrique de 260 000 ch, qui pourra être portée à 612 000 ; le *Joe Wheeler Dam*, long de 1 900 m, qui a déterminé la formation d'un lac artificiel long de 140 km et qui pourra fournir 375 000 ch ; le *Pickwick Landing Dam* mesurera 2 300 m ; deux autres barrages, longs respectivement de 1 200 m et 1 700 m, sont en construction à Guntersville (Alabama) et à Chattanooga (Tennessee).

Outre ces différents ouvrages, dont le

caractère de gigantisme des cantilevers.

En Allemagne, une prédilection incontestable pour la grandeur a conduit à des conceptions lourdes que désigne pour nous le mot « kolossal ».

Sans être exempts de fautes de goût ni d'une imagination parfois un peu courte, les ingénieurs américains ont su tirer un parti magnifique des proportions de leurs ouvrages et notamment de leurs ponts suspendus. « Tirant d'air », largeur de la travée médiane, équilibre constructif de cette travée médiane et des accès, grâce de la parabole principale, équilibre des pylônes, tout concourt, en général, à la beauté de l'œuvre..

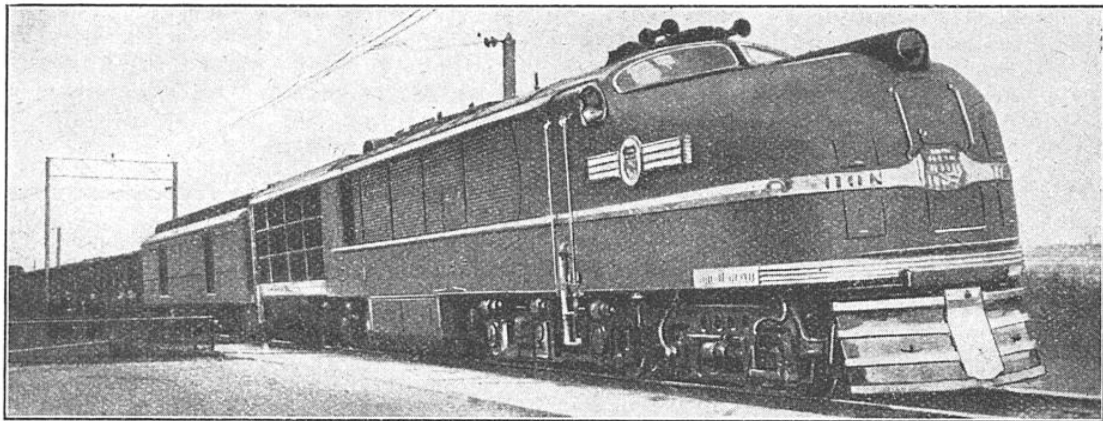


FIG. 9. — LOCOMOTIVE A TURBINES ET A TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE 5 000 CH

Cette locomotive, d'une longueur de 27 m, d'un poids total de 241 t, est capable d'atteindre la vitesse de 200 km/h. C'est la première locomotive de ce type. Des turbines à vapeur actionnent un générateur qui fournit le courant à des moteurs appliqués aux essieux. Le rendement thermique de cette installation est sensiblement double de celui d'une locomotive ordinaire.

prix unitaire s'échelonne jusqu'à près d'un milliard de francs, un gigantesque barrage, le *Norris Dam*, a été construit sur la Clinch River ; son coût total est d'environ 1 300 millions de francs. Sa hauteur est de 80 m ; la puissance des turbines est de 120 000 ch et la longueur des rives du lac de retenue atteindra près de 1 500 km.

Les ponts suspendus géants

Cet aperçu du « grandiose » américain serait incomplet si nous passions sous silence cet exemplaire unique d'architecture qui est le *pont suspendu géant* « made in U. S. A. ».

Les Français, en fait de ponts, n'ont pas le goût de la grandeur pour elle-même ; ils lui préfèrent l'équilibre et la mesure. Un ouvrage comme le célèbre pont du Firth of-Forth, en Ecosse, choque nos habitudes françaises avec son parti pris de poutres verticales ininterrompues qui exagèrent le

Et n'allons pas croire que la réussite technique leur fut donnée du premier coup. Le fameux pont de Québec s'effondra deux fois dans le Saint-Laurent au cours de sa construction... tout comme le chœur aérien de notre cathédrale de Bourges.

Après le pont de l'Hudson, dont la travée principale mesure 1 km et dont les câbles paraboliques ont 1 m de diamètre, le record mondial est passé aujourd'hui au pont de Golden Gate, à San Francisco, avec 1 300 m de portée médiane... et ce n'est pas fini, puisqu'un ingénieur français, M. Fraissinet, évaluait à 5 000 m la limite de portée accessible, pour les ponts suspendus, avec les aciers actuels ! Il y a là, véritablement, des réalisations uniques au monde, où l'immensité s'allie à la force joyeuse et qui font mentir la parole du Premier Consul : « Triste comme la grandeur ».

PIERRE DEVAUX.

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE AMERICAINE EST SANS RIVALE DANS LE MONDE

Par Henri PETIT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS DE L'AUTOMOBILE

Un tiers environ des voitures vendues actuellement hors de l'Amérique du Nord sont d'origine américaine. Si l'on tient compte de l'ampleur du marché des Etats-Unis, on voit que l'industrie automobile américaine est de très loin la première du monde. Son succès tient à la fois aux conditions naturelles favorables (matières premières à bas prix, clientèle très étendue et à standard de vie élevé), aux méthodes commerciales des firmes (facilités de paiement), et aux méthodes de fabrication qui ont permis d'abaisser les prix de revient et de vente à un niveau extrêmement bas. L'industrie automobile américaine est caractérisée avant tout par la fabrication en très grandes séries (plusieurs centaines de mille) qui permet un amortissement et un renouvellement rapide de l'outillage, par la division du travail (travail à la chaîne) à l'intérieur d'une même usine, et par la spécialisation des entreprises fabriquant un nombre limité de modèles et même, pour certaines, un seul organe (moteur, carrosserie, embrayage, boîte de vitesses, etc.) livré à la fois à plusieurs constructeurs. Ceux-ci se bornent alors à assembler des pièces produites plus économiquement parce qu'en plus grande série. L'abaissement du prix de revient ainsi réalisé met vraiment l'automobile à la portée du plus grand nombre. En Europe, c'est la France et l'Angleterre qui comptent la densité automobile la plus élevée, avec une voiture pour 17 habitants environ, alors qu'aux Etats-Unis il y a en circulation une voiture pour 4 habitants.

L'INDUSTRIE de l'automobile occupe une place de premier plan aux Etats-Unis. Si l'on compare son chiffre d'affaires à celui des autres industries, on constate qu'elle vient au deuxième rang, immédiatement après l'industrie de l'acier et du fer. La valeur des produits manufacturés dans l'industrie de l'acier s'élevait, en 1937, à 3 milliards et demi de dollars (130 milliards de francs), tandis que l'industrie de l'automobile, non compris celle des motocyclettes, atteignait à peu près 3 milliards 100 millions (115 milliards de francs).

Elle vient donc, comme nous l'avons dit, au second rang, et se place, fait capital, avant même les industries de l'alimentation qui n'atteignent que 2 milliards 800 millions environ, et celle du raffinage du pétrole, avec ses 2 milliards 600 millions de dollars.

Si l'on considère les dix industries principales américaines, dont le chiffre d'affaires s'est élevé au total à un peu plus de 20 milliards de dollars en 1937, on constate que l'industrie automobile y entre pour 15 %.

Quant au chiffre total pour toutes les industries, au nombre de 351, il approche de 61 milliards de dollars (2 257 milliards de francs) : l'industrie automobile entre donc pour 5 % dans l'activité générale des Etats-Unis et même 10 % si l'on tient

compte de la fabrication des carrosseries et des pièces de rechange (plus de 2 milliards de dollars).

Pourquoi l'industrie automobile américaine est sans rivale dans le monde

On tente parfois d'expliquer l'énorme développement de l'automobile aux Etats-Unis par le chiffre de la population : cette seule donnée est cependant insuffisante. Si les Etats-Unis comptent en effet environ 120 millions d'habitants, la France en possède 40 millions : notre pays est mieux pourvu de routes que l'Amérique, et il semble, par suite, que l'automobile devrait y être relativement plus répandue qu'aux Etats-Unis.

Sans doute, avec une population triple et toutes choses égales d'ailleurs, on peut compter comme point de départ sur une production au moins triple. Chacun sait, d'autre part, qu'un objet, quel qu'il soit, est d'autant meilleur marché qu'il est fabriqué en un plus grand nombre d'exemplaires identiques ; le fait de disposer d'une clientèle trois fois plus nombreuse permet, évidemment, d'entreprendre des séries de fabrications beaucoup plus importantes et, par suite, d'arriver, pour le produit fini, à un prix plus bas : d'où possibilité de toucher

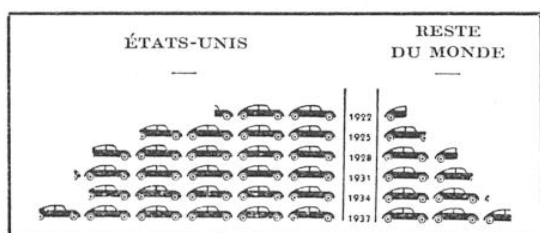


FIG. 1. — ACCROISSEMENT DE L'AUTOMOBILE DANS LE MONDE (D'APRÈS L'A. D. I. A.)

Chaque automobile dessinée représente 5 millions de véhicules enregistrés.

des couches d'acheteurs qui, dans un pays de population réduite comme le nôtre, ne peuvent songer à posséder une automobile. De ce point de vue, l'importance de la population des Etats-Unis joue un rôle certain quant à la diffusion de l'automobile, et son chiffre y entre en quelque sorte *au carré*. Mais il y a d'autres raisons au bas prix des voitures en Amérique.

Les Etats-Unis constituent, sans conteste, le pays du monde le plus riche en matières premières de toutes sortes : produits minéraux, produits agricoles abondent dans cette immense région et se trouvent souvent réunis dans des contrées privilégiées où, d'ailleurs, l'industrie n'a pas tardé à se développer. On peut donc, grâce à cette profusion de matières premières, qui engendre le bas prix, produire encore à meilleur marché.

L'achat d'une voiture automobile se fait donc en Amérique à un prix qui déjà, en valeur absolue, est moindre que dans tout autre pays du monde. Mais, si l'on considère non plus la valeur absolue, mais la valeur relative, cette conclusion se trouve encore renforcée. En France, un ouvrier gagne actuellement environ 10 f par heure ; un ouvrier américain se fait, dans les mêmes conditions, environ 1 dollar. Autrement dit, le dollar (qui vaut environ 37 f) équivaut pour l'ouvrier américain à la pièce de 10 f pour l'ouvrier français. Par conséquent, pour avoir une idée de ce que représente pour le travailleur américain le prix d'une voiture, il suffit de multiplier par 10 son prix en dollars : on arrive ainsi à des prix qui s'échelonnent entre 5 et 10 000 f, alors qu'en France nous n'avons pas actuellement de voiture qui coûte moins de 18 000 à 20 000 f. On s'explique ainsi pourquoi tout Américain, même de situation modeste, peut, un jour ou l'autre, envisager ou même effectuer l'achat d'une voiture.

Ajoutez à cela que l'entretien de la voiture est infiniment plus économique en Amé-

rique qu'en France. L'essence qui, autrefois, ne coûtait presque rien aux Etats-Unis, est, il est vrai, un peu plus chère maintenant, mais pas tellement plus. Voici, par exemple, quelques prix de l'essence entre 1919 et 1937, établis d'après une moyenne entre les prix relevés dans une cinquantaine des principales villes des Etats-Unis. En 1919, l'essence valait 25 cents le gallon (1) et n'était frappée que d'une taxe de 0,06 cent par gallon (autant dire rien). Son prix total ressortait à 25,50 cents environ.

Les taxes ont constamment et régulièrement augmenté depuis 1919 jusqu'en 1937, où elles ont atteint finalement 5,4 cents par gallon.

Mais, en même temps et parallèlement, le prix de l'essence baissait avec quelques fluctuations depuis 25,41 cents par gallon en 1919 jusqu'à 13,5 cents par gallon en 1935. Le prix minimum a été atteint en 1931, avec 13 cents juste.

Le total du prix de la matière plus la taxe suit donc une loi de baisse à peu près constante et, en 1937, le prix que payait l'Américain pour avoir un gallon d'essence était de 20 cents, soit, au cours actuel du dollar, à peu près 2 f le litre. Mais rappelons-nous ce que nous disions tout à l'heure quant à la valeur vraie du dollar : elle est très inférieure à son cours normal de change de 37 f, puisque l'Américain moyen gagne plus que le Français moyen ; en somme, tout se passe, en Amérique, à peu près comme si, en France, nous payions l'essence

(1) Le gallon, mesure de volume, vaut 3,780 litres.

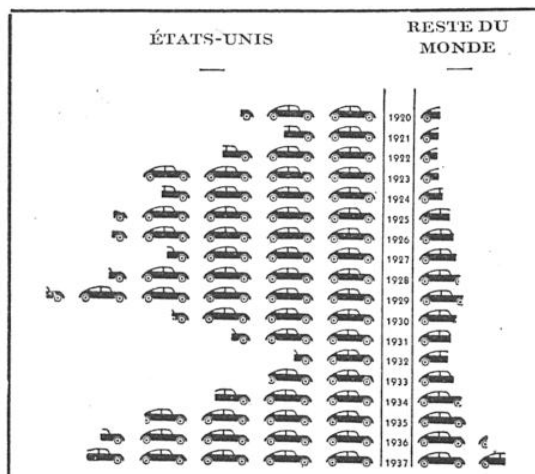


FIG. 2. — PRODUCTION AUTOMOBILES DANS LE MONDE (D'APRÈS L'A. D. I. A.)

Chaque automobile dessinée représente 5 millions de véhicules enregistrés.

10 sous le litre.

Les possibilités des habitants des Etats-Unis quant à la possession et l'usage de l'automobile se trouvent donc, on le voit, infiniment plus étendues que celles du Français et même de l'Européen moyens, et cela nous explique pourquoi, sur quatre Américains, il y en a un qui possède une voiture automobile.

Les grands producteurs

La diffusion de l'automobile aux Etats-Unis sur une très grande échelle remonte aux environs de 1907, quand Ford a créé son fameux modèle *T*.

Ce modèle *T*, c'est la voiture qui a connu la fortune dans le monde entier, sous la forme d'une voiture populaire rustique et bon marché. Elle était conçue pour être utilisée dans un pays dépourvu de voies de communication en excellent état : chacun se rappelle, en effet, sa silhouette et, d'ailleurs, il n'est pas rare de rencontrer en France quelques spécimens de ce modèle qui roulent encore.

La construction de la Ford *T* s'est en effet perpétuée pendant plus de vingt années sans modification importante du châssis primitif.

Rappelons, en deux mots, ses caractéristiques techniques : moteur à 4 cylindres de plus de 3 litres de cylindrée ; allumage électrique avec volant magnétique et bobines à trembleur ; changement de vitesse à deux vitesses avant et une vitesse arrière par trains planétaires, commandé par des

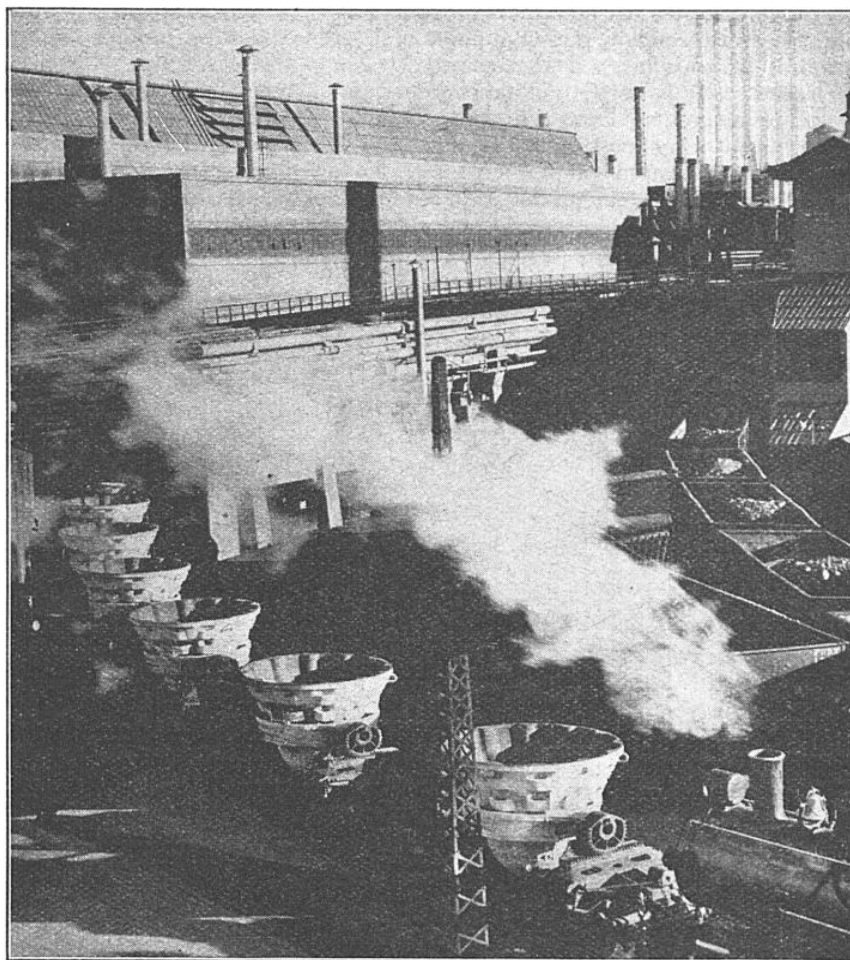


FIG. 3. — LA CHAÎNE QUI DESSERT LA FONDERIE DES USINES FORD
A droite, les wagons chargés de charbon et de minerai ; à gauche, les poches de coulée qui pénètrent dans la fonderie. Le minerai provenant de la mine qui arrive à l'usine le lundi matin à 8 heures, quitte cette usine sous forme de voitures terminées quatre jours après, le soir du jeudi suivant.

freins ; empattement assez court, voie large, très grand tirant d'air en dessous de la voiture : telle qu'elle était, la voiture Ford pouvait aborder aussi bien la circulation à travers champs que dans les chemins défoncés ou sur les pistes. Sa vitesse maximum (environ 65 km/h) était, il est vrai, réduite ; mais, eu égard à sa très grande légèreté et à la cylindrée importante de son moteur, elle pouvait circuler à vitesse moyenne élevée, même en mauvais terrain. On n'utilisait avec la Ford *T* pratiquement qu'une vitesse : la prise directe, la première vitesse ne servant que pour le démarrage ou pour sortir d'un très mauvais pas.

En même temps que Ford développait

son modèle *T* naissait en Amérique une formidable organisation pour la construction automobile, sous le nom de *General Motors Corporation*. Plus tard, une troisième puissance devait naître avec *Chrysler*.

A l'heure actuelle, l'industrie automobile américaine se trouve, pour une grande part, centralisée entre les mains de ces trois groupes : *General Motors*, *Chrysler*, *Ford*. Chacun d'eux construit plusieurs modèles de voitures ; indiquons-les à titre de renseignement :

La *General Motors* contrôle les marques *Buick*, *Cadillac*, *La Salle*, *Oldsmobile*, *Chevrolet*, *Pontiac* ;

La *Chrysler Corporation* préside à la fabrication des marques *Chrysler*, *Plymouth*, *Dodge*, *De Soto*.

Ford fabrique, en dehors des « *Ford* » proprement dites, les *Lincoln* et la *Mercury*, nouvelle venue de cette année dans la nomenclature des marques.

Enfin, nous trouvons les divers constructeurs indépendants, tels que *Graham*, *Hudson*, *Hupmobile*, *Nash*, *Overland*, *Packard* et *Studebaker*.

Les tendances de la technique américaine d'après le Salon de New York 1939

Au Salon de New York de 1939, qui s'est tenu au mois de janvier dernier, étaient présentés exactement cinquante modèles de voitures de tourisme parmi lesquels dix-sept appartenaient à la *General Motors*, sept à *Chrysler*, cinq à *Ford*, les vingt et un autres se répartissant entre sept constructeurs.

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les modèles de voitures américaines, on est

d'abord frappé par l'importance de la cylindrée des moteurs.

Alors qu'en Europe, et plus particulièrement en France, les voitures de grosse vente sont de petites voitures, et que, chez nous, à part quelques exceptions, on ne vend guère de voitures d'une cylindrée supérieure à 2,5 litres, on ne trouve pas en Amérique, sauf trois ou quatre exceptions sur les cinquante modèles indiqués, de moteurs dont

les cylindrées soient inférieures à 3,5 litres.

Les deux voitures américaines les plus populaires, celles qui se vendent le plus, la « *Chevrolet* » et la « *Ford* », ont des moteurs de 3,5 litres. Cette année, cependant, *Ford* présente un modèle d'environ 2 litres, modèle qui est d'ailleurs proportionnellement plus répandu en Europe qu'en Amérique.

D'une façon générale, les voitures américaines sont légères : cette juxtaposition d'un gros moteur, donnant par conséquent une puissance

élevée, et d'un faible poids pour la voiture nous donne la caractéristique essentielle de la voiture américaine : la mise rapide en vitesse. Nous verrons pourquoi.

Un autre fait caractéristique des voitures américaines, c'est le grand nombre des cylindres du moteur. Sur les cinquante types dont il est fait mention dans les catalogues des constructeurs américains, on ne trouve actuellement que trois moteurs à 4 cylindres : la voiture « *Bantam* », la petite « *Overland* » et la « *Willys* » (les moteurs *Willys* et *Overland* sont d'ailleurs très proches parents de construction).

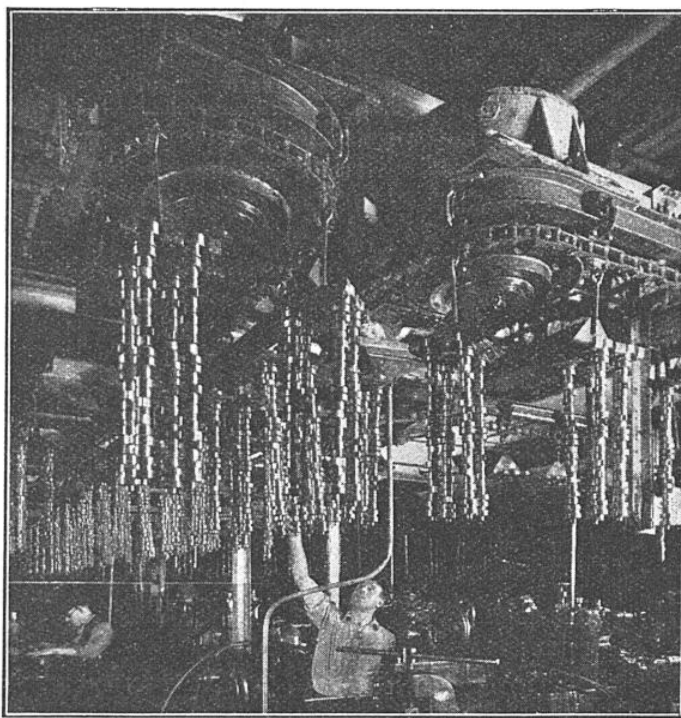


FIG. 4. — LE TRANSPORTEUR AÉRIEN DES ARBRES A CAMES AUX USINES FORD (BATON-ROUGE)

Après usinage, chacun des organes des voitures est accroché à un transporteur aérien : on voit ici d'innombrables arbres à cames suspendus à ce transporteur qui les conduit à l'atelier où les ouvriers s'en saisissent pour le montage des moteurs.

Pour la grosse majorité, les moteurs des voitures américaines ont 6 cylindres ; c'est le cas général pour *Chevrolet*, *Chrysler*, *De Soto*, *Dodge* ; chez *Hudson*, *Hupmobile*, *Graham*, *Nash*, *Oldsmobile*, *Packard*, *Studebaker*, *Pontiac*, on trouve 6 et 8 cylindres.

Buick et *Cadillac* ont des moteurs à 8 cylindres, de même *Ford*, aussi bien sur son modèle « *Mercury* » que sur la « *Ford* » proprement dite.

Chez *Lincoln*, nous trouvons 12 cylindres, ainsi que sur un modèle de *Packard*. Enfin, *Cadillac* présente un moteur 16 cylindres.

Sans doute le grand nombre de cylindres se justifie-t-il, dans une certaine mesure, par l'importance de la cylindrée.

On ne peut, en effet, faire tourner convenablement un « 4 cylindres » de plus de 2,5 litres. Mais c'est en même temps un désir de luxe, une recherche de silence et de douceur de fonctionnement qui ont fait adopter aux États-

Unis des moteurs à 8, 12 et 16 cylindres.

D'année en année, on voit la puissance des moteurs s'accroître, soit par augmentation de la cylindrée, soit par l'adoption de culasses en aluminium qui permettent l'utilisation de compressions plus élevées ; cette augmentation de puissance se traduit naturellement par une amélioration des performances de la voiture.

