

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

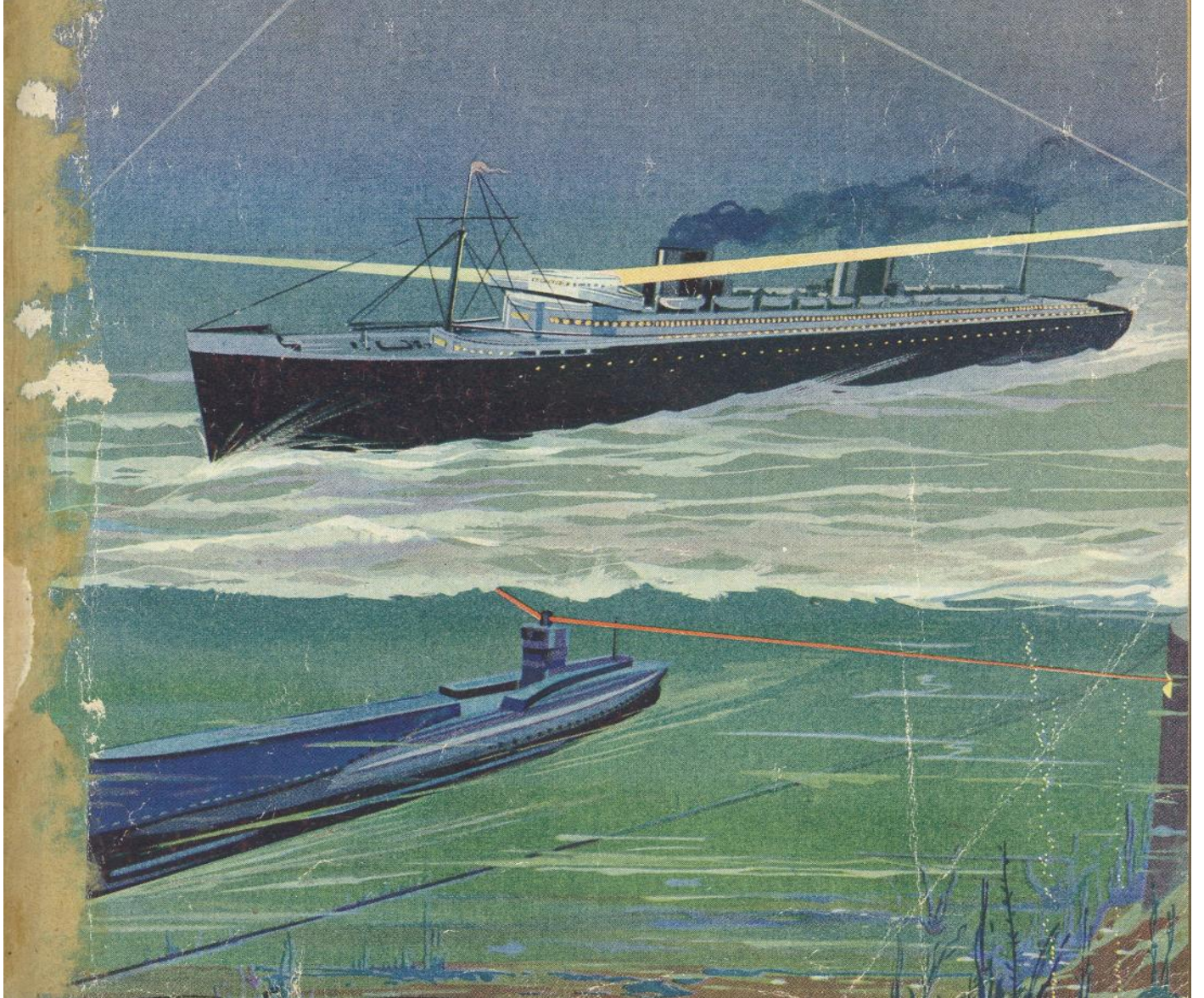
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 37. n. 152. Février 1930
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1930
Collation	1 vol. ([87-176]p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 152
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Le volume a été relié, par conséquent il manque la 3ème et 4ème de couverture.
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.152

nce et Colonies : 4 fr.

N° 152. - Février 1930

LA SCIENCE ET LA VIE



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

Attention !

LA
SCIENCE
ET LA **VIE**

n'accepte que de la publicité
SCIENTIFIQUE et INDUSTRIELLE
c'est pour cela qu'elle est **efficace.**



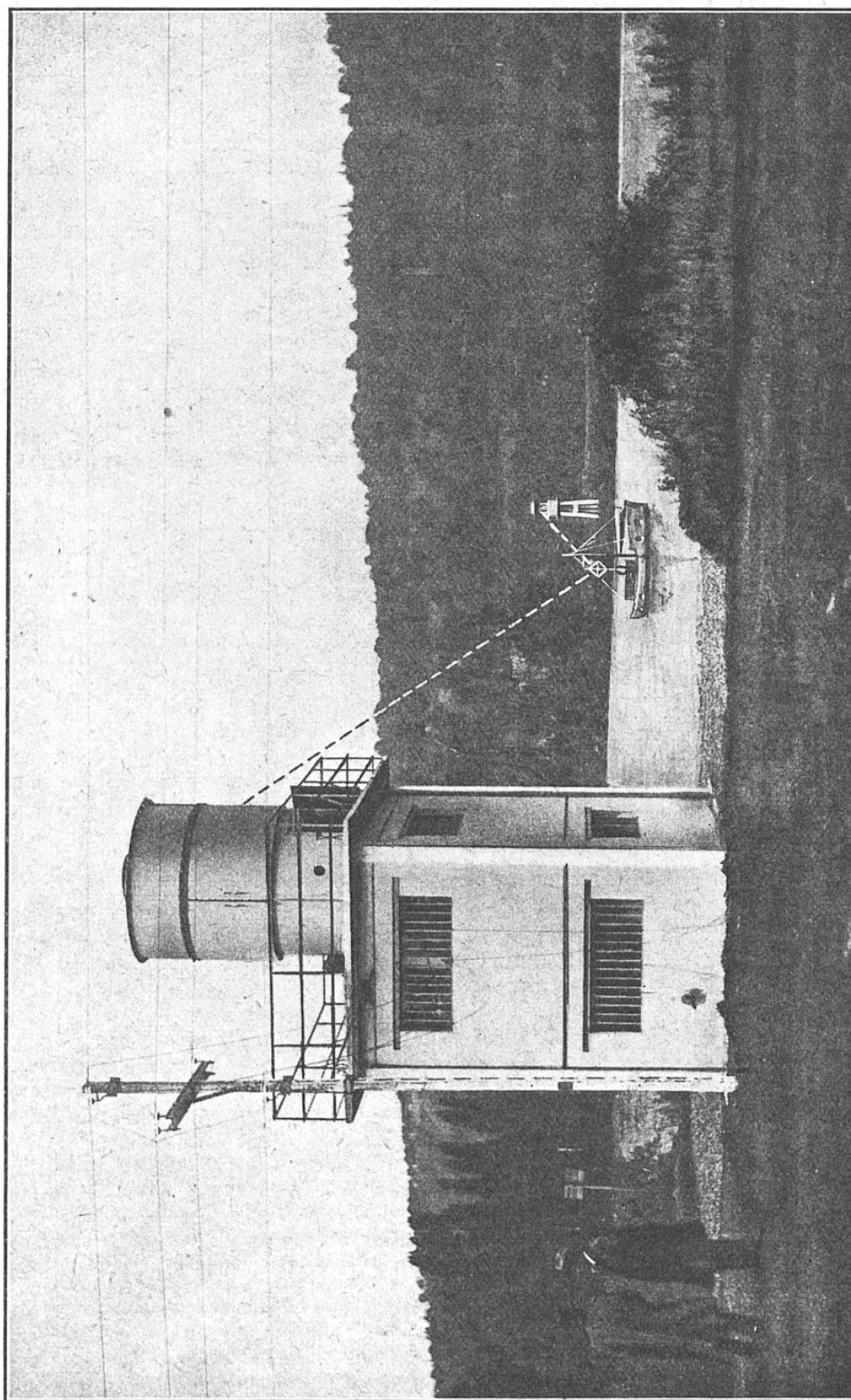
Les annonces telles que : **lait condensé, chocolat, produits de beauté ou pharmaceutiques, parfums, etc., etc.**, chassent la publicité technique, que recherche avant tout un public avide de connaître et de s'instruire dans le domaine **scientifique et industriel.**



“LA SCIENCE ET LA VIE”
est le **seul** magazine scientifique qui applique
strictement cette formule.

La méthode William Loth, basée sur les ondes dirigées, révolutionne la navigation aérienne et maritime.	Jean Labadié	89
La forêt française se substitue à l'essence.	G. B.	99.
Une réaction chimique fort utile à l'industrie : qu'est-ce que l'hydratation ou saccharification ?	Marcel Boll Docteur ès sciences.	101
Le glucinium, métal encore peu connu, sera-t-il employé en métallurgie ?	J. Seigle Professeur de métallurgie à l'Ecole de Métallurgie et des Mines de Nancy.	103
La méthode scientifique au service de la forêt	J. Jagerschmidt Inspecteur principal des Eaux et Forêts.	105
La conquête des grandes vitesses dans la marine à vapeur est liée aux progrès du machinisme	C.-R. Darteville	111
A quelle altitude maximum un aviateur peut-il monter sans danger ?	Victor Jouglas	118
La naissance de la Terre et ses métamorphoses avant la vie de l'homme	Emile Belot Vice-Président de la Société Astronomique de France.	125
Le nouveau dirigeable semi-rigide de la marine française.	Remondière Lieutenant de vaisseau.	134
L'industrie automobile française est à la tête de la traction industrielle	Capère.	140
Les facultés d'orientation des insectes s'expliquent aisément par l'acuité de leurs sens	C. Pierre Membre de la Société Entomologique de France.	149
La fortification de demain : son évolution technique.. . .	Général Gascoign.. . . .	157
Le phonographe et la vie	F. Faillet	162
La T. S. F. et les constructeurs	J. M.	166
Quelques précisions sur le béton cellulaire.	J. M.	168
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités).	V. Rubor	169
Une curieuse application de l'air comprimé	Jean Caël	173
Le palais de l'électricité	J. M.	175
Chez les éditeurs	J. M.	176

Le dessin de couverture de ce numéro représente les trois principales applications de la nouvelle méthode imaginée par William Loth pour la navigation aérienne ou marine. Grâce à l'emploi de phares hertziens à ondes dirigées, tournant à des vitesses variables, W. Loth est parvenu à tracer dans l'espace une « radioroute » déformable à volonté, à laquelle l'avion peut se fier aveuglément pour éviter les tourbillons atmosphériques et atteindre son but. Graduée en longueur et en altitude, la « radioroute » indique à chaque instant au pilote le point où il se trouve. A proximité des côtes, les phares lumineux tournants complètent la « radioroute » pour les navires. Enfin, le câble immergé permet au navigateur de franchir, avec la plus grande sécurité, les passes difficiles. On trouvera, à la page 89 de ce numéro, l'exposé de la méthode vraiment remarquable imaginée par le savant français.



LE DISPOSITIF DE DÉMONSTRATION DU PROCÉDÉ WILLIAM LOTH, AU MOYEN DE PHARES LUMINEUX DU TYPE MARIN, ÉTABLI AU-DESSUS DE LA SEINE. Les axes des faisceaux lumineux utilisés pendant la nuit ont dû nécessairement être représentés ici par de simples traits pointillés. Le point de convergence de ces faisceaux indique, à tout instant, l'axe de la radioroute du bateau navigant sur le fleuve. Au premier plan, sur poteaux longeant l'aérodrome que limite la Seine, on remarque la ligne expérimentale de guidage des avions par temps de brume.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1930 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXVII

Février 1930

Numéro 152

LA MÉTHODE WILLIAM LOTH BASÉE SUR LES ONDES DIRIGÉES RÉVOLUTIONNNE LA NAVIGATION AÉRIENNE ET MARITIME

Par Jean LABADIÉ

Quels que soient les perfectionnements apportés dans les moyens dont dispose le pilote — marin ou aérien — l'art de naviguer n'a pas varié. L'observation du Soleil, au moyen d'appareils optiques tels que le sextant ; la réception de l'heure exacte au moyen de la T. S. F. ; les faisceaux visibles ou invisibles émis par les puissants phares lumineux ou hertziens, ont permis de réaliser des progrès considérables dans la détermination précise du « point » et de la route à suivre. Ces procédés de repérage et de détermination ont fait appel aux dernières découvertes de la science, mais les principes qu'ils ont mis en œuvre sont restés ceux des anciennes méthodes. Dans cet ordre d'idées, on peut affirmer que la technique du savant français William Loth constitue un procédé absolument nouveau, capable de révolutionner la navigation, dans l'air comme sur mer. En effet, ce procédé permet de tracer n'importe quelle route, pour un avion comme pour un navire, au moyen de deux phares traceurs, par l'intersection de leurs faisceaux tournants, que ceux-ci soient lumineux ou hertziens. Il est aisé de suivre la radioroute hertzienne en écoutant les signaux émis par les radiophares. A la suite de minutieux travaux, M. William Loth est parvenu à graduer — au sens propre du mot — la radioroute, non seulement en longueur, mais encore en altitude : méthode élégante et d'autant plus ingénieuse que cette radioroute peut être modifiée à chaque instant, suivant les données météorologiques. Inutile d'insister sur les avantages que peut en retirer un avion en plein vol, qui est, pour ainsi dire, passivement guidé à travers l'espace, à l'écart des troubles atmosphériques. Ce magnifique système permet, non seulement de tracer la route au-dessus des mers par T. S. F., mais encore de constituer, à proximité du littoral, une sorte de côte fictive, à distance fixe de la côte réelle. L'œuvre de M. William Loth, que nous venons de présenter succinctement dans son ensemble, et que nos lecteurs pourront étudier en détail dans l'article qui suit, marque une étape des plus originales dans l'art de naviguer.

DEPUIS que le premier navigateur « au cœur d'airain » — dont parle Horace — a conduit une barque sur la mer, on peut, sans paradoxe, considérer que les principes de l'art de naviguer n'ont pas varié : au large, les bateaux font leur route sur observations astronomiques ; près des côtes, ils repèrent leur chemin par des alignements.

Sans doute, la boussole est venue au

secours de l'étoile polaire pour indiquer le nord. Des sextants parfaits ont remplacé les « arbalètes » et les « astrolabes » du moyen âge pour pointer le Soleil. La T. S. F. rectifie par ses signaux horaires, à un dixième de seconde près, les chronomètres du bord dans leurs indications relatives à la longitude. Aux atterrages, les puissantes optiques de Fresnel ont supplanté les sommaires foyers allumés

sur les promontoires. Les ondes ultrasonores sous-marines viennent parfois suppléer la lumière. Mieux que cela, les récents procédés de radiogoniométrie permettent aux grands navires, bien pourvus d'instruments précis et maniés à l'aise, de prolonger jusqu'au large le procédé d'alignement sur des phares côtiers — ceux-ci n'étant plus que des stations hertziennes. Mais, somme toute, le perfectionnement des moyens n'a rien changé à la méthode. Celle-ci revient, maintenant comme jadis, à tirer des alignements et (consciemment ou non) à résoudre des triangles avec ou sans tables de logarithmes.

Cependant, un navire absolument neuf, l'avion, s'est lancé. Mobile suivant les trois dimensions de l'espace, son étroitesse fuselée lui ôte toute aisance pour l'observation astronomique, toute place pour l'embarquement de navigateurs spécialisés, tandis que sa vitesse rend caduques les observations durant le seul temps nécessaire aux calculs qui en tirent parti. Perdu dans la brume à la recherche de son aéroport, il ne peut tâtonner à la sonde comme le fait le navire, ni, moins encore, stopper en prenant la file comme un simple cargo devant l'estuaire de la Seine, de la Tamise, de la Gironde ou de l'Hudson, ce qui déjà constitue pour le navire une gêne et un danger inadmissibles.

Bref, à notre époque de paquebots géants et d'avions (dont la multiplication atteindra probablement un jour celle des autos de grand tourisme), l'art de naviguer piétine dans une confusion inacceptable. Nous avons d'admirables véhicules, mais non des routes, à peine des pistes.

C'est au perfectionnement de cet art qu'un physicien français, M. William Loth, travaille depuis quinze ans exactement. Il nous offre aujourd'hui une méthode générale complètement au point, adaptée à tous les cas imaginables. D'une simplicité géniale, elle consiste à tracer, sur la mer et dans l'espace, des routes qu'aéronefs et bateaux, petits et grands, puissent longer avec la même précision rassurante que celle qu'offrent aux automobiles les chaussées terrestres et, aux trains, les voies ferrées.

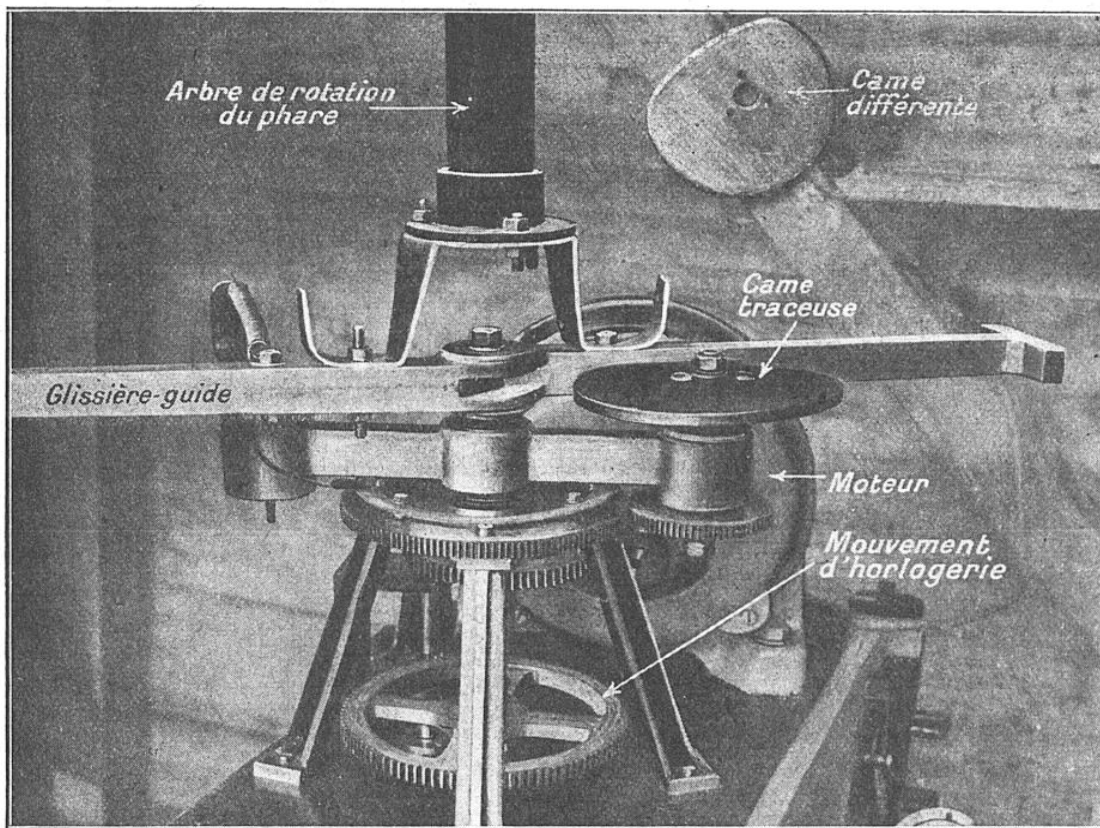
Cette méthode, que l'auteur dénomme justement la *navigation physique*,

nous allons l'exposer dans son ensemble. Elle comporte naturellement des variantes suivant que le bateau (volant ou marin) se trouve au grand large ou qu'il approche des côtes. *Au large*, l'auteur lui offre des « radioroutes », chemins immatériels, nullement rectilignes mais plastiques à l'infini, tracés au moyen d'ondes hertziennes. *À l'atterrissage* des navires, la radioroute se précise s'il y a lieu par des



UN DES PHARES HERTZIENS, TRACEURS DE ROUTE, AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE VAUX-SUR-SEINE

L'émission d'ondes dirigées se fait au moyen d'un cadre tournant. Le mécanisme de rotation est logé dans la pyramide soutenant le phare. Au second plan, l'auto qui, munie d'une antenne, permet de vérifier, sur l'aire du champ, les tracés des radioroutes. Au fond, le hangar de l'avion qui sert aux mêmes vérifications.

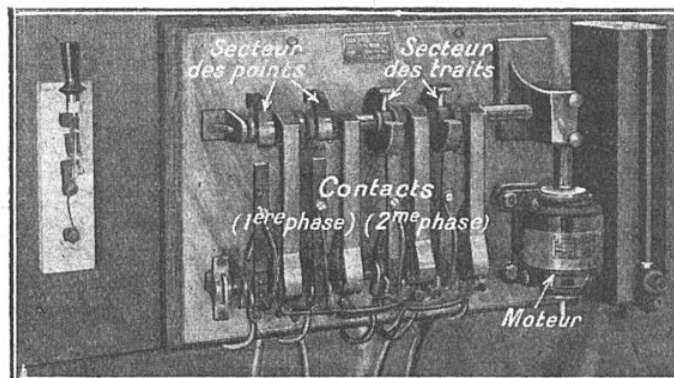


DÉTAIL DU MÉCANISME ASSURANT LA ROTATION DU PHARE HERTZIEN

Le mouvement est réglé par une came guidant une glissière. Du profil de la came dépend la « vitesse instantanée » de rotation du phare et, par suite, le tracé de la radioroute.

ondes lumineuses (visibles ou infrarouges) ou encore ultrasonores, qui viennent suppléer l'onde hertzienne dans ses tracés. Et finalement la radioroute, dans les passages côtiers dangereux, cède le pas à des câbles immergés de guidage électromagnétique, combinés à des lignes garde-côte. Pour l'atterrissage des avions, M. William Loth prévoit un équipement (bien entendu toujours électro-

magnétique) des aéroports qui permet de toucher terre dans les meilleures conditions de sécurité, quelle que soit la visibilité, fût-ce en pleine brume.

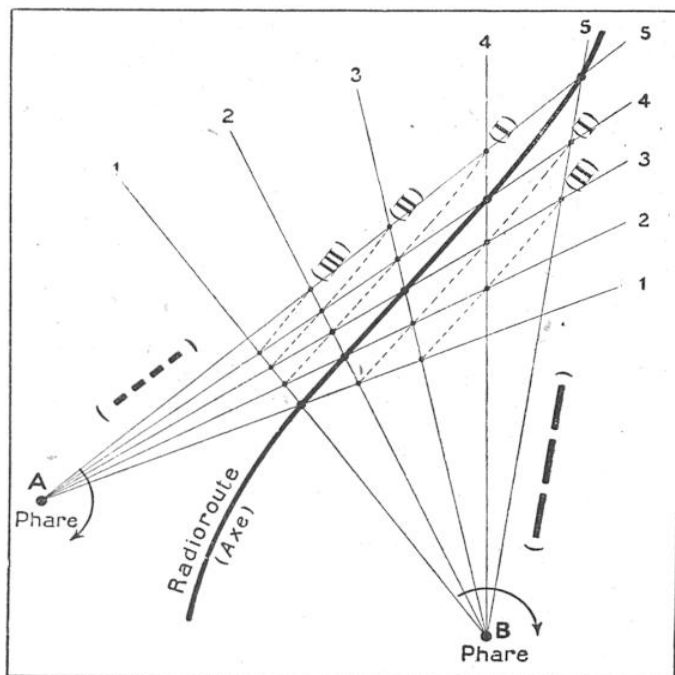


LE SYSTÈME CONTACTEUR FAISANT ÉMETTRE LES « POINTS » ET LES « TRAITS » MORSE AUX PHARES ACCOUPlés

Un moteur vertical assure la rotation des secteurs de contacts disposés de manière à fournir des signaux exactement complémentaires.

La « radioroute »

Plaçons, à une distance mutuelle suffisante, deux phares tournants du type marin. Leurs faisceaux lumineux balaient l'horizon chacun pour son compte. Mais l'intersection de ces faisceaux parcourt



TRACÉ SCHÉMATIQUE D'UNE RADIOROUTE PAR DEUX PHARES SITUÉS DE PART ET D'AUTRE DE SON AXE

Le sens des rotations des deux phares étant indiqué par les flèches, la loi de ces rotations est telle que chaque angle élémentaire compris entre les rayons (1, 2), (2, 3), (3, 4)... est parcouru dans des temps égaux. Il en résulte qu'aux intersections des faisceaux décalés des deux phares (A2, B1), (A3, B2), (A4, B3), (A5, B3), l'écouteur marque un décalage d'audition uniforme d'une unité de temps : le lieu de ces intersections forme la parallèle (I) à la route du côté du phare A (points). Aux intersections des faisceaux décalés de deux unités d'angles (A3, B1), (A4, B2), (A5, B3), on percevra un décalage dans le temps égal à deux unités. On obtient ainsi la parallèle (II), etc...

une courbe invariable dont la forme dépend des vitesses respectives de leurs rotations et de leur décalage dans le temps (1).

Cette courbe est d'ordre géométrique relativement simple, tant que nous supposons les vitesses de rotation uniformes. Mais si l'on intervient en faisant varier sans cesse ces vitesses, la courbe de l'intersection lumineuse prend toutes les formes possibles, balayant tout l'espace de manière désor-

(1) Si l'on s'en tient à des rotations uniformes, suivant que les vitesses de ces rotations sont égales ou non, suivant qu'elles se mesurent par des multiples entiers ou qu'elles sont « incommensurables », suivant, enfin, le décalage mutuel des faisceaux à l'origine du mouvement, les courbes décrites par leur intersection prennent une infinie variété depuis la circonférence située « à l'infini », jusqu'aux ellipses, paraboles et hyperboles classiques, et finalement aux courbes « pendulaires » si variées, connues sous le nom de leur inventeur Lissajoux.

donnée. Si nous faisons varier la vitesse par instants successifs mais de telle sorte qu'à la fin de chaque tour les faisceaux se retrouvent dans la même position relative, la courbe, si variée soit-elle, repassera toujours par le même point. Enfin, si à chaque phase des rotations (ainsi assujetties à un périodique retour en place), nous donnons aux faisceaux lumineux des vitesses instantanées soigneusement calculées, la courbe tracée par l'intersection des faisceaux prend telle forme qu'il nous plaît.

Nous voici donc en mesure de tracer, par intersection de deux faisceaux lumineux tournants, n'importe quelle ligne dans l'espace, passant par toutes les positions que l'on indiquera d'avance. Cette ligne, c'est la radioroute offerte au navire.

Supposons, en effet, que l'un des phares soit coloré en bleu et l'autre en rouge (couleurs complémentaires). Un navire qui les observera dans un même miroir apercevra leurs éclats confondus en un seul éclat jaune, tant qu'il ne s'écartera pas de la radioroute, lieu géométrique des intersections. S'il s'en écarte du côté du phare bleu, l'éclat jaune se dissociera en deux éclats successifs, rouge et bleu, celui-ci apparaissant le premier. S'il s'écarte du côté du phare rouge,

c'est l'éclat rouge qui apparaîtra d'abord.

Ce schéma d'une radioroute tracée par phares lumineux est encore valable si les phares sont hertziens et projettent des « ondes dirigées ». Leurs « couleurs » devien-

I :	-	—	—	—	—
II :	- -	—	—	—	—
III :	- - -	—	—	—	—

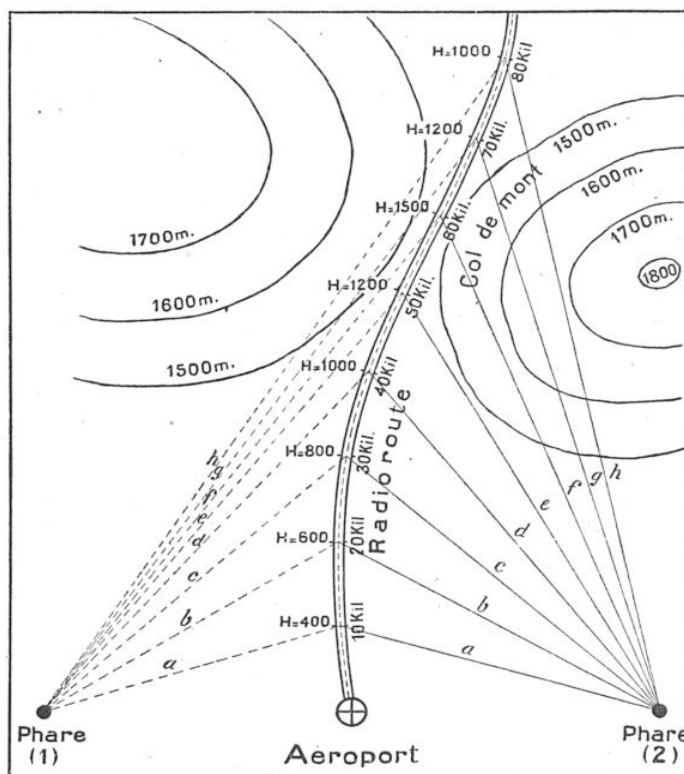
EXEMPLE DU RYTHME SONORE ENTENDU SUR LES PARALLÈLES (I), (II), (III) À L'AXE DE LA RADIOROUTE, TELLES QU'ELLES RÉSULTENT DU SCHÉMA PRÉCÉDENT

Les décalages en unités de temps ressortent, à l'audition, sous forme de points entendus tout d'abord parce que les lignes (I), (II), (III) sont situées du côté du phare A (à points Morse).

nent alors tout simplement des « indicatifs ». Si l'un des phares émet des « points » du code Morse pendant que l'autre émet des « traits », et cela de telle façon que ceux-ci soient émis juste dans l'intervalle de ceux-là, les deux indicatifs sont, eux aussi, « complémentaires ». L'écouteur radiophonique, véritable miroir hertzien, fait entendre un son résultant *continu*, tant qu'on ne s'écarte pas du lieu géométrique des intersections des faisceaux, c'est-à-dire de la *radioroute* (1).

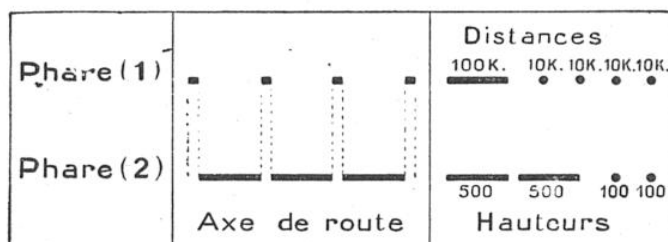
Si, à l'écouteur, le signal se dissocie, le point précédant le

(1) Cette méthode d'audition d'indicatifs se complétant en un son continu rappelle le *beam system* depuis longtemps inventé, mais elle en diffère totalement. Dans le *beam*, les phares hertziens n'émettent pas de faisceaux dirigés. La continuité du son vient de l'égalité d'intensités des deux réceptions par équidistance des deux phares, ce qui limite l'efficacité du système à un simple alignement rectiligne (perpendiculaire abaissée au milieu de la ligne reliant les deux phares). Tandis que la méthode présente est basée sur un *décalage* des deux signaux dans le temps. Ici, c'est l'arrêt du faisceau hertzien dirigé qui, fauchant l'espace, déclenche le signal à la manière d'un « fil de rasoir », de sorte que la précision ne dépend nullement de « l'épanouissement » du faisceau dirigé, épanouissement lui-même fonction de la distance. La précision est donc indépendante de la distance.



LA RADIOROUTE AÉRIENNE KILOMÉTRÉE EN DISTANCE ET COTÉE EN ALTITUDE

Le mécanisme du tracé étant le même que dans le schéma précédent, on réserve un tour de phare sur deux pour faire indiquer au phare (2) les distances séparant chaque point de la route de l'aéroport de départ, et au phare (1) l'altitude minimum du sol correspondant à chacune des distances longitudinales. La radioroute dessinée ici, à titre de schéma, est censée franchir à 1.500 mètres d'altitude minimum un col de 1.400 mètres. Le pilote est donc guidé en toute sécurité par la radioroute.



LES TROIS SORTES DE RENSEIGNEMENTS QUE PEUT « ENTENDRE » UN AVION SUR LA RADIOROUTE

A gauche : ensemble des deux indicatifs de route donnant le son continu, si l'avion se trouve sur l'axe du chemin. A droite : suivant qu'il filtre l'indicatif du premier phare ou celui du deuxième, le pilote aviateur isole soit l'indication des distances (première ligne), numérotées, comme il est indiqué, par tranches de 100 kilomètres (trait) et de 10 kilomètres (point), soit l'indication des altitudes notées par 500 mètres (trait) et 100 mètres (point). L'aviateur est ainsi renseigné sur sa position.

trait, c'est qu'on a obliqué vers le phare ayant le point comme indicatif. Si le trait est d'abord entendu, la dérive est du côté opposé.

La traduction en mesures spatiales du signal rythmé dans le temps

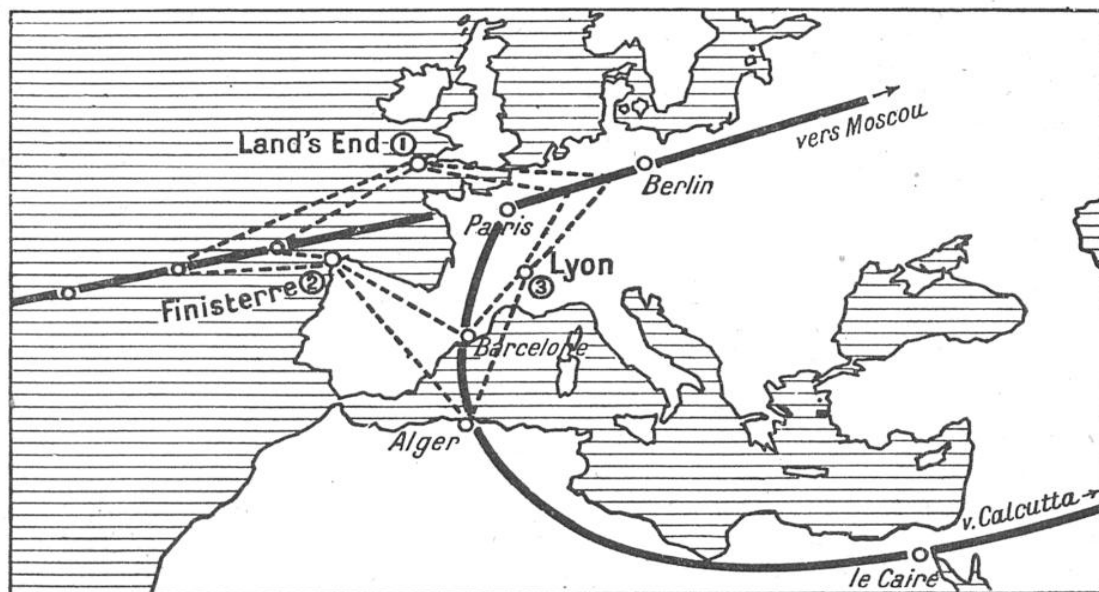
Dessiner dans l'espace, au moyen de deux phares traceurs, une radioroute déterminée n'apparaît donc pas comme un problème théorique compliqué. Encore fallait-il y penser. Toutefois, ce problème est, pratiquement, des moins simples.

Il ressort de ce que nous venons de dire qu'une même radio-

route peut être tracée d'une infinité de manières : la rotation de l'un des phares étant établie de manière quelconque, il suffit de donner à celle de l'autre phare une loi convenable pour que le second faisceau rattrape toujours le premier sur le lieu géométrique imposé. Autrement dit, le problème est indéterminé. Par là, il est riche de possibilités aux yeux du technicien que son devoir incite à « déterminer », parmi l'infinité des solutions possibles, la plus

du parcours (ceci surtout pour les avions), sans que les pilotes risquent de perdre le fil conducteur. Celui-ci devient, en effet, par le numérotage des écarts à droite et à gauche de l'axe, analogue à une voie de chemin de fer possédant une infinité de rails parallèles de part et d'autre de la voie centrale.

Ainsi précisé, le problème mathématique est loin d'être simple. *A priori*, il n'était pas certain qu'il y eût une solution. Il en avait une pourtant, et c'est M. Bourgonnier,



UN EXEMPLE DES COMBINAISONS DE ROUTES MARINES ET CONTINENTALES, QUE L'ON PEUT RÉALISER AU MOYEN DE TROIS PHARES TRACEURS DISPOSÉS EN TRIANGLE

Les trois stations de Lyon, du Finistère et du Land's End pourraient desservir des voies extrêmement variées. Nous nous contentons d'en marquer trois, mais il est évident que ce nombre n'épuise pas les combinaisons de phares deux à deux. En fait, les phares à combiner seraient beaucoup plus nombreux.

féconde en résultats pratiques, bref « la plus commode », ce qui est, du reste, la directive philosophique assignée par Henri Poincaré aux mathématiques pures elles-mêmes.