Du point de vue mécanique, on doit noter sur les voitures américaines une remarquable perfection de construction et une parfaite régularité de marche : le temps n'est plus, depuis bien longtemps, où les voitures américaines cessaient de fonctionner après quelques années d'utilisation par usure des organes.

Presque partout on ne trouve que 3 vitesses sur les voitures américaines : cette solution s'explique, d'une part, par les conditions particulières de circulation sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure. D'autre part aussi, par le fait que, ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, les voitures disposent, pour un faible poids, d'une puissance élevée. Et, enfin, parce qu'on ne recherche pas essentiellement, dans la construction américaine, une économie de

consommation trop poussée. A cet égard, cependant, une remarque s'impose.

Pendant longtemps, les Américains ont placé la consommation des voitures au dernier rang de leurs soucis, et même parfois tout à fait en dehors de leurs préoccupations.

Depuis quelque temps cependant, l'économie dans la consommation est passée à l'ordre du jour.

Sans doute ne peut-on prétendre, avec les très fortes cylindrées des voitures américaines,

à des consommations aussi réduites que celles auxquelles nous sommes habitués en France et, d'ailleurs, on observe dans la variation de consommation des voitures des États-Unis un phénomène qui n'a rien de singulier, mais qui mérite cependant d'être mis en lumière.

Si l'on utilise ces voitures de la manière prévue par leurs constructeurs, c'est-à-dire à une vitesse de marche modérée, on constate une consommation très raisonnable. Si, au contraire, on veut se servir d'une voiture américaine comme beaucoup de Français se servent de leurs voitures françaises, c'est-à-dire à une allure voisine du maximum qu'elles peuvent atteindre, la consommation aug-

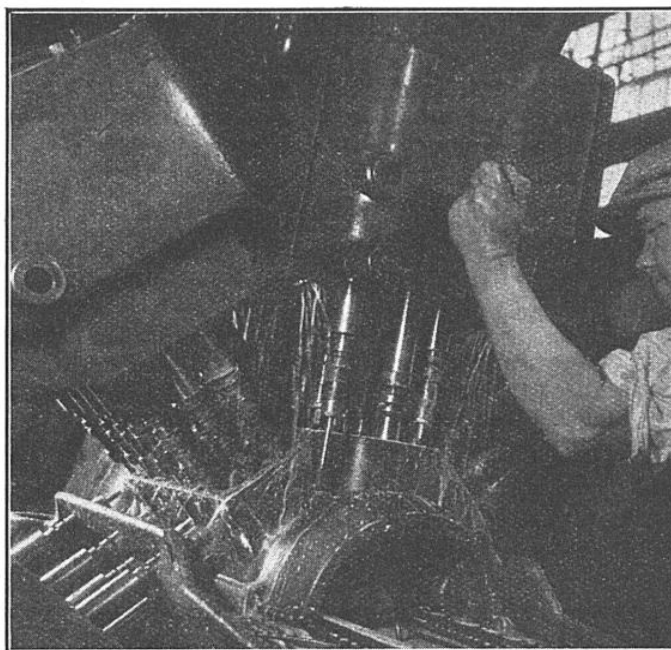


FIG. 5. — MACHINE A PERCER ET A TARAUDER LES CARTERS DE MOTEURS

Une seule et même machine exécute d'une seule opération tous les perçages et taraudages des carters ; on assure ainsi automatiquement l'interchangeabilité parfaite des pièces.

mente subitement et dans une proportion souvent considérable.

Là encore, pour expliquer cette anomalie, il faut examiner les modalités de la circulation automobile en Amérique.

La voiture américaine est faite pour les routes américaines

Il n'y a pas très longtemps que la vitesse maximum des automobiles sur les routes des Etats-Unis était limitée par des règlements ; d'ailleurs, cette limitation (qui a été supprimée il y a quelque temps) se trouve souvent encore imposée par les circonstances. Le réseau routier américain s'est développé énormément depuis quatre ou cinq ans. De nouvelles routes ont été ouvertes. Les routes existantes ont été améliorées, tant pour la qualité du sol que pour leur largeur. Il n'en reste pas moins que la circulation automobile américaine se fait, pour les quatre cinquièmes au moins, dans les villes ou à leurs abords immédiats.

Le trafic dans les grandes villes est rigoureusement réglé (comme il l'est d'ailleurs dans la plupart des villes européennes) par des signaux lumineux qui commandent l'arrêt et la reprise. Mais ces signaux existent également dans la campagne, et ils sont obéis avec la même ponctualité que dans les avenues les plus encombrées de New York. Il en résulte que les automobiles, pressées les unes contre les autres, démarrent pratiquement d'un seul bloc comme si elles étaient attelées ensemble, ralentissent et freinent en même temps devant le signal rouge. Il est donc essentiel que les voitures possèdent de bonnes reprises.

On conçoit, étant donné la proximité des signaux d'arrêts, qu'on n'ait jamais le temps d'atteindre une vitesse très élevée. Comme, d'autre part, la reprise doit être très énergique, l'ingénieur qui conçoit la voiture doit obligatoirement prévoir une très grande réserve de puissance pour toutes les allures d'utilisation, c'est-à-dire une puissance élevée du moteur et une grande démultiplication dans le pont arrière.

Bien entendu, une voiture ainsi établie

cessera d'être agréable et économique quand, disposant enfin d'une route libre sur une longue distance, on voudra la faire marcher vite. Mais, répétons-le, ce cas était presque inconnu il y a quelques années, et il est encore exceptionnel aujourd'hui.

Cependant, il existe. Les constructeurs américains ont commencé à en tenir compte. Si les trois vitesses de la boîte étaient suffisantes pour réaliser de très bonnes conditions de

marche dans la circulation urbaine, elles se sont révélées déficientes pour la marche à grande vitesse sur route libre. Aussi a-t-on vu apparaître en Amérique une quatrième vitesse exceptionnelle, dite généralement *overdrive*, c'est-à-dire « surmultipliée », quatrième vitesse qui, dans l'esprit du constructeur et, en fait pour l'utilisateur, en raison des circonstances, reste exceptionnelle. C'est la vitesse de route, la vitesse de promenade à laquelle on ne touche jamais en ville ou dans les abords immédiats des villes.

Grâce à l'*overdrive*, on peut rouler à vitesse plus élevée sans faire tourner le moteur trop vite et, par conséquent, en restant dans de bonnes conditions du point de vue silence

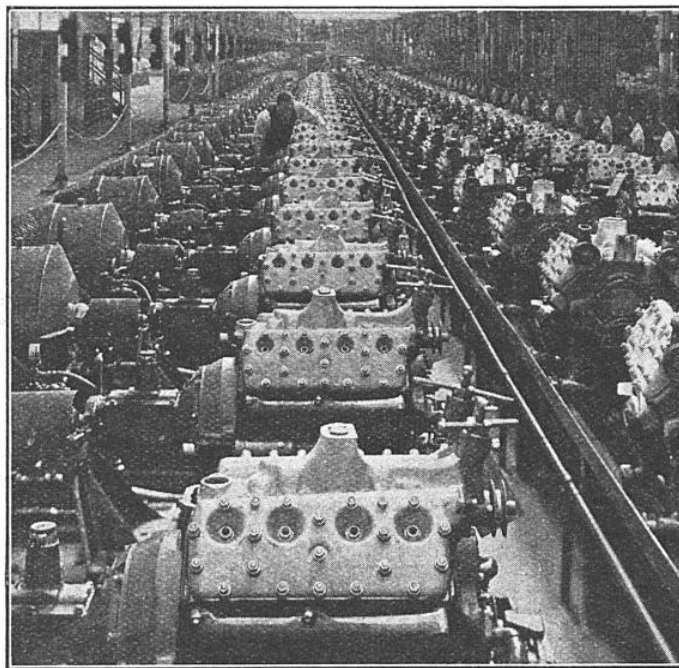


FIG. 6. — LES BANCs D'ESSAI DES USINES FORD

Les moteurs arrivent par un tapis roulant (à droite) et sont immédiatement montés sur des bancs d'essai où on parachève leur rodage et où l'on relève leur puissance.

de marche, et aussi du point de vue consommation, puisqu'on maintient le moteur dans le régime de vitesse de rotation voisin de celui qui correspond au couple maximum.

On n'a pas, en général, nous l'avons dit, le temps d'atteindre de très grandes vitesses en ville, et cela explique certains défauts qui se manifestent sur les voitures américaines lorsqu'elles sont utilisées en Europe et en particulier en France.

Tant qu'on ne marche pas vite, le problème du freinage se présente comme très facile à résoudre. Aussi les Américains se sont-ils, pendant longtemps, contentés de freins que l'automobiliste français n'hésite pas à qualifier de médiocres; depuis qu'il y a possibilité de rouler plus vite aux Etats-Unis, les freins se sont, il est vrai, améliorés.

Mais il est un point sur le-



FIG. 8. — LA CHAÎNE DE MONTAGE DES INDUCTS DE DYNAMOS CHEZ FORD
Les inducts sont bobinés à la machine et seules les connexions du bobinage avec le collecteur sont faites à la main.

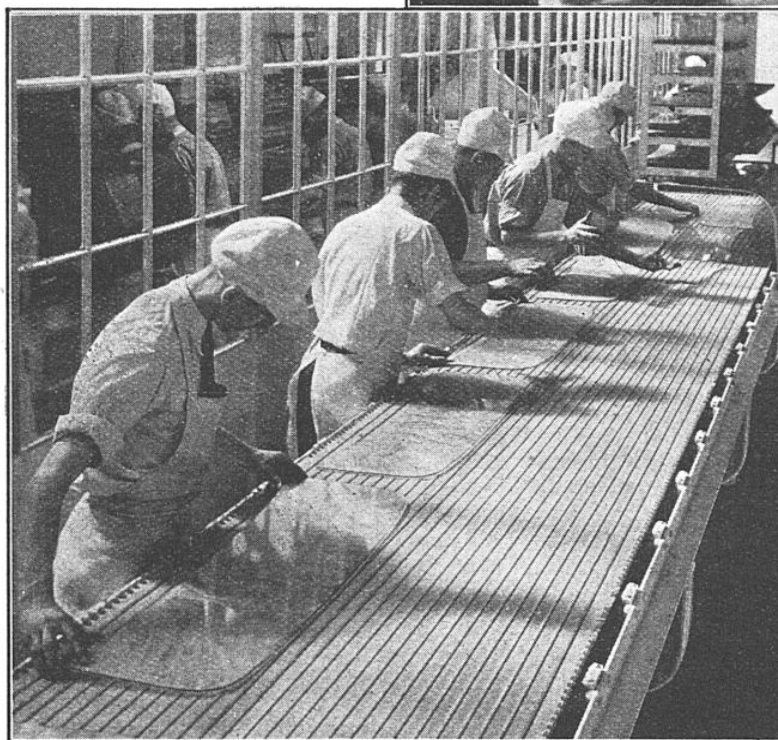


FIG. 7. — LES GLACES DE PARE-BRISE EN VERRE DE SÉCURITÉ, POSÉES SUR UN TAPIS ROULANT, SONT AMENÉES AUX DIMENSIONS DÉFINITIVES AVANT D'ARRIVER AU MAGASIN DE CARROSSERIE

quel les voitures américaines se ressentent des conditions du trafic, c'est la tenue de route et la précision de direction. Ce qu'on cherche avant tout, en effet, dans la voiture américaine, c'est l'absence de fatigue du conducteur dans les conditions de circulation que nous avons indiquées plus haut; absence de fatigue

signifie silence de marche, grande douceur des commandes et, en particulier, direction très démultipliée. Et aussi, et plus encore peut-être, suspension très douce. Or, dans l'état actuel des connaissances humaines en technique automobile, il apparaît comme impossible, pour le moment tout au moins, de concilier la grande douceur de suspension avec la parfaite stabilité de la voiture aux grandes vitesses, c'est-à-dire la bonne tenue de route (qui exclut aussi, dans une certaine mesure, la très grande démultiplication des directions).

On le voit, la voiture américaine est, et c'est tout naturel, établie pour l'Amérique. Quand, dans les pays européens et en particulier en France, on s'est laissé séduire par les qualités indéniables des voitures américaines, on est parfois allé un peu loin dans les tentatives d'imitation de celles-ci : on a perdu de vue que, si la perfection de l'usage, les méthodes excellentes de fabrication dont nous dirons un mot tout à

l'heure, étaient incontestablement des modèles qu'on devait suivre ou dont on devait tout au moins s'inspirer, il était, par contre, certainement anormal de vouloir appliquer intégralement, dans un pays où la circulation est facile et rapide comme chez nous, des voitures faites pour un pays où les conditions du trafic sont nettement différentes.

Les méthodes de fabrication : spécialisation, rationalisation

Les méthodes de fabrication se ressentent, évidemment, de l'importance des séries de voitures. Or, celles-ci sont, en Amérique, incomparablement plus importantes que dans aucun autre pays. Prenons, en effet, les

statistiques de 1938 : il a été produit, cette année-là, 465 000 voitures « Chevrolet », toutes du même modèle ; 363 000 « Ford » et 286 000 « Pontiac ».

Notez que 1938 était une année creuse ! Si, en effet, nous remontons à deux ans plus tôt, nous trouvons des chiffres qui sont le double des précédents ; ainsi nous enregistrons, pour l'année 1936 : 930 000 « Chevrolet » vendues, 748 000 « Ford », 500 000 « Plymouth » (462 000 en 1937).

Nous nous en tenons intentionnellement à

des marques de voitures fabriquant un seul modèle, sauf pour Ford, où il y avait à ce moment deux modèles d'importance d'ailleurs tout à fait inégale.

On conçoit que, dans ces conditions, les méthodes de fabrication puissent être essentiellement différentes de celles qui conviennent à des productions plus restreintes, comme celles que nous connaissons en France.

Tout d'abord, un fait domine en Amérique : les construc-

teurs d'automobiles fabriquent relativement peu d'organes de leurs voitures, préférant les acheter à l'extérieur.

Voici Chrysler, par exemple, qui contrôle plusieurs marques et qui ne fabrique pas un seul moteur.

Chevrolet fabrique ses moteurs, mais achète à l'extérieur les organes importants. C'est ainsi que la fabrication des embrayages, par exemple, est centralisée dans quatre ou cinq maisons en Amérique, qui ne fabriquent que des embrayages. De même pour les directions ; de même aussi pour les boîtes de vitesses.

Les freins sortent également d'usines spécialisées. Et, ainsi, le rôle du construc-

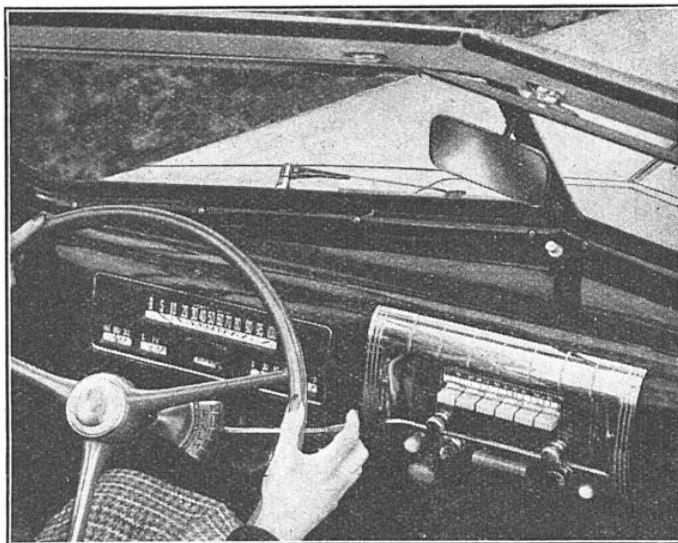


FIG. 9 — NOUVELLE PRÉSENTATION DU TABLEAU DE BORD DES VOITURES « OLDSMOBILE »

On remarquera le changement de vitesse entièrement automatique commandé par une manette sous le volant (voir La Science et la Vie, n° 249, page 230). La boîte de vitesse comporte deux démultiplicateurs planétaires montés l'un derrière l'autre. Sur le tableau de bord, à droite, on aperçoit un radiorécepteur avec un accord automatique par boutons-poussoirs.

teur d'automobiles se trouve singulièrement simplifié et plus simplifié encore celui de son service d'études. Celui-ci n'a, en effet, après avoir fixé les caractéristiques générales du moteur, de l'embrayage, de la boîte de vitesse, qu'à étudier l'harmonie d'ensemble de son châssis et l'organisation du montage.

Pour la carrosserie, le fait est encore plus caractéristique. Dans une conférence récente, M. Rocherand remarquait qu'il existe actuellement chez *Citroën* et chez *Peugeot* un outillage pour la fabrication des carrosseries dont chacun serait suffisant pour approvisionner en carrosseries tous les constructeurs français.

Or, en Amérique, les constructeurs s'adressent, pour leurs carrosseries, à deux ou trois maisons spécialisées. On voit immédiatement la répercussion de ces méthodes sur l'organisation générale des usines et sur le prix des fabrications.

Grâce à l'importance des séries, et grâce aussi à la spécialisation de chaque usine, on peut concevoir pour chaque opération à exécuter une machine et un outillage spécialement appropriés, dont le prix sera certainement très élevé, mais qui travailleront avec une vitesse et une perfection inégalables avec toutes autres solutions. Comme le nombre des objets fabriqués par cet outillage coûteux est très élevé, l'amortissement ne se chiffre que par des sommes très faibles si on le rapporte à chaque unité sortant de l'usine.

Cette politique de la division du travail a été appliquée depuis fort longtemps par la *General Motors* et par *Chrysler*; Ford, par contre, qui y est d'ailleurs venu depuis quelques années, y a été longtemps hostile, et il avait, au contraire, émis la prétention, à un moment, de tout faire dans sa voiture, en partant des matières premières.

Centralisation technique

La fabrication en très grande série entraîne certes des difficultés et des obligations qui sont parfois gênantes, en particulier quand on veut changer de modèle.

Cependant, ces difficultés et ces obligations s'atténuent et même s'effacent en raison précisément de la rapidité avec laquelle les séries s'épuisent. Une usine qui fabrique 500 000 voitures d'un même modèle dans l'année peut s'offrir le luxe de modifier son outillage après 300 jours de travail, ce qui lui permet de changer la présentation et même la conception générale des modèles.

Si, en France, assujettis à nos petites

séries et alourdis par les frais d'un outillage parfois excessif, nous sommes obligés de considérer qu'un modèle doit durer au moins trois années et souvent davantage pour pouvoir amortir son outillage, les Américains peuvent modifier beaucoup plus fréquemment que nous leur construction, tout en restant à des prix inférieurs.

Le groupement d'un certain nombre d'usines dans une même affaire, avec des bureaux d'études et d'essais communs, groupements dont la *General Motors* est l'exemple le plus connu et le plus fréquemment donné, permet également la répartition des frais généraux sur un très grand nombre de produits, sans qu'il soit nécessaire pour cela de sacrifier en rien la qualité. Les fameux terrains d'essais, les *Proving Grounds*, nous offrent un saisissant exemple de cette centralisation technique, exemple qui, d'ailleurs, doit nous faire réfléchir. Sans doute ne pouvons-nous prétendre à un débit comparable à celui que l'on constate aux Etats-Unis pour l'automobile. Nous nous sommes inspirés des méthodes de fabrication américaines dans ce qu'elles avaient d'applicable aux conditions de vente en France. Mais peut-être a-t-on voulu, chez nous, se constituer dans chaque marque une indépendance et une autonomie qui ne correspondent pas aux possibilités relativement réduites de la production. Je crois qu'à l'heure actuelle l'industrie française de l'automobile (au moins pour les principaux constructeurs) présente cette anomalie dont elle souffre d'avoir des moyens de production très largement supérieurs aux possibilités de vente. Il en résulte que le prix d'établissement pourrait sans doute être réduit par d'autres méthodes, ce qui permettrait d'abaisser le prix de vente et, par conséquent, de toucher une couche plus profonde d'acheteurs et, par ce moyen, d'entreprendre la fabrication des séries plus importantes.

Nous n'avons pu, dans ce qui précède, qu'effleurer cet énorme sujet de l'industrie automobile américaine. Nous nous sommes efforcé au cours de cet exposé, incomplet quoique long, d'en faire ressortir les traits essentiels et aussi de tirer quelques conséquences d'ordre pratique pour notre industrie nationale. Sans doute la France ne peut-elle prétendre copier les méthodes américaines. Mais ces méthodes, elle peut, et elle doit, les adapter aux possibilités de son marché avec toute la souplesse dont elle s'est montrée capable dans des circonstances délicates.

HENRI PETIT.

L'ESSOR PRODIGIEUX DE L'AVIATION AMERICAINE

Par René MAURER

Pour l'industrie aéronautique du monde entier, l'année 1938 a été une année record. Cependant, tandis que les pays européens consacraient la majeure partie de leur activité à poursuivre leur réarmement au détriment de leur aviation marchande et de leurs exportations (1), les Etats-Unis progressaient à la fois dans tous les domaines : perfectionnements techniques, augmentation de la production, renforcement de l'aviation militaire et navale, extension de l'aviation commerciale, développement de l'aviation privée et des ventes à l'étranger. La remarquable organisation des laboratoires aéronautiques, en particulier ceux du N. A. C. A. (National Advisory Committee for Aeronautics), à Langley Fields, dotés d'un outillage ultra-moderne (souffleries à grande vitesse, tunnels à densité variable, etc...) permet aux constructeurs américains de se tenir à l'avant-garde du progrès technique en mettant en application sans retard les résultats des recherches qui y sont poursuivies, dans un esprit toujours éminemment pratique. Quant à la construction aéronautique elle-même, elle a emprunté à l'industrie automobile ses méthodes et ses machines de « mass production », grâce auxquelles le prix de revient des fabrications en série peut être abaissé en même temps qu'est accrue la capacité de production. L'importance des commandes en carnet chez la plupart des constructeurs, celles passées par certains gouvernements étrangers (650 avions équipés pour la Grande-Bretagne, 635 pour la France), les imposantes mesures de réarmement récemment décidées aux Etats-Unis, et qui entre autres prévoient la réalisation de 3 000 avions de première ligne supplémentaires, tous ces faits acquis dès maintenant permettent d'évaluer le potentiel de production de l'industrie aéronautique américaine pour 1940 à plus de 10 000 appareils.

L'AVIATION MARCHANDE

Au cours de l'année 1938, les avions commerciaux américains ont parcouru 130 millions de km ; ils ont transporté 1 400 000 passagers, 5 000 tonnes de fret et 11 000 tonnes de poste.

Il y a sept ans, en pratique, qu'est née aux Etats-Unis l'aviation marchande, puisque, de 1929 à 1931, le réseau commercial a été exploité par l'aviation militaire. Elle n'a cessé, depuis cette époque, d'être la première du monde, tant par le nombre des passagers transportés et par l'importance du fret et de la poste, que par la qualité de son organisation et la modicité de ses prix de revient.

Les admirables résultats enregistrés par l'aviation des Etats-Unis sont dus, pour une part, à la configuration géographique particulièrement propice du continent nord-américain, à la sympathie qui s'y manifeste en faveur des voyages aériens, sym-

pathie nettement plus marquée qu'en Europe, et surtout au souci constant des compagnies de transport de satisfaire l'usager en lui garantissant à la fois vitesse, confort et sécurité.

Par vitesse, il faut entendre moins la moyenne kilométrique, calculée entre l'heure du départ et celle de l'arrivée de l'avion, que le temps qui s'écoule entre le moment où l'usager émet le désir de se rendre quelque part et le moment où il y arrive. En d'autres termes, non seulement le voyageur accomplit le trajet proprement dit à une moyenne voisine actuellement de 260 km/h, ce qui est déjà appréciable, mais aussi il a le plus souvent à sa disposition un nombre élevé de services quotidiens. C'est ainsi, par exemple, que la côte du Pacifique est reliée chaque jour à la côte de l'Atlantique par dix-sept services, tant de jour que de nuit.

Pour ce qui concerne le confort, les compagnies américaines, particulièrement soucieuses de rendre le voyage agréable aux passagers, en font l'objet d'un soin attentif et publicitaire. Depuis l'autocar qui prend l'usager en pleine cité jusqu'à l'autocar qui le dépose à destination : véhicules conforta-

(1) Au cours de l'année 1938, la Grande-Bretagne a exporté pour 5 409 099 livres (environ 950 millions de francs) de matériel aéronautique, contre 68 millions 209 050 dollars (environ 2 500 millions de francs) pour les Etats-Unis.

bles, buildings confortables aux aérodromes, avions confortables, silencieux, bien chauffés, bien ventilés, personnel aimable et stylé, tout concourt à satisfaire l'usager le plus délicat et le plus difficile.

Pour la *sécurité*, ce sont les chiffres qui parlent. En 1932, on a calculé qu'il s'était produit un accident ayant causé la mort d'un ou plusieurs passagers tous les 5 400 000 km parcourus ; en 1937, ce rapport était passé à 20 660 000 km par accident mortel. La sécurité des transports aériens aux Etats-Unis résulte principalement de la qualité du *personnel* navigant et de celle du *matériel* utilisé.