M. William Loth a d'abord profité de l'indétermination qui planait sur les lois de rotation de ses couples de phares de façon telle que le *décalage éventuel des deux indicateurs* dans l'écouteur indiquât non seulement le fait d'être écarté de la route, mais encore la *mesure exacte de l'écart*. Ainsi, le renseignement de position va se prolonger extrêmement loin de part et d'autre du jalonnement central de la radioroute — ce qui permet, à qui s'en est écarté, de rejoindre cet axe en toute connaissance de cause et, aussi, de modifier le tracé de la radioroute d'après les modifications météorologiques

ingénieur du bureau d'études de M. Loth, qui l'a formulée, aussi bien d'une manière complète par les voies ordinaires de l'analyse (qui aboutissent ici à des vues originales sur les rapports métriques de l'espace et du temps) que par le simple graphique dont il faut nous contenter (voir le schéma ci-joint).

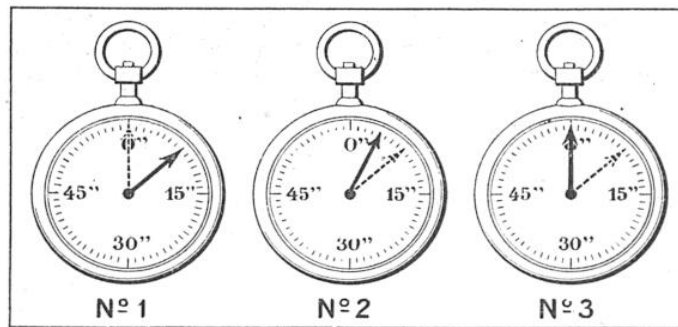
Sur ce graphique, les rotations des phares ont même sens. Les positions successives des faisceaux représentés ici par leurs axes (1, 2, 3) sont telles que les angles élémentaires formés par deux positions successives soient parcourus dans des temps égaux.

Les intersections viennent donc prendre place sur l'axe de la route par une progression parfaitement simultanée des faisceaux des deux phares. Si nous nous plaçons de telle

manière que nous entendions le passage du faisceau n°1 du phare A en même temps que le passage du faisceau n°2 du phare B, cela équivaut à un décalage d'une « unité » de temps et ce décalage correspond (voir figure) à un certain écart de la route. Si nous cherchons, de même, la position correspondant à un décalage double du temps (passage du faisceau A1 coïncidant avec le passage de B3), nous trouvons que cette position correspond à un écart deux fois plus grand. Procédant ainsi pour des décalages sans cesse accrus afférents à tous les rayons de A et de B pris deux à deux, nous arrivons à tracer les échelons successifs (I, II, III) des écarts : ce sont des parallèles à l'axe central de la radioroute.

Près des phares, ces échelons ne sont pas exactement équidistants, mais ils le deviennent très sensiblement au large, dès que l'éloignement des phares de l'axe de la route prend une valeur suffisante (1).

(1) Au cours de cet exposé, nous avons admis que les deux phares tournent en « synchronisme » (les rotations étant prises entières). Cette condition, facile à réaliser quand les phares peuvent être réunis par une ligne télégraphique, ne l'est plus quand, situés de part et d'autre d'un océan, leur synchronisation exige une liaison hertzienne spéciale. Dans le schéma de cette page, nous montrons comment la condition du synchronisme peut être éliminée, tant est souple la méthode.



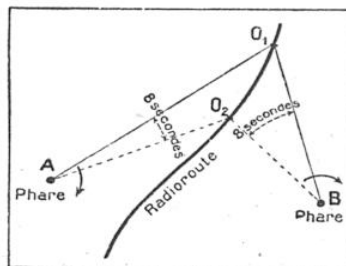
COMMENT ON UTILISE DES PHARES NON SYNCHRONISÉS

Si les deux phares traceurs sont trop éloignés pour être synchronisés télégraphiquement, on se contente de les faire tourner suivant la loi de tracé déterminée pour la route, mais hors de tout synchronisme. Dans ce cas, le pilote à la recherche de sa route, note les auditions successives des indicatifs au moyen d'un chronomètre spécial à secondes chargé de corriger le décalage de rotation des phares, quel que soit ce décalage. Le pilote écoute donc le premier phare, seul. Il note, mettons huit secondes, entre deux apparitions de son indicatif (N°1). Puis il écoute le second phare, seul, en déclenchant l'aiguille à partir de la position 8''. Cette aiguille retourne en arrière et s'arrête, par exemple, sur 4'' (N°2), quand le second faisceau du second phare revient dans l'écouteur. C'est donc que l'on se trouve hors de la route, à une distance de l'axe correspondant à ce décalage de 4'' (voir schéma page 92). Si le déclenchement de retour ramenait l'aiguille au zéro du chronomètre (N°3), on se trouverait sur l'axe de la route. En somme, ce procédé revient à noter successivement les passages des deux phares, au lieu de les écouter ensemble, ce qui exige le synchronisme. L'enregistrement des « tops » chronométriques peut être automatique (hertzien).

suivre la ligne. Il reste donc à utiliser un tour de phare sur deux. M. William Loth va appliquer cette période disponible à kilométrer sa route longitudinalement, cette fois, suivant son axe, à la manière des chaussées terrestres.

Pour cela, du reste, un seul phare suffit, l'autre étant supposé éteint durant cette période auxiliaire. En réalité, nous verrons qu'il est destiné à une troisième application.

La route étant déterminée sur la carte et divisée, par exemple, en secteurs de dix kilomètres, il est facile d'imposer au phare A de lancer un nouvel indicatif, variant à chaque secteur balayé. Par la ponctuation Morse, son faisceau donnera le chiffre 10 en parcourant le premier secteur, le chiffre 20 en parcourant le second secteur, etc., etc. Rien de plus simple. Par l'écoute de ce nouveau



EXEMPLE D'UTILISATION DES PHARES NON SYNCHRONISÉS POUR UN NAVIGATEUR PLACÉ SUR LA RADIOROUTE

Dans ce cas, l'aiguille du chronomètre marque 8'' pour deux auditions du phare A, et revient au 0 pour deux auditions du phare B.

Le kilométrage des radioroutes

Le tracé mesurant les écarts étant ainsi réalisé, on peut le perfectionner encore. Les possibilités ne sont pas épuisées.

Supposons que les phares tracent la radioroute (comme il vient d'être dit) pendant un tour sur deux seulement. Si leur vitesse de rotation est d'un tour par minute, les pilotes n'entendront le signal-repère que toutes les deux minutes. C'est plus que

signal, le pilote connaît donc la distance à laquelle il se trouve de son point de départ ou de son point d'arrivée, sur la ligne.

La radioroute cotée en altitude

Et le phare *B* demeuré « en réserve », va-t-il rester sans emploi pendant que son frère *A* assure le kilométrage de la route ?

Non pas ! Il va se mettre en branle à son tour pour fournir un second indicatif également spécial à chaque secteur de route mais indiquant, cette fois, l'altitude à prendre. En parcourant, par exemple, le secteur des kilomètres 50, le phare *B* dira :

« Volez à l'altitude 1.000 » ; en parcourant le secteur des kilomètres 60, il dira : « Volez à l'altitude 1.500 ».

Par un jeu de filtres très simple, l'aviateur éteindra à volonté celui des deux phares qui le gêne pour entendre soit le nombre de kilomètres parcourus, soit le nombre marquant l'altitude.

Ainsi l'avion, non seulement suit les distances, mais encore franchit les défilés de montagne, même dans la brume, sans d'autre indication que l'écoute hertzienne — ou les défilés « météorologiques », certains remous bien connus des aviateurs au-dessus de tel ou tel carrefour de vallées, ou encore les orages subitement formés pendant le voyage (ceci pour le jour proche où les avions seront maîtres absolus de prendre l'altitude optimum).

Car il faut arriver à parler maintenant de cette qualité majeure de la radioroute : elle est *plastique*.

La route qui se déforme en voyage

Le poète a dit des rivières qu'elles sont « des chemins qui marchent ». La radioroute

de M. William Loth est, de même, mouvante mais latéralement, à la façon d'une rivière qui changerait de lit pour contourner des obstacles inopinément surgis.

L'obstacle capital pour l'avion en route est, vous le savez, d'ordre météorologique. Essentiellement mouvants, l'orage, le cyclone, la pluie surgissent en quelques heures,

bien après que le pilote a fait, au départ, sa route sur la carte. La route hertzienne tient tête par sa souplesse immatérielle à cette mobilité du danger. Il suffit d'un quart d'heure au technicien chargé de sa surveillance pour en modifier le tracé.

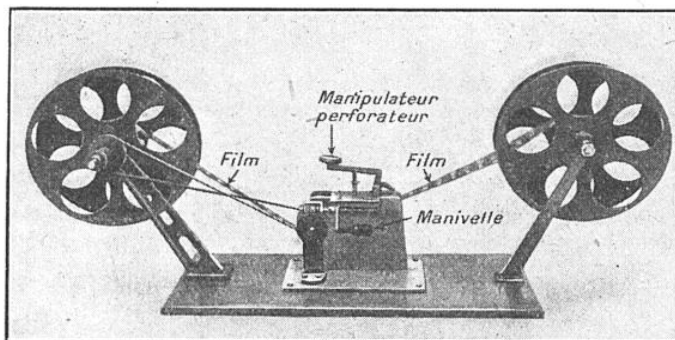
Voici comment on peut imaginer ce travail.

L'agent voyer de service sur une ligne déterminée centralise les renseignements météorologiques touchant le parcours. Ils se ramènent à deux types.

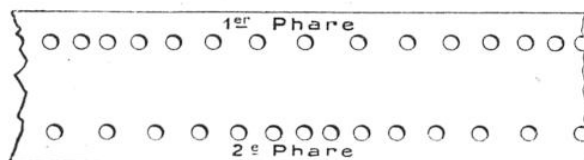
D'abord le renseignement du type « périodique et régional » tel qu'il ressort statistiquement des cartes quotidiennes « d'isobares » tenues à jour dans tous les Offices spécialisés du monde : « Dépression sur l'Irlande, anticyclone sur les Açores » — ou

reciproquement — ce qui détermine la direction du vent, les régions claires et celles d'orage. Pour parer aux éventualités de cet ordre, les phares posséderont un jeu de « cames » profilées de manière à lui imposer une loi de rotation détermi-

née. (Voir la photographie de la page 91 qui montre l'application de ces cames à l'horlogerie d'un phare tournant). A chaque came correspond, en conséquence, une route différente. L'agent voyer, s'il est bien muni, trouve toujours les deux cames (*A* et *B*) nécessaires au tracement de la route qu'imposent les événements.



L'APPAREIL A PERFORER LE FILM DE COMMANDE DES PHARES TRACEURS



LE FILM DE TÉLÉCOMMANDE DES PHARES TRACEURS

Chaque série de perforations commande à distance l'un des phares (voir l'appareil dans la photo suivante).

Mais il y aura aussi l'accident imprévu, la tornade, le cyclone dont le télégraphe suit la trajectoire, heure par heure. A ce moment, l'agent voyer doit *créer*, de toutes pièces, la radioroute optimum. Il doit l'improviser *de chic* en quelques coups de crayon sur la carte. Qu'à cela ne tienne ! Son crayon guide un système de pantographes qui assurent, de leur côté, la double perforation d'un même film suivant deux séries de trous dont l'espacement original correspond à un certain rythme. Ce rythme sera précisément celui qu'il s'agit d'imposer à chacun des phares pour qu'ils tracent la radioroute qui vient d'être choisie.

Passé dans un contacteur électrique, le film perforé transmet instantanément et en synchronisme parfait, le nouveau tracé aux deux phares : il suffit d'une liaison télégraphique entre les phares et l'agent voyer.

Ainsi, ce technicien, sorte de magicien bienfaisant, grand maître du trafic, peut dérouter à midi vers le Sud un avion parti le matin pour franchir l'Atlantique par le Nord.

Le réseau international des radioroutes

Destiné à recouvrir le monde entier en tous sens, le réseau des radioroutes ne peut être qu'international par définition. Son agencement ne saurait relever d'un seul Etat. En Europe, aucun territoire, sauf la

Russie, n'offre assez d'étendue pour donner aux phares traceurs une portée d'ordre mondial.

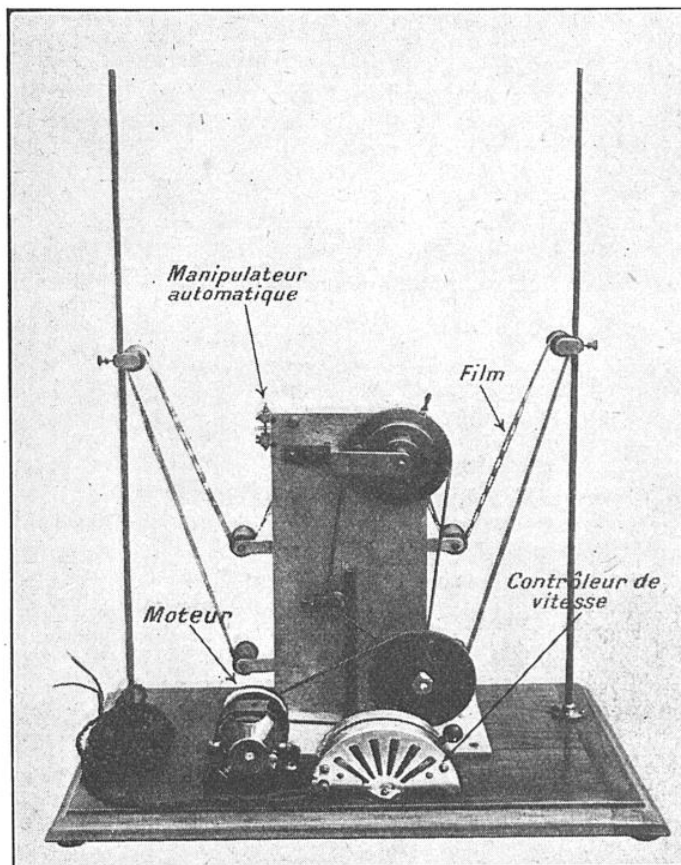
Les radioroutes transatlantiques (à l'usage des navires et des avions) devront relier les grands ports de France, d'Espagne, de Grande-Bretagne, ainsi que les détroits de la

Baltique (en passant par la Manche) et ceux du nouveau monde. Un tracé précis de telles routes exige que les phares traceurs soient plantés à Gibraltar, au cap Finisterre d'Espagne, au Land's End de Cornouailles, aux îles Shetland. Ils constitueront un service européen.

Supposons réalisée la convention internationale. Les mêmes phares prolongeront à travers le continent Europe-Asie les lignes qu'ils tracent sur l'océan. Ils auront deux fronts : celui de mer et celui de terre. Disposés en triangle ou en carré, trois ou quatre phares peuvent tracer beaucoup plus de

routes qu'ils ne le feraient par couples isolés. Lorsqu'en effet, certains de leurs secteurs de rotation deviennent inutiles pour certains parcours (que ces secteurs n'intéressent pas) au lieu d'être masqué dans cette direction, le phare se plie seulement à de nouveaux rythmes — lesquels, conjugués avec ceux d'un autre phare, tracent un chemin tout neuf, absolument indépendant de celui qu'il assure dans les autres secteurs.

Bref, les combinaisons deux à deux des



L'APPAREIL DE TÉLÉCOMMANDE PAR FILM PERFORÉ

Le film (voir schéma précédent) défile sous un « manipulateur automatique » dont les contacts commandent à distance (par le rythme de passage des perforations) les rotations des deux phares télégraphiquement reliés à l'appareil.

unités en service peuvent donner lieu à des variations extrêmement riches, sans qu'il soit besoin de multiplier les installations.

D'ailleurs, un seul couple de phares peut assurer théoriquement le tracé d'autant de radioroutes qu'on veut. Il suffirait d'accroître l'espacement des signaux. Or, il faut se rappeler que Costes et Bellonte sont allés de Paris à Moukden d'une seule traite, sans vérifier leur dérive (par visées sur le sol, quand il était visible) plus d'une fois par heure. Une heure représente soixante tours de phare, donc, théoriquement, le jalonnement possible de soixante trajets différents !

Remarquons, enfin, que les radioroutes pourront former des circuits fermés avec retour différent de l'aller — que leur « numérotage » empêchera de confondre. L'avion passera d'une route sur l'autre comme une auto prend, à la traverse, le chemin vicinal.

La radioroute aux abords de la côte

Aux atterrages, la route hertzienne du grand large peut bifurquer, comme nous avons dit, en ramifications locales tracées, soit par phares lumineux (visibles ou infrarouges), soit par phares ultra-sonores sous-marins — ce qui permet, en temps de guerre, de diriger les vaisseaux amis à travers les mines et les ennemis sur les mines, au moyen d'indicatifs secrets ou volontairement erronés.

Si l'on met en jeu les faisceaux ultra-sonores, il faudra toutefois tenir compte du temps de la propagation de ces ondes qui n'est plus instantanée comme l'est pratiquement celle de l'onde électromagnétique — et ceci complique le problème (les coordonnées

« biangulaires » seules utilisées dans les cas précédents, qui ne tenaient pas compte de la distance, devront céder la place aux vecteurs « bipolaires » classiques). Grâce à ce biais, ce problème spécial est résolu, aussi, dans la méthode nouvelle.

La côte électromagnétique

Et voici, pour terminer ce chapitre des radioroutes, la suprême application que M. William Loth assigne à ses phares traceurs.

Il entend consacrer un certain nombre d'entre eux à dessiner, non plus une radioroute normale à la côte, mais une ligne minutieusement parallèle au rivage, reproduisant *en vraie grandeur*, à une distance convenable, sur le plan de la mer, le dessin géographique des baies, des caps et des écueils. Le navire rencontrera ce rivage magique avant même d'apercevoir la terre, comme une carte de bon accueil l'invitant à choisir le meilleur point d'atterrissage.

Cette côte électromagnétique sera même frangée, sur ses deux flancs, de lignes parallèles cotées en profondeur comme les radioroutes l'étaient en altitude. La carte bathymétrique (1) sur papier devient superflue ; la plus modeste barque peut la lire en vraie grandeur sur l'océan lui-même, au moyen du poste écouteur le plus sommaire.

Avec cette dernière application d'aspect fantastique, pourtant aussi rationnelle que le principe même dont elle dérive, nous mesurons la véritable portée, révolutionnaire, des phares traceurs de route.

JEAN LABADIÉ.

(1) La carte bathymétrique est la carte des profondeurs des mers.

SACHONS QUE :

La recherche, c'est la respiration de l'esprit humain.