Les pilotes doivent, avant d'entrer au service des compagnies de transport, avoir suivi des cours théoriques et pratiques complets à l'Ecole *Boeing*, d'Oakland (technique de l'avion, pilotage, pilotage sans visibilité, météorologie, radiotélégraphie). Pour devenir premier pilote, il est nécessaire d'avoir exécuté 3 000 heures de vol comme pilote en second. De plus, chaque compagnie possède une école de perfectionnement où, chaque année, les pilotes font un stage pour étudier les matériels nouveaux (avions, radio, dispositifs spéciaux).

Enfin, la qualité du matériel est due au fait que les compagnies, bien que concurrentes, associent leurs services techniques pour l'établissement des programmes d'avions nouveaux, et leurs services d'achats pour commander en commun les avions du type choisi. Ce type n'est d'ailleurs, la plupart du temps, qu'une version améliorée d'un avion ayant donné satisfaction en service régulier.

Pratiquement, l'aviation marchande des Etats-Unis n'a que trois fournisseurs d'avions (*Boeing*, *Douglas* et *Lockheed*), deux fournisseurs d'hydravions (*Glenn-Martin* et *Sikorsky*), et deux fournisseurs de moteurs (*Wright* et *Pratt and Whitney*).

Infrastructure et « dispatching »

Aux Etats-Unis plus encore que partout ailleurs, la sécurité des transports aériens est également assurée grâce à une infrastructure plus complète et plus perfectionnée que dans aucun autre pays du monde, — grâce au fonctionnement impeccable d'un réseau complet de stations météorologiques, organisé par les compagnies elles-mêmes, — grâce enfin au fonctionnement du système de *dispatching*, qui permet au personnel navigant de rester en contact permanent avec le personnel terrestre responsable.

L'organisation actuelle du *dispatching* (1)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 437.

aux Etats-Unis peut se résumer de la façon suivante : à chaque compagnie (1) est attribuée une longueur d'onde spéciale ; le pilote reste ainsi en liaison radiotélégraphique avec le bureau de l'aérodrome de départ jusqu'au moment où il atteint la première radiobalise. Il entre de nouveau en liaison avec le bureau de l'aérodrome d'arrivée à partir de son passage au-dessus de la dernière radiobalise ; il signale en outre son passage au-dessus de chaque radiobalise ainsi que son heure probable d'arrivée lorsqu'il passe au-dessus de l'avant-dernière radiobalise. Lorsque les conditions atmosphériques défavorables l'obligent à modifier sa route, il doit en demander l'autorisation au plus proche bureau de la compagnie.

On compte actuellement, aux Etats-Unis, d'après les indications les plus récentes, un total de 2 348 terrains d'atterrissage, dont 719 sont partiellement ou complètement équipés d'un système d'éclairage pour les atterrissages de nuit. En outre, la Marine dispose de 26 bases.

Ajoutons que sur les quelque 50 000 km du réseau commercial intérieur des Etats-Unis, environ 44 000 km sont balisés pour les vols de nuit par 2 200 phares lumineux ; que le nombre de stations radioélectriques appartenant à l'Etat et aux Compagnies s'élève à environ 300 ; que le nombre des stations météorologiques appartenant à l'Etat et aux compagnies est d'environ 600.

Il importe enfin de signaler que, pour les compagnies américaines, la régularité ne constitue pas, contrairement à la tendance européenne, une obligation impérative. Les passagers admettent fort bien qu'il vaut mieux arriver plus tard que risquer de ne point arriver du tout.

Le prix de revient

Le prix de revient au kilomètre parcouru est sensiblement moins élevé aux Etats-Unis qu'en Europe. Il y a à cela plusieurs raisons. D'abord la fixité (que nous signalons plus haut) des types d'avions utilisés, chaque type nouveau n'étant, comme nous l'avons vu, que l'amélioration d'un type précédent. De ce fait, beaucoup de tâtonnements et de mises au point onéreuses sont évités. D'autre part, le matériel américain, d'excellente qualité, dure longtemps et n'entraîne que des frais d'entretien relativement

(1) Le réseau des Etats-Unis est principalement constitué par les cinq compagnies suivantes : *American Airlines* (A. A.), *Eastern Air Lines* (E. A. L.), *Pan American Airways* (P. A. A.), *United Air Lines* (U. A. L.), *Transcontinental and Western Airlines Inc.* (T. W. A.).

faibles. Le combustible qu'il consomme est d'un prix peu élevé (environ le tiers du prix pratiqué en France). Enfin, l'effectif du personnel d'exploitation est relativement faible. On compte au total 11 700 personnes, soit une personne par 15 900 km parcourus, alors qu'en France on constate qu'il faut une personne par 3 500 km.

Il existe cependant deux facteurs qui jouent en sens inverse pour l'établissement du prix de revient : d'abord la munificence des salaires pour toute personne assumant une responsabilité dans l'exploitation du

Aeronautics Authority, à la place du *Bureau of Air Commerce*, va permettre une nouvelle réglementation des compagnies et une révision des contrats postaux.

Le progrès technique et les transports commerciaux

Les compagnies américaines de transport aérien sont, comme les autres, et peut-être même plus que les autres, soucieuses de mettre à profit, dès leur apparition, les plus récentes acquisitions de la technique aéronautique (1). Elles se gardent bien,

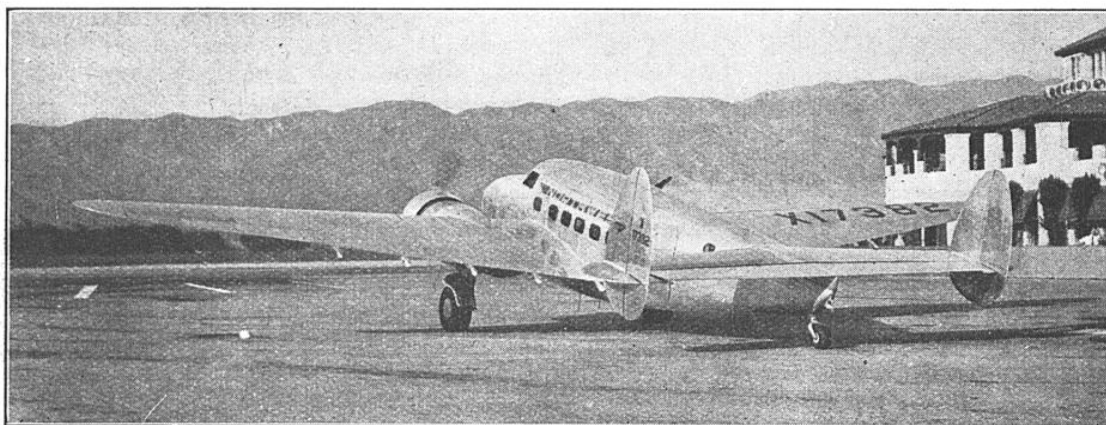


FIG. 1. — LE BIMOTEUR DE TRANSPORT « LOCKHEED-14 » (12 PASSAGERS)

Le Lockheed-14 est, avec le Douglas DC.-3, un des avions de transport les plus remarquables du monde. Il équipe maintes lignes américaines et a été acheté par plusieurs Armées de l'Air comme avion de transport de troupes. De plus, une version militaire de bombardement et de reconnaissance (portant un avant vitré et une tourelle orientable au sommet du fuselage) a été acquise en 250 exemplaires par la Grande-Bretagne. Rappelons enfin que c'est à bord d'un Lockheed-14 que Howard Hughes a fait, en juillet 1938, un tour du monde de 24 000 km en trois jours et dix-neuf heures et compte entreprendre prochainement un raid vers l'Amérique du Sud à haute altitude. Vitesse maximum, 420 km/h; de croisière, 350 km/h à 1 500 m; plafond, 7 600 m; rayon d'action, 2 700 km.

réseau ; ensuite l'importance du prix d'achat du matériel (un bimoteur *Lockheed-14* coûte environ 3 millions de francs).

En dépit des bas prix de revient auxquels elles parviennent, les lignes commerciales sont loin de pouvoir dresser des bilans financiers satisfaisants : les compagnies, victimes de la concurrence obstinée qu'elles se font les unes aux autres, sont constamment en perte. Soucieuses, en effet, d'attirer la clientèle par tous les moyens à leur disposition, elles ont accru le nombre des services quotidiens et la somptuosité de leur matériel sans augmentation proportionnelle de leurs tarifs et surtout sans que l'accroissement réel du trafic le justifie. En outre, elles ont soumissionné, toujours sous l'empire de la concurrence, à des prix trop bas pour le transport de la poste lors de l'adjudication des services. Fort heureusement, la création de la *Civil*

cependant, de commettre l'erreur européenne qui consiste à mettre en service des avions sans cesse plus grands et sans cesse plus rapides. Ce qu'elles recherchent avant tout, c'est la plus grande sécurité et, par contre-coup, la plus parfaite régularité. C'est dans ce but qu'elles s'efforcent tout d'abord d'élever le niveau de recrutement de tout leur personnel et de leurs pilotes en particulier. Elles s'efforcent aussi d'élargir les terrains d'atterrissage actuels dont l'exiguïté est souvent encore une source importante de danger.

On sait, d'autre part, que c'est en Amérique que le vol substratosphérique a été étudié tout particulièrement d'un point de vue commercial (2). Dès l'été 1937, un avion

(1) Aux Etats-Unis, l'avion commercial précède toujours la version militaire, alors qu'en France, le *Potez-54*, le *Bloch-220* et le *Farman-223*, par exemple, sont des adaptations de types militaires.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 256, page 255.

à cabine étanche sous pression, du type *Lockheed XC-35*, a été expérimenté avec succès. Récemment, le *Boeing-307* subtransphérique, dit « *Stratoliner* », a effectué des vols d'essais, mais s'est malheureusement écrasé au sol le 18 mars dernier. D'autres appareils du même type seraient actuellement en construction pour le compte des *Pan American Airways* et des *Transcontinental and Western Airlines*, et il est possible qu'avant la fin de l'année ils puissent entrer en service.

Il faut accorder une mention toute spé-

Le matériel de l'aviation marchande

Exception faite des lignes de faible importance, qui utilisent de petits avions de marques diverses, les compagnies de transport aérien n'utilisent qu'un très petit nombre de types d'appareils. Ce sont principalement les avions : *Douglas DC.-2* (18 places), *Douglas DC.-3* (24 places), *Lockheed « Electra »* (10 places), *Lockheed-12* (8 places), *Lockheed-14* (14 places); les hydravions *Sikorsky S.-42 B* (19 à 37 places), *Sikorsky S.-43* (18 places), *Glenn Martin-*

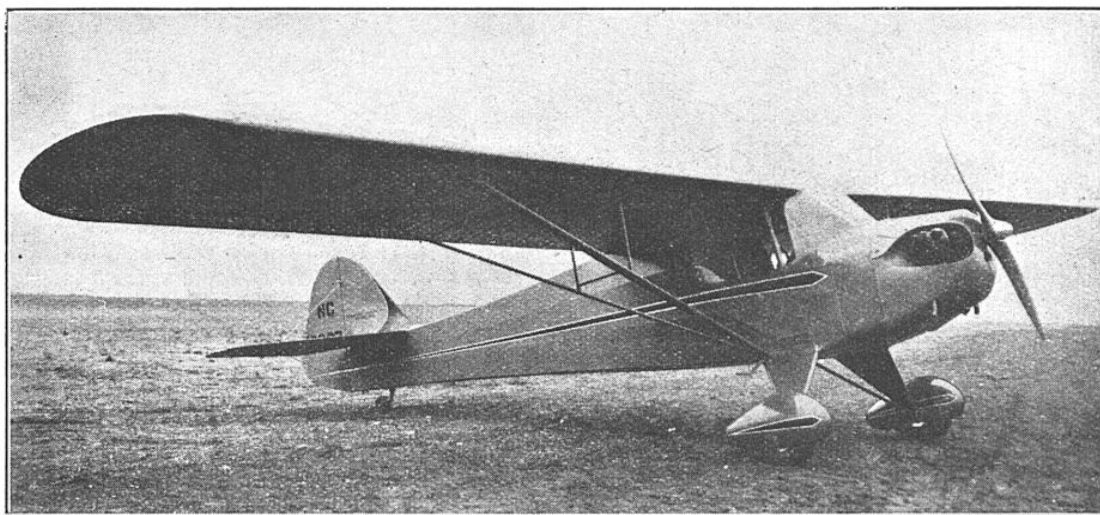


FIG. 2. — LE BIPLACE DE TOURISME « TAYLOR CRAFT »

La photographie ci-dessus est représentative du type d'avion de tourisme le plus répandu aux Etats-Unis : monoplan d'environ 11 m d'envergure à aile haute haubanée vers le bas avec deux sièges côte à côte. Dans l'avion ci-dessus, le fuselage est en tubes d'acier recouverts de toile, l'aile a des longerons en bois et des nervures en métal ; équipé d'un moteur Continental de 40 ch, il atteint 147 km/h, monte à 4 000 m et peut parcourir 370 km sans escale.

ciale au rôle capital que jouent les liaisons radioélectriques dans l'exploitation des transports aériens. Les faisceaux radioélectriques des radiophares matérialisent dans l'espace de véritables routes que suivent les avions en vol. Grâce au *pilote automatique*, qui conduit l'avion sur un tel « axe », le pilote se trouve débarrassé de toute tâche autre que la surveillance des conditions de vol. Il ne prend souvent les commandes que pour le décollage et l'atterrissage. Dans ce dernier cas, plusieurs systèmes radioélectriques existent actuellement pour lui permettre d'effectuer la prise de contact avec le sol en toute sécurité, quelles que soient les conditions de visibilité (1). Un altimètre absolu utilisant des ondes ultra-courtes de 0 m 60 de longueur d'onde a été récemment mis au point.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 259, page 20.

156 C (33 à 53 places), et maintenant *Boeing-314* (89 places), l'amphibie *Grumman G.-21 A* (8 places).

Comme nous l'avons vu, les avions en service sont surtout des versions perfectionnées de types antérieurs ; le *Douglas DC.-2*, le *Lockheed « Electra »* et le *Sikorsky S.-42* remontent à 1932-1933 ; les autres types en dérivent.

Il en est de même des moteurs qui les équipent. Depuis 1925, *Pratt and Whitney* et *Wright* sont pratiquement les seuls fournisseurs de moteurs puissants. D'une année sur l'autre, le moteur ne change pas de gabarit général, mais peu à peu se perfectionne (amélioration de la fabrication, augmentation de la compression, accroissement de la surface de refroidissement jusqu'à près de 2 m² par cylindre) et s'enrichit de

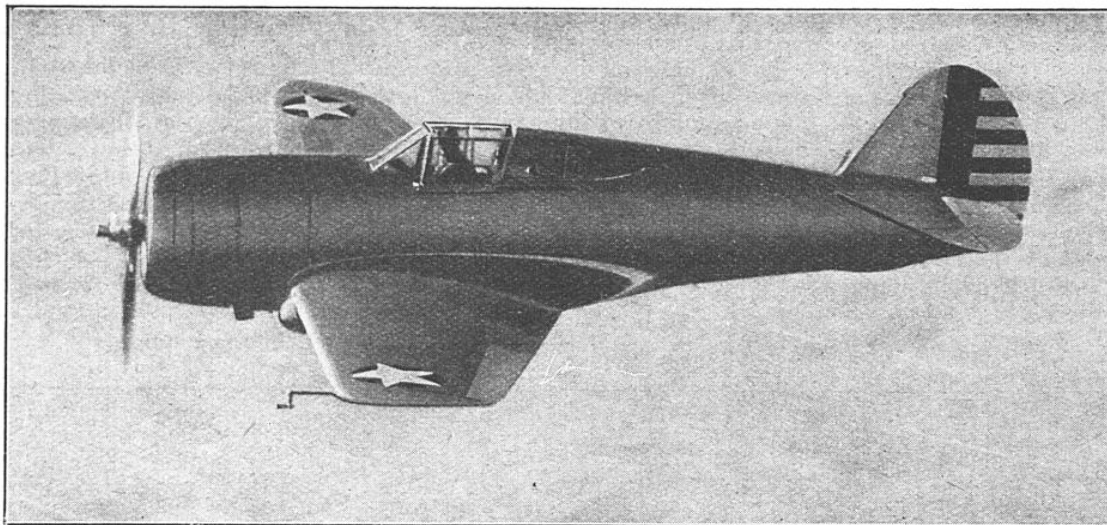


FIG. 3. — LE MONOPLANE DE CHASSE « CURTISS P.-36 »

Connu aussi sous le nom de Hawk-75A, cet appareil a été commandé en 230 exemplaires par l'armée américaine et en 200 par l'armée de l'Air française. L'armement comprend deux mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice et des berceaux à bombes, installés sous les ailes et le fuselage, pouvant contenir 215 kg de bombes. Le moteur est un Pratt and Whitney de 950 ch. Du Curtiss P.-36 dérivent plusieurs autres monoplaces de chasse: le P.-37 équipé d'un moteur Allison V.-1710 de 1 000 ch refroidi à l'éthyl-glycol, et dont la vitesse maximum atteint 570 km/h; le P.-40, dont le moteur est un Allison poussé aux environs de 1 300 ch; divers types à moteurs refroidis par l'air et respectivement équipés pour le vol aux grandes altitudes et pour le transport d'une seule très grosse bombe.

dispositifs nouveaux (carburateurs automatiques, compresseurs centrifuges, amortisseurs dynamiques de vibrations de torsion, hélices à pas variables). A l'heure ac-

tuelle, chacune des deux firmes citées ici ne construit pratiquement que deux principaux types de moteurs : un 9 cylindres en étoile simple de 600-800 ch (*Wasp* chez

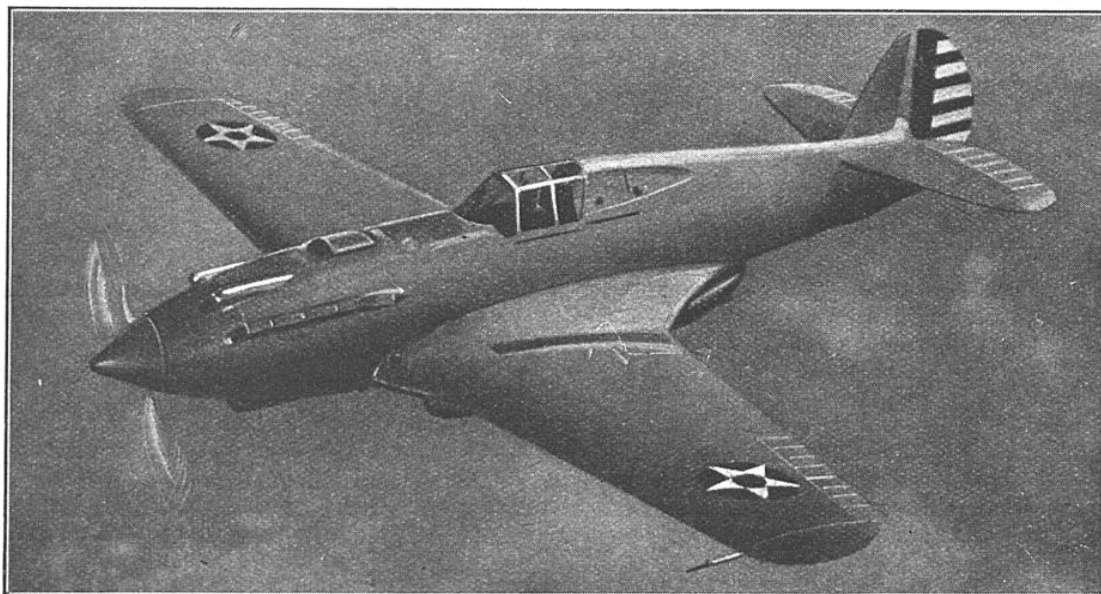


FIG. 4. — LE MONOPLANE DE CHASSE CURTISS P.-40 »

Sur la photographie ci-dessus, on aperçoit les deux mitrailleuses axiales entre lesquelles se trouve l'entrée d'air du compresseur; on voit également le radiateur faisant saillie sous le fuselage à l'arrière du bord de fuite des ailes. La vitesse de cet appareil ultra-rapide dépasserait 600 km/h. (Voir aussi la figure 3.)

Pratt and Whitney, *Cyclone G* chez Wright) et un 14 cylindres en étoile double de 900-1 100 ch (*Twin Wasp* chez Pratt and Whitney, *Cyclone R.-2 600* chez Wright).

Parmi les appareils en cours de construction ou d'essais, il convient de citer : le quadrimoteur substratosphérique *Boeing-307 « Stratoliner »*, le *Curtiss-Wright CW.-20* pour 24-34 places, actuellement en voie

eux aussi, dans la course aux armements. Pour lui seul, l'*Army Air Corps*, qui nous intéresse ici, demande 20 millions de dollars pour l'achat de matériel volant, 4 pour le rééquipement d'appareils en service, 3,5 pour les travaux de recherches et d'expérimentation. L'*Aviation navale*, de son côté, demande 38 millions de dollars pour l'achat du matériel volant et 9,5 pour les études.

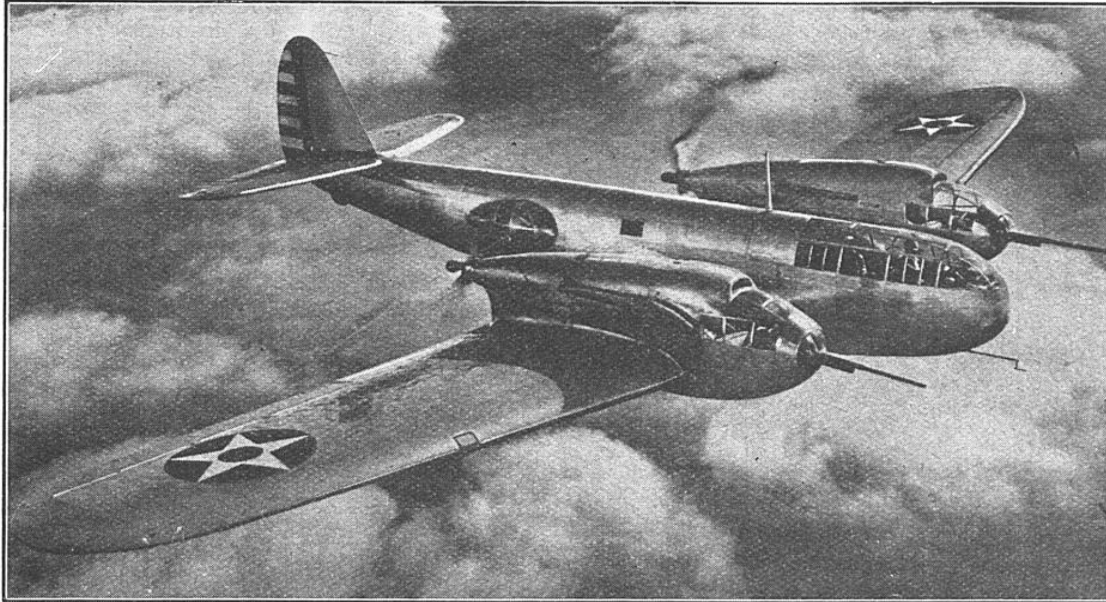


FIG. 5. — LE MULTIPLACE DE CHASSE « BELL XFM.-1 AIRACUDA »

Cet appareil entièrement métallique est équipé de deux moteurs Allison V.-1710 de 1 000 ch, refroidis par liquide, actionnant des hélices propulsives tripales. L'équipage comprend cinq hommes : un pilote, un navigateur second pilote, un radiotélégraphiste assurant la manœuvre des mitrailleuses de fuselage, et deux mitrailleurs dont les postes sont aménagés à l'avant de chacun des fuseaux moteurs. Les hommes d'équipage sont reliés entre eux par un réseau téléphonique. Le Bell Airacuda est un appareil de combat par excellence ; les armes latérales ont un champ de tir exceptionnellement large et leur action n'est point entravée par la présence des hélices. De plus, la position avancée des postes dégage bien les vues et rend possible la communication par gestes entre le pilote et les mitrailleurs qui l'encadrent. Au total, le Bell Airacuda possède six armes automatiques, toutes orientables : deux jumelées dans un des fuseaux latéraux, et une dans chacun des blisters garnissant les flancs du fuselage et assurant la défense arrière. Avec des moteurs de 1 000 ch, la vitesse maximum de cet appareil dépasserait 500 km/h.

d'achèvement ; le quadrimoteur *Douglas DC.-4* pour 35-47 places, dont le prototype vient de terminer ses essais ; le bimoteur *Douglas DC.-5* pour 19 places, qui vient de sortir de l'usine.

L'AVIATION MILITAIRE

Dans le projet de budget pour la prochaine année fiscale, adressé au Congrès le 5 janvier dernier, les crédits demandés pour l'armement s'élèvent à 1 milliard 320 millions de dollars (plus de 46 milliards de francs), sur un total de près de 9 milliards de dollars. En contre-coup des troubles qui agitent l'ancien continent, les Etats-Unis se lancent donc,

Mais ce n'est pas tout ! Une demande de crédits exceptionnels a fait l'objet d'un message du président Roosevelt au Congrès, le 12 janvier dernier. 552 millions de dollars (plus de 20 milliards de francs) ont été demandés pour la défense nationale.

En dépit de l'opposition momentanée de quelques sénateurs, la Commission militaire du Sénat américain a approuvé les mesures proposées. 450 millions de dollars supplémentaires, dont 300 pour l'achat de matériels nouveaux, ont été ainsi attribués à l'*Air Corps*.

L'*Air Corps*, qui vient de subir une réorganisation profonde, compte, au début de

1939, 1 798 appareils de première ligne contre 1 378 en 1938 et 842 en 1937. Pour 1940, aux termes du plan Baker de 1934, l'effectif des appareils de première ligne devait atteindre 2 320 appareils ; les récentes mesures de réarmement que nous venons d'énumérer prévoient 6 000 avions. Encore ne s'agit-il que des appareils de première ligne, car les chiffres relatifs aux effectifs totaux n'ont jamais été publiés.

Quant à l'aviation navale, elle comptait, au 20 décembre 1938, 2 152 avions et hydravions de tous types, ce qui correspond en

tibles d'atteindre une vitesse de 480 à 500 km/h ; divers biplaces à postes en tandem, servant, suivant les types, au bombardement léger, à l'attaque, à l'observation et à l'entraînement (*Curtiss*, *North-American*, *Chance-Vought* et *Vultee*) pesant de 3 000 à 4 000 kg et atteignant 350 à 400 km/h ; des bimoteurs de bombardement *Glenn-Martin* et *Douglas*, de 7 000 à 8 000 kg, atteignant 350 à 400 km/h ; le quadrimoteur *Boeing B.-17*, « forteresse volante » de 22 tonnes, qui atteint 400 km/h ; un bimoteur biplace de combat *Curtiss* gardé jusqu'ici secret, et



FIG. 6. — LE BIMOTEUR MONOPLACE DE CHASSE « LOCKHEED XP.-38 »

Cet appareil marque la tendance actuelle qui, aussi bien en Europe qu'aux Etats-Unis, oriente l'avion de vitesse vers la solution bimoteur (Messerschmitt Me-110, en Allemagne, Westland, en Grande-Bretagne, Vultee et Boeing « Stearman » X.-100 aux Etats-Unis). Le Lockheed XP.-38 est un bimoteur sans fuselage à train tricycle et empennages portés par des poutres prenant naissance à l'arrière des fuseaux moteurs. Les moteurs sont des Allison, refroidis par liquide, développant environ 1 300 ch. Après de courts essais au cours desquels il a atteint une vitesse sur base de 640 km/h, le Lockheed XP.-38 (X signifiant prototype), piloté par le lieutenant Benjamin Kelsey, a traversé, le 11 février dernier, le continent américain de Burbank (Californie) à New York en 7 h 45 mn, malgré deux escales de ravitaillement, soit à la moyenne de 511 km/h. L'appareil fut malheureusement détruit à l'atterrissage alors qu'il n'avait pas encore les 50 heures de vol requises pour son homologation.

réalité à 1 200 appareils de guerre environ en service dans les unités.

Ajoutons que le 27 décembre dernier, le président Roosevelt a approuvé un programme que lui soumettait la Civil Aeronautics Authority pour l'entraînement d'environ 20 000 pilotes recrutés dans les collèges et les universités.

Le matériel de l'aviation militaire

Le matériel qui constitue l'effectif de première ligne de l'*Air Corps* est principalement constitué de monoplans entièrement métalliques à train rentrant et équipés de moteurs *Pratt and Whitney* ou *Wright*, analogues à ceux qui sont installés sur les appareils civils.

On trouve ainsi : des monoplans de chasse *Curtiss*, *North American*, *Seversky*, *Chance-Vought* pesant environ 2 000 kg et suscep-

dont la vitesse doit avoisiner 450 km/h.

Quant au matériel de l'*Aviation navale*, il comprend principalement : des monoplans de chasse et des biplaces à usages multiples (*Curtiss*, *Grumman*) ; des hydravions de divers types dont le plus connu est sans contredit le bimoteur de patrouille et de bombardement *Consolidated-PBY*, dont le rayon d'action dépasse 6 300 km.

En 1938, plusieurs réalisations nouvelles ont vu le jour et diverses tendances se sont manifestées. Tout d'abord, l'industrie aéronautique, jusqu'ici fidèle au moteur en étoile refroidi par l'air, a sorti le premier moteur de grande puissance en V, refroidi par liquide, construit aux Etats-Unis depuis la guerre : le 1 000 ch *Allison V.-1710* de 27 litres de cylindrée, moteur qui, au bout d'un an d'essais, se révèle comme un succès exceptionnel. Ensuite, la *Bell Aircraft Cor-*

poration a produit un bimoteur quadriplace de chasse équipé d'hélices propulsives actionnées précisément par les susdits moteurs Allison. Cet appareil dépasserait 500 km/h.

Par ailleurs, Curtiss, créateur d'un monoplace de chasse construit en 230 exemplaires pour l'Armée américaine et en 200 pour l'Armée de l'Air française, le Hawk-75 A (P.-36) à moteur Pratt and Whitney, a sorti successivement un P.-37, puis un P.-40 (fig. 3 et 4).

Enfin, le dernier succès du moteur Allison est son adaptation sur un appareil tout nouveau : le bimoteur monoplace de chasse

dollars ou 2 milliards 500 millions de francs.

Aucune statistique n'indique s'il s'agit d'appareils militaires ou d'appareils commerciaux ou de tourisme. Néanmoins, exception faite des avions de transport acquis par des compagnies du monde entier et plus spécialement des bimoteurs Douglas DC.-2 et DC.-3 et Lockheed-12, 14 et « Electra », la majeure partie du matériel exporté est vraisemblablement constitué par du matériel militaire. C'est ce qu'indique le classement par ordre d'importance des pays acquéreurs : Japon, Indes néerlandaises, Chine, Argentine, U. R. S. S., Grande-

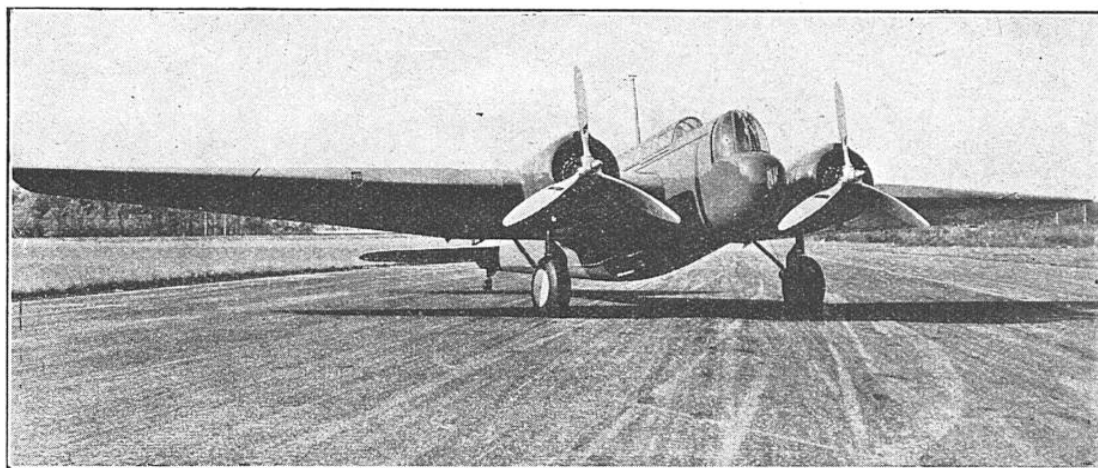


FIG. 7. — LE BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT « GLENN MARTIN-166 »

Dérivé de plusieurs types antérieurs, le Martin-166 est un monoplane entièrement métallique de construction purement orthodoxe. Les moteurs sont des Wright Cyclone de 900 ch ou des Pratt and Whitney de 950 ch. Ses performances sont les suivantes : vitesse maximum, 421 km/h; vitesse de croisière, 330 km/h; plafond, 9 150 m; rayon d'action, 3 350 km. Son poids à vide est de 4 890 kg, son poids en charge de 7 290 kg.

Lockheed XP.-38 à train d'atterrissage tri-cycle et empennages portés par des poutres. Cet appareil marque la tendance actuelle qui oriente de plus en plus l'avion de grande vitesse vers le bimoteur (fig. 6).

Précisons, pour terminer, que dans la dernière mise au concours organisé par l'Air Corps pour la livraison de bimoteurs de bombardement et de combat, les appareils doivent répondre aux conditions suivantes : moteurs développant 1 200 ch au décollage, quatre hommes d'équipage, vitesse 580 km/h.

LES EXPORTATIONS

Sur une production de matériel aéronautique supérieure à 130 millions de dollars en 1938, le matériel, tant militaire que civil, exporté par l'industrie américaine représente plus de la moitié : 68 millions de

Bretagne, Canada, Pays-Bas, Turquie, Brésil, Mexique, Australie, Hong-Kong, etc.

Il est bien évident que les événements d'Extrême-Orient jouent là un rôle important.

On peut être étonné de voir sur cette liste combien semblent passer au second plan les acquisitions européennes, étant donné l'intensité du réarmement sur le vieux continent. Cela provient de ce que, si l'année 1938 a vu beaucoup de marchés militaires se conclure, c'est en 1939 que les livraisons auront lieu. Aussi pouvons-nous, dès maintenant, prévoir que la Grande-Bretagne et la France tiendront la tête de la liste en 1940 (1).

(1) La Grande-Bretagne a passé commande de 650 avions : 400 biplaces d'entraînement rapides North-American BT.-9 B; 250 bimoteurs de reconnaissance et de bombardement Lockheed-14 B.

La France a commandé 635 avions : 200 monoplace de chasse Curtiss « Hawk » 75 A (P.-36);

Enfin, après l'Extrême-Orient et l'Europe, restent les pays d'Amérique du Sud dont les besoins s'expliquent moins, mais dont les commandes de matériel sont cependant fort importantes. Là, les Etats-Unis trouvent dans l'Allemagne et surtout dans l'Italie des concurrents particulièrement redoutables.

L'AVIATION TRANSOCÉANIQUE

Les projets de liaison aérienne régulière transatlantique, qui paraissaient il y a dix

Nord de 15 à 30 passagers, suivant la charge des marchandises et du courrier et l'espace des escales. Cet appareil marque la fin des traversées expérimentales entreprises avec des appareils de tonnage insuffisant. C'est le couronnement de trois années d'expériences sur la plus longue des routes océaniques, la route du Pacifique.

Si l'on considère la carte, il peut sembler étonnant que les Américains se soient d'abord préoccupés d'établir des lignes

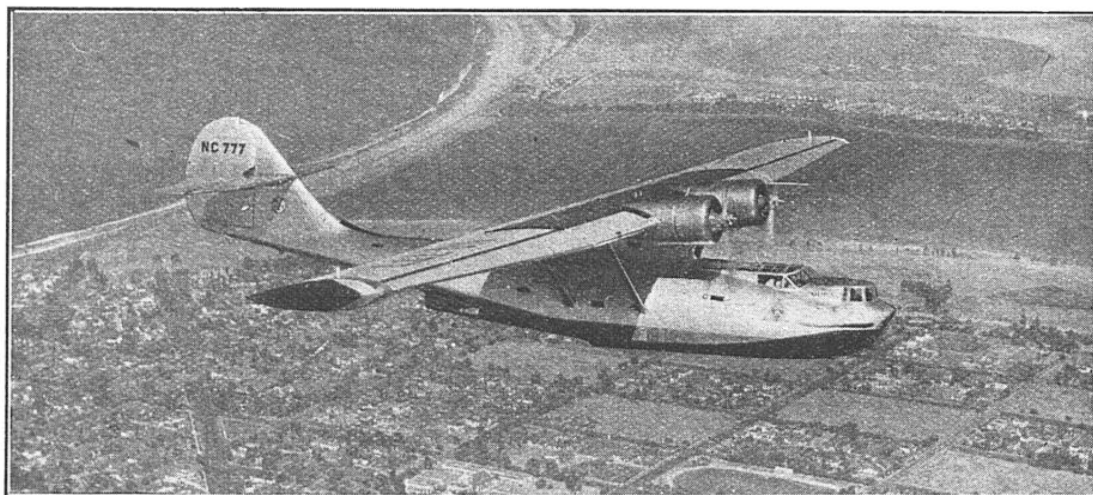


FIG. 8. — L'HYDRAVION BIMOTEUR « CONSOLIDATED P. B.-Y. »

Cet appareil remonte à 1935. Pour ses débuts, le prototype battait le record de distance en ligne droite pour hydravions avec 5 280 km (14-15 octobre 1935). Depuis lors, le P. B.-Y. a été commandé en 176 exemplaires par l'Aviation Navale des Etats-Unis pour ses bases du Pacifique. La livraison de ces appareils se fait toujours par la voie des airs : les équipages en prennent possession à l'usine de San Diego et, par escadrilles de 12 ou de 18 unités, rejoignent en formation leur base de Pearl Harbour (Hawaï) ou de Coco Solo (Panama), parcourant ainsi sans escale des distances respectives de 4 100 et de 5 000 km. Il est à noter que ce sont des P. B.-Y. qui ont été choisis par le savant Richard Archbold pour ses voyages d'exploration et par sir Hubert Wilkins pour ses recherches au pôle Nord de la mission Papanine. Enfin, c'est la version commerciale de cet hydravion qui a été choisie par les American Export Airlines pour leurs essais postaux sur l'Atlantique-Nord. Ce P. B.-Y. est un monoplan de construction entièrement métallique et à ballonnets latéraux relevables en bouts d'aile. En version militaire, il est pourvu de 4 mitrailleuses et de berceaux pour 1 800 kg de bombes; en version commerciale, il peut emporter 40 passagers sur courte distance. Les caractéristiques de l'appareil sont : envergure, 31 m 70; longueur, 20 m 50; hauteur, 5 m 64; poids à vide, 6 460 kg; poids total en charge, 12 300 kg; plafond, 7 700 m; rayon d'action, 6 300 km; sa vitesse maximum avec deux moteurs Wright « Cyclone » de 900 ch est de 304 km/h; avec deux moteurs Pratt and Whitney « Wasp » de puissance légèrement supérieure, elle est de 330 km/h.

ans encore du domaine de l'utopie, sont actuellement en voie de réalisation, comme vient de le montrer le voyage d'étude de l'hydravion américain *Yankee Clipper*. Avec ce voyage, prélude immédiat à l'établissement d'un trafic régulier, on peut dire que l'époque héroïque des voyages transocéaniques vient de se clore.

L'appareil utilisé, du type *Boeing-314*, sera capable de transporter sur l'Atlantique-

115 bimoteurs de bombardement *Glenn-Martin 167*; 100 appareils de bombardement *Douglas B.-19*; 200 biplaces d'entraînement rapides *North American BT-9 B* et 20 biplaces de bombardement en piqué *Chance-Vought V.-156* pour la Marine.

commerciales vers la Chine, vers l'Australie et la Nouvelle-Zélande avant d'essayer de relier leur continent au nôtre. Il n'y a, en effet, que 6 300 km entre New York et Londres, tandis qu'entre Hong-Kong et l'Amérique la distance est de 13 850 km. L'étape la plus longue à parcourir sur le trajet Atlantique est l'étape Bermudes-Açores, 3 300 km. Sur le Pacifique, l'étape Alameda-Honolulu mesure 3 800 km. En réalité, la raison de cette préférence pour le Pacifique n'a rien à voir avec la technique. On sait l'importance que prend de plus en plus, pour les Etats-Unis, l'océan qui lui

donne accès à l'Extrême-Orient, où son commerce trouvera des débouchés immenses quand les communications à travers la Chine se seront développées. D'ores et déjà, les marchés du Pacifique ont, pour les Etats-Unis, une importance double de celle des marchés de l'Amérique du Sud. Vers 1930, les grandes nations coloniales européennes établissaient des liaisons régulières avec leurs possessions d'Extrême-Orient et projetaient d'étendre leurs services vers la Chine.

Sur l'Atlantique, les Etats-Unis étaient maîtres des terminus américains et, de toute façon, ces lignes eussent profité au commerce américain. De plus, les escales possi-

bles dans l'Atlantique appartenaient soit à l'Angleterre, soit au Portugal alors soumis à l'influence anglaise. Au contraire, le Pacifique est jalonné d'une ligne d'îles américaines : Hawaï, Midway, Wake, Guam, Philippines, vers la Chine ; Kingman Reef et Samoa vers la Nouvelle-Zélande.

L. Martin et lancés en 1934. Les techniciens des *Pan American Airways* firent un voyage de trois mois à bord d'un navire pour l'installation des bases aux îles Hawaï, Midway, Wake, Guam et Manille.

Pendant l'été 1935, les études furent faites pour un service régulier qui fut inauguré en octobre 1935 et prolongé en février 1936 avec Hong-Kong et Macao. Il était assuré avec trois appareils *Glenn-Martin-130*. En 1936, il apparut que les appareils utilisés étaient insuffisants, car leur charge commerciale était trop faible sur d'aussi longues étapes ; c'est pourquoi les *Pan American Airways* commandèrent six

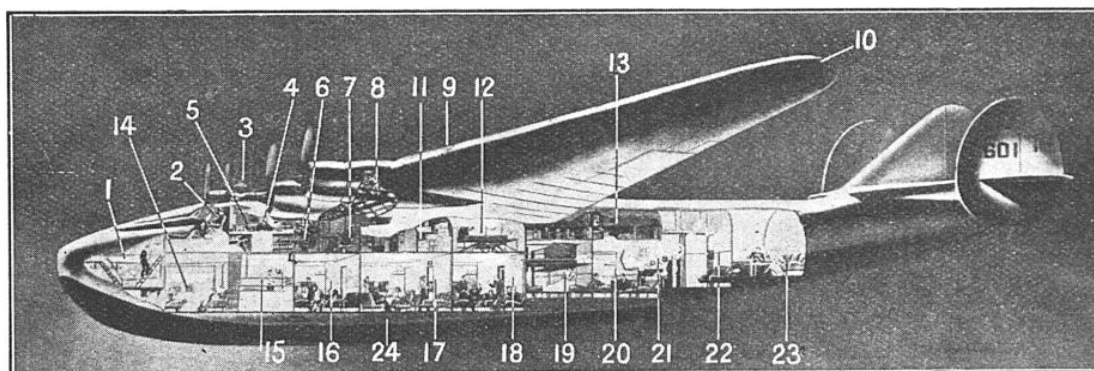


FIG. 9. — LES AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS PRÉVUS A BORD DU BOEING-314 « YANKEE CLIPPER »

1, engins d'amarrages; 2, postes de pilotage; 3, cadre radiogoniométrique; 4, poste de l'officier navigateur; 5, radio-télégraphie et radiotéléphonie; 6, poste de l'officier mécanicien; 7, appartement du capitaine; 8, poste des mécaniciens; 9, projecteur d'amérissage; 10, feu de navigation; 11, cargaison; 12, dortoirs de l'équipage; 13, soute à bagages; 14, 16, 18, 19, 20, 22, compartiments-couchettes; 15, 21, toilette; 17, salle à manger; 23, appartement privé; 24, soute auxiliaire.

bles dans l'Atlantique appartenaient soit à l'Angleterre, soit au Portugal alors soumis à l'influence anglaise. Au contraire, le Pacifique est jalonné d'une ligne d'îles américaines : Hawaï, Midway, Wake, Guam, Philippines, vers la Chine ; Kingman Reef et Samoa vers la Nouvelle-Zélande.

Les pionniers du vol transocéanique : la « Pan American Airways » et les lignes du Pacifique

L'histoire des liaisons aériennes entre l'Amérique et l'Asie se confond avec celle des *Pan American Airways*. Cette compagnie a été fondée en 1927 pour assurer un service aérien entre Cuba et la Floride. Elle se trouva ainsi confrontée, dès la première heure, avec toutes les difficultés inhérentes à de tels services.

Les premiers appareils utilisés pour la traversée du Pacifique furent construits dès 1932 par les ingénieurs Sikorsky et Glenn-

nouveaux appareils *Boeing* de 37 tonnes, tandis que le service, après la perte du *Hawaï Clipper*, était assuré tant bien que mal avec les deux appareils restant. Les liaisons avec la Nouvelle-Zélande, inaugurées en 1936, ont été interrompues par l'accident du *Samoan Clipper*. Le *Boeing-314*, qui s'est envolé dernièrement pour le 269^e voyage transpacifique, rétablira, avec les autres appareils de la même série, un trafic plus dense sur ces deux lignes.

On voit que les *Pan American Airways* sont très bien armés pour s'attaquer aux problèmes techniques de la liaison transatlantique.

Sur les routes de l'Atlantique

Trois routes sont possibles pour traverser l'océan Atlantique : l'une passe par l'Amérique du Nord, le Groenland, l'Islande et l'Ecosse ; l'autre, par l'Amérique du Nord et l'Irlande, c'est la plus courte ; enfin, la

troisième passe par les îles Bermudes, les Açores et le Portugal. La ligne du Nord est impraticable pendant la plus grande partie de l'année (vents violents, givrage, brume). Il en est de même pendant l'hiver pour la ligne de l'Irlande. La ligne du Sud, par contre, permet un trafic régulier pendant toute l'année. Mais c'est la plus longue.

Tandis qu'en 1930 l'Allemagne effectuait des vols d'essai par la ligne d'Islande et du Groenland, que l'Angleterre commençait à considérer sa possession des îles Bermudes comme une escale possible à travers l'Atlantique, les *Pan American Airways* demandèrent et obtinrent le droit d'utiliser les escales de la route du Nord, et entamèrent des pourparlers au sujet de celles d'Irlande et du Canada et des îles Bermudes. Cette compagnie demandait en même temps aux compagnies européennes la permission d'utiliser leurs bases en échange des mêmes droits sur les bases américaines. Des facilités lui furent accordées au Canada, en Irlande, en Angleterre, aux îles Bermudes, en France et en Allemagne. En 1936, les *Pan American Airways* et les *Imperial Airways* obtinrent le droit d'escale aux Açores. Les difficultés d'ordre « diplomatique » étaient vaincues.

La collaboration entre les divers concurrents du trafic ne peut avoir que des effets heureux : il ne serait pas rationnel, en effet, que les frais d'établissement des bases, des postes radio, des services météorologiques, ne soient pas mis en commun et que tous les usagers n'en profitent pas en même temps. On peut prévoir que d'ici quelques années l'Atlantique sera sillonné d'avions de nombreux pays : Amérique, Angle-

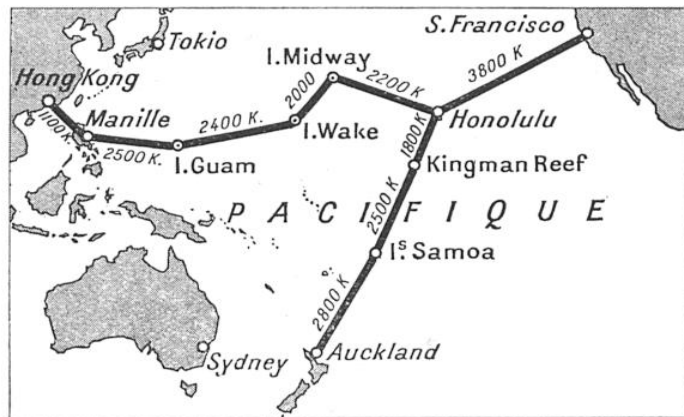


FIG. 11. — LES DEUX LIGNES AÉRIENNES DU PACIFIQUE

terre, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas.

Une nouvelle compagnie américaine, en particulier, va venir s'établir sur l'Atlantique-Nord, l'*American Export Airlines*, filiale d'une compagnie maritime. Il est probable que les essais et le service régulier seront partagés entre les *Pan American Airways* pour l'Atlantique-Nord, et cette compagnie vers la Méditerranée.

Une nouvelle lutte pour le ruban bleu

Pour les transports transatlantiques, des appareils géants d'une centaine de tonnes sont prévus, ce qui permettra d'augmenter le rapport entre la charge payante et la charge totale de l'appareil.

Mais leur réalisation est encore en cours d'études. En attendant, on peut considérer comme hydravions transatlantiques des appareils d'un rayon d'action supérieur à 2 500 ou 3 000 km. Dans cet ordre d'idées, les Américains, outre le *Boeing-314* et d'autres appareils moins modernes, parmi lesquels le *Consolidated P.B.-Y.*, ont entrepris la construction d'un appareil *Martin* de 112 tonnes, rayon d'action 6 500 km, vitesse de croisière 340 km/h.

L'Atlantique-Nord est, depuis le siècle dernier, une sorte de champ de courses pour les grands paquebots. Il est probable qu'entre les compagnies de navigation aérienne il existera une semblable rivalité. Si une nation parvient à s'assurer une nette supériorité dans le trafic de l'Atlantique-Nord, le prestige qu'elle en tirera ne manquera pas de rejaillir sur toutes ses lignes aériennes.

RENÉ MAURER.