IL NE FAUT PAS IGNORER QUE :

Le programme quinquennal de l'U.R.S.S. concernant l'industrialisation de la Russie est actuellement en application, d'après les déclarations des délégués américains retour de Moscou. C'est ainsi que M. Scandrett, sous-directeur de l'American Gaz and Electric Co (E. U.), écrit ceci : « L'aménagement électrique du Dniepr (actuellement en voie d'exécution) créera la plus importante centrale hydroélectrique du monde... »

LA FORÊT FRANÇAISE SE SUBSTITUE A L'ESSENCE

Par G. B.

La France consomme environ 1.250.000 tonnes d'essence par an, qu'elle est obligée d'importer de l'étranger. Ces achats pèsent lourdement sur la balance économique du pays et on s'efforce de remédier à cette situation par l'emploi de carburants de substitution. Aussi voit-on se développer peu à peu l'emploi des gazogènes à charbon de bois, notre pays étant relativement riche en forêts. D'un bel exposé fait récemment par notre éminent collaborateur M. Matignon, membre de l'Institut, il résulte, en effet, que l'utilisation rationnelle des déchets de la forêt française permettrait de produire annuellement une quantité de « carbone carburant » susceptible de fournir une énergie équivalente à celle renfermée dans 2 millions de tonnes d'essence. En outre, le bois est également une source d'alcool et, notamment en Allemagne, on a pu retirer 150 litres d'alcool d'une tonne de bois. Notre pays possède donc, sous la forme des forêts, tant de la métropole que de nos colonies, une source d'énergie notable. Aussi l'œuvre de recherches des savants qui envisagent la substitution de la forêt française à l'essence étrangère nous a paru très méritoire.

Le carbone « carburant » résulte de l'utilisation rationnelle des déchets de la forêt

LE Congrès du carbone végétal, qui s'est tenu à Lyon en novembre dernier, appelle l'attention du grand public sur l'utilisation rationnelle des déchets de la forêt française qui permettrait de remplacer annuellement un million de tonnes d'essence minérale. L'avenir du carbone « carburant » réside dans les charbons obtenus par torréfaction du bois. Déjà 35.000 hectolitres d'alcool sont produits annuellement en Allemagne par saccharification du bois. Telles sont les déclarations sensationnelles faites par notre éminent collaborateur, M. Matignon, membre de l'Institut, qui a exposé, d'une façon à la fois précise et concise, les avantages et l'avenir de l'utilisation du carbone végétal. Ce sujet avait, du reste, retenu déjà notre attention, puisque M. Dupont, directeur de l'Institut du Pin de l'Université de Bordeaux, a, en 1927, exposé dans *la Science et la Vie* (1) l'ensemble de cet important problème et les solutions qu'il comporte.

Ce problème repose, en effet, sur le point de vue suivant : la forêt doit apporter sa contribution à l'élaboration des carburants d'ordre indigène susceptibles de satisfaire à nos besoins nationaux à la fois pendant la paix et pendant la guerre.

(1) Voir l'article de M. Dupont dans *La Science et la Vie*, n° 126, décembre 1927.

Le professeur Matignon a ajouté qu'évidemment, en cas de conflit, nos forêts seraient appelées à satisfaire à bien des besoins ; non seulement elles devraient approvisionner le front en bois comme elles l'ont fait pendant la guerre de 1914, mais encore fournir la matière première pour la fabrication des poudres pour la cellulose, la cellulose de bois devant être substituée à la cellulose de coton qui pourrait, éventuellement, faire défaut par suite de notre isolement en cas de guerre. Cette fabrication exigerait, bien entendu, une importante consommation de bois de qualité. Ce sont donc surtout les déchets provenant du bois des tranchées et du bois pour cellulose qu'il conviendrait alors d'utiliser pour la production des carburants. En temps de paix, il va de soi que la forêt française pourrait, par contre, fournir une quantité considérable de ces carburants de remplacement.

La forêt française pourrait produire par an une quantité de charbon équivalant à 2 millions de tonnes d'essence

La France produit actuellement, suivant les chiffres donnés par M. Matignon, 20 millions de stères de charbonnette. A raison de 60 kilogrammes de charbon par stère, il serait donc possible d'en retirer 1.200.000 tonnes de charbon. En y ajoutant tous les rameaux et déchets qui, actuellement, sont abandonnés ou incinérés sur le terrain même, ce chiffre pourrait même dépasser 1.500.000

tonnes, ce qui représente, au point de vue « énergétique », environ 1.000.000 de tonnes d'essence de pétrole.

Développant ces considérations techniques, M. Matignon ajoute : Mais si, au lieu d'opérer la carbonisation par les méthodes ordinaires, on prépare un charbon roux emmagasinant une quantité d'énergie double de celle du charbon ordinaire, cette équivalence pourrait donner jusqu'à 2.000.000 de tonnes d'essence ! Or, on sait que nous consommons en essence environ 1.250.000 tonnes par an. On entrevoit ainsi l'avenir réservé aux véhicules de poids lourd, grâce aux carburants ainsi obtenus pour l'alimentation de leur gazogène.

Comment on utilise le bois comme carburant

Le professeur Dupont a exposé, ici (1), les différents procédés pour utiliser le bois comme carburant. D'après ses recherches, le maximum de rendement obtenu consisterait à utiliser le bois sous la forme d'un de ces charbons roux torréfiés aux environs de 270° C. Ce charbon roux fournit non seulement une quantité d'énergie bien supérieure à celle du charbon ordinaire, mais encore donne naissance aux gaz de pouvoir calorifique le plus élevé et — pour un même volume de carburant — dégage le plus grand volume gazeux. C'est donc cette qualité de charbon de bois qu'il conviendrait de rechercher, en vue de l'utiliser comme carburant dans les gazomètres des véhicules industriels.

M. Matignon a très justement fait remarquer, à ce propos, que cette solution procure à la fois la meilleure récupération de l'énergie captée au soleil par la forêt et aboutit aux meilleures conditions de fonctionnement pour les gazogènes. A l'heure actuelle, les recherches des chimistes portent plus particulièrement sur l'emploi de catalyseurs (2) pour obtenir, au point de vue énergie, des rendements supérieurs, à ceux que fournit actuellement le type de charbon précédemment indiqué.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 503.

(2) Voir l'article de M. Boll : « Qu'est-ce que la catalyse » dans la *La Science et la Vie*, n° 147, page 185.

Le bois, source d'alcool

Le bois constitue encore une autre source de richesses, grâce à la saccharification (1) et peut, ainsi, comme on sait, se transformer en alcool. En France, on a déjà pu obtenir 25 litres d'alcool par 100 kilogrammes de sciure de bois, mais ce procédé n'est pas très pratique par suite de l'attaque des récipients dans lesquels on effectue l'hydratation (2) de la cellulose.

Le professeur Matignon a rappelé qu'en Allemagne, un procédé récent évitait ce grave inconvénient, permettant ainsi une fabrication vraiment industrielle : l'attaque des déchets de bois s'opère, sous pression, par une solution sulfurique très diluée et les résultats sont, paraît-il, des plus satisfaisants au point de vue rendement. Une tonne de bois donnerait, dans ces conditions, 150 litres d'alcool, d'après les renseignements recueillis par M. Matignon.

On voit ainsi, grâce à l'exposé magistral de notre savant collaborateur, que l'utilisation du gaz pauvre dans le gazogène des véhicules industriels peut être considérée comme un moyen de remplacer l'essence dans la traction industrielle. Le gazogène transportable s'adapte, en effet, aujourd'hui, au camion et a fait ses preuves au point de vue régularité et économie. On a récemment établi que, en moyenne, le cheval-vapeur revenait à 1 franc pour l'essence, à 0 fr. 35 pour l'huile lourde (moteur genre Diesel), à 0 fr. 45 pour le gaz pauvre (gazogène à bois). Il est probable que les recherches en cours amèneront prochainement le cheval-vapeur-carburant au bois au-dessous du prix qui peut être considéré comme un maximum. Il y a lieu d'ajouter que ce mode de traction s'applique tout particulièrement à nos colonies où les bois abondent et où le prix des carburants, du pétrole en général, est encore plus élevé qu'en France.

L'avenir nous démontrera si ce procédé est vraiment pratique, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique.

G. B.

(1) Voir ce numéro de *La Science et la Vie*, p. 101.

(2) *Ibid.*

SACHONS QUE :

Aux Etats-Unis, la population est à peine trois fois celle de la France, et le nombre des universités est au moins trente-cinq fois plus grand.

UNE RÉACTION CHIMIQUE FORT UTILE A L'INDUSTRIE

L'hydratation (ou saccharification) des matières amylacées et cellulosiques

Par Marcel BOLL
DOCTEUR ÈS SCIENCES

IL existe toute une classe de composés chimiques, fort importants, que l'on rencontre dans les êtres vivants — plus spécialement dans les végétaux — et qui sont actuellement désignés sous le terme générique de *glucides* (1) : le sucre de raisin, le sucre ordinaire (sucre de canne), l'amidon, la cellulose sont des glucides. Tous ces corps possèdent en commun une propriété fort particulière : si on les décompose par la chaleur (2), on s'aperçoit qu'ils ne renferment que du charbon et de l'eau. Le tableau ci-dessous rappelle quelle est la proportion de carbone et quelle est la proportion d'eau, qui sont contenues dans les différentes sortes de glucides.

Ce même tableau est intéressant à d'autres points de vue :

1° On y remarque que la proportion d'eau est la plus considérable dans le sucre de raisin et dans tous les corps analogues (appelés monosaccharides) que dans les autres corps de la même classe. Ainsi donc, lorsqu'on voudra transformer de la cellulose (ou de l'amidon) en glucose, il faudra s'arranger pour les *hydrater*, c'est-à-dire pour y incorporer une nouvelle quantité d'eau ;

2° Mais pourquoi effectuer cette dernière transformation ? Parce que, de tous les

(1) Ou encore d'« hydrates de carbone ».

(2) Ou, de préférence, si on les brûle complètement.

glucides, le sucre de raisin et les corps analogues (monosaccharides) sont *seuls capables de fermenter*, c'est-à-dire sont seuls capables de donner de l'alcool (avec dégagement de gaz carbonique). Si le rendement était parfait (si cette nouvelle transformation était complète), 180 grammes de sucre de raisin fourniraient 92 grammes d'alcool (avec dégagement de 88 grammes de gaz carbonique).

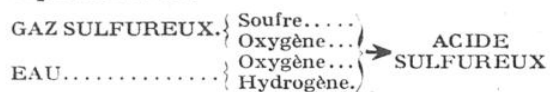
Nos figures 1 et 2 représentent la constitution intime du sucre de raisin, d'une part, de l'alcool, d'autre part. (Les cercles noirs représentent du carbone, les cercles hachurés de l'oxygène, et les tout petits cercles de l'hydrogène.) La structure du sucre de raisin est, comme on le voit, extrêmement complexe ; celle du sucre de canne (sucre ordinaire) l'est encore davantage. Quant à la constitution de l'amidon — et encore plus celle de la cellulose — elle est d'un enchevêtrement tel qu'elle est encore mal connue ; signalons, toutefois, que, sur cette question touffue, les rayons X viennent nous apporter des renseignements du plus puissant intérêt.

On ne doit pas confondre hydratation et hydrolyse

En chimie, « hydrater » signifie fixer de l'eau. Ainsi, lorsqu'on dissout dans l'eau le gaz sulfureux — ce gaz bien connu, d'odeur suffocante, qui prend naissance lors de la combustion du soufre — le gaz sulfureux

DÉSIGNATION DES GLUCIDES	EXEMPLES	COMPOSITION CHIMIQUE		RÉSULTAT DE LA FERMENTATION
		CARBONE	EAU	
Monosaccharides..	Sucre de raisin	72 g	108 g	92 g alcool + 88 g gaz carbonique NE FERMENTENT PAS
Disaccharides	Sucre de canne	72	99	
Polysaccharides...	Amidon	72	90	NE FERMENTENT PAS
	Cellulose			

s'hydrate suivant la représentation schématique suivante :



On obtient un acide, capable de rougir la teinture de tournesol et se combinant instantanément avec la soude pour former du sulfite de sodium.

Quant à l'« hydrolyse », c'est quelque chose de tout autre. Pour comprendre de quoi il s'agit, rappelons d'abord en quoi consiste la *neutralisation* : c'est la réaction

La saccharification est une hydratation

Si, maintenant, nous jetons un nouveau coup d'œil sur le tableau de la page précédente, nous voyons que, pour passer d'un polysaccharide au sucre de raisin (saccharification), il faut agir par *hydratation* (et non, comme on dit souvent et à tort, par *hydrolyse*).

Cette hydratation présente, d'ailleurs, certaines difficultés de réalisation :

1° L'amidon n'agit pas sur l'eau froide. Avec l'eau chaude (vers 75° C), les grains se

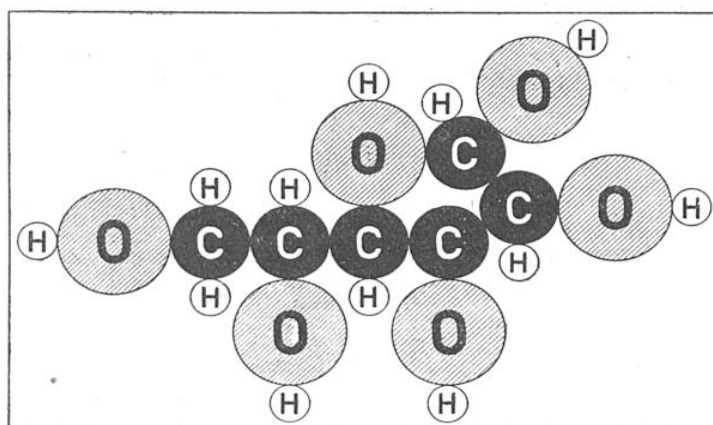


FIG. 1. — STRUCTURE DU SUCRE DE RAISIN

Les cercles noirs (marqués C) sont du carbone ; les cercles hachurés (marqués O) sont de l'oxygène, et les petits cercles (marqués H), de l'hydrogène.

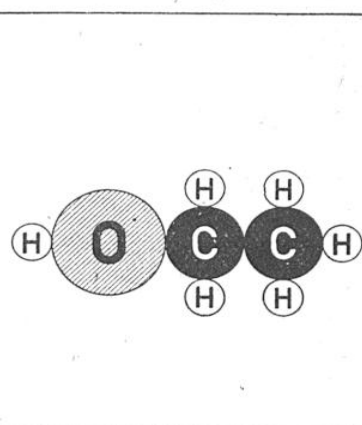
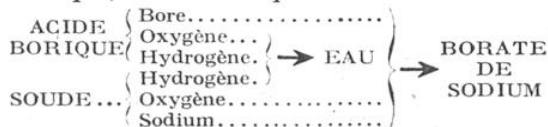


FIG. 2. — STRUCTURE DE L'ALCOOL

chimique d'un acide sur une base, par exemple, l'acide borique sur la soude :



Il se produit de l'eau et un sel bien connu, le borate de sodium, vulgairement appelé « borax ».

Eh bien ! si on dissout le borate de sodium dans l'eau, on constate qu'il se produit une réaction, qui est précisément la précédente, mais lue de droite à gauche : au contact de l'eau, le borate de sodium donne de l'acide borique et de la soude. Cette dernière réaction (lue de droite à gauche) n'est autre qu'une *hydrolyse* : l'hydrolyse est la *décomposition d'un sel par l'eau*, et il convient de réserver ce terme d'« hydrolyse » à la réaction inverse d'une neutralisation, la neutralisation étant l'action d'un acide sur une base avec formation d'un sel et mise en liberté d'eau.

gonflent et forment une solution colloïdale, dite « empois d'amidon ». En d'autres termes, s'il y a transformation d'amidon en glucose, la réaction est tellement lente qu'elle n'offre aucun intérêt pratique. Il faut donc l'accélérer ou, comme on dit, la « catalyser ». On peut, dans ce but, employer un catalyseur organique (diastase), qu'on rencontre dans le malt ou orge germée ; dans d'autres circonstances, on préfère utiliser (à la place de cette diastase) une solution diluée d'acide ;

2° La cellulose (coton, bois...) n'agit sur l'eau ni à chaud, ni à froid. Mais la saccharification s'effectue très bien en présence d'acide sulfurique étendu, dans les conditions qui sont précisées dans ce même fascicule (1). Ces précisions étaient nécessaires pour comprendre cette opération en deux temps : la *saccharification* du bois, qui donne du sucre de raisin, et la *fermentation* du sucre de raisin, qui procure de l'alcool.

MARCEL BOLL.

(1) *La Science et la Vie*, n° 152, page 100.

LE GLUCINIUM, MÉTAL ENCORE PEU CONNU, SERA-T-IL EMPLOYÉ EN MÉTALLURGIE ?

Par J. SEIGLE

PROFESSEUR DE MÉTALLURGIE A L'ÉCOLE DE MÉTALLURGIE ET DES MINES DE NANCY

On utilise depuis peu de temps dans l'industrie un métal nouveau, le glucinium (ou béryllium), dont les propriétés sont particulièrement intéressantes. Extrêmement léger, — beaucoup plus que l'aluminium, — il est, en outre, meilleur conducteur de l'électricité que tous les autres métaux. Une addition de glucinium à un métal, même en quantité minime, augmente considérablement la dureté, la résistance et l'élasticité de ce dernier. Du bronze, par exemple, auquel on a allié 0,01 % seulement de glucinium, acquiert des propriétés qui le rendent particulièrement intéressant pour la fabrication de certaines pièces d'aviation. Le glucinium se rencontre généralement sous forme de silicate d'aluminium et de glucinium (béryl), dont les gisements les plus importants sont situés à Madagascar et en U. R. S. S. Il est possible de prévoir que, dès que ses méthodes de fabrication et d'usinage seront mises au point d'une manière industrielle, l'emploi de ce nouveau métal se répandra dans certaines fabrications.

Qu'est-ce que le glucinium ?

DEUX métaux légers, l'aluminium et le magnésium, sont maintenant d'un emploi industriel très courant. Depuis quelque temps, l'intérêt se porte sur un troisième métal léger, appelé plus généralement, en France, le glucinium, quelquefois le béry-

par le chimiste français Vauquelin vers 1797.