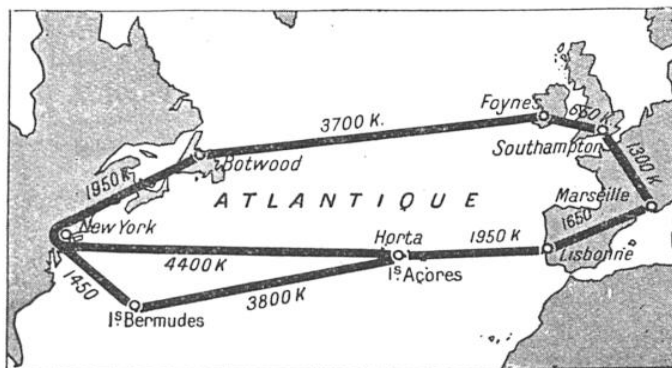


FIG. 10. - LES ESCALES DU TRAFIC DE L'ATLANTIQUE-NORD

L'INDUSTRIE DES LOISIRS AUX ÉTATS-UNIS : CINÉMA, RADIODIFFUSION ET TÉLÉVISION

Par Pierre KESZLER

Les industries techniquement voisines, mais commercialement rivales, qui se disputent l'exploitation des loisirs des foules américaines : cinéma, radiodiffusion et bientôt télévision, viennent, pour le chiffre d'affaires, immédiatement après l'automobile. On ne saurait s'en étonner si l'on songe à la place qu'elles occupent dans la vie américaine. Les innombrables salles de spectacles des Etats-Unis rémunèrent largement les capitaux, souvent fort importants, engagés dans la fabrication d'un film et les campagnes publicitaires entreprises pour son lancement. C'est grâce à ces ressources, que ne peuvent connaître les producteurs européens, que le film américain a pu atteindre la perfection technique que tous lui reconnaissent. L'immense auditoire que représentent les 25 millions de radiorécepteurs actuellement existants, à la portée de tous parce que fabriqués en grande série, justifie les recettes publicitaires élevées qui font vivre et prospérer les grandes « chaînes » d'émetteurs exploitées exclusivement par des compagnies privées. Quant à la télévision, l'ouverture de la Foire de New York a marqué ses débuts officiels en Amérique, avec la mise en service de deux émetteurs à grande puissance.

ON peut dire qu'aux Etats-Unis le cinéma et la radiodiffusion ont trouvé depuis quelque vingt ans, et trouvent encore aujourd'hui un terrain plus propice à leur développement que dans aucun autre pays du monde.

C'est de la publicité que la radiodiffusion tire ses ressources, et cependant nul ne songe aux Etats-Unis à s'en offusquer. Les recettes publicitaires qui paient l'établissement et l'entretien de toute la radiodiffusion américaine ont été, pour 1938, de l'ordre de 150 millions de dollars, soit 5 milliards et demi de francs !

Techniquement parlant, la radiodiffusion, la télévision, le cinéma et aussi l'industrie du disque s'interpénètrent intimement au point qu'il est impossible de les séparer, au laboratoire ou à l'usine.

Il en résulte que les grandes compagnies du cinéma, de la radiodiffusion, du disque et de la télévision, exploitantes ou productrices, ont leurs intérêts liés à un tel point qu'on retrouve leurs capitaux rassemblés en grande partie au pouvoir des mêmes groupements financiers.

Pour le public américain, il existe bien cependant quatre ordres de distractions nettement différenciés : le cinéma, où il va voir les films qui le passionnent ou les actualités qui l'intéressent ; le disque, qui lui permet de réentendre à loisir chez lui telles vedettes préférées ; la radio, qui lui apporte aussi chez lui les nouvelles fraîches, lui permet de suivre tel match de son fau-

teuil, ou d'entendre, en fumant ou en lisant, tel concert où il n'eût point trouvé de place ; enfin, la télévision qu'il attend encore, mais dont il a déjà entendu parler et dont il a pu suivre les progrès : il sait qu'il pourra l'acquiescer au jour précis que les maîtres de ses loisirs, dont il ne songe pas à discuter la compétence, auront fixé pour lui.

LE CINÉMA

La maîtrise des réalisateurs d'Hollywood n'est aujourd'hui contestée par personne. Elle est due avant tout à l'emploi judicieux de tous les perfectionnements scientifiques et techniques dès qu'ils apparaissent, et aussi à la mise en œuvre des moyens financiers les plus puissants, procurés grâce à l'exploitation méthodique de l'ensemble des débouchés mondiaux.

Les studios

Nous avons déjà eu l'occasion de décrire dans *La Science et la Vie* ce qu'étaient les modernes cités du cinéma (1). Les studios d'Hollywood synthétisent tout ce qui existe ailleurs plus ou moins partiellement. D'ailleurs, les *producers* n'hésitent pas à faire appel à la technique étrangère chaque fois que celle-ci se révèle supérieure. C'est ainsi que 40 % des caméras de studio et près de 75 % des « tireuses » de films sont importées de France (Debie), qu'un grand nombre des objectifs de caméras viennent d'Europe (Angleterre ou Allemagne). Les

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

appareils nationaux ne sont utilisés le plus souvent, quant aux caméras, que pour les prises de vues extérieures ou non synchronisées et, quant aux « tireuses » à grand débit, que pour l'obtention des copies de films moyens.

Par contre, la « prise de son » est assurée exclusivement par des appareils américains *R.-C.-A. High Fidelity*, pour l'enregistrement à densité constante, ou *Western Electric Wide Range*, pour l'enregistrement à densité variable. Ces deux dispositifs ayant été décrits ici, et n'ayant pas été modifiés sensiblement depuis, nous n'y reviendrons pas (1).

L'acoustique des studios fait l'objet d'études très poussées. Après chaque pose de décor, pour chacune des scènes tournées, l'ingénieur acousticien et l'ingénieur du son placent ensemble les panneaux de réverbération dirigée et ceux d'absorption, adaptent les circuits des appareils amplificateurs afin d'obtenir à l'enregistrement la résonance qui convient exactement à la scène filmée.

Dans le domaine de l'éclairage, on ne ménage pas la puissance des sources lumineuses et on n'hésite pas à passer des heures à régler minutieusement la répartition et la valeur respective des zones brillantes, des ombres et des pénombres. C'est à cette science parfaite de l'utilisation des projecteurs que tant de films américains doivent la qualité extraordinaire de leur photographie.

Développement et tirage des films

Sauf pour les productions de deuxième catégorie — que nous ne voyons d'ailleurs pas en Europe — le plus grand soin est apporté au développement des négatifs, comme au tirage des copies (positifs). Des laboratoires chimiques et photométriques surveillent, contrôlent, corrigent constamment la composition des bains, le fonctionnement des tireuses et analysent l'atmosphère soigneusement conditionnée des salles de tirage.

Les usines de tirage elles-mêmes sont installées loin des grands centres afin d'éviter les fumées et les corpuscules en suspension dans l'air.

L'eau, en outre, fait l'objet d'un contrôle sévère, sa teneur en sels solubles ayant une grande importance tant pour le grain de l'émulsion que pour la bonne venue et la finesse des images.

Tous les films de qualité bénéficient de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.

ce traitement de luxe, plus onéreux puisque de moindre rendement, mais incontestablement supérieur. De plus, on n'hésite pas à reprendre plusieurs fois une scène, même bonne du point de vue interprétation, afin de pouvoir choisir ensuite entre plusieurs négatifs.

Le tirage des copies est aussi scrupuleusement conduit, afin de garder au film toute sa valeur et lui conserver tous les avantages acquis par les soins apportés à la réalisation du négatif.

Les dessins animés

Nous avons eu l'occasion d'étudier dans ces colonnes la question des dessins animés, qui, en pratique, sont exclusivement produits par Hollywood (1). Dans ce domaine, la maîtrise des producteurs américains est complète, et, actuellement, plusieurs films de grand métrage, entrepris après le succès éclatant de *Blanche-Neige*, sont en cours de réalisation. Toutes les ressources techniques connues sont utilisées, à la lumière de l'expérience et des critiques formulées à propos du grand film de Walt Disney.

Couleurs et relief

Si la majeure partie des films américains sont toujours en noir et blanc, on a recours, depuis quelques années, pour un certain nombre de bandes, au procédé *Technicolor* (2). Il semble que le public américain soit assez friand des images en couleurs. Toutefois, le prix de revient est sensiblement plus élevé que pour une pellicule normale, du fait qu'il faut trois négatifs contre un et que le tirage de la première copie est très délicat.

Le procédé *Kodachrome* (3) apparaît moins onéreux ; aussi l'emploie-t-on bien souvent pour le tirage de copies de films en *Technicolor*, lorsque ces copies sont destinées aux salles de moindre importance.

Aux Etats-Unis, le relief des vues cinématographiques est également à l'étude. Plusieurs procédés, non anaglyphes, sont au point. D'aucuns nécessiteraient la réfection des salles, tous les spectateurs devant se trouver dans une position sensiblement normale au plan de projection ; tous exigent le changement du matériel de cabine, ce qui équivaut à révolutionner complètement les conditions de l'exploitation. Or, pour les seuls théâtres cinématographiques américains, les investissements atteignent la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 258, page 509.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 466.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 451.

coquette somme de 1 800 millions de dollars (66 milliards de francs) et les *businessmen* estiment que l'aménagement en sonore n'est pas encore amorti. Ils ne lanceront donc le relief que le jour où les recettes baisseront sensiblement.

Quelques chiffres concernant le cinéma américain

Bien que les films californiens soient présentés dans le monde entier (sauf en Italie depuis quelques mois), la clientèle américaine n'en reste pas moins la plus intéressante pour les producteurs d'Hollywood. C'est ce qui explique le caractère vraiment américain des scénarios.

En effet, si on estime que, dans le monde entier, 235 millions de spectateurs défilent chaque semaine dans les salles obscures, 88 millions sont des concitoyens du président Roosevelt. La production, hors des Etats-Unis, n'est pas négligeable, et nombre de marchés étrangers sont alimentés en grande partie par leur production nationale. C'est ainsi que, pour 547 films produits aux Etats-Unis en 1937, l'Europe en a produit 760, l'Amérique latine 90. Une statistique américaine accorde à l'Extrême-Orient 959 films, dont 500 pour le Japon (1).

Les recettes aux portes des théâtres américains atteignent en gros 1 milliard de dollars (37 milliards de francs), sur quoi l'Etat ne prélève que 40 millions de dollars (1 500 millions de francs), soit 4 %. La part totale de l'exploitation, c'est-à-dire les frais de personnel, d'énergie électrique, d'amortissement, assurances, publicité, taxes et bénéfices atteint 65 % de la recette brute. Les producteurs et distributeurs prélèvent donc 35 %, soit 350 millions de dollars (environ 13 milliards de francs). Sur cette somme, 100 millions de dollars sont absorbés par les frais de distribution, le solde : 250 millions de dollars, constituant la part des producteurs.

Ce que gagne Hollywood

Hollywood vend donc ses produits aux U. S. A. 250 millions de dollars. Mais que lui coûte la production ? Les 90 sociétés productrices occupent 22 cités du cinéma,

(1) On peut émettre des doutes sur l'exactitude de ces chiffres, car, en admettant même que le caractère des bandes présentées dans l'Empire du Soleil Levant soit spécifiquement local, on se demande comment les producteurs nippons amortiraient 500 films par an dans les 1 500 salles de l'Empire... pendant que les Américains se contenteraient de 547 films pour 16 238 salles nationales et un important marché d'exportation.

ce qui représente une immobilisation de 100 millions de dollars. En 1938, les frais de production se sont élevés à 135 millions de dollars. La comparaison entre ces chiffres montre que le bénéfice réalisé par Hollywood, sur le seul marché américain, doit avoisiner 100 millions de dollars (3,5 milliards de francs). On comprend immédiatement pourquoi les sociétés américaines ont pu conquérir dans le monde une place prépondérante : les marchés étrangers, s'ils ne sont pas protégés par une douane commerciale ou psychologique, sont fatalement submergés par une production généralement bonne et qui peut ne coûter que le prix des copies. On comprend mieux, en considérant ces chiffres, pourquoi les producteurs américains ne reculent devant aucune dépense justifiée et acceptent les conditions onéreuses des vedettes (qu'ils ont d'ailleurs lancées eux-mêmes, parfois à grands frais).

Quel que soit le devis d'un scénario, le producteur américain examine la question sans s'effrayer. Il sait pertinemment que les frais seront récupérés pourvu que l'affabulation tienne debout et qu'un soin suffisant soit apporté à la réalisation. Lorsque Walt Disney entreprit *Banche-Neige*, il savait qu'il faudrait employer 600 personnes pendant trois ans et faire une avance de fonds de 1 500 000 dollars (plus de 50 millions de francs) avant de toucher 1 cent. Or, ce chiffre de 1 500 000 dollars représente environ sept fois le prix moyen d'un film. Malgré cela, après un an d'exploitation (et la carrière de *Blanche-Neige* n'est pas terminée), Walt Disney est largement payé de son travail et de son audace.

LA RADIODIFFUSION

L'industrie de la radio, plus jeune que le cinéma, lui doit moins que le cinéma lui-même ne lui doit. C'est la radio, en effet, qui a donné définitivement la parole au film. Et cependant, aux Etats-Unis, radio et cinéma mènent l'un contre l'autre une guerre sourde que l'avènement de la télévision ne fait qu'aggraver. Le cinéma reproche au broadcasting de lui retirer les spectateurs retenus au logis et interdit périodiquement à ses vedettes de se produire à la radio ; ce à quoi les directeurs de programmes radio-phoniques répondent que le public n'a jamais boudé un bon film et que, bien au contraire, la radio, par sa publicité, apporte une aide efficace au « septième art ».

Il faut reconnaître que la radio s'est taillé la part du lion dans la vie américaine : l'absence de taxe, les prix facilement

bas que permet la fabrication en très grande série, l'abondance de la publicité sont des facteurs particuliers aux Etats-Unis et qui sont loin d'être négligeables.

Comme aucune taxe n'est imposée aux récepteurs, il est difficile d'en connaître le nombre exact. Les évaluations les moins optimistes donnent pourtant le coquet total de 25 millions de récepteurs. Statistiquement, cela correspond à peu près

haut approximativement le chiffre énorme.

Dans les Etats où la densité de la population est trop faible, les frais de gestion et de premier établissement d'une station ne seraient pas récupérables ; aussi les sociétés exploitantes, en bonnes commerçantes, renoncent à ces marchés. Les pouvoirs publics n'interviennent que pour faire la police des ondes et surveiller le caractère des émissions, sans qu'il soit cependant question de censure.

Les licences sont accordées par la F. C. C. (*Federal Communications Commission*) et renouvelables tous les six mois. Avant que cet organisme d'Etat n'ait mis un peu d'ordre parmi les émissions, le nombre des émetteurs avait crû jusqu'aux environs de 1 100. Les longueurs d'onde, la puissance et les heures de travail ne relevaient d'aucun plan d'ensemble. Actuellement, on compte 730 émetteurs de radiodiffusion. En outre, une centaine de licences sont accordées pour des puissances très réduites et des heures bien déterminées.

Les chaînes d'émetteurs

La répartition géographique des

stations est commandée, comme nous l'avons dit, par la densité de la population dans les divers districts. C'est ainsi que, si 17 stations fonctionnent dans la seule ville de New York, certains Etats n'en possèdent aucune.

Mais notre réseau national ou celui de la *British Broadcasting Corporation* en Angleterre ne peuvent donner aucune idée, même approchée, de l'organisation des réseaux américains, où les puissantes stations sont remplacées par des « chaînes » de petits émetteurs diffusant un même programme.

Chaque grande compagnie de radiodiffusion possède une ou plusieurs chaînes.

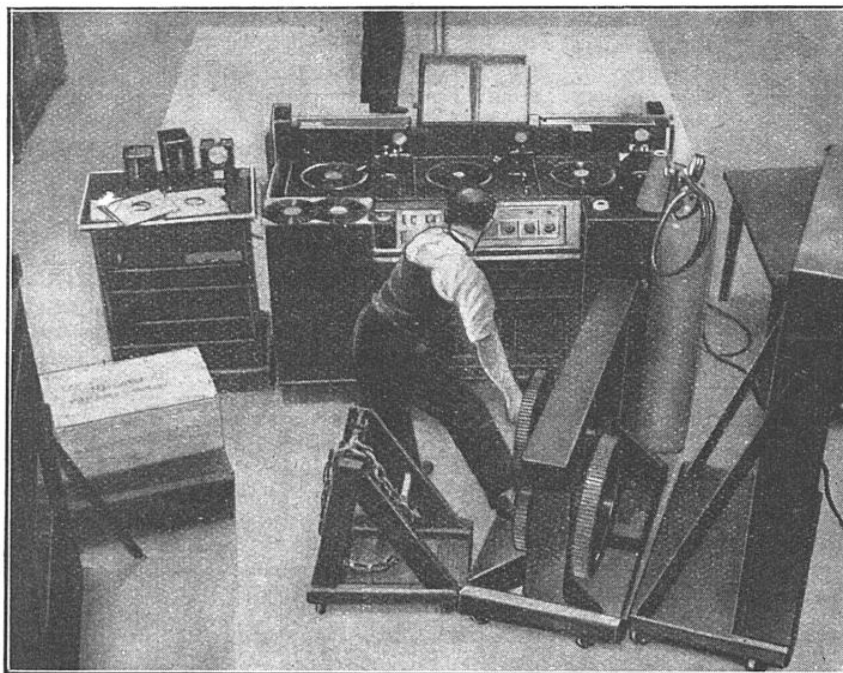


FIG. 1. — ENSEMBLE MOBILE UTILISÉ POUR LE « BRUITAGE » NÉCESSAIRE A LA SONORISATION DES DRAMES RADIOPHONIQUES DANS UN DES NOMBREUX STUDIOS DE LA « NATIONAL BROADCASTING COMPANY »

On aperçoit ici, rassemblés autour du « sound effects man », un pupitre de tourne-disques, un mégaphone, un cylindre d'air comprimé, des engrenages, des chaînes, une fausse porte, etc.

à 1 par foyer. Pratiquement, cette interprétation est fautive car, dans les grands centres, bien des familles en ont plusieurs à leur disposition. Il n'est pas rare que chaque membre possède le sien et que l'office en ait également pour son usage particulier.

Par contre, sur des étendues considérables de territoire, où la population est trop clairsemée, on trouve à peine 1 appareil pour 200 foyers. Cela tient essentiellement au mode d'exploitation de la radio américaine. Celle-ci, qui ne connaît pas de monopole d'Etat, est une exploitation commerciale qui trouve toutes ses recettes dans la publicité. Nous en avons indiqué plus

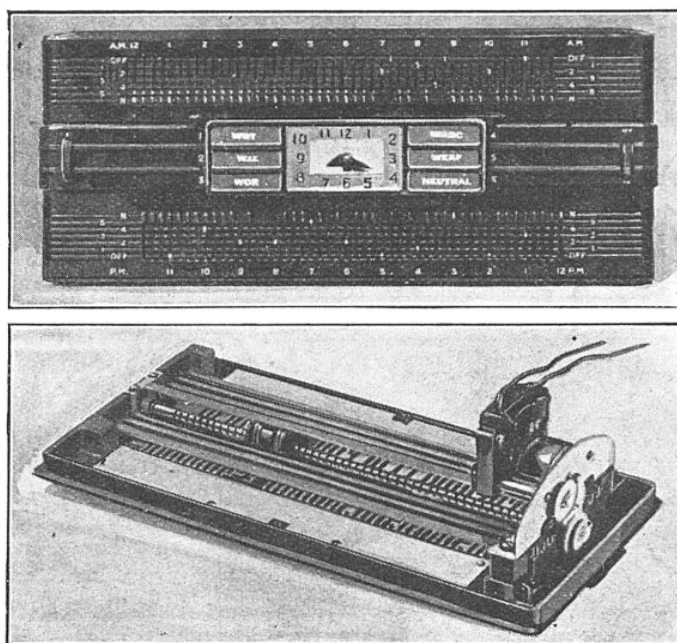


FIG. 2. — POSTE RÉCEPTEUR AVEC COMMANDE AUTOMATIQUE PERMETTANT LE RÉGLAGE À L'AVANCE ET LE CHANGEMENT DE PROGRAMME TOUS LES QUARTS D'HEURE

C'est ainsi que la *National Broadcasting Company* (N. B. C.) groupe 160 stations en deux chaînes. Le *Columbia Broadcasting System* (C. B. S.) possède une chaîne de 100 émetteurs. Le *Mutual Broadcasting System* (M. B. S.), plus jeune, n'atteint actuellement que 78 relais.

Chaque chaîne dispose d'un ensemble de studios. Par exemple, *Radio City* (N. B. C.) à New York, dans le *Rockefeller Center*, dispose de 27 studios ; ils alimentent en programmes réguliers une chaîne dont toutes les stations n'appartiennent pas au groupe N. B. C., mais y sont affiliées. Elles sont payées pour diffuser les programmes publicitaires de la Société mère, mais, par contre, doivent acheter la modulation des programmes réguliers. Chacun y trouve son compte, car les ressources artistiques de certaines villes sont nulles et les émetteurs provinciaux seraient dans l'impossibilité de lutter contre les programmes des grands centres. D'autre part, la possibilité de faire partager par environ 80 postes les frais d'une même « mise en ondes » autorise le recours à des éléments de grande valeur dont les cachets sont fort élevés.

Les stations principales ont une puissance-antenne de 10 à 50 kW. Elles sont édifiées dans les principaux centres. Chaque station

est entourée de stations régionales.

Les plus importantes de ces stations régionales ont une puissance-antenne de 5 à 10 kW, alors que les autres (la majeure partie) n'ont souvent que 0,5 à 1,5 kW.

Puis vient tout un chapelet de stations purement de relais, qui gravitent autour de la chaîne, avec seulement 250 W dans l'antenne.

Toutes sont réunies entre elles par des câbles spéciaux, dont on estime la longueur totale actuelle à 160 000 km.

Quatre-vingt-dix longueurs d'onde suffisent à ces 730 émetteurs. Elles ont été judicieusement réparties dans le temps et dans l'espace. En effet, de l'est à l'ouest, il y a déjà un décalage d'heure qui facilite la tâche des organisateurs. Mais ceux-ci ont dû strictement délimiter les temps d'émission alloués chaque jour à chaque station. Enfin, on a tenu compte des phénomènes de propagation dans la répartition des puissances accordées à chaque émetteur, afin que la combinaison des horaires évite toute interférence.

Les stations de radiodiffusion très puissantes sont, du fait de cette organisation, très peu nombreuses. Cependant, un mouvement se dessine pour l'érection de plusieurs stations de ce type destinées principalement à des émissions internationales. Cincinnati, de par sa position géographique, peut être considéré comme le « Poste National » des États-Unis. D'autres sont en construction qui doivent disposer de 750 à 800 kW et deux projets sont en cours pour atteindre 1 000 kW.

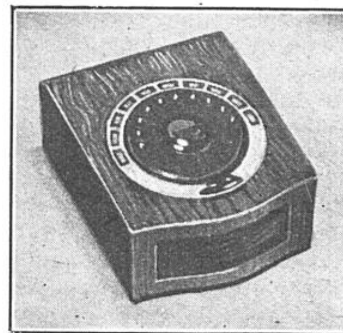


FIG. 3. — LA « BOÎTE MYSTÉRIEUSE » DE PHILCO, ORGANE DE COMMANDE À DISTANCE D'UN RÉCEPTEUR

Cette boîte constitue un petit émetteur alimenté par batterie. Le récepteur capte son émission et se règle ainsi à distance sans qu'il y ait liaison matérielle entre lui et l'organe de commande.

Tout le réseau de radiodiffusion s'étage dans la bande moyenne des longueurs d'onde, mais il existe en outre une série de nombreuses stations à ondes courtes et très courtes dont beaucoup présentent encore un caractère expérimental, mais dont l'importance numérique croît chaque jour.

Les émetteurs

La qualité remarquable des émissions américaines doit être attribuée, d'une part, au soin avec lequel sont étudiés et réalisés les auditoriums ; d'autre part, à la façon judicieuse dont sont utilisés les circuits et les lampes des émetteurs, et les émetteurs eux-mêmes. D'une manière générale, on peut dire que l'on a renoncé au rendement maximum au profit d'une qualité optimum.

On sait que les phénomènes de transmission (fading, parasites atmosphériques) sont bien moins gênants dans l'écoute des stations proches, même de petite puissance, que dans celle des stations puissantes, mais éloignées. C'est pour cela que les premières ont été multipliées, la présence de plusieurs chaînes laissant encore à l'auditeur le choix à tout moment entre plusieurs programmes.

En raison de l'écart qui subsiste entre les longueurs d'onde des divers émetteurs, la sélectivité poussée de nos récepteurs est inutile là-bas. Notre « bande passante » européenne de 9 kilocycles ne permet d'admettre de chaque côté de l'onde porteuse que 4 500 périodes sur les 10 000 à laquelle notre oreille est naturellement sensible. C'est pourquoi il est intéressant de signaler l'expérience actuellement poursuivie avec trois émetteurs américains. Ceux-ci ont été autorisés à adopter une bande passante de 20 kilocycles ; les circuits ont été modifiés en conséquence et des récepteurs spéciaux

ont été mis à l'essai gratuitement dans tous les milieux sociaux et sur tout le territoire couvert par les émetteurs. D'autres appareils identiques sont mis sur le marché, et le chiffre des ventes doit indiquer, par une sorte de referendum involontaire, si cette innovation est appréciée des auditeurs et si la mesure doit être étendue. Dans certains districts, cette extension aura comme contre-partie la réduction du nombre des émetteurs ; mais on pense dans les milieux dirigeants, auxquels les statistiques semblent donner raison, que le public préférera la qualité des émissions à leur multiplicité.