Le prix du glucinium a beaucoup baissé ces dernières années, mais il est encore très élevé, de l'ordre de 5.000 francs le kilogramme pour du 98 % et de 25.000 francs pour du 99,5 % de pureté. Le premier de ces prix est à peu près ce que valait l'aluminium

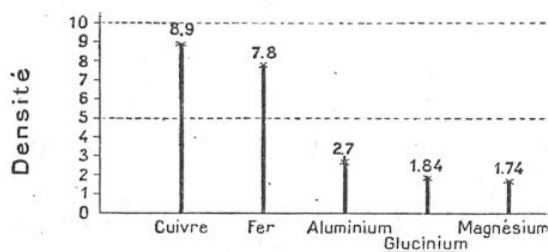


FIG. 1. — DIAGRAMME MONTRANT QUE LA DENSITÉ DU GLUCINIUM EST COMPRISE ENTRE CELLES DE L'ALUMINIUM ET DU MAGNÉSIUM ET QU'ELLE EST ENVIRON LE QUART DE CELLE DU FER

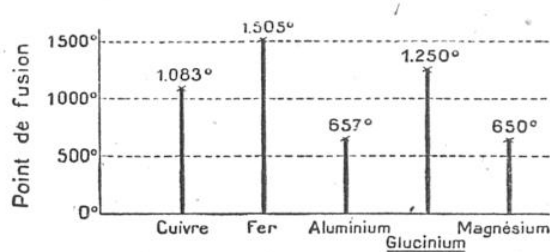


FIG. 2. — CE DIAGRAMME MONTRE AU CONTRAIRE QUE LE POINT DE FUSION DU GLUCINIUM EST NOTABLEMENT SUPÉRIEUR A CEUX DE L'ALUMINIUM ET DU MAGNÉSIUM, ET INTERMÉDIAIRE ENTRE CEUX DU CUIVRE ET DU FER

lium ou béryllium (nom adopté à l'étranger).

Ce métal se rencontre notamment à l'état de silicate d'aluminium et de glucinium dans l'émeraude (béryl ou aigue-marine), dont d'intéressants gisements existent à Madagascar. Béryllium vient donc de béryl ; l'appellation de glucinium tient à la saveur sucrée (glukus veut dire doux, en grec) de certains de ses sels, qui leur fut reconnue

vers le milieu du siècle dernier, mais ce dernier ne vaut plus maintenant que 12 francs le kilogramme. Le glucinium suivra peut-être une voie analogue si sa consommation se développe ; mais la préparation de ses sels purs est difficile, de même que leur traitement pour obtenir le métal par électrolyse suivant le procédé Lebeau (1898) ou suivant le procédé Stock-Goldschmidt (1925).

Les propriétés du glucinium

Voici quelques-unes des propriétés des trois métaux légers aluminium, magnésium et glucinium, rapprochées de celles du cuivre et du fer ; les diagrammes ci-contre mettront en évidence quelques-unes d'entre elles.

On attribue au glucinium une densité de l'ordre de 1,84, à peine supérieure à celle du magnésium, notablement inférieure à celle de l'aluminium, inférieure au quart de celle du fer (fig. 1).

L'aluminium et le magnésium sont facilement fusibles au rouge sombre ; le glucinium ne fond qu'à 1.250° (fig. 2), température qui est à peu près celle de fusion de la fonte, supérieure à celle du cuivre (1.083°) et de l'or (1.063°), inférieure à celle du fer (1.505°). La fusion de glucinium s'accompagne d'une perte assez importante par oxydation.

Le cuivre, l'aluminium, le magnésium sont des métaux plutôt mous, très malléables, très facilement déformables à froid. L'acier doux est malléable et très déformable également, mais sous des efforts notablement plus élevés. Le glucinium est, au contraire, non malléable, dur, cassant et fragile ; on ne peut pas le travailler à froid ; à chaud, on a pu le laminier en tôles minces.

Le module d'élasticité, qui s'exprime en kilogrammes par millimètre carré, marque la valeur des faibles déformations élastiques en fonction des efforts exercés ; par exemple, des barreaux rectangulaires en divers métaux de mêmes dimensions, posés sur deux supports éloignés d'une même distance donnée et supportant au milieu une même charge faible donnée, prennent une certaine flèche, variable d'un métal à l'autre, *inversement proportionnelle au module d'élasticité du métal*. L'aluminium et le magnésium ont un module d'élasticité très faible, ce qui est un inconvénient assez grave pour certaines applications et empêche d'alléger les objets autant qu'il semblerait possible ; au contraire, le glucinium a un module d'élasticité extrêmement élevé, de 50 % supérieur à celui du fer (fig. 3).

Perspectives d'avenir

Le métal pur, à cause de sa fragilité, n'est pas intéressant, mais, par contre, il peut se faire que sa dureté et son haut module d'élasticité interviennent favorablement en incorporant du glucinium à divers autres métaux ou alliages.

Alliages légers : De nombreux alliages d'aluminium et de glucinium, renfermant jusqu'à 30 % de glucinium, ont été essayés, mais ne paraissent pas pour l'instant appelés à un grand avenir ; de même pour les alliages magnésium-glucinium.

Alliages lourds : Une incorporation assez forte, à savoir 2 à 3 %, améliore beaucoup

la résistance du cuivre à la traction. En effet, le cuivre à l'état recuit est un métal assez mou, dont la charge de rupture à la traction est de l'ordre de 22 kilogrammes par millimètre carré, alors qu'avec l'addition indiquée de glucinium et en soumettant les objets à un traitement de trempe à l'eau à 800° suivi d'un revenu à 300°, la charge de rupture à la traction atteindrait

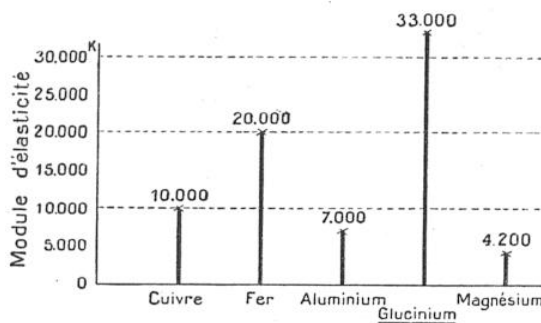


FIG 3. — CE DIAGRAMME MONTRE QUE, PAR RAPPORT AUX MÉTAUX DE COMPARAISON CHOISIS, LE GLUCINIUM A UN TRÈS GRAND MODULE D'ÉLASTICITÉ ; IL EST PAR CONSÉQUENT IMPOSSIBLE DE LE TRAVAILLER À FROID

de 130 à 150 kilogrammes par millimètre carré.

Malheureusement, la conductibilité électrique est alors notablement réduite, ce qui sera un grave défaut dans certaines conditions d'emploi.

Les bronzes, avec 2,5 % de glucinium, ont également leurs propriétés mécaniques très améliorées.

Somme toute, pour l'instant, les perspectives d'avenir paraissent encore bien modestes.

Un groupe d'industriels allemands a fondé récemment un Institut de recherches, qui s'occupe de tout ce qui concerne le glucinium ; son agent actif est la maison Siemens et Halske, à Berlin, qui exploite le procédé Stock-Goldschmidt.

La première usine pour la production expérimentale commerciale du glucinium en Allemagne sera inaugurée en novembre aux usines de Wernerwerk de Siemens et Halske. Cette usine produira environ 100 kilogrammes par mois.

J. SEIGLE.

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE AU SERVICE DE LA FORÊT

Par J. JAGERSCHMIDT

INSPECTEUR PRINCIPAL DES EAUX ET FORÊTS

La sylviculture est une science expérimentale née de l'observation des phénomènes de la vie des forêts. D'origine empirique, basée, naguère encore, sur de vieilles traditions, elle s'appuie, aujourd'hui, de plus en plus, sur des expériences précises. Le forestier du XX^e siècle cherche, en effet, à recueillir, grâce aux méthodes pr conisées par ses devanciers, les preuves certaines de leur efficacité et il s'efforce de chiffrer les résultats acquis. Ces preuves sont apportées par les stations de recherches forestières, organisées, depuis de longues années déjà, dans les divers pays d'Europe, en particulier en Allemagne, en Suède, en Danemark, en Suisse, en Belgique, en France. Dès 1891, une Union Internationale des stations de recherches forestières a été créée avec le but de faciliter les échanges de vues entre les diverses stations et surtout de réaliser l'unification des méthodes de recherches. Depuis la guerre, dans tous les pays, ces études ont pris un grand développement, et le congrès forestier international de Rome, en 1926, a permis aux forestiers du monde entier d'échanger des idées et de nouer des relations qui ont été encore renforcées au récent congrès international des stations de recherches de Stockholm. Les forestiers américains eux-mêmes commencent à suivre l'exemple de la vieille Europe et à étudier les grands problèmes de la production soutenue et de la reconstitution des massifs après les exploitations. Quelles sont les méthodes employées pour augmenter la production des forêts? Quelle est leur efficacité? Nos lecteurs trouveront ci-dessous des réponses claires et précises à ces questions d'actualité.

Les observations forestières sont toujours à longue échéance

LORSQU'UN agronome incorpore un engrais chimique dans un sol, il connaît, au bout d'une ou deux saisons de végétation, le résultat de son expérience. Le forestier est placé dans une situation beaucoup moins avantageuse, car s'il désire étudier l'influence d'une éclaircie plus ou moins forte sur la production d'un peuplement, il ne peut conclure qu'après de longues années.

Pourtant il est généralement possible de se rendre compte, dans le délai d'une vingtaine d'années, de l'influence plus ou moins heureuse des méthodes de traitement sur la prospérité et la production d'une forêt, en opérant sur des peuplements d'âges gradués, dans lesquels on installe les *places d'expériences*.

Ces places, soigneusement choisies dans des massifs aussi homogènes que possible, sont divisées en *placettes* que l'on considère comme équivalentes au point de vue du sol et du climat. Leur surface varie d'un demi-hectare à un hectare; elles sont soumises à des traitements différents.

Au voisinage des places d'expériences,

sont installées de petites stations météorologiques.

Le développement d'un peuplement forestier dépend, en effet, étroitement du climat sous lequel il vit. Des observations relatives à la température, à la pluviosité, à l'intensité des radiations solaires sont indispensables, si l'on veut se rendre compte des conditions de ce développement et les expliquer.

C'est d'ailleurs en France, sur l'initiative de M. Oudin, chef de la première section de la station de recherches de l'Ecole de Nancy, qu'ont été installées les premières petites stations météorologiques à côté des places d'expériences.

Dans chaque placette, les arbres sont numérotés et portent, à 1 m. 30 environ au-dessus du sol, une ceinture de couleur au niveau de laquelle se font les mesurages successifs. A intervalles de temps réguliers, de trois à cinq ans, on mesure le diamètre de la circonférence de chaque arbre, en même temps que l'on exploite un certain nombre d'entre'eux.

On peut ainsi tenir un *inventaire* précis des dimensions et du volume des arbres et se rendre compte de la rapidité de leur accroissement, du volume de bois produit

annuellement, en un mot de la production d'un peuplement du type considéré, suivant le traitement qu'on lui applique.

Les places d'expériences

C'est d'après ces principes que sont organisées les expériences conduites par la station de recherches de l'Ecole des eaux et forêts de Nancy (1).

Chacune des principales essences qui constituent nos forêts, si variées sur notre territoire aux climats divers, est l'objet d'études méthodiques. Les premiers efforts ont porté sur le hêtre, essence fondamentale de nos futaies du Nord de la France et de nos régions montagneuses. Quarante-deux places d'expériences, couvrant plus de 30 hectares, lui sont consacrées dans les régions les plus variées, de la Normandie aux Cévennes.

Le chêne rouvre est étudié en Bretagne, en Touraine et en Lorraine, le pin sylvestre en Normandie, dans le Centre, dans les Vosges et les Alpes. Des places d'expériences sont installées dans les futaies de sapin des Vosges, du Jura et des Pyrénées, dans les peuplements d'épicéa des Alpes et du Jura, dans ceux de mélèze des Alpes.

Le pin maritime, l'« arbre d'or » des Landes, fait l'objet d'études plus spéciales, car ce n'est plus seulement la production du bois qui est intéressante, mais plus encore celle de la résine, but du gemmage, et les expériences forestières en cours sur vingt et un hectares se doublent de recherches d'ordre chimique d'un grand intérêt industriel. Des études analogues sont commencées en Provence sur le pin d'Alep, également soumis au gemmage.

Les places d'expériences organisées par

(1) Ces renseignements nous ont été fournis par M. Guinier, directeur de l'Ecole nationale des eaux et forêts et de la station de recherches de Nancy.

la station de recherches de Nancy sont actuellement au nombre de cent soixante, couvrant une surface totale de 132 hectares ; leur nombre augmente d'ailleurs chaque année. Leur organisation a nécessité des inventaires portant sur plus de deux cent mille tiges de tous âges. En outre, des forêts entières sont gérées par la station suivant des méthodes déterminées et faisant l'objet de comptages sur pied tous les dix ans ou de vérifications minutieuses du rendement des coupes après chaque exploitation.

Le reboisement par les essences exotiques

L'étude du développement et de la production des peuplements forestiers et de l'influence des diverses méthodes de traitement n'est pas le seul point sur lequel porte l'expérimentation forestière. Pour le boisement des terrains nus ou la reconstitution des forêts appauvries, certaines essences d'origine étrangère offrent un grand intérêt en sylviculture par leur croissance rapide et leur possibilité d'adaptation à des conditions de végétation trop souvent défavorables à nos essences indigènes.

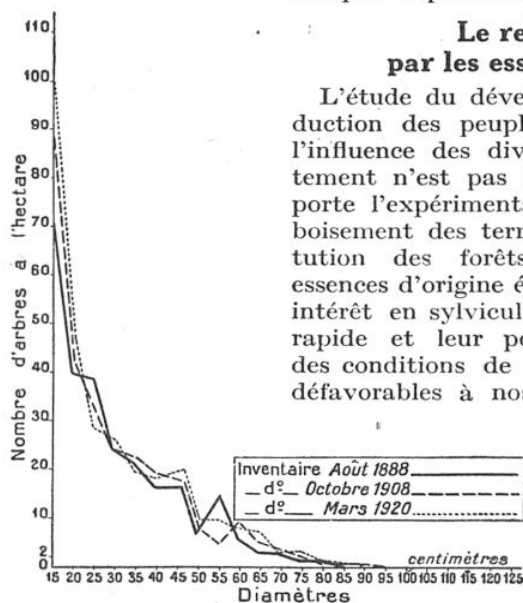
Parmi les essences exotiques qui sont étudiées depuis de longues années et bien acclimatées en France, le *sapin de Douglas* est une des plus intéressantes par sa croissance très rapide, sa rusticité et la qualité supérieure de son bois. Il se plaît mieux, évidemment, et fournit un rendement meilleur en

terrain léger et profond, mais il supporte un sol maigre et résiste à des sécheresses anormales lorsqu'il est en massif.

Le *pin Weymouth*, dont la croissance est également très rapide, réussit sur les sols humides et même tourbeux. Il les assainit en absorbant l'eau par ses racines. Son bois, très léger, convient à la fabrication du papier et à la confection de caisses.

Le *sapin de Nordmann*, l'un des plus beaux parmi les conifères, est très rustique et présente l'avantage de pousser plus tard que le sapin des Vosges et, par suite, d'être rarement atteint par les gelées printanières. Il se plaît dans les terrains calcaires et supporte bien la sécheresse.

L'opportunité de l'emploi des essences



LA FORÊT NORMALE BIEN TRAITÉE RESTE IDENTIQUE A ELLE-MÊME. (FORÊT DOMANIALE DU BAN D'ÉTIVAL, VOSGES)

Les différentes courbes représentant le nombre d'arbres à l'hectare, suivant leur diamètre et à plusieurs années de distance, restent semblables.

exotiques est affaire d'expérience dans chaque cas particulier. A cette préoccupation répondent les *arboretums* établis dans des conditions variées de sol et de climat, où l'on cultive, autant que possible en petits massifs, les principales de ces essences exotiques. L'administration des Eaux et Forêts possède le bel arboretum des Barres, dans le Loiret, et y continue, sous la direction de M. Pardé, les études commencées il y a plus d'un siècle par la famille de Vilmorin. La station de recherches de Nancy a créé également un arboretum dans la forêt d'Amance. Elle en possède d'autres dans le Jura et dans l'Aigoual, et va en installer un à Cadarache, dans les Bouches-du-Rhône. Grâce à ces champs d'expérience, les Eaux et Forêts peuvent ainsi étudier comment se comportent les essences étrangères.

Amélioration et protection des bois

Bien d'autres questions se rattachant à la sylviculture sont aussi matières à expériences. L'étude des qualités techniques des bois, de leurs variations, suivant la région et les conditions de traitement, est l'objet des préoccupations de l'une des sections de la station qui utilise un *laboratoire d'essais des bois*.

Cette étude est infiniment plus complexe que celle de la résistance des métaux ou du ciment armé. Car l'arbre est un être vivant. Les conditions de l'utilisation du bois sont donc

très variables, non seulement avec le climat sous lequel l'arbre a vécu, avec la zone d'altitude où il a végété, avec le sol qui le portait, mais aussi suivant les individus.

Des recherches d'un intérêt pratique tout particulier sur la préservation des bois contre la pourriture par les champignons et l'altération par les insectes, figurent également au programme des travaux en cours.

La protection des forêts contre leurs ennemis les champignons parasitaires, qui causent parfois de grands dégâts,

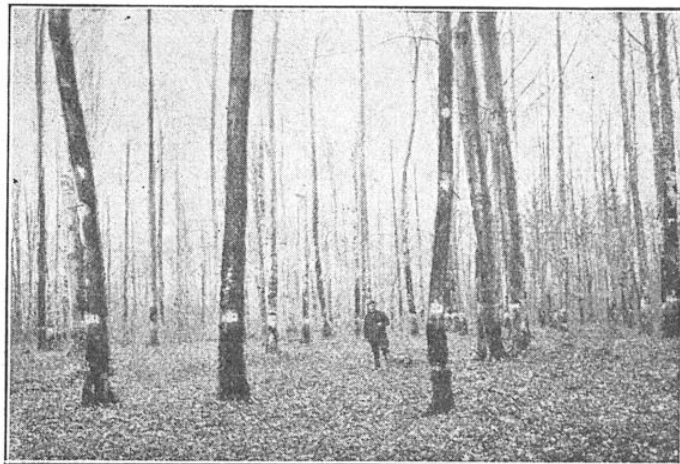
les insectes qui compromettent la croissance des arbres, fait aussi l'objet d'études et de recherches expérimentales.

Ces diverses tâches incombent à des sections spéciales de la station de recherches. Une autre section se consacre à la restauration des montagnes, à l'étude expérimentale dans les Alpes des phénomènes d'érosions et de transport des matériaux par les cours d'eau torrentiels. Dans le domaine plus spécial de la glaciologie, des études sont également poursuivies.

Les méthodes de régénération

En France, les forestiers préconisent, pour la régénération des futaies feuillues ou résineuses, la *méthode naturelle* qui consiste

à utiliser, pour reconstituer le peuplement, les semences tombées des arbres au cours des années qui précèdent les exploitations. Ils n'ont recours aux plantations que pour



UNE PLACE D'EXPÉRIENCE DANS LA FORÊT

Les arbres sont ceinturés d'un trait de peinture à hauteur d'homme, de manière à ce que les mesures soient toujours prises à la même hauteur au cours des expériences.



PLACE D'EXPÉRIENCE DU CAMP CUSSON DANS LA FORÊT D'EAUVY (SEINE-INFÉRIEURE)

Cubage d'arbres abattus en vue de la confection d'un tarif.



ARBORETUM D'AMANCE, PRÈS DE NANCY, POUR LA CULTURE DES ESSENCES ÉTRANGÈRES

A gauche, chênes rouges d'Amérique ; au centre, sapin de Douglas ; à droite, épicéas piquants. Arbres âgés de vingt-cinq à trente ans.

compléter la régénération naturelle lorsqu'elle est insuffisante. Les forestiers allemands, au contraire, reconstituent leurs massifs de hêtres, de pins sylvestres, d'épicéas ou de chênes par la plantation.

Il faut reconnaître que ce dernier procédé donne plus rapidement que les semis naturels des peuplements réguliers. Mais la plantation coûte cher, et, sous l'influence des difficultés financières et du manque de main-d'œuvre de notre époque d'après-guerre, on constate à l'heure actuelle, dans tous les pays, une tendance plus ou moins marquée en faveur de la méthode naturelle, moins coûteuse, mais plus délicate, qui exige une connaissance approfondie des conditions de développement de chaque essence.

Influence des éclaircies sur la production

Un jeune peuplement de chênes d'une vingtaine d'années contient une dizaine de milliers de plants à l'hectare. Dans sa vieillesse, au bout de deux siècles d'existence, il ne compte plus que trois cents arbres environ sur la même surface. Le reste a disparu naturellement ou a été enlevé au fur et à mesure des coupes d'éclaircies qui ont dégagé progressivement les sujets d'élite.

Une éclaircie forte permet aux

arbres qui restent d'accroître davantage leur diamètre, mais le nombre des survivants est moindre. Une éclaircie faible laisse plus d'arbres debout, mais le diamètre moyen sera moindre au même âge.

Les forestiers français appliquent, en général, des méthodes d'éclaircies très prudentes. Ils s'efforcent de conserver le sol bien couvert jusqu'à l'époque de la régénération, afin d'obtenir des fûts élevés, bien droits et sans branches gourmandes.

On constate, à l'heure actuelle, en France, sous l'impulsion des maîtres de l'École de Nancy, et en particulier du professeur Perrin, une évolution en faveur de l'intensité plus forte des éclaircies et en même temps de leur périodicité plus courte. On s'applique à dégager les cimes

des arbres d'élite, tout en respectant ceux qui servent à la protection du sol. Si une gestion plus intensive permet d'augmenter le revenu de nos futaies, sans diminuer pourtant la production en gros bois d'œuvre, un bon résultat aura été obtenu.

La génétique forestière

L'agriculteur contrôle avec soin la provenance des semences qu'il emploie. Avant d'acheter une tête de bétail, l'éleveur choisit



PHOTOGRAPHIE D'UNE COUPE DE RÉGÉNÉRATION EN FORÊT DOMANIALE DE BLOIS

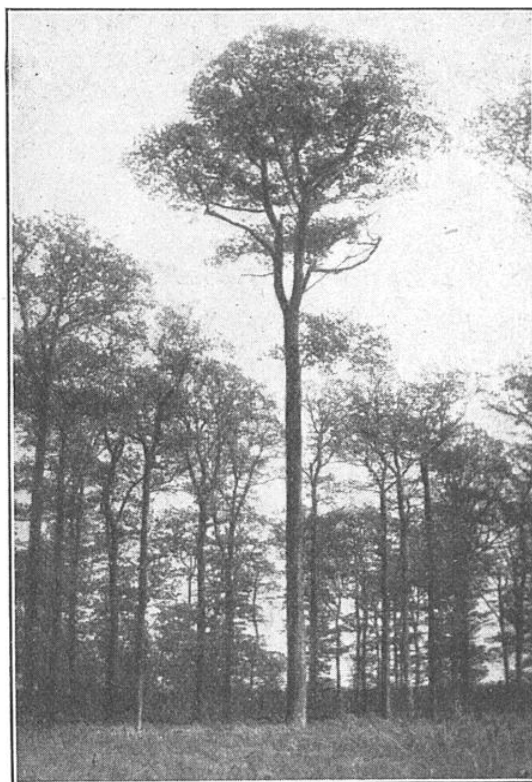
On aperçoit une tache de semis naturels au deuxième plan. Au premier plan, les porte-graines, appelés à disparaître lorsque la régénération sera définitive.

la race qui lui paraît convenir le mieux, il s'informe des qualités des parents de l'animal. Pourquoi le sylviculteur n'apporterait-il pas le même soin dans le choix et le contrôle des semences forestières?

Il y a, pour une essence déterminée, des arbres de race noble, des individus plus beaux, plus droits, plus vigoureux que d'autres. Ce sont les graines de ces races et de ces sujets d'élite qu'il faut employer. Ainsi, en utilisant, dans les reboisements des Landes, des semences sélectionnées provenant de pins maritimes remarquables par leur forte production de résine, on augmenterait sensiblement la valeur de la future pineraie.

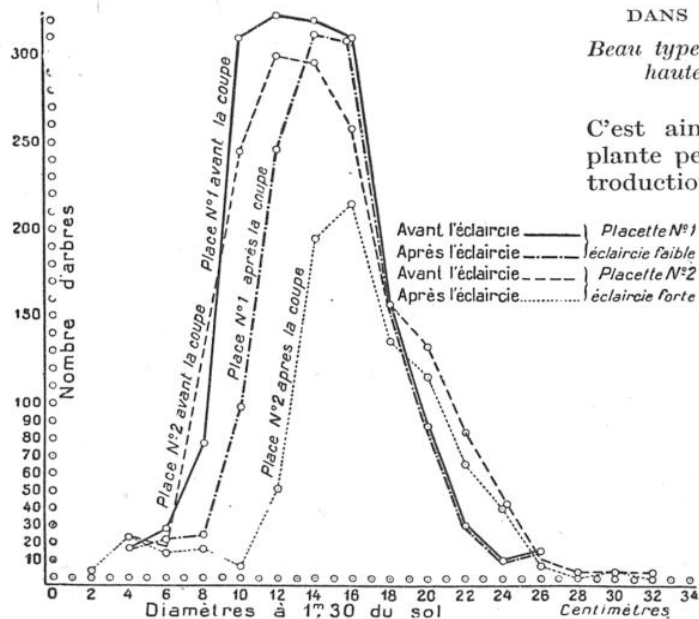
Les associations végétales et l'influence réciproque du sol et des peuplements forestiers

La forêt est un ensemble dans lequel le sol, les grands arbres, le sous-bois, la couverture morte, les plantes herbacées, les animaux dont elle est le domaine et jusqu'aux vers de terre qui labourent l'humus ne peuvent être considérés isolément. Certaines espèces végétales se rencontrent associées d'une manière constante : le hêtre et, au-dessous de lui, l'humble pervenche et l'oxalys, le sapin et le prenanthès pourpre.



UN CHÊNE DE DEUX CENT CINQUANTE ANS
DANS LA FORÊT DOMANIALE DE BLOIS

Beau type de chêne de futaie (22 à 24 mètres de hauteur jusqu'à la première branche).



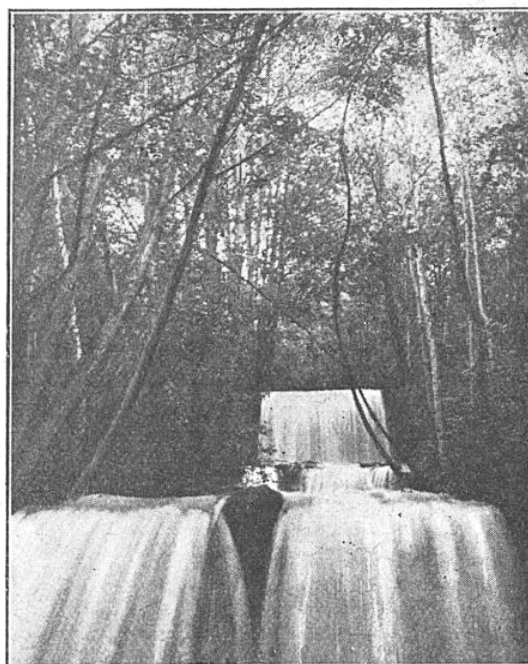
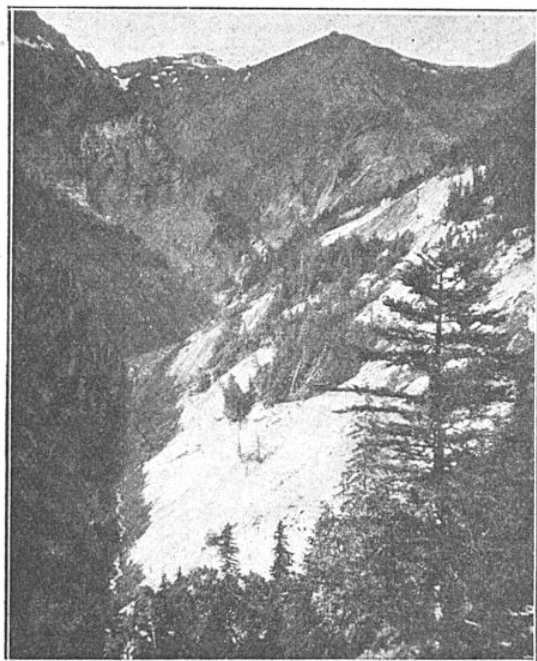
ÉTUDE DES ÉCLAIRCIES (DÉBUT D'UNE EXPÉRIENCE) SUR
UN PEUPLEMENT D'UNE SOIXANTAINE D'ANNÉES DANS LA
FORÊT DE BLOIS

Les coupages des arbres ont lieu tous les cinq ans et, dans une vingtaine d'années, le résultat positif apparaîtra.

C'est ainsi que la présence d'une petite plante permet d'affirmer la possibilité d'introduction d'une essence forestière que l'on sait lui être intimement associée.

D'autre part, tel ou tel mode de traitement exerce sur le sol une action déterminée, au point de vue, par exemple, du gazonnement ou de l'acidité. La perméabilité plus ou moins grande d'un sol à l'eau et à l'air, le degré d'acidité qui le caractérise exercent une influence capitale, d'une part, sur les microorganismes qu'il renferme, d'autre part, sur la végétation qu'il porte.

D'une façon générale, une plante donnée ne se développe convenablement que sur des sols dont l'acidité est comprise entre des limites déterminées. La tolérance à l'acidité est, d'ail-



LE REBOISEMENT AU SERVICE DE LA RÉGULARISATION DES EAUX

A gauche, effet de glissement dans les Alpes. Le sol dénudé est d'abord maintenu à la base, dans le lit du torrent, par des barrages ou des clayonnages. Il sera fixé par des enherbements et finalement par la forêt. A droite, le torrent du Grolaz, en Maurienne. Exemple de correction d'un torrent et de fixation des berges par le boisement.

leurs, extrêmement variable d'une plante à une autre. Il y a là, pour le sylviculteur, un nouveau terrain d'études très vaste.

Déjà, M. Oudin a pu établir, par exemple, que le mélèze ne se développe bien que sur des terrains peu acides, qu'au contraire les pins, et en particulier le pin maritime, supportent une acidité relativement forte. Le résultat de ces études, qui présentent un intérêt pratique de premier ordre, sera bientôt connu.

Technique du reboisement

En montagne, le rôle de la forêt, au point de vue de la fixation des terres sur les pentes et de la diminution de l'intensité des phénomènes torrentiels, n'est plus discuté. Le reboisement s'impose donc partout où il est possible. Mais on a reconnu que la forêt ne peut être constituée du premier coup sur des terrains complètement dénudés. Elle doit être précédée par une végétation herbacée, puis arbustive. Lorsque le sol végétal sera suffisamment stable, la plantation d'essences résineuses deviendra alors possible.

En plaine, les grands problèmes du boisement des terres incultes, de la reconstitution des forêts dévastées par la guerre, ravagées par les incendies ou exploitées depuis une quinzaine d'années, se posent également avec plus d'acuité que jamais. Il ne faut pas oublier, en effet, que le capital de la France en bois d'œuvre diminue chaque année.

C'est pourquoi des mesures d'ensemble s'imposent, en vue, non seulement d'enrayer le déboisement, mais de mettre en valeur par la forêt le million d'hectares de terres incultes qui, sur le territoire de notre pays, peuvent et doivent être boisées. Déjà, grâce aux subventions que distribue l'administration des Eaux et Forêts, un mouvement semble se dessiner en faveur du reboisement. Mais cet effort est encore bien loin de compenser les exploitations de gros bois. Il doit être généralisé, centuplé, si nous voulons libérer nos petits-enfants des importations de bois d'œuvre et d'industrie qui pèsent lourdement sur notre situation économique.

J. JAGERSCHMIDT.

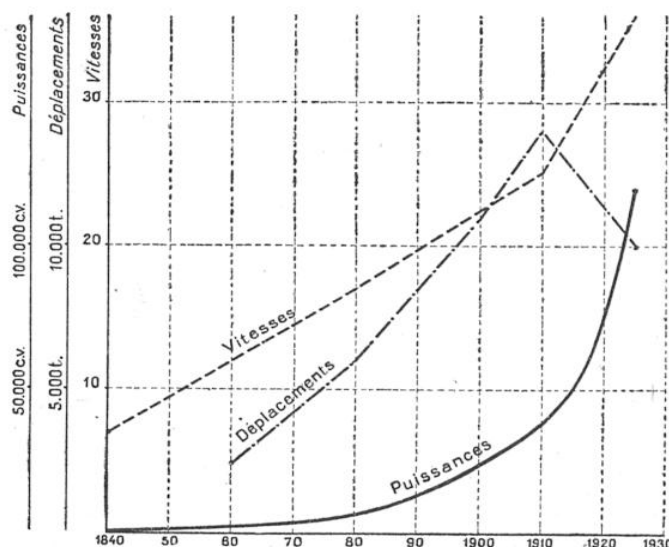
LA CONQUÊTE DES GRANDES VITESSES DANS LA MARINE A VAPEUR EST LIÉE AUX PROGRÈS DU MACHINISME

Par C.-R. DARTEVELLE

La réalisation de vitesses sans cesse croissantes a toujours constitué un des problèmes qui ont hanté l'humanité. Toujours plus vite sur terre, sur l'eau et dans les airs, est une formule à laquelle nous devons les immenses progrès effectués dans la construction des machines à vapeur, des automobiles, des navires et des avions. Mais, inversement, ces progrès étaient nécessaires pour satisfaire à cet impérieux besoin d'aller vite. Dans la marine, aller vite est une nécessité, car la vitesse est une arme, au même titre que les canons dont disposent les bâtiments de guerre modernes : une arme dans l'exploitation du succès, une arme dans la retraite. Dans ce domaine, on sait que le contre-torpilleur français Valmy, qui a réalisé la vitesse de 39 nœuds 85 (74 km. 200 à l'heure), est, aujourd'hui, le plus rapide du monde. Notre collaborateur nous montre ici comment se sont transformées peu à peu les machines des navires à vapeur, en même temps que leurs caractéristiques, pour aboutir aux magnifiques résultats actuels. En comparant entre elles les photographies qui illustrent l'article ci-dessous, on ne manquera pas d'observer combien les unités se sont modifiées lentement et combien cependant la transformation est profonde entre le moderne Valmy et l'antique garde-côte cuirassé Océan (1868), dont la vitesse ne dépassait pas 13 nœuds (24 kilomètres à l'heure.)

La marine militaire actuelle, plus que toute autre arme moderne, et à l'inverse des marines antiques, est une synthèse immense de connaissances scientifiques et techniques et purement militaires. Il serait aussi insensé de développer les unes au détriment des autres que de construire un édifice sans murs. La marine allemande, telle qu'elle était au Jutland, représente le plus bel équilibre qui ait existé entre ces deux aspects, technique et militaire, d'une flotte de combat.

Comme les deux qualités militaires les plus



LES PROGRÈS DE LA NAVIGATION A VAPEUR

Les graphiques ci-dessus montrent d'une façon très éloquent l'évolution des croiseurs vers les grandes vitesses. Il en ressort, d'une façon particulièrement remarquable, l'énorme accroissement de la puissance par tonne, qui passe de 0,2 ch par tonne en 1860 à 12 ch par tonne en 1925, soit soixante fois plus. Ces courbes sont communes à toutes les grandes marines, celles-ci ayant évolué de façon sensiblement identique à ce point de vue.

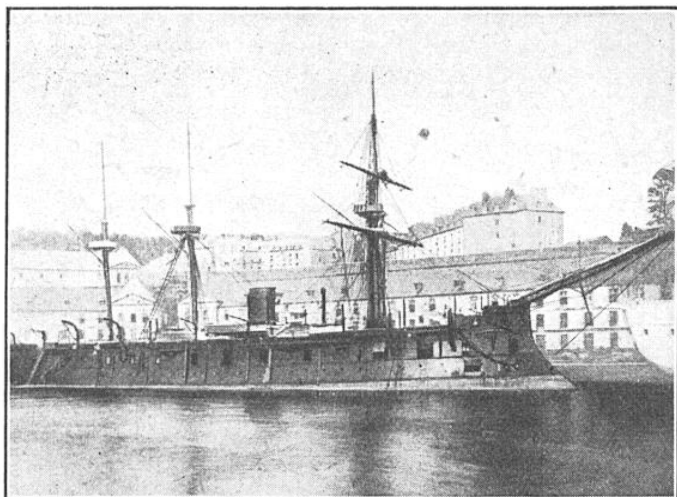
sur le fait que la vitesse est une arme au même titre que le canon ou la torpille.

A un bâtiment trop faible, elle permet de se

importantes d'un bâtiment sont sa vitesse et sa puissance combative, il est normal que les efforts scientifiques et techniques aient marqué leur empreinte de façon particulièrement énergique dans ces deux domaines. Nous ne nous occuperons, ici, que du premier : la conquête des grandes vitesses.