Les récepteurs

Les récepteurs, aux Etats-Unis, sont beaucoup plus variés de prix et de présentation que nos modèles européens.

Ce qui caractérise le récepteur américain, c'est d'abord, pour les raisons données plus haut, sa sélectivité réduite, sa bande passante élargie (d'où sa qualité de reproduction), mais aussi l'absence

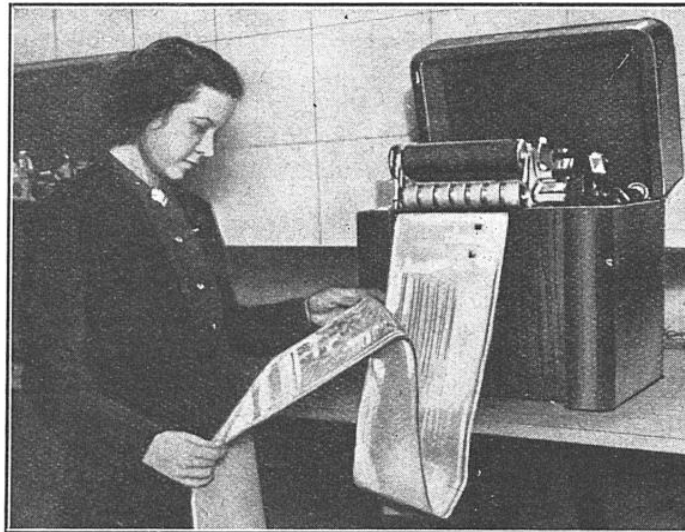


FIG. 4. — LA RÉCEPTION DU JOURNAL A DISTANCE A L'AIDE D'UN RÉCEPTEUR A MISE EN MARCHÉ AUTOMATIQUE A L'HEURE CHOISIE A L'AVANCE

de circuits d'ondes longues (inutiles puisqu'il n'y a pas d'émetteurs dans cette gamme) et le rendement réduit par étage d'amplification. On a préféré, là encore, la qualité à l'étage poussé. De ce fait, à sensibilité égale, un récepteur américain comportera plus de lampes qu'un récepteur européen.

Dernier point, les très grandes séries qui permettent d'abaisser le prix de revient autorisent également le renouvellement fréquent de l'outillage. Chaque année voit apparaître une « mode » qui facilite la vente par remplacement, comme on le constate pour l'automobile. En pratique, on ne rencontre presque pas de postes d'occasion. Chacun achète un poste moderne, soit, selon ses moyens, au comptant, soit « de luxe », à tempérament. Connaissant le « temps de service » des appareils qu'ils fabriquent, les

constructeurs accordent aux matériaux et à l'usinage l'importance strictement nécessaire pour que ce poste ait la durée prévue.

Le poste 1939 est un superhétérodyne à accord silencieux, automatique pour les cinq ou six émetteurs proches, manuel pour la recherche des autres, à réglage visuel. Depuis une dizaine de mois, certains grands producteurs adaptent des dispositifs horaires de présélection. L'auditeur règle à l'avance son récepteur sur tel émetteur déterminé, pour une heure déterminée, et, à l'heure précise, le récepteur est automatiquement accordé sur l'émetteur choisi. Cette opération peut être prévue pour le nombre de stations que comporte l'accord automatique (cinq généralement) et pour chaque quart d'heure des vingt-quatre heures du cadran (fig. 2).

Une autre innovation curieuse est la commande à distance d'un tel récepteur automatique.

Le récepteur principal comporte un petit récepteur auxiliaire fonctionnant sur ondes très courtes, et qui demeure en service permanent. L'auditeur dispose d'une boîte très légère portant un cadran semblable à celui du téléphone automatique. A l'intérieur est logé un petit émetteur alimenté par des piles. Le cadran, en tournant, alimente le filament de la lampe émettrice, qui envoie un signal coupé à la cadence du chiffre marqué par le cadran. Ce signal, parvenu au récepteur, commande un relais dit « pas à pas », qui établit

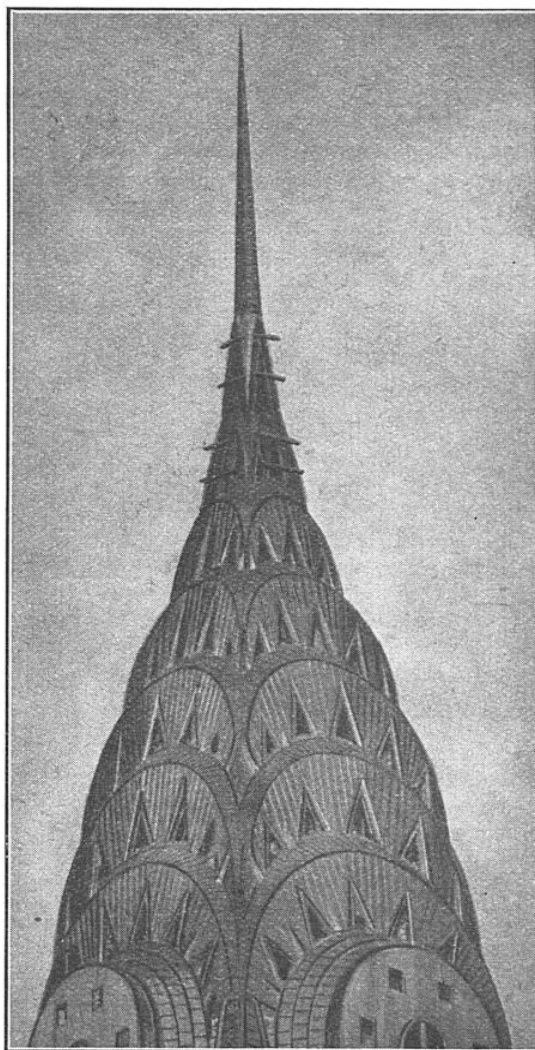


FIG. 5. — L'ANTENNE DE TÉLÉVISION DU « COLUMBIA BROADCASTING SYSTEM » AU SOMMET DU CHRYSLER BUILDING A NEW YORK. On aperçoit au sommet les antennes vibrant en quart d'onde pour la transmission du son : elles sont espacées d'un quart d'onde du revêtement métallique du sommet du gratte-ciel. Au-dessous, les antennes servant à l'émission des images.

la commutation sur celui des réglages prévus à l'avance, et le poste se met en marche sur la station choisie (fig. 3).

La gamme des récepteurs américains comporte schématiquement les types suivants :

Le modèle jouet, le *ten dollars set*, type « boîte à cigares ». C'est celui que l'on offre aux enfants sages, ou que Monsieur glisse dans le tiroir de son bureau pour connaître les cours financiers... ou le résultat d'un match sensationnel, et qu'il jette au moindre signe de défaillance ;

Le modèle miniature, superhétérodyne à 5 lampes, que nous importons en France, habillé en bakélite, vendu 25 dollars environ ;

Un modèle de 6 à 7 lampes à réglage visuel, haut-parleur à membrane large, habillé d'une ébénisterie simple, sans grande recherche. Le prix en est de 30 à 50 dollars ;

Au-dessus, nous entrons dans les appareils « de luxe » qui sont vendus, selon leurs perfectionnements ou leur habillage, de 100 à 300 dollars. Pour ces modèles, le nombre de

lampes peut atteindre une vingtaine ; celui des haut-parleurs, trois et parfois quatre.

Le journal à domicile

A côté de la radiophonie, l'Amérique lance le *fac simile* qui apporte, par câble, à domicile les informations illustrées comparables à un journal quotidien. L'émission (comme notre service Havas) serait faite plusieurs fois par jour.

Ce service n'est pas généralisé actuellement ; cependant, les appareils existants sont en vente et, si la télévision ne progresse pas très rapidement, il est possible que cette nouveauté prenne un certain essor. Voici le fonctionnement schématique.

Nos lecteurs connaissent le béliographe (1). Les systèmes de *fac simile* offerts partent du même principe : un style encreur ou photographique, selon le procédé choisi, décrit une ligne aller et une ligne retour. Le papier se déroule sous la ligne à la cadence voulue (comme une machine à écrire qui écrirait de gauche à droite, puis de droite à gauche). Les lignes ainsi formées sont très serrées et l'ensemble des points et des blancs fournit une image qui peut être du texte ou des illustrations (fig. 4).

LA TÉLÉVISION

Les laboratoires où s'élaborait peu à peu la technique de la transmission instantanée des images à distance viennent, aux Etats-Unis, de donner à la télévision son *exeat*. La télévision, dès cette année, va devenir une réalité aux Etats-Unis, tout au moins à New York et à Los Angeles, où les grandes compagnies ont entrepris la réalisation d'un vaste programme.

L'Amérique pouvait sembler, pour ce qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 302.

concerne la télévision, accuser un retard sérieux sur la vieille Europe où de nombreuses démonstrations ont eu lieu à peu près dans tous les pays. Ce n'est pas cependant que la technique américaine n'ait suivi le rythme du progrès européen ; ce n'est pas non plus que le public américain

accueille la télévision avec défaveur. En réalité, ce public sait attendre sagement, alors qu'ici la télévision a servi des intérêts particuliers, voire même des intérêts politiques, déclenchant une sorte d'émulation précipitée entre les nations européennes.

D'autre part, les financiers américains ont cherché le mode d'exploitation lucratif qui pourrait s'appliquer à la radiotélévision. Ils ne l'ont pas trouvé, et le cinéma, pendant longtemps, a mené une violente campagne dans les milieux dirigeants pour empêcher la sortie de ce nouveau concurrent, dont il n'ait la valeur technique.

Cependant, il est bien évident que la télévision ne pourra se développer que lorsqu'une tentative d'exploitation sur une grande échelle aura mis en évidence ses besoins à satisfaire, ses défauts à corriger et ses possibilités à développer.

Dans l'état actuel de la technique, de nombreuses causes d'imperfection s'opposent à une rapide généralisation de la télévision,

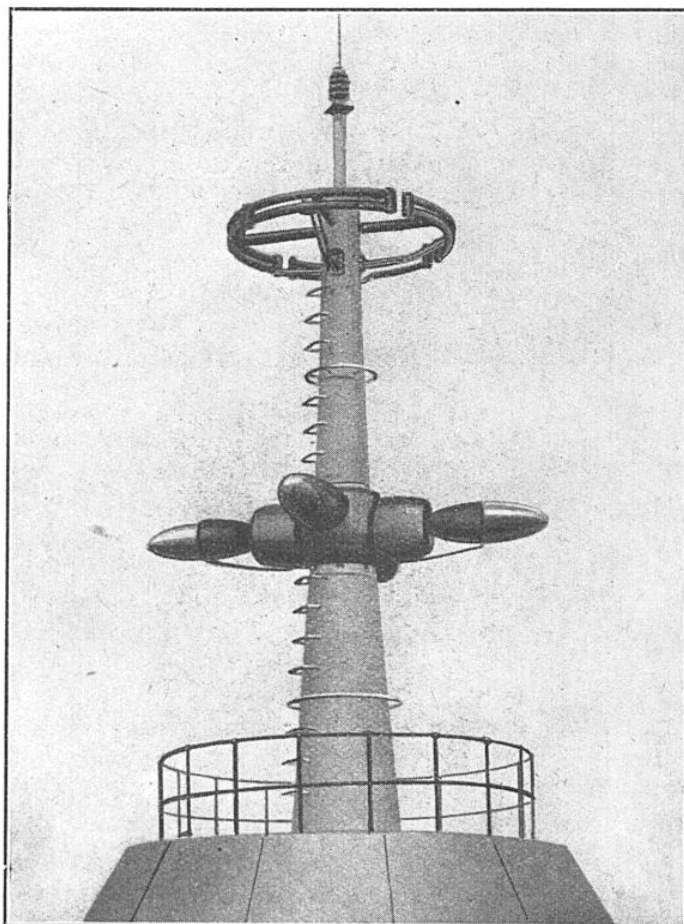


FIG. 6. — L'ANTENNE DE TÉLÉVISION DE LA « NATIONAL BROADCASTING COMPANY » INSTALLÉE AU SOMMET DE L'« EMPIRE STATE BUILDING »

La partie inférieure de l'antenne est utilisée pour la transmission des images et la partie supérieure pour celle du son.

aux Etats-Unis comme partout ailleurs.

On sait que l'image télévisée est formée d'un nombre considérable de « points » plus ou moins sombres, nombre qui est d'autant plus élevé que l'on exige une finesse plus grande pour l'image à recevoir. L'intensité des teintes correspond à une modulation en amplitude du signal radio-électrique.

On admet actuellement une modulation de 3 000 000 de points par seconde, ce qui nécessite une « bande », de part et d'autre de l'onde porteuse, large de 6 mégacycles (6 millions de périodes/s).

Pour une telle largeur de bande, il faut une onde porteuse appropriée. On peut comparer la bande de modulation au tirant d'eau d'un bateau, et l'onde porteuse à un canal. Si le canal n'a pas une profondeur supérieure à la partie de la coque immergée, le navire ne peut y passer.

C'est ainsi que l'on a été amené à utiliser des longueurs d'onde de l'ordre de 4 à 8 m, qui représentent des conditions de propagation très particulières, comparables à celles de la lumière.

Un obstacle matériel, selon sa forme et sa nature, réfléchit, diffracte une telle onde qui ne le franchit plus. Aussi, pour augmenter la superficie de la zone balayée par un émetteur de télévision, convient-il de l'installer aussi haut que possible au-dessus du sol.

La hauteur est pratiquement vite limitée et une augmentation de la puissance est alors inutile si les obstacles sont nombreux sur la zone couverte.

A New York, le *Chrysler Building*, haut de 297 m, est couronné de l'antenne de télévision du *Columbia Broadcasting System*, et l'*Empire State Building* (333 m) est surmonté par les antennes de vision et son de la *National Broadcasting Company*. Pour cette antenne, la portée maximum n'est cependant que de 60 km autour du building. Encore, à l'intérieur de ce cercle, la réception est-elle impossible dans certaines parties de la capitale.

Dans ces conditions, il ne peut être question de tirer un profit pécuniaire de l'exploitation d'un réseau. Multiplier les stations

nécessiterait la pose de câbles spéciaux, dont la forme et la construction soient prévues pour n'apporter au signal de 6 mégacycles qu'un très faible amortissement.

Mais la pose d'un tel réseau couvrant une grande superficie entraînerait une dépense telle que nulle recette ne pourrait rémunérer ce capital. On y a donc renoncé, et les transmissions sont limitées encore aux grands centres, où la densité de population permet d'espérer un résultat financier intéressant.

Les standards américains

Actuellement, cinq sociétés travaillent la question à fond, et le comité de coordination a étudié pour elles un programme d'ensemble en imposant, comme cela a été fait pour chaque pays d'Europe, un *standard* commun à tous les constructeurs.

Ces *standards* portent sur le nombre d'images explorées à la seconde, le nombre de lignes par image, le sens de transmission de l'image (négatif ou positif comme en photographie), sur la forme et la cadence des signaux de synchronisation, sur leur intensité par rapport

au signal de vision, sur la bande employée, celle laissée au son, l'écart entre les bandes « son » et « vision », enfin le rapport de la longueur à la largeur de l'image, conditionné d'ailleurs par la cadence des signaux de synchronisation.

Aux Etats-Unis, la fréquence de ligne choisie est de 441 (1). Le nombre d'images est de 60 demi-images à la seconde, c'est-à-dire 30 images de 220 lignes paires, entrelacées de 30 images de 221 lignes impaires.

Le chiffre total de 60 images correspond à la fréquence du secteur 60 périodes généralisée sur tout le territoire, ce qui rend commode la synchronisation d'images (2).

Mais la finesse d'image aux Etats-Unis n'est pas plus grande que celle obtenue en Angleterre avec 50 images et 405 lignes parce que le nombre total des points explorés reste le même, et que les trames sont



FIG. 7. — LE CAR DE TÉLÉVISION DE LA « RADIO CORPORATION » QUI OPÈRE EN LIAISON AVEC LA « NATIONAL BROADCASTING COMPANY » DE NEW YORK

(1) En Europe, le nombre de lignes par image varie suivant les pays de 405 à 455 (France).

(2) En Europe, pour la même raison, on a choisi 50 demi-images par seconde.

trop voisines pour que l'œil y trouve une différence.

Avec les bandes prévues de 6 mégacycles, on peut trouver au maximum 7 canaux, donc 7 longueurs d'onde porteuse, dans la bande réservée à la télévision, entre 4 et 10 m. Des essais sont poursuivis actuellement sur une longueur d'onde de 1 m 50.

Les stations émettrices

A l'heure actuelle, deux stations fonctionnent à New York, une à Los Angeles.

Une douzaine de stations expérimentales fonctionnent irrégulièrement et ne suivent aucun horaire défini.

Tout récemment, la puissante compagnie américaine *General Electric Co* a reçu l'autorisation de mettre en service une station construite dans les environs de Schenectady, à Helderberg Hills. Bien que considérée comme expérimentale, cette nouvelle installation mérite une mention spéciale. Le studio situé à Schenectady et l'émetteur étant distants d'une vingtaine de kilomètres, au lieu de poser un câble entre les deux stations, on se sert, pour transmettre la modulation, d'un projecteur à ondes très courtes (1 m 50), dont l'émission est captée au sommet d'une colline de 450 m environ. Là, un émetteur de 10 kW alimente une antenne spéciale placée au sommet d'un pylône de 30 m. La longueur d'onde est de 4 m 50. En raison de l'utilisation de la colline, on estime que les émissions pourront être captées dans un rayon dépassant 60 km, ce qui couvre une population de 500 000 habitants.

En général, l'équipement des stations est comparable à ce que nous avons en Europe, car il est devenu impossible de faire la limite entre ce qui est européen et américain dans ce domaine. De l'iconoscope, déjà décrit dans cette revue, à l'antenne, rien ne distingue la technique américaine.

Quant aux récepteurs, qui ne peuvent encore être construits en série, ils sont d'un

prix comparable aux nôtres ; c'est-à-dire que, selon les dimensions de l'écran, ils coûtent entre 4 000 et 25 000 f.

A part la commande unique de l'accord son et vision, qui s'explique là-bas du fait que ces deux émissions conservent toujours le même écart, les récepteurs présentent le même aspect qu'en Europe.

L'avenir de la télévision

Le monde des affaires (pour être exact, celui de la publicité, seul en cause dans ce domaine) ne semble pas nourrir encore d'espérances inconsidérées dans la télévision.

Les limitations techniques qui réduisent aux seuls centres surpeuplés les possibilités d'exploitation rentable, la difficulté d'alimenter les programmes en spectacles comparables à ceux du cinéma, les prix encore élevés des appareils font réfléchir les exploitants en puissance.

Ils ont calculé que l'heure de télévision revenait à 2 750 dollars dans les studios de la B. B. C. à Londres, où l'exploitation marche régulièrement depuis un certain temps déjà. Ils estiment qu'à New York, ce prix pourrait être abaissé à 2 000 dollars

pour des programmes équivalents (75 000 f l'heure). Mais les bons films d'Hollywood reviennent en moyenne à 200 000 dollars l'heure de projection (7 600 000 f). Il serait donc impossible de lutter en qualité avec le film. En outre, l'impossibilité d'établir en télévision des chaînes comme en radio (le prix des câbles spéciaux serait prohibitif) oblige chaque station à composer elle-même ses programmes. Aussi envisage-t-on comme seule solution à ce problème la réalisation d'un réseau de 96 stations couvrant les principaux centres de population dense, des films exclusifs étant réalisés par Hollywood et passés successivement dans les 96 stations. L'avenir dira si la télévision deviendra ainsi une simple succursale des théâtres cinématographiques...

P. KESZLER.

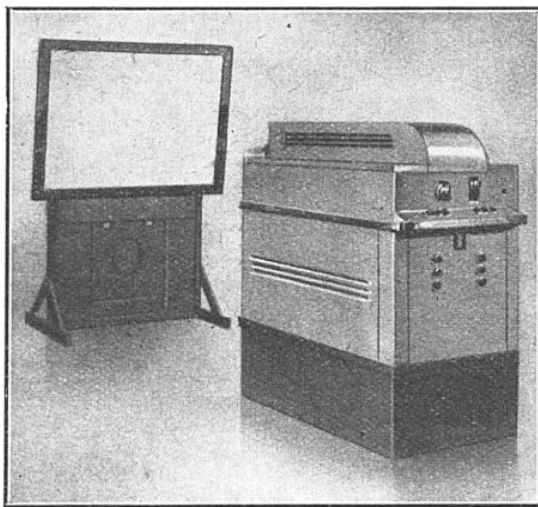


FIG. 8. — LA TÉLÉVISION SUR GRAND ÉCRAN
L'image reçue par un « kinescope » (tube à rayons cathodiques) est agrandie optiquement pour être projetée sur un écran (R. C. A.).

LA POLITIQUE AMÉRICAINE DES ACCORDS DE RÉCIPROCITÉ DOUANIÈRE DONNERA-T-ELLE AU MONDE LA PAIX PAR LE COMMERCE ?

Par Henri FRANÇOIS

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

A côté de tous les événements « historiques » que nous trouvons relatés en première page des journaux, il en est d'autres qui, s'ils font moins de bruit, ont pourtant dans les relations entre les nations une très grande importance : c'est ainsi qu'au mois de novembre dernier, les Etats-Unis ont signé un accord commercial avec la Grande-Bretagne et le Canada. Les conséquences de ce traité se feront sentir sur tout le commerce mondial, car le bloc des pays anglo-saxons représente à lui seul 40 0/0 de ce commerce et certains des avantages consentis aux traitants sont étendus à presque toutes les autres nations du globe. En novembre dernier, l'Angleterre a abandonné sa tentative de constitution d'un bloc économique fermé avec les Dominions. Les Etats-Unis ont signé le dix-neuvième traité de réciprocité douanière depuis que le Congrès en 1934 a autorisé le président Roosevelt à conclure tous les accords commerciaux qu'il jugerait nécessaires pour hâter la fin de la crise économique. Sommes-nous à un tournant de l'histoire des relations commerciales dans le monde ?

La période moderne a vu se perfectionner à l'extrême les armes de la guerre économique

Vers 1860, les grandes nations industrielles connaissaient une période de grande prospérité qui coïncidait avec le régime commercial le plus libéral qu'on eût jamais vu. Quelques années plus tard, les dernières terres inexplorées étaient découvertes et colonisées. Désormais, le marché mondial n'était plus indéfiniment extensible. De ces terres nouvelles les anciens Etats tiraient les matières premières dont leur industrie avait besoin. Mais, même parmi les mieux partagés, aucun d'eux ne pouvait se suffire à lui-même : le commerce international est une nécessité.

Dans ce monde désormais fermé, la concurrence se faisait de plus en plus âpre et chaque pays dut prendre des mesures toujours plus rigoureuses pour protéger ses industries.

La plus simple est l'élévation des tarifs douaniers qui frappent les marchandises à l'importation. Mais elle appelle une riposte

immédiate du concurrent lésé, sous forme d'une augmentation des tarifs qui frappent l'exportation vers ce dernier. Peu à peu s'est d'ailleurs constituée une sorte de droit coutumier et il est de règle d'accorder à tous les pays le tarif le plus bas consenti à l'un d'entre eux ; c'est ce qu'on appelle *la clause de la nation la plus favorisée*.

De ce fait, la protection n'est plus dirigée contre aucun pays et tous se trouvent à égalité de traitement. Cependant, un pays a parfois besoin de marquer une préférence à des voisins que, pour des raisons politiques, il désire ménager. Il emploie alors divers moyens. Par exemple, les négociateurs d'un traité de commerce peuvent décrire si minutieusement les marchandises auxquelles on consent des réductions de tarif que seules celles qui proviennent du pays qu'ils favorisent peuvent profiter de la réduction. On a imaginé d'arrêter certaines marchandises pour des raisons sanitaires. Enfin, on a eu recours au système des *contingents*, limites supérieures que l'importation ne doit pas dépasser pour une période donnée.

Notre énumération des armes de la lutte économique serait incomplète si nous ne citions les autres façons dont un pays peut avantager son commerce aux dépens de celui des voisins : la dévaluation de la monnaie ; dans certains pays dépourvus d'or, le contrôle de l'exportation des capitaux, par lequel le commerce libre se trouve presque complètement entravé ; enfin, le *dumping*, qui est considéré comme un mode de concurrence déloyale, ce qui ne l'empêche pas d'être couramment pratiqué.

La période d'après-guerre a vu s'élever d'inquiétante façon toutes les barrières du protectionnisme.

L'Amérique et la France : deux pays ultra-protectionnistes

L'histoire de la politique commerciale des Etats-Unis depuis la guerre peut être divisée en deux périodes. Dans la première, ils suivent, en l'aggravant, leur politique traditionnelle, qui est protectionniste. Ils connaissent alors une période de prospérité, car la reconstruction du monde d'après-guerre donne à leur puissante industrie des débouchés considérables et la guerre a fait

d'eux les créanciers du monde. Les grands trusts ont toujours été partisans de tarifs douaniers élevés et leur intérêt semble coïncider pendant quelques années avec l'intérêt général : l'ouvrier américain est fier de son standard de vie élevé, et c'est pour maintenir ce standard de vie que l'on élève le mur douanier et que l'on ferme la porte à l'immigration.