La vitesse est une arme

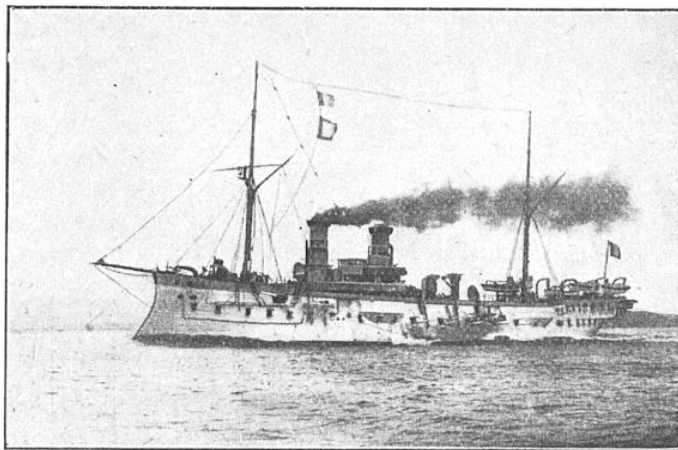
Il faut bien insister, devant les personnes non initiées à ces questions,



GARDE-COTE CUIRASSÉ « Océan »
(1868), VITESSE 13 NŒUDS

maintenir hors de portée des canons ennemis, ce qui revient à annihiler ceux-ci. Inversement, elle seule permet à l'adversaire le plus puissant, de faire agir ses canons d'une façon efficace.

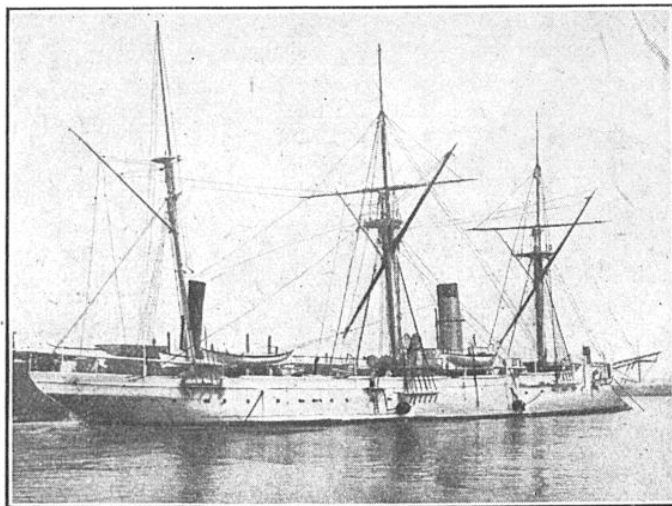
Sur une échelle plus grande, elle seule peut permettre à une flotte d'éviter la destruction totale, après une rencontre malheureuse. Inversement, elle est nécessaire à un adversaire heureux pour transformer un début de succès en une victoire complète.



CROISEUR CUIRASSÉ « SPAX »
(1884), VITESSE 16,8 NŒUDS

Seuls, les progrès du machinisme ont pu permettre les grandes vitesses

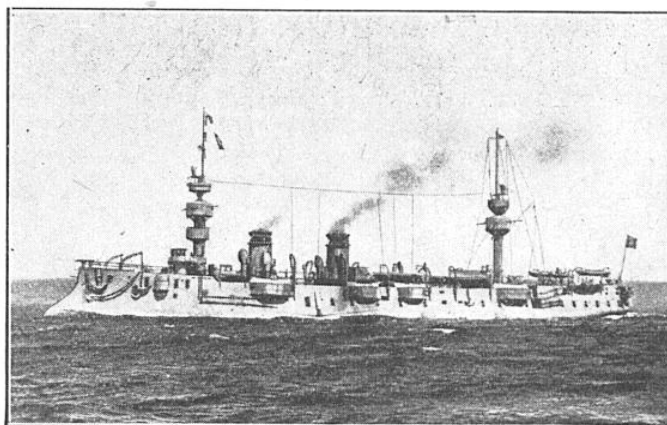
Il n'est donc pas étonnant que les militaires aient inspiré aux ingénieurs des efforts énormes en vue de conquérir des vitesses toujours plus grandes. Ces efforts ne furent féconds en résultats qu'après l'adoption de la machine à vapeur et de l'hélice sur les bateaux. Il est intéressant de remarquer en passant, que l'histoire matérielle de la marine tient tout entière dans trois grandes découvertes : l'aviron et la voile, dont l'apparition se



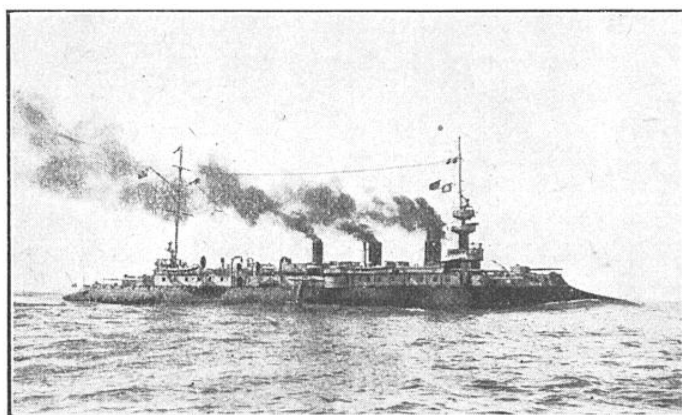
CROISEUR ÉCLAIREUR « LORIENT » (1875), 15 NŒUDS

perd dans la nuit des temps, et le moteur à hélice qui nous est presque contemporain. Des remarques semblables permettent seules de nous rendre compte du caractère grandiose et profond de la révolution matérielle commencée avec le XIX^e siècle et à laquelle nous participons encore. Les conséquences en seront aussi considérables que les changements opérés au XV^e siècle par la boussole, la poudre à canon, l'imprimerie et la découverte du Nouveau Monde.

Le développement de la machine à vapeur permet de comprendre les progrès dans l'accroissement de la vitesse des navires.



PHOTOGRAPHIE DU CROISEUR CUIRASSÉ « ISLY » (1891),
DONT LA VITESSE ATTEINT 18,3 NŒUDS



PHOTOGRAPHIE DU CROISEUR « DUPUY-DE-LOME » (1890),
DONT LA VITESSE ATTEINT 20 NŒUDS

L'ère « préhistorique » de la machine à vapeur (jusqu'en 1780)

Citons quelques dates. Il y a eu d'abord ce qu'on pourrait appeler l'ère préhistorique de la machine à vapeur :

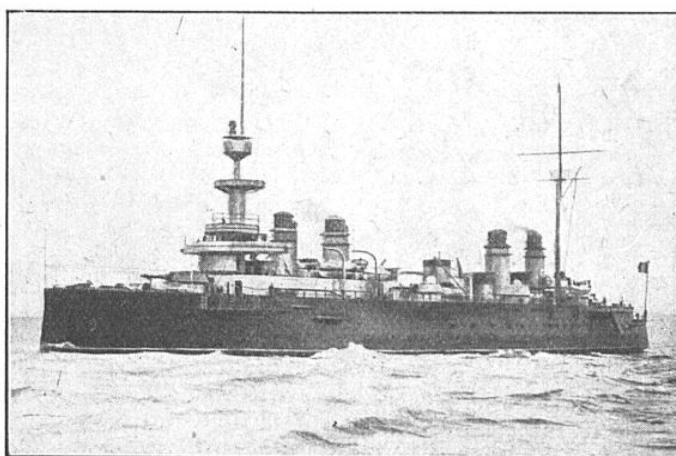
Avant 1660, Edouard Somerset fait fonctionner la première machine à vapeur.

Vers 1680, Huygens essaie en vain de faire fonctionner un moteur à explosion. Papin en déduit une machine à vapeur. Vers la même époque, l'anglais Savery invente et réalise la condensation.

Il était donné à James Watt de mettre sur pied complète-

ment la machine à vapeur. Il y réussit, après de nombreux perfectionnements de détail, en 1781.

En ce qui concerne les bâtiments, la première impulsion vient d'un organe scientifique par excellence, de l'*Académie des Sciences*, qui met au concours, en 1753, l'étude d'un moyen pour suppléer à l'action du vent. En 1783, le marquis de Jouffroy d'Abbans fait évoluer, à Lyon, un bateau de 43 mètres de long muni de roues à aubes. La navigation à vapeur prenait donc naissance. Dès lors elle se perfectionna rapidement.



PHOTOGRAPHIE DU CROISEUR CUIRASSÉ « MARSEILLAISE »
(1900), DONT LA VITESSE ATTEINT 21 NŒUDS

L'ère expérimentale (1780-1840)

En 1781-1783, la navigation à vapeur entre donc dans l'ère des réalisations. Voyons les progrès réalisés dans cette période, qui va jusqu'en 1840.

Jusqu'à Fulton, on ne put encore atteindre la vitesse de 4 nœuds. Les moteurs employés ne dépassaient pas 4 à 5 ch. Ce n'était pourtant pas faute d'y mettre du poids, car à l'un des premiers essais de Fulton en France, son bateau se cassa en deux sous le poids du moteur. Ce n'est qu'en 1807 que cet inventeur put franchir, avec le *Clermont*, en trente-deux heures, une distance de 150 milles, soit 5 milles par heure ou 5 nœuds. Ce bateau avait un moteur de 20 ch. A ce stade de développement, la vitesse des vapeurs était encore inférieure à celle des navires à voiles, qui peut atteindre 8 à 12 nœuds dans les meilleures conditions, suivant le type du

bateau. En dehors des Etats-Unis, les premiers bateaux à vapeur effectuant un service commercial apparurent en 1812 en Angleterre et en 1816 en France.

En 1838, le *Great Western* effectue la première traversée de l'Atlantique en dix-neuf jours, de Liverpool à New-York. Vers la même époque, se fondent les premières grandes compagnies de navigation à vapeur. La vitesse moyenne de leurs bâtiments est de 8,8 nœuds. A ce moment seulement, la cause de la navigation à vapeur est définitivement gagnée.

Dès lors, les progrès sont rapides. La vitesse moyenne passe à 10,75 nœuds en 1849 et à 12,22 nœuds en 1862. En 1860, le *Connaught* avait donné 18 nœuds aux essais, et 15,5 nœuds en service courant.

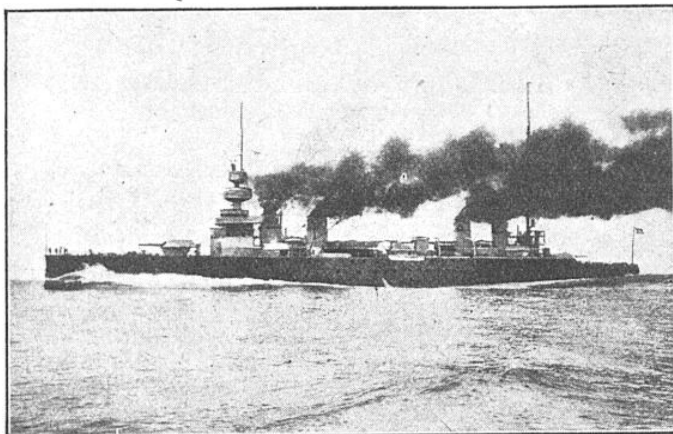
Vers la même époque apparut l'hélice qui se heurta, pendant les quarante premières années du siècle, à l'inertie des bureaux. Elle eut trois inventeurs à peu près simultanés, en Amérique, en Angleterre et en France.

L'Anglais Smith et le Suédois Ericson réalisent, en 1839, en Angleterre, la vitesse de 9,6 nœuds, sur deux bâtiments différents. Ericson réalise 13 nœuds en Amérique, en 1840. En France, l'hélice présentée par F. Sauvage, en 1832, fut appliquée, en 1841, sur le *Napoléon*, de 376 tonnes, qui réalisa 10,5 nœuds avec une machine de 220 ch.

A cette date, l'ère expérimentale de la machine à vapeur peut-être considérée comme close.

Première période d'expansion. Tâtonnements (1840-1870)

Nous entrons ensuite dans l'ère des réalisations et de l'expansion du nouveau système. Mais l'esprit humain étant toujours très lent à voir les choses sous un jour exact, bien qu'on le prétende essentiellement raisonnable, le premier développement de la nouvelle flotte à vapeur se fit suivant une voie erronée. On crut d'abord que le



LE CROISEUR CUIRASSÉ « LÉON-GAMBETTA » (1901),
VITESSE 23,6 NŒUDS

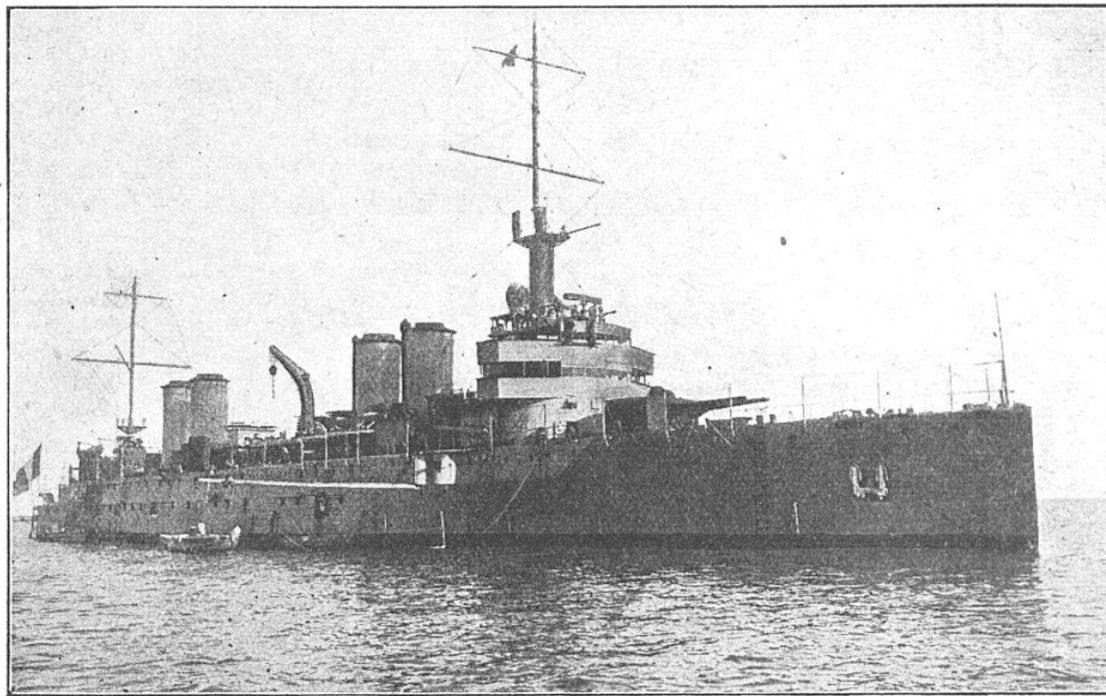
meilleur type de bâtiment serait celui qui réunirait une machine à sa voilure. De là vint cette *flotte mixte*, qui sévit, de par le monde, jusqu'à la fin du siècle dernier, époque où elle disparut. Nous n'insisterons pas sur cette erreur qui n'a qu'un intérêt de curiosité.

La véritable flotte à vapeur française se développa dans la deuxième moitié du siècle. Tandis que l'ancienne était exclusivement construite en bois, celle-ci fut métallique, d'abord en fer, puis en acier. Nous ne fîmes, ici, que suivre tardivement l'exemple de l'Angleterre, alors que nous fûmes les premiers créateurs de la marine cuirassée.

Le premier grand bâtiment métallique fut le *Great Eastern* (anglais), de 22.500 tonnes, 207 mètres, construit pour donner 16 nœuds, avec 10.000 ch. Il fut construit de 1854 à 1859. Trop grand pour son époque, ce fut un échec. Néanmoins, vers 1870, les navires de guerre et de commerce, de 100 à 120 m de long, étaient nombreux.

Dans la marine de guerre à vapeur proprement dite, on eut encore à enregistrer une erreur assez lourde. Ce fut la construction de batteries flottantes, qui furent créées en vue de la guerre de Crimée. Ces batteries flottantes étaient des bâtiments blindés, puissants en artillerie, mais dont la vitesse était de l'ordre de 2 nœuds, grâce à une machine de 375 ch. Elles couraient les pires dangers dès que la mer n'était pas absolument plate.

de même l'essai de Dupuy de Lôme lança définitivement la marine cuirassée. Une nouvelle erreur militaire vint entraver son développement. A Lissa, l'amiral autrichien Tegenhoffer avait battu la flotte italienne beaucoup plus moderne, avec une tactique audacieuse de combat par le choc, tactique qui n'eût jamais dû réussir avec un adversaire normalement commandé. De ce fait, et jusqu'à la fin du siècle, l'opinion militaire



LE CUIRASSÉ « EDGARD-QUINET » (1927), VITESSE 23,9 NŒUDS

C'est Dupuy de Lôme qui rectifia brillamment cette erreur, en construisant la *Gloire* (1859). Cette « frégate cuirassée », qui fit époque, avait 78 mètres de long sur 16 m. 75 de large, déplaçait 5.600 tonnes, et donna 13 nœuds de vitesse avec 2.500 ch. L'essai effectué par Ericson en Amérique en 1840, avec le *Princeton*, avait donné la même vitesse sur un bateau de 1.000 tonnes. La comparaison permet de mesurer le progrès accompli. La *Gloire* fut le prototype de la première série de bâtiments cuirassés, bâtiments auxquels rien ne pouvait résister. Pour une fois, la création anglaise contemporaine de la *Gloire*, le *Warrior*, lui fut très inférieur, malgré un déplacement beaucoup plus considérable.

De même que les essais de 1840 avaient donné le droit de cité à la marine à vapeur,

resta orientée vers le combat par le choc et perdit de vue l'importance capitale du duel d'artillerie.

Deuxième période d'expansion. Toujours plus rapide (1870-1930)

Dès 1860, la marine à vapeur est définitivement installée et admise. La nudité de quelques chiffres donnera, mieux que tout autre développement, la cadence du progrès réalisé, depuis, dans la course aux plus grandes vitesses.

Pendant l'ère de la marine à voiles, la vitesse moyenne des bateaux était passée de 4 à 5 nœuds, à l'époque d'Hérodote, jusqu'à 6 ou 7 nœuds à l'époque de la marine à voiles parfaite (1800-1840). Encore cette vitesse était-elle à la merci des caprices du vent.