Or, les Etats-Unis dépendent bien plus qu'autrefois de l'étranger au point de vue de l'importation de certaines matières premières et au point de vue des exportations de produits industriels et agricoles. Leur marché intérieur est désormais fixé par l'arrêt de l'immigration. Ils s'aperçoivent bientôt à leurs dépens qu'ils ne jouissent plus de l'impunité douanière, car ils doivent exporter le blé, le coton, le pétrole et les machines, et leurs tarifs de plus en plus protecteurs finissent par déclencher contre eux des mesures de représailles qui aggravent la terrible crise de 1929.

Le président Roosevelt, qui arrive au pouvoir en 1932, comprend la nécessité d'ouvrir la porte au commerce étranger. Patiemment, il s'efforcera de réaliser ce projet en collaboration avec le secrétaire d'Etat, M. Cordell Hull. En 1934, un accord est conclu avec Cuba ; cinq sont conclus en 1935, huit en 1936, après des négociations qui sont parfois très longues et laborieuses. Le 6 mai 1936, c'est avec la France que les Etats-Unis signent un traité économique, qui marque aussi une date dans la politique douanière française.

La France, qui, plus encore que les Etats-Unis, dépend de l'étranger au point de vue économique, est, en effet, connue depuis longtemps pour son attitude sévèrement protectionniste et certains de ses voisins, notamment la Belgique, ont eu assez souvent à s'en plaindre. En particulier vers 1935, les relations commerciales avec l'Amérique étaient assez tendues, et moitié sous l'influence de la crise, et moitié sous l'influence de la politique douanière, les chiffres du commerce des deux pays baissaient chaque année. Il fallait trouver un terrain d'entente ou c'était la guerre douanière.

Le traité de commerce franco-américain de 1936

Pour comprendre ce traité, il faut examiner les chiffres du commerce franco-américain, et voir dans quelle mesure les deux pays sont complémentaires l'un de l'autre.

En gros, les Etats-Unis peuvent exporter :

1° *Des matières premières* : du blé, des fruits, du pétrole et du coton ;

2° *Des produits manufacturés* : machines automobiles, machines agricoles, machines à écrire, radio, film, etc.

En échange, la France offre surtout des produits manufacturés : cotonnades, produits de luxe (parfums, soieries, lingeries),

produits alimentaires tels que les vins, certains fromages, etc.

Aux termes du traité de 1936, les Etats-Unis accordaient à la France des réductions de tarif s'échelonnant de 20 à 37 0/0 et intéressant plus particulièrement les champagnes, les liqueurs, les parfums et certaines étoffes de soie. En échange, la France accordait des réductions de tarif et des élévations de contingents, en particulier sur les fruits (pommes, poires), mais naturellement des industries comme l'automobile ou la radio restaient protégées par un système de contingents assez sévère.

Quel a été l'effet de ce traité sur les relations commerciales ?

Les échanges entre les deux pays se sont ranimés depuis 1936. Mais, bien entendu, il serait trop simple de voir entre les deux faits une simple relation de cause à effet. Cette reprise du commerce a plusieurs causes, dont l'une est même assez malsaine : c'est le réarmement intensif de toutes les nations. Quoi qu'il en soit, le succès d'un traité tel que celui-ci se reconnaît à ce que son application ne soulève pas d'excessives protestations, ce qui est le cas.

A l'occasion de l'accord anglo-américain, la France, qui bénéficie de la clause de la nation la plus favorisée, s'est vu accorder des réductions de droits très importantes (de 25 à 50 % sur les soieries, les dentelles et certains produits : vins, fromages).

Il est assez probable que les Etats-Unis demanderont en échange quelques compensations sous la forme d'élévation de contingents (ils sont violemment opposés au système des contingents). A ce moment, il sera bien difficile de les leur refuser.

Une politique plus libérale, condition de la paix

Il semble donc, si l'on excepte les pays autarciques, comme l'Allemagne et l'Italie, que l'on s'achemine vers une détente sensible de ces guerres de tarifs. Le libéralisme absolu est une utopie, et même, dans les conditions actuelles, le libéralisme qui assurerait à l'économie mondiale le rendement maximum en supprimant les industries mal adaptées n'est pas réalisable. Chaque pays doit penser à une éventuelle mobilisation industrielle pour la défense nationale.

On voit de combien de facteurs ont à tenir compte les négociateurs d'un traité de commerce, et combien il est parfois difficile de découvrir, dans la somme des intérêts privés dont il faut tenir compte, l'intérêt du pays.

De solides liens économiques rapprochent mieux les peuples que d'éloquents discours sur leurs affinités et leur amitié. Par leur politique d'accords commerciaux, les Etats-Unis donnent au monde une leçon qui mériterait d'être suivie.

HENRI FRANÇOIS.

LA VIE ET LA MORT D'UN PROTOZOAIRE PARASITE DE L'HOMME : L'HÉMATOZOAIRE DU PALUDISME

Par Philippe DECOURT

LES infiniment petits, dont l'organisme est formé d'une seule cellule, appartiennent, les uns au règne végétal, les autres au règne animal. Certes, à ce stade très primitif de la vie, les fonctions sont très rudimentaires ; mais une différence profonde sépare déjà les végétaux des animaux : les premiers peuvent se nourrir de corps chimiques simples dont ils forment ensuite par synthèse des composés organiques complexes, alors que les seconds ont perdu le pouvoir de faire une telle synthèse et doivent donc puiser dans la nature des éléments organiques déjà formés en se nourrissant de débris végétaux ou animaux. Les microbes découverts par Pasteur sont des végétaux unicellulaires. Par contre, les protozoaires sont des êtres unicellulaires du règne animal.

Il suffit de regarder au microscope une goutte

musculaire externe de l'estomac de la femelle d'une espèce spéciale de moustique appelé *anophèle*. C'est là, en effet, qu'un élément mâle et un élément femelle désignés sous le nom de *gamètes*, puisés par le moustique dans le sang d'un homme paludéen, se sont conjugués en formant un *zygote*. Celui-ci a grossi rapidement, faisant saillie à la surface de l'estomac du moustique en devenant un *oocyste* qui ne tarde pas à se diviser en un très grand nombre de cellules ; autant de *plasmodium* nouveaux viennent de naître. Ils portent alors le nom de *sporozoïtes* ; très allongés et pointus (voir fig. 3), ils sont mobiles et, traversant le thorax du moustique, ils se dirigent en masse, attirés par on ne sait quel tactisme particulier, vers les glandes sali-

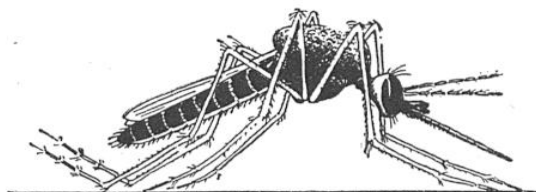


FIG. 1. — LE « CULEX », MOUSTIQUE NE TRANSMETTANT PAS LE PALUDISME

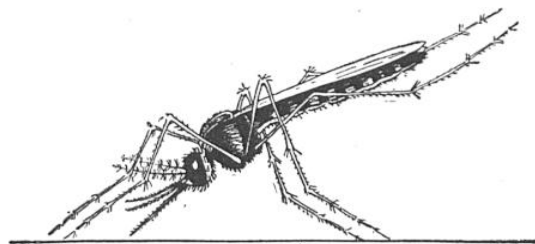


FIG. 2. — L'« ANOPHÈLE », MOUSTIQUE DONT LA FEMELLE SEULE TRANSMET LE PALUDISME

d'eau dans laquelle on a laissé macérer un peu de foin pendant un jour ou deux pour voir fourmiller une multitude d'infusoires, très mobiles grâce à leurs cils vibratiles. L'infusoire est un protozoaire qui vit librement dans la nature, se nourrissant de microbes ou de débris végétaux divers. Mais certains protozoaires ne peuvent vivre qu'à l'état de parasites à l'intérieur d'animaux beaucoup plus évolués. Il y a près de soixante ans, le médecin français Laveran, en découvrant l'« hématozoaire » dans les globules rouges des paludéens, montra, pour la première fois, que certaines maladies sont provoquées par l'évolution de protozoaires dans l'organisme humain. Depuis, on a pu constater que l'hématozoaire, encore appelé *plasmodium*, passe par plusieurs cycles successifs qui ont été parfaitement étudiés grâce à d'innombrables travaux. C'est la vie prodigieusement compliquée de l'hématozoaire que nous allons nous efforcer d'exposer.

La vie du « plasmodium »

Le *plasmodium* (1) naît dans un endroit qui est, pour le moins, très particulier : la couche

(1) Quatre espèces différentes d'hématozoaires peuvent provoquer le paludisme chez l'homme. L'une (*P. ovale*), récemment découverte, est exceptionnelle. Une autre (*P. malariae*) reste peu fré-

vaires de leur hôte où ils attendent là l'occasion favorable pour passer chez l'homme dans le corps duquel ils pourront seulement continuer leur évolution.

Le moustique a besoin, pour se nourrir, du sang des mammifères. Il pique donc des hommes ou des animaux avec sa trompe et il inocule, en même temps, dans la couche superficielle de la peau, un nombre plus ou moins grand de sporozoïtes. Mais les sporozoïtes de ces hématozoaires, parasites de l'homme, ne peuvent se développer que chez l'homme.

Il y avait parfois plusieurs semaines ou même plusieurs mois que les sporozoïtes séjournèrent sans changement de forme dans les glandes salivaires de l'anophèle lorsqu'ils sont inoculés dans la peau d'un être humain. A partir de ce moment, leur évolution se poursuit rapidement. Cinq minutes à peine après la piqure du moustique, bien qu'on la trouve dans de nombreuses régions. C'est elle qui provoque la fièvre quarte. Deux enfin se rencontrent avec une grande fréquence partout où il y a du paludisme sur la terre : le *plasmodium vivax*, qui provoque la fièvre tierce bénigne (dont l'atteinte est cependant souvent grave) et le *plasmodium falciparum*, qui provoque la fièvre tierce maligne ou fièvre estivo-automnale. Les gravures schématisant l'évolution de l'hématozoaire représentent le *plasmodium falciparum*.

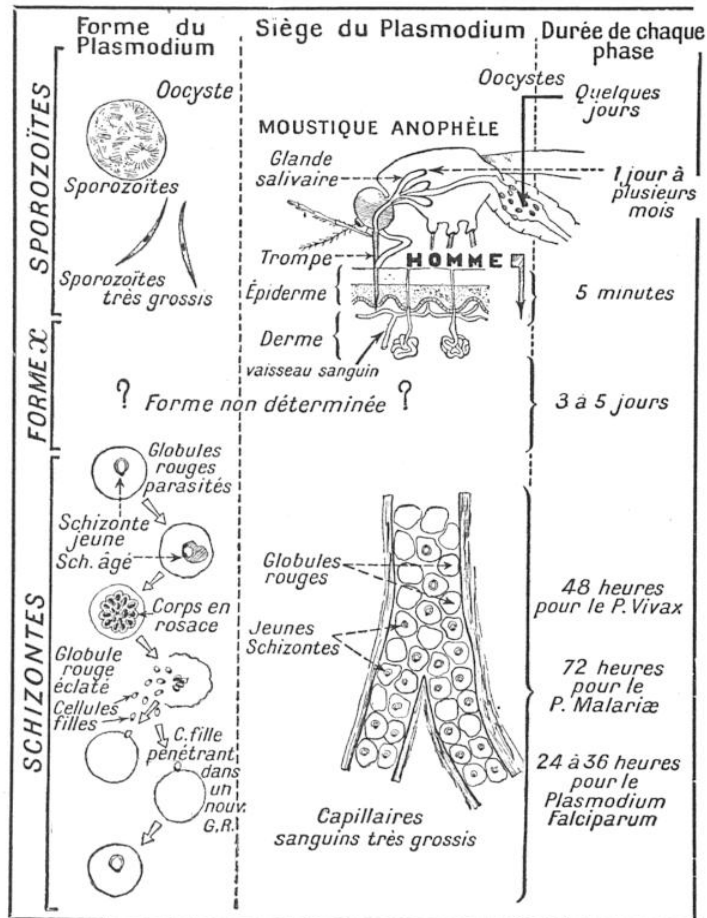


FIG. 3. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA FORME ET DU SIÈGE DU PLASMODIUM ; DURÉE DE CHAQUE PHASE DE SES TRANSFORMATIONS SUCCESSIVES

tique, presque tous les sporozoïtes ont déjà disparu du point d'inoculation, et le mystère commence. On ne sait ni l'endroit où ils se dirigent ni quelle forme ils prennent. Ce n'est que trois ou cinq jours plus tard qu'on voit réapparaître le *plasmodium* dans un milieu très différent et sous une forme qui ne ressemble en rien au sporozoïte. A l'intérieur de quelques rares globules rouges, on aperçoit une petite cellule ronde très légèrement mobile comme une minuscule amibe et que l'on désigne sous le nom de *schizonte*. Sur des préparations colorées, il apparaît sous l'aspect suivant : un très mince cercle bleu, qui représente le protoplasma de la cellule, entoure une grosse vésicule, nutritive, incolore et, en un point de la périphérie, comme un chaton de bague, un minuscule point rouge vif désigne le noyau. Le diamètre du schizonte entier ne dépasse guère 2 millièmes de millimètre. Mais il grossit rapidement en se nourrissant du globule rouge dans lequel il vit, pendant que son aspect se modifie : le protoplasma se boursouffle, la vésicule nutritive disparaît, quelques grains de pigment noir parsèment le parasite ; le noyau, puis le protoplasme se divisent, de sorte que le schizonte prend l'aspect de « corps en rosace ». A ce moment, le globule

rouge éclate sous la poussée du parasite devenu trop volumineux, et plusieurs cellules filles, ainsi nées de la division du schizonte, se dispersent dans le plasma (liquide dans lequel baignent les cellules du sang). Presque aussitôt, chaque cellule fille s'accroche à un nouveau globule rouge qu'elle pénètre ensuite, et le cycle recommence. Au début, aucun trouble n'apparaît dans l'organisme de l'homme ainsi envahi par l'hématozoaire ; mais le nombre de globules rouges parasités devient rapidement très grand et les premiers accès de fièvre, caractéristiques du paludisme, se produisent : le malade est pris d'une sensation de froid intense, qui s'accompagne d'un grand frisson et le pousse à se couvrir d'une masse de couvertures ; mais presque immédiatement la température monte, dépassant 40°, pendant que le malade, ressentant une impression de chaleur trop grande, repousse toutes les couvertures qu'il avait amoncées sur lui peu de temps auparavant. La fièvre ne tarde d'ailleurs pas à redescendre, en même temps qu'une transpiration très abondante mouille complètement le lit. L'accès, qui a duré au total quelques heures, laisse le malade tout au plus un peu fatigué. Mais les accès vont se produire maintenant très régulièrement : à chaque renouvellement du cycle, le frisson apparaît au moment précis où les corps en rosaces font éclater, tous en même temps, pour une raison qu'on ignore, les globules rouges. Bien entendu la fatigue s'accroît avec le nombre des accès, la destruction d'un nombre considérable de globules rouges entraîne une anémie profonde pendant que la rate, chargée de fabriquer les globules rouges, et le foie, chargé d'éliminer les débris de la destruction globulaire, surchargés de travail, augmentent rapidement de volume et deviennent douloureux. Le cycle complet du schizonte se fait en 72 heures pour le *P. malariae*, en 48 heures pour le *P. vivax*, en 24 à 36 heures pour le *P. falciparum*. Ce temps est donc celui qui sépare chaque accès provoqué par l'un de ces parasites et le *falciparum* est ainsi le plus dangereux.

Mais si les schizontes provoquent, par leur reproduction cyclique, les accès de fièvre et tous les troubles engendrés par le paludisme, ils ne peuvent pas continuer leur cycle chez l'anophèle. Ils ne peuvent donc pas transmettre la maladie. Pour que le paludisme puisse se propager, d'autres formes du *plasmodium* vont apparaître : après cinq ou six accès, quelques cellules filles, après avoir pénétré un globule rouge, au lieu de se développer sous forme de schizontes se transforment en *gamètes* (voir fig. 4). Alors que les sporozoïtes et les schizontes n'avaient pas de sexe, les gamètes sont les unes mâles, les autres femelles. Mais ces éléments ne peuvent pas se féconder dans le corps de l'homme ; d'autre part, ils ne peuvent pas se transformer en schizontes, ni faire éclater les globules rouges. Contrairement à ces derniers, ils ne sont donc pas dangereux pour l'homme

qui les héberge. Pendant des mois entiers, ils pourront tourner dans le sang qui les brasse perpétuellement, incapables de continuer leur évolution à moins d'un hasard extraordinaire : il faut qu'un anophèle, piquant le malade, les absorbe dans la demi-goutte de sang ainsi prélevée pour qu'ils puissent s'unir. Or, à chaque piqure d'anophèle, il n'y a guère qu'une chance sur 200 000 environ pour que cette aubaine leur échoie. Mais les gamètes élus ne vont pas perdre de temps. Pêle-mêle avec les globules rouges, ils arrivent dans l'estomac du moustique ; de chaque gamète mâle sortent plusieurs filaments petits et mobiles : ce sont les flagelles ou spermatozoïdes qui se dirigent vers les gamètes femelles. Le premier arrivé féconde le gamète femelle, et de cette conjonction naît une nouvelle cellule, le *zygote*. Celui-ci chemine à travers la paroi de l'estomac du moustique, passant à travers la couche musculaire, pour s'arrêter sur la face externe où il grossit, formant l'oocyste dont nous avons parlé au début. Et le cycle général du *plasmodium* recommence, la vie continue...

Evolution et mort du « plasmodium »

Le *plasmodium* subit donc plusieurs vies successives et différentes : une vie de sporozoïte, plusieurs vies de schizonte, une vie de gamète.

La vie d'un animal supérieur tel que l'homme est nettement individualisée. Il naît. Il se développe. Il se reproduit, mais en gardant le même aspect physique ; sa conscience persiste. Enfin, il meurt. Mais sa mort est un phénomène strictement individuel, sans rapport avec l'évolution de sa race.

Il n'en est plus de même chez le protozoaire, qui subit une série de vies successives et variées. On rejoint directement ici la philosophie hindoue et le mythe de la métamorphose. Où commence la vie, où commence la mort chez le protozoaire ? La naissance la plus précise semble être le moment que nous avons choisi : celui où un être nouveau apparaît, né de la fusion de deux parents distincts, ayant les fonctions de mâle et de femelle. Mais le *plasmodium*, sous la forme de schizonte, ne disparaît que pour se perpétuer directement sous la forme de cellules filles qui vont continuer sa propre vie. Il ne s'agit donc pas d'une mort à proprement parler.

On voit ainsi tout ce qu'a d'inattendu et de complexe le problème posé ici : la vie et la mort d'un protozoaire, et la nécessité d'envisager aussi la question sous un angle plus élevé en observant l'évolution du *plasmodium*, pris comme un être unique à travers ses formes physiques successives.

Après son inoculation chez l'homme, l'hématozoaire se multiplie rapidement ; mais bientôt son pouvoir de reproduction tend à s'épuiser en même temps que l'organisme humain commence à se défendre contre lui. Le frein apporté

à son libre développement est nécessairement très précoce. Il faudrait environ 300 millions de jeunes schizontes pour remplir 1 mm³. Songe-t-on qu'au rythme moyen de développement d'un *P. vivax*, par exemple, un seul schizonte, s'il pouvait continuer à se développer librement, donnerait naissance, en deux mois et demi, à une masse de schizontes dont le volume représenterait 159 millions de fois le volume de la Terre ?

L'apparition de la sexualité dans les premiers stades du développement animal marque un ralentissement dans le phénomène de reproduction mais, en même temps, une garantie de survie. En effet, si l'organisme qui l'héberge meurt, le parasite mourra avec lui ; si, au contraire, l'organisme résiste, les accès de fièvre diminuent de violence puis s'arrêtent ; le parasite, épuisé après l'assaut initial, s'immobilise dans une vie végétative. On ne le trouve plus guère alors qu'à l'état de schizonte âgé, devenu incapable de se diviser de nouveau. Certes, de temps en temps, à l'occasion d'une fatigue chez l'homme qui le tolère, une rechute de paludisme se produit : le parasite profite d'une défaillance momentanée de son hôte pour reprendre son évolution, mais pour quelques jours seulement et, après un temps qui ne dépasse que rarement

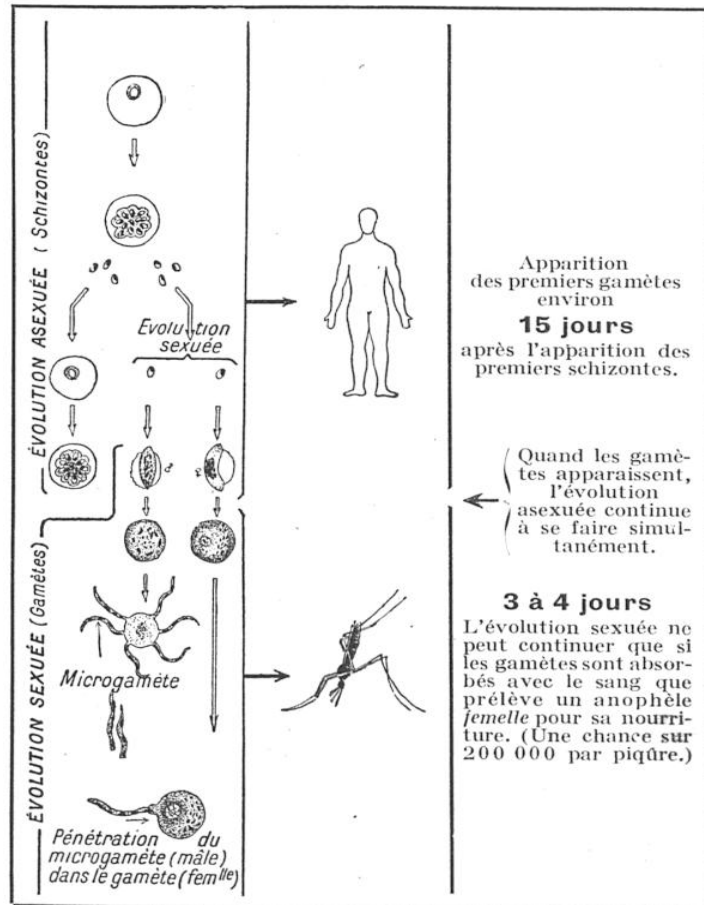


FIG. 4. — TRANSFORMATION D'UNE CELLULE-FILLE DU SCHIZONTE EN GAMÈTES MALE ET FEMELLE

deux ans, le parasite disparaît complètement. Peut-être persiste-t-il en un coin retiré de l'organisme beaucoup plus longtemps, mais sa vie active, en tout cas, est finie et ne s'extériorisera plus.

Aussi le parasite a-t-il dû trouver, avant de disparaître dans le corps de son hôte, une possibilité nouvelle de développement. Sa différenciation en éléments sexués et leur conjugaison dans l'organisme de l'anophèle lui permet de reprendre sa force d'expansion.

Pour l'homme, le paludisme n'en reste pas moins une maladie aux conséquences sociales et économiques incalculables. D'après les statistiques officielles, il y a 800 millions d'habitants sur la Terre (le tiers de la population totale) atteints par le paludisme qui provoque près de 2 millions de morts par an. C'est que l'homme vivant dans une région impaludée contracte presque toujours plusieurs paludismes successifs, qui ne tardent pas à l'épuiser. Aussi d'immenses régions, dans les zones chaudes du globe, sont-elles à peu près désertes, malgré leur fertilité, à cause du paludisme. Un des meilleurs procédés de lutte contre ce terrible fléau est d'empêcher le développement des anophèles qui, seuls, transmettent la maladie. Mais, lorsque ces procédés sont trop coûteux ou demandent un travail trop considérable pour qu'il soit possible de les étendre à une région entière, l'homme doit, pour vivre dans ces régions, s'efforcer d'arrêter l'évolution du *plasmodium*. Le moyen idéal est évidemment de le détruire dans le corps de l'homme par un médicament : pendant plus d'un siècle, la quinine a permis, par son action sur les schizontes, de faire cesser les accès de fièvre. Malheureusement, certains schizontes échappaient à son action, d'où les rechutes ultérieures, et surtout les gamètes, qui continuaient presque librement à contaminer les anophèles, restaient de dangereux éléments de contagion.

Depuis plusieurs années, des corps chimiques nouveaux entièrement créés par synthèse ont permis d'obtenir des résultats supérieurs. Ils peuvent, comme la quinine, détruire les schizontes : mais certains ont en outre, à dose très faible, le pouvoir d'interrompre la reproduction soit asexuée, soit sexuée. Ainsi l'on peut, maintenant, hâter le processus spontané de guérison ou le provoquer en se bornant à suspendre en quelque sorte artificiellement la vie du schizonte ; en même temps l'on peut, sans même chercher à détruire les gamètes, éteindre leur pouvoir de reproduction, donc le danger qu'ils

représentent. Peu importe si les parasites persistent encore quelques mois dans l'organisme : ils ne sont plus dangereux ni pour l'homme qui, dans ces conditions, les tolère parfaitement, ni pour les moustiques, donc pour la collectivité humaine voisine. L'hématozoaire finit ensuite par mourir et disparaître sans laisser de descendance.

Sur ces principes fut créée une méthode qui autorise de grands espoirs. Bornons-nous à citer la remarquable expérience qui vient d'être réalisée par le Service de Santé tunisien, la plus grande de ce genre qui ait été faite au monde jusqu'à présent. En mai 1936, plus de 27 000 personnes du cap Bon, région très impaludée de

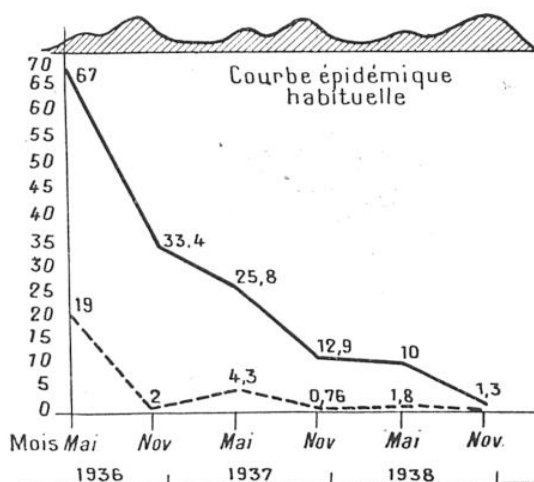


FIG. 5. — L'EXPÉRIENCE DU CAP BON (TUNISIE) EFFECTUÉE PAR LE SERVICE DE SANTÉ TUNISIEN

En trait plein : indice splénométrique (fondé sur le nombre et le volume des rates malades) ; en trait discontinu : indice plasmodique (fondé sur le nombre de porteurs de parasites).

avec la courbe saisonnière de l'épidémie, représentée dans le haut du tableau. La comparaison de ces courbes est suffisamment éloquente. Pourtant elle ne rend pas compte du mécanisme et de la rapidité de l'action obtenue. En effet, dès les deux premiers mois du traitement, en 1936, alors que les parasites étaient encore trouvés en grand nombre dans le sang des habitants, les accès de fièvre avaient disparu presque complètement : on n'en comptait plus que 1 pour 1 000 habitants environ. Les parasites restants étaient immobilisés dans une vie végétative qui permettait d'obtenir un état sanitaire inconnu jusqu'alors dans la région à cette époque de l'année.

Pendant des millénaires, l'hématozoaire s'est opposé victorieusement au développement de l'homme sur de grandes surfaces de la Terre. Le temps vient-il où l'homme, à son tour, pourra éteindre la vie de l'hématozoaire sur ces régions encore désolées ?

PHILIPPE DECOURT.

Nous devons au talent du docteur Guy Duchesnay les dessins qui illustrent cet article. Nous le remercions vivement pour sa collaboration.

COMMENT L'ALUMINIUM, ALLIÉ AU BITUME, A RÉSOLU LE PROBLÈME DE L'ÉTANCHÉITÉ DES TOITURES

ETANCHÉITÉ ! Il n'est certainement pas un architecte à qui ce simple mot ne rappelle de nombreux déboires, notamment pour les toitures à faible pente ou les terrasses. S'il est relativement aisé d'assurer l'étanchéité au moment même de la construction, il est, par contre, fort difficile d'établir une couverture sur laquelle les années ou les intempéries n'aient aucune action destructrice.

Parmi les matériaux employés depuis longtemps dans ce but, la tuile, l'ardoise et leurs dérivés à base de ciment sont en effet loin d'être inattaquables par les agents atmosphériques et, dans les villes, par les fumées chargées d'acides de l'industrie moderne. La pierre des monuments n'est-elle pas peu à peu rongée par ces acides ?

Dans une deuxième classe, nous trouvons les métaux : zinc, cuivre, plomb, tôle, aluminium et, enfin, le bitume et les complexes à base de bitume.

Les métaux se prêtent difficilement, par suite de leur poids, de leur prix et de leur peu de maniabilité, à certaines réalisations, en particulier à l'obtention de raccords étanches.

Quant au bitume, matériau souple et étanche par excellence, il ne peut guère être utilisé isolément.

La solution du problème devait donc être cherchée dans l'alliance de deux matériaux, un métal et le bitume. Nous allons voir pourquoi l'aluminium a été choisi dans ce but et comment le paxalumin, combiné d'aluminium et d'une texture bitumineuse nouvelle, réunit les avantages de ces deux matériaux.

Les qualités techniques de l'aluminium pour la couverture des bâtiments

Nous avons signalé à plusieurs reprises la grande pureté de l'aluminium obtenu par le procédé Héroult (1888) au four électrique par électrolyse de l'alumine dans un bain de cryolithe fondue. Rappelons que c'est là un métal bien français, puisque l'alumine provient des bauxites rouges abondantes dans le sud-est de la France. Ainsi il est courant de préparer l'aluminium titrant de 98 à 99 % de métal pur, et pour certains usages on utilise l'aluminium à 99,8 %. Et ceci n'est pas seulement une performance de laboratoire. Cette pureté est, en effet, précieuse, car c'est grâce à elle que l'aluminium résiste parfaitement aux agents atmosphériques ainsi qu'aux fumées sulfureuses des villes industrielles et des abords des grandes gares.

Non pas que l'aluminium demeure parfaite-

ment insensible à tous les éléments. Au contraire, son avidité pour l'oxygène de l'air est bien connue. Mais cette faiblesse fait sa force, puisque à l'encontre du fer qui, entamé par la rouille, est peu à peu inexorablement rongé, l'aluminium se recouvre à l'air d'une très mince pellicule d'alumine, pellicule protectrice contre toute attaque ultérieure.

De plus, on sait que l'aluminium est aisément transformé par laminage en tôles ou en bandes de grande surface et d'épaisseurs relativement faibles. Il est donc compréhensible que ce métal ait été essayé pour la couverture des bâtiments puisque, outre les qualités ci-dessus, sa légèreté le rend extrêmement maniable et évite toute surcharge à l'architecture. En fait, il y a plus de 35 ans que furent entrepris les premiers essais, en France et en Allemagne, et plus de 20 ans que d'intéressants résultats ont été enregistrés, notamment pour la couverture de centrales électriques dans les Alpes. Du reste, il nous faut ajouter encore à l'actif de l'aluminium son grand pouvoir réfléchissant qui permet de conserver aux locaux qu'il recouvre une température notamment plus fraîche.

Par contre, nous noterons qu'il faut éviter son contact direct avec des matériaux à réaction alcaline (ciment, chaux, plâtre, encore que le ciment fondu ou électro-fondu soit admissible) et qu'il y a lieu de ne pas l'employer au voisinage immédiat de la mer, mais cette restriction est valable pour tous les métaux usuels. On a voulu objecter la grande dilatation de l'aluminium. Mais n'est-elle pas inférieure de 12 % à celle du zinc ?

Si jusqu'ici la toiture en aluminium ne s'est pas développée davantage, ce n'est donc pas à cause d'une carence quelconque de ses qualités techniques, mais pour des raisons d'ordre économique : tout d'abord le prix, par suite de l'épaisseur sous laquelle il faut employer un matériau aussi léger si l'on veut lui conserver une bonne tenue ; ensuite, la nécessité de faire appel à une main-d'œuvre experte, donc onéreuse, et la perte de métal résultant des larges recouvrements indispensables pour l'étanchéité.

La solution devait être trouvée dans un matériau complexe où on ne conserverait pour l'aluminium que l'épaisseur utile au point de vue protection et où la partie inutile et coûteuse serait remplacée par une matière moins chère, mais capable de fournir le poids, la rigidité, la maniabilité et la résistance mécanique représentés par la partie du métal supprimée.

Ainsi est né le *paxalumin*.

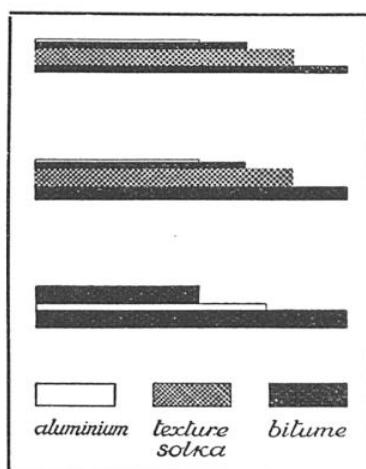


FIG. 1. — LES TROIS TYPES DIFFÉRENTS DE «PAXALUMIN» : STANDARD, RENFORCÉ, DOUBLÉ

Une alliance heureuse : aluminium et bitume

Le *paxalumin* est un complexe formé d'une feuille mince (1) d'aluminium fixée sur une texture bitumineuse économique, résistante, pratiquement indéchirable, inattaquable par l'eau, l'humidité et le gel, absolument imperméable et de durée illimitée : la texture *Solka*. Cette texture est d'ailleurs recouverte, sur la face opposée au métal (la face inférieure dans le cas d'une toiture, l'aluminium formant toujours au-dessus la cuirasse protectrice), d'une couche de bitume pur qui sert de matériau de liaison entre le paxalumin et les surfaces à revêtir : bois, ciment, briques, etc.

Tel est le principe. Ce matériau nouveau devait cependant s'adapter aux nombreux et différents cas d'utilisation et, pour cela, revêtir plusieurs aspects : le *type standard* (aluminium, bitume, texture *Solka*, bitume et éventuellement un papier imperméabilisé) pour les toitures en pente formées de voliges jointives ; le *type renforcé* (sous-couche de bitume plus importante) pour l'étanchéité des toitures en pente en béton et des terrasses où l'on ne circule que pour l'entretien (nettoyages, ramonages, etc.) ; le *type doublé* où la feuille d'aluminium, plus épaisse, forme une armature servant seule de support au bitume qui le revêt sur *chaque* face. Cette armature lui procure une grande résistance. Ce type convient parfaitement pour l'étanchéité de toitures-terrasses où l'on circule fréquemment. Il doit être lui-même protégé par un dallage ou un carrelage approprié.

Comment on réalise une couverture étanche

Notons tout d'abord que par étanchéité nous entendons une résistance absolue à la pénétration de l'eau, même projetée sous la forme d'un jet violent, quelle que soit la direction du jet. Ainsi, une toiture vraiment étanche n'a pas besoin d'être fortement inclinée, d'où un gain de surface pour la couverture et de volume pour les combles. Le paxalumin autorise des pentes de 5 % seulement au lieu de 30 % avec les matériaux ordinaires (tuiles, ardoises).

Étant donné la constitution du paxalumin, il est évident que seuls les joints entre deux feuilles pourraient donner lieu à un défaut d'étanchéité. Aussi ces joints sont-ils exécutés avec un soin tout particulier. S'il s'agit, par

(1) L'épaisseur de la feuille laisse cependant une marge de sécurité d'environ 30 fois l'épaisseur nécessaire.

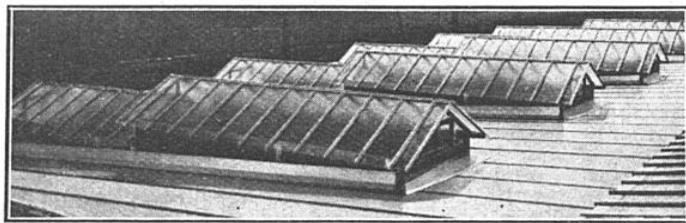
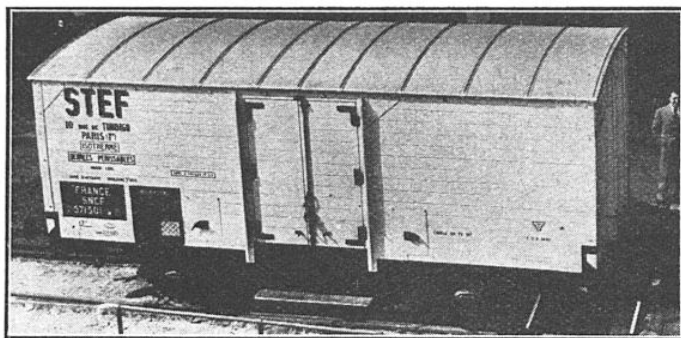


FIG. 2. — TYPE DE TOITURE A PENTE TRÈS FAIBLE, COUVERTURE EN « PAXALUMIN », EXÉCUTÉE AUX ÉTABLISSEMENTS MÉCANIQUES DES VERRIÈRES DE JOUX (DOUBS)



(Paix et C^{ie}.)

FIG. 3. — TOITURE « PAXALUMIN » SUR WAGON FRIGORIFIQUE

exemple, d'une toiture en voliges jointives, un système de sous-joint (placé entre deux feuilles voisines de paxalumin standard) et de bande couvre-joint en paxalumin, soudée au moyen d'une petite machine spéciale, est parfaitement efficace.

Sur une toiture en béton, sous-joint et couvre-joint sont inutiles. On utilise le paxalumin renforcé. La toiture étant revêtue d'une couche-écran de bitume, les feuilles de paxalumin sont déroulées du haut en bas des pentes en faisant fondre légèrement (avec une lampe à braser) la sous-couche épaisse de bitume. Une pression assure une adhérence parfaite. Les feuilles étant placées à recouvrement (6 à 10 cm), la soudure des parties se recouvrant complète l'étanchéité.

Le problème des *terrasses* est le plus difficile à résoudre, et son exposé nous entraînerait à des considérations d'ordre technique et à un développement un peu long pour montrer comment il est résolu dans tous les cas : au moyen du paxalumin renforcé lorsque aucune circulation n'est à prévoir sur la terrasse ; avec le paxalumin doublé pour les terrasses où l'on circule beaucoup. Dans ce cas, nous l'avons dit, le paxalumin est lui-même protégé contre les chocs par des dalles de ciment, des carreaux d'ardoise, etc.

Chaque problème particulier a reçu sa solution. Qu'il s'agisse de relevés contre murs, contre lanternes ou contre costières de châssis, de revêtements de poutres saillantes, de l'étanchéité au droit des descentes des eaux, etc., chaque cas a été envisagé spécialement.

Enfin, l'étanchéité des toitures vitrées est également assurée d'une manière durable grâce à la *bande soline* paxalumin (toile imputrescible à grande résistance enrobée dans une forte couche de bitume pur vulcanisé dont la face supérieure est recouverte d'une feuille d'aluminium). La bande, à cheval sur l'âme du fer à T qui limite les vitres, est soudée sur ce fer et débordé sur les vitres avec lesquelles elle adhère également par soudure.

C'est donc bien une heureuse alliance qu'ont réalisée les Etablissements Paix et C^{ie} en mettant en valeur les qualités remarquables du bitume au point de vue de l'étanchéité, grâce aux caractéristiques techniques de l'aluminium : légèreté, inattaquabilité assurant la durée de la protection ainsi réalisée.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une énergie gratuite : celle du vent. Comment l'utiliser

DEPUIS longtemps on cherche à résoudre le problème de l'utilisation de l'énergie gratuite que représente le vent en la transformant en énergie électrique dont la souplesse est immense.

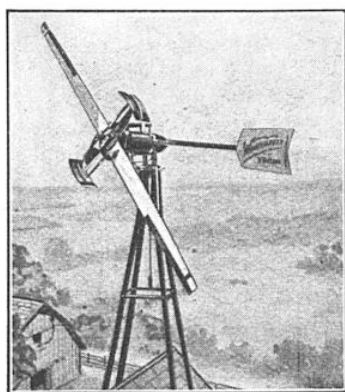
C'est à ce problème que se sont attachés depuis onze ans deux garçons de ferme américains, John et Gerhardt Albers, avec leur dispositif qu'ils ont appelé le *Wincharger*. Des hélices étudiées au tunnel aérodynamique et des dynamos de grand rendement, et voici le résultat.

Le *Wincharger* se compose donc essentiellement : d'une hélice « Air-Foil » Albers captant le maximum d'énergie du vent, recouverte d'une triple couche de vernis imperméable, d'un diamètre de 2,45 m ; d'une dynamo spéciale refroidie par l'air et d'un haut rendement, qui charge une batterie d'accumulateurs de 6, 12 ou même 32 volts, selon les modèles.

Mais les accessoires sont aussi intéressants que les organes principaux. C'est ainsi qu'il faut signaler : un régulateur automatique fonctionnant par la force centrifuge ; la plaque tournante montée sur billes, qui permet à l'appareil de s'orienter instantanément sous l'action du vent, et le frein automatique qu'un enfant même peut manier, quelle que soit la violence du vent.

Tous ces perfectionnements ont abouti à ce résultat : le *Wincharger* démarre par une brise de 9 km/h seulement et fonctionne parfaitement sous les vents les plus violents, le régulateur automatique entrant en action dès que la vitesse dépasse 32 km/h. A partir de ce moment, pour le type 6 volts la charge de la batterie est maintenue constante et égale à 17 ampères.

Ainsi, pour une dépense annuelle qui ne dépasse pas un demi-dollar (19 f), il est possible d'alimenter, sans frais supplémentaires, un appareil radio, quelques lampes et appareils électriques, de recharger les batteries d'automobiles, etc. Le modèle 32 volts, monté dans l'usine, est capable non seulement d'alimenter un poste radio et quelques appa-



LE « WINCHARGER »

reils, mais encore les lampes d'éclairage, une pompe d'alimentation en eau, un frigorifique, un aspirateur, une machine à laver, un hachepaille, etc.

C'est vraiment l'utilisation pratique de l'énergie gratuite du vent.

WINCHARGER CORPORATION, Sioux City, Iowa (Etats-Unis).

Construire chez soi son canoë, son voilier, sa remorque-camping...

UN groupe de techniciens a mis au point des dossiers de construction concernant les principaux modèles de bateaux conçus et étudiés de telle sorte que l'immense majorité des usagers probables puisse les établir facilement et rapidement, sans autres

outils qu'une scie, un marteau et un rabot. Aucune connaissance spéciale n'est requise. En possession des plans et de la manière de s'en servir, il suffit d'acheter une matière première très simple : bois, clous, vernis, colle, etc. A raison de deux heures par jour, un bricoleur moyen peut construire son canoë en deux semaines, en le faisant lui-même de toutes pièces. Son prix de revient est de 350 à 450 f selon les régions. Mais l'amateur préfère-t-il un kayak entoilé, l'édification n'est guère plus difficile ; le prix seul augmente de 100 f environ.

On peut aussi fabriquer, dans des conditions analogues, un petit voilier de rivière ou de plage, une barque de pêche ou de promenade à rames ou à moteur. Chaque dossier de construction ne coûte que quelques dizaines de francs.

Signalons qu'en achetant les pièces détachées toutes usinées, la construction s'effectue aussi aisément qu'un montage de jeu de mécano ; on achève alors un canoë en moins d'une semaine.

Pour compléter cette heureuse initiative, ce même groupe de techniciens fournit également aux amateurs les plans d'une remorque-camping automobile qui permet d'obtenir le maximum de confort dans le minimum de place. Ce simple travail de menuiserie, tout en occupant agréablement les loisirs de celui qui l'entreprend, lui apporte une économie de 70 %.

C'est, à notre connaissance, le premier effort important de diffusion en vue de permettre à la majorité de goûter économiquement aux



LE CANOË ET LA REMORQUE-CAMPING

plaisirs de la vie au grand air. Il faut en féliciter les Etablissements SPORTLEY, 5 bis, cité Malessherbes, à Paris.

Pour construire des modèles réduits de marine

LA construction des modèles de la marine paraît d'une extrême difficulté. Il n'est en réalité rien de plus simple : s'édifiant par additions successives de petites pièces dont aucune ne demande d'habileté marquée pour la confectionner, le modèle s'établit peu à peu, et on obtient, en quelques semaines, un charmant objet de décoration... si l'on dispose de directives précises.

L'ouvrage si substantiel que vient de publier Barrot-Gaillard (1) est une vraie réussite à ce double point de vue. Il indique non seulement des tours de main, mais explique aussi de nombreuses dispositions du grément et de l'accastillage. Orné de très nombreux dessins, il est, suivant le mot d'un médecin amateur de marine, « un véritable traité d'anatomie du vaisseau à voiles ».

Véritable innovation... étanchéité parfaite réalisée avec un chronographe-bracelet

LES Etablissements Sarda viennent de sortir, avec boîtier acier inoxydable, absolument étanche à l'eau, aux poussières et à la vapeur, un chronographe-bracelet à aiguille trotteuse centrale au 1/5 de seconde et à double poussoir permettant la suspension du contrôle en cas d'incident.

Son mouvement non magnétique est aussi

(1) *Construisez des modèles réduits de marine*, 1 volume, 368 pages, 425 figures, in-8 couronne. Prospectus gratuit sur demande à BARROT-GAILLARD, 15, rue Bleue, Paris (9^e).

muni d'un dispositif de protection assurant l'incassabilité dans la plupart des cas de « chutes » ou de « chocs » : c'est donc l'instrument par excellence de tous ceux qui doivent avoir recours à un appareil sûr et précis pour la mesure des temps et performances, et qui pourront avoir au poignet partout et toujours la montre qui les servira.

Toujours à l'avant du progrès, les Etablissements

Sarda se devaient d'ajouter cette pièce à leur collection de chronographes et de montres étanches ; pour vous documenter, ils mettent à votre disposition — envoi gratuit et franco sans engagement — leur superbe album Montres n° 39-65 présentant, en sus des modèles ci-dessus, plus de 600 séries pour dames et messieurs, en tous genres et à tous prix.

Ecrivez donc, dès aujourd'hui, à M. le Directeur des ETABLISSEMENTS SARDA, à BESANÇON (Doubs).

V. RUBOR.



LE CHRONOGRAPHE ÉTANCHE

N. D. L. R. — L'article sur les « Cultures sans sol » paru dans le n° 262 (avril 1939) a été documenté en partie par la revue *Jardinage*, qui avait mis d'ailleurs aimablement à notre disposition quelques-uns des documents qui ont servi à l'illustrer.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 fr.		{ 6 mois... 33 fr.

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 75 f. (français)	Envois recommandés	{ 1 an... 96 f. (français)
	{ 6 mois. 40 f. —		{ 6 mois. 50 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an.... 100 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 120 fr.
	{ 6 mois.. 52 fr.		{ 6 mois.. 65 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an.... 90 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 fr.		{ 6 mois... 56 fr.

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL ET DE NAVIGATION

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

152, avenue de Wagram, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

COURS PAR CORRESPONDANCE

MÉCANIQUE

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Technologie - Dessin - Ajustage.

Contremaître : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Constructions mécaniques - Technologie - Croquis coté et dessin.

Technicien : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Chimie - Mécanique - Règle à calcul - Résistance des matériaux - Technologie - Constructions mécaniques - Croquis coté et dessin.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique théorique - Règle à calcul - Mécanique appliquée - Electricité - Statique graphique - Machines et moteurs - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Mécanique rationnelle - Résistance des matériaux - Thermodynamique - Chimie industrielle - Machines motrices - Electricité - Usinage - Machines-outils - Construction d'usines.

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Technologie - Dessin - Notions d'aviation.

Dessinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Technologie - Croquis et dessin - Aviation.

Technicien : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie pratique - Physique - Chimie - Mécanique - Résistance des matériaux - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Aviation (moteur et avion) - Croquis coté et dessin.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Statique graphique - Mécanique appliquée - Outillage - Electricité - Construction d'avions - Aérodynamique - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Chimie industrielle - Mécanique - Thermodynamique - Résistance des matériaux - Electricité - Const. d'avions.

ÉLECTRICITÉ

Monteur : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Electricité pratique - Dessin électrique.

Dessinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Mécanique - Electricité industrielle - Dessin - Danger des courants - Eclairage électrique.

Conducteur : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Mécanique - Chimie - Règle à calcul - Technologie - Moteurs industriels - Electricité industrielle - Dessin électrique.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Règle à calcul - Mécanique - Résistance des matériaux - Electricité - Mesures - Eclairage - Bobinage.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique - Applications mécaniques - Hydraulique - Electrotechnique - Essais - Calculs - Mesures - Production et distribution - Appareillage électrique - Electrochimie.

CHIMIE

Aide chimiste : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Dessin - Chimie : métaux, métalloïdes.

Préparateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques.

Chef de laboratoire : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Notions de Trigonométrie - Physique - Electricité - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques - Analyse chimique.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Chimie générale : métaux, métalloïdes, chimie organique - Electricité - Métallurgie - Analyse chimique.

Ingénieur : Mathématiques supérieures - Electricité - Chimie - Physique - Electrometallurgie - Chimie industrielle - Chimie du bâtiment - Chimie agricole - Chimie des parfums - Analyse qualitative et quantitative.

SECTION SPÉCIALE DE RADIOTECHNIQUE COURS GRADUÉS DE MATHÉMATIQUES

Programme gratuit sur demande
Joindre un timbre pour la réponse.

PUBL. C. BLOCH

F. P. L. C. M.