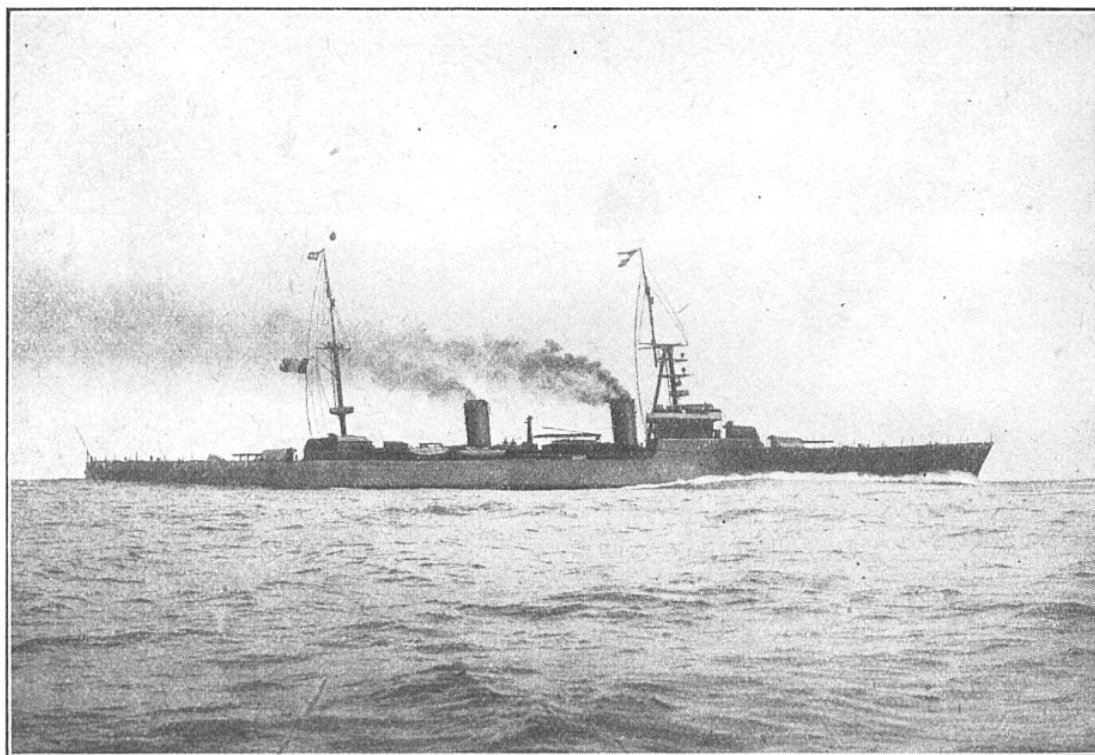
En 1860, le *Great Eastern* donne 13,5 nœuds (au lieu de 16 nœuds prévus), avec 22.500 tonnes et 2.600 ch (1) (1.600 ch à hélices et 1.000 ch à roues). Sa machine, très faible, nécessite 200 hommes et consomme 900 kilogrammes de charbon par mille parcouru. La manœuvre de son gouvernail nécessite 4 hommes. A la même époque, les frégates à roues, de 2.500 tonnes, donnent 11 nœuds avec 500 ch, et la consom-

En 1880, les déplacements des croiseurs rapides passent à 6.000 tonnes, leur puissance à 6.000 ch et leur vitesse à 17 nœuds.

En 1900, les déplacements atteignent 11.000 tonnes, la puissance, 30.000 ch, et la vitesse, 23 nœuds.

En 1910, nous arrivons à nos croiseurs les plus modernes qui aient fait la guerre : 14.000 tonnes, 36.000 ch et 25 nœuds.

Enfin, dans la période de l'après-guerre,



LE CUIRASSÉ « DUQUESNE » (1927), VITESSE 35,3 NŒUDS

mation par cheval-heure est d'environ 1 kg. 500 de charbon.

En 1875, le *Laclocheterie* (France), déplaçant 1.900 tonnes, donne 14 nœuds avec 2.000 ch et consomme 1.100 grammes par cheval-heure. « C'est un rendement très remarquable », dit-on à l'époque. En effet, en 1868, une machine d'exposition consommait encore 1.250 grammes par cheval-heure. La pression d'admission aux machines ne dépassait pas 2 kilogrammes par centimètre carré.

(1) Il est très difficile de reconnaître exactement ce que signifient les puissances indiquées. Dans les documents de l'époque, certains attribuent à ce bâtiment une puissance de 26.000 ch et d'autres, une puissance de 10.000 ch.

nous arrivons aux croiseurs dont le type est bien connu des lecteurs de *La Science et la Vie*, 10.000 tonnes, 36 nœuds, 120.000 ch.. D'autre part, le *Saratoga* et le *Lexington*, de 30.000 tonnes, donnent 30 nœuds avec 180.000 ch. Dans les deux cas, la consommation est de l'ordre de 220 grammes par cheval-heure.

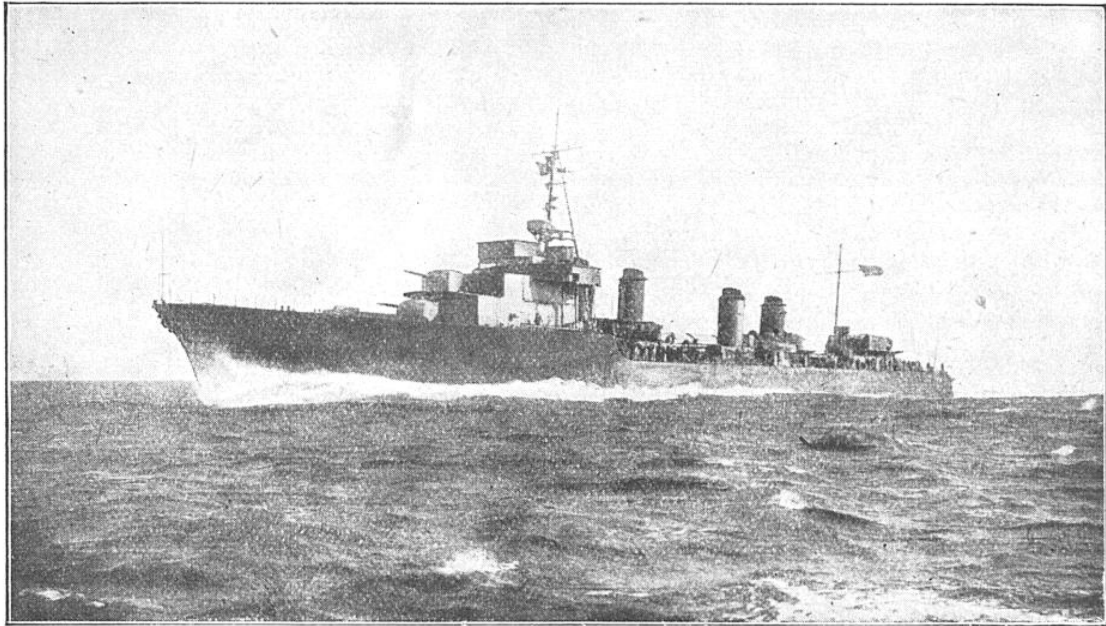
Ce progrès global est une synthèse de progrès partiels réalisés dans tous les domaines. Le rendement de la machine et de la chaudière croît en même temps qu'on apprend à fabriquer des machines plus puissantes. Ces deux résultats sont obtenus par une élévation de la pression, qui passe de 2 à 30 kilogrammes par centimètre carré et par un

meilleur dessin. Le poids par cheval de l'ensemble chaudière-machine diminue grâce à l'accroissement de la pression et surtout à l'adoption de la turbine. Le propulseur voit son rendement amélioré. Les hélices modernes atteignent couramment des rendements de 75 %. De plus, les coques deviennent, chose paradoxale, plus légères par la substitution du fer au bois ; pour un même poids total, on apprend à leur donner des formes moins résistantes, plus fines, pour les grandes

noeuds environ. En effet, il faudrait environ 200.000 ch pour propulser une coque de 1860, de 10.000 tonnes, à 36 noeuds.

Ce qu'il reste à faire

Ces chiffres montrent qu'il y a beaucoup plus de différence entre la marine de 1930 et celle de 1840, qu'entre celle-ci et celle de l'antiquité. Le chemin parcouru par les ingénieurs, dont la plupart resteront inconnus, est donc formidable.



LE CROISEUR « VALMY » (1929) QUI DÉTIENT LE RECORD DE LA VITESSE

Photographie prise au cours des essais pendant lesquels il réalisa la vitesse de 39,85 noeuds (74 km. 200 à l'heure).

vitesses que l'on désire toujours atteindre.

De 1860 à 1930, le poids par cheval est passé de 150 kilogrammes à 10 kilogrammes et la consommation, de 1.500 grammes de charbon à 220 grammes de mazout (160 gr. dans les meilleurs Diesel). En admettant seulement 100 kilogrammes par cheval dans le premier élément, on arrive à des résultats stupéfiants. Dans les conditions d'installation de 1860, les 120.000 ch du *Tourville* pèseraient à eux seuls 12.000 tonnes, soit plus que le bateau lui-même, mais ils ne parviendraient pas à le propulser à la même vitesse. Ils n'atteindraient qu'une vitesse de 20

Si formidable qu'il soit, il est pourtant bien faible en comparaison de ce qui reste à faire. N'oublions pas, en effet, que, dans les machines les plus modernes, chaque gramme de combustible brûlé est accompagné de 2 grammes du même combustible qui sont gaspillés en pure perte, et qu'en définitive, sur 1 kilogramme de mazout brûlé, 225 gr. à peine sont transformés en effort de propulsion sur la coque. Il reste donc à récupérer 75 % de ce que l'on brûle.

Il y a encore un bel avenir pour nos ingénieurs des constructions navales !

C.-R. DARTEVELLE.

A QUELLE ALTITUDE MAXIMUM UN AVIATEUR PEUT-IL MONTER SANS DANGER ?

Par Victor JOUGLA

Nous avons déjà montré combien la psychotechnique est utile pour évaluer la faculté d'un homme à l'exercice d'un métier délicat, tel celui de wattman (1). On conçoit à quel point la même série d'examens touchant la réaction de l'organisme aux conditions de travail imposées devient indispensable quand le tramway cède la place à l'avion. Wattman aux trois dimensions de l'espace, l'aviateur est appelé à manœuvrer dans des circonstances exceptionnelles d'imprévu. De plus, loin de travailler dans un milieu extérieur invariable, il est astreint à des variations ultra-rapides de température et de pression, auxquelles doivent s'adapter non plus seulement son équilibre psychomoteur — ce qui pourrait être, à la rigueur, une pure affaire d'éducation et de volonté — mais encore ses poumons, son cœur et toutes les fonctions passives de son système nerveux. L'aptitude au pilotage aérien fera donc l'objet de deux sortes d'examens, très différents. L'une, d'ordre psychotechnique, avec les raffinements spéciaux que l'on devine et qui ne conservent presque aucun des procédés de la psychotechnique courante. L'autre, d'ordre physiologique. C'est pourquoi on a installé à l'aéroport du Bourget, au pavillon Paul-Bert, un laboratoire spécialement équipé pour réaliser artificiellement les conditions physiques rencontrées par l'aviateur à chaque altitude. L'étude systématique des différents facteurs, tels que la pression, la température, la teneur en oxygène du mélange gazeux inhalé par un aviateur muni seulement d'un masque respiratoire, a permis de démontrer que, dans ces conditions, il ne serait pas possible de dépasser l'altitude de 15.000 mètres. Pour le vol régulier aux grandes altitudes, jusqu'à 20.000 mètres par exemple, préconisé par de nombreux constructeurs, la seule solution possible reste la cabine étanche, permettant de conserver un minimum de pression à l'atmosphère inhalée par les passagers.

Grâce au caisson pneumatique, on sait reproduire les conditions atmosphériques aux diverses altitudes

La première chose à faire pour étudier comment se comportera un futur pilote dans les hautes régions de l'atmosphère, était de créer l'installation indispensable pour reproduire, avec toute la graduation souhaitable, les conditions physiques que rencontre l'aviateur à chaque altitude.

Les deux principaux facteurs à mettre en jeu n'étaient autres que la température et la pression. Il fallait donc construire une chambre parfaitement étanche dans laquelle le sujet examiné pût évoluer à l'aise, dont l'air intérieur pût être constamment renouvelé, tout en conservant les taux de mélange oxygène-azote correspondant à l'altitude artificiellement obtenue par le vide progressif.

Cet appareil est celui qu'ont réalisé, dans le pavillon Paul-Bert, à l'aéroport du Bour-

get, M. le médecin-chef Garsaux et ses collaborateurs, les docteurs Béhague et Charles Richet fils.

Il se compose d'un cylindre en tôle d'acier de 2 m 50 de diamètre, intérieurement calorifugé par un revêtement de bois et se fermant hermétiquement par un couvercle à boulons (système autoclave). Une machinerie, installée dans une salle spéciale, produit à l'intérieur de ce vase clos telle dépression que l'on désire, en même temps qu'un bac à chlorure de méthyle baigne les serpents à travers lesquels circule l'air à basse pression destiné au caisson. L'évaporation du chlorure de méthyle, convenablement réglée, peut amener cet air à la température de 50 degrés au-dessous du zéro centésimal.

Trois hublots à doubles vitres, ménagés, deux dans la paroi cylindrique latérale, l'autre dans le couvercle central, permettent à l'expérimentateur de ne pas quitter des yeux le sujet au cours de son épreuve. Un sas à double paroi, de plus grandes dimensions, permet, en outre, de faire passer au

(1) Voir la Science et la Vie, n° 93, page 213.

sujet tout ce dont il a besoin, sans qu'il soit nécessaire de ramener l'intérieur du caisson à la pression atmosphérique ambiante.

Durant l'épreuve, le sujet communique par téléphone avec les médecins. Mais, quand la dépression réalisée à l'intérieur correspond à l'altitude 5.000 mètres, la densité de l'air devient insuffisante pour transmettre la vibration sonore capable d'ébranler la membrane téléphonique. Privé de ce moyen

tains sujets particulièrement robustes d'atteindre « physiologiquement » l'altitude 13.000 mètres, c'est-à-dire de battre, avant la lettre, tous les records présents.

Le problème de la pression minimum d'oxygène compatible avec la respiration normale

Sur un tableau fort expressif appendu au mur de la salle d'expériences, l'on peut

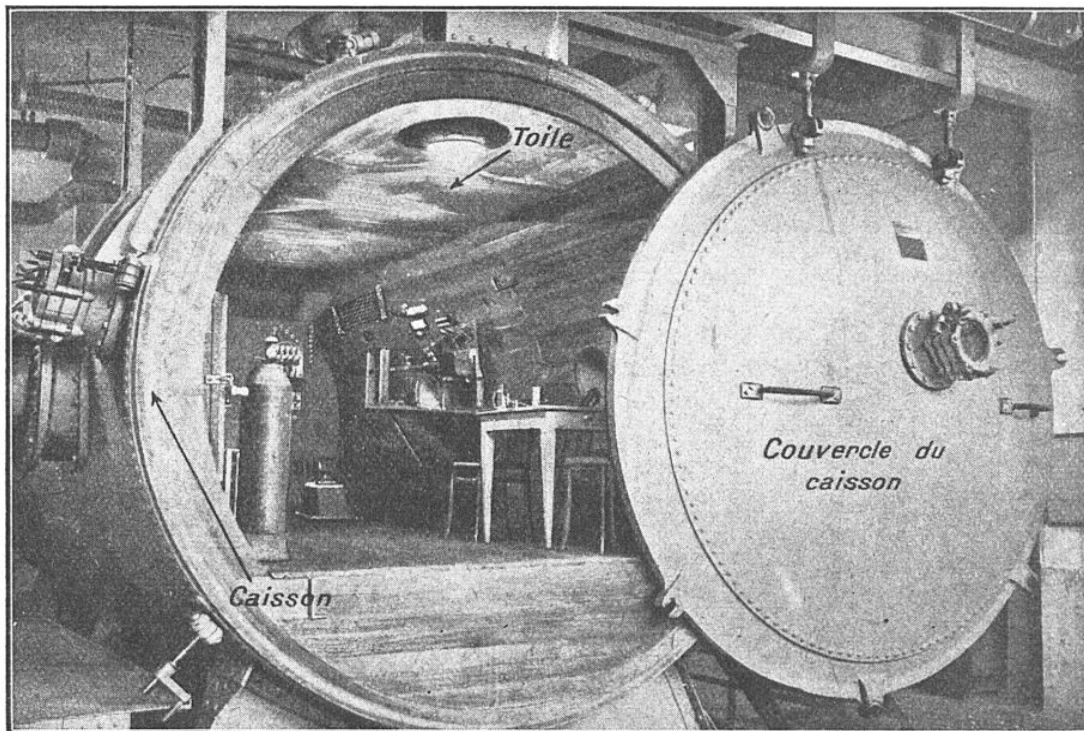


FIG. 1. — LE CAISSON PNEUMATIQUE DESTINÉ A RECONSTITUER LES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES DES GRANDES ALTITUDES

Le couvercle, suspendu à un train roulant, glisse devant le cylindre du caisson qu'il obture hermétiquement par fermeture autoclave. A l'intérieur, le cylindre d'oxygène comprimé et la table des altimètres, thermomètres, etc. Au plafond, une toile assure la circulation de l'air que brasse une pompe intérieure au caisson (lequel est à double paroi et dont le plancher comporte un important « sous-sol »).

de communication, l'aviateur se sert d'un jeu de lampes électriques aux couleurs conventionnelles, dont chacune correspond à un ordre différent : monter, descendre, stopper, atterrir, alerte.

A l'intérieur du caisson, le brassage de l'air, indispensable pour uniformiser la température, est assuré par un ventilateur spécial. Un tube d'oxygène comprimé a pour fonction d'alimenter le masque respiratoire, d'usage courant, dont tout aviateur fait usage au-dessus de l'altitude 4.000.

Telle est la chambre qui a permis à cer-

voir, en une échelle progressive, les altitudes des principales montagnes terrestres depuis le Rigi jusqu'au mont Everest, en passant par le mont Blanc, ainsi que les records successifs d'altitude obtenus par les aéronautes et les aviateurs.

Un tube manométrique relié au caisson pneumatique traverse, verticalement, ce tableau. A mesure que la pression descend à l'intérieur du caisson, une colonne de mercure s'élève dans le tube jusqu'au niveau de l'altitude correspondante.

En examinant la situation du premier

« record » d'altitude, le plus sensationnel qui fût jamais, on est étonné que le fameux drame du ballon sphérique le *Zénith* (dans lequel, en 1875, deux des trois aéronautes trouvèrent la mort par asphyxie, le troisième, Gaston Tissandier, étant évanoui) se soit produit à l'altitude de 8.400 mètres, c'est-à-dire au-dessous du mont Everest, alors que Glasner et Coxwell ont pu atteindre, naguère, par le même moyen sommaire du

n'est plus faux. Mais, alors, se pose un problème : *suffit-il d'accroître la proportion d'oxygène, dans un air qu'on raréfie, pour rendre cet air normalement respirable ?*

En d'autres termes, l'oxygène n'intervient-il que par sa *masse*, dans le phénomène respiratoire, sans qu'on ait à tenir compte de la *pression* à laquelle il est administré ?

Si l'on répond à cette question par la négative au sujet du facteur pression, le

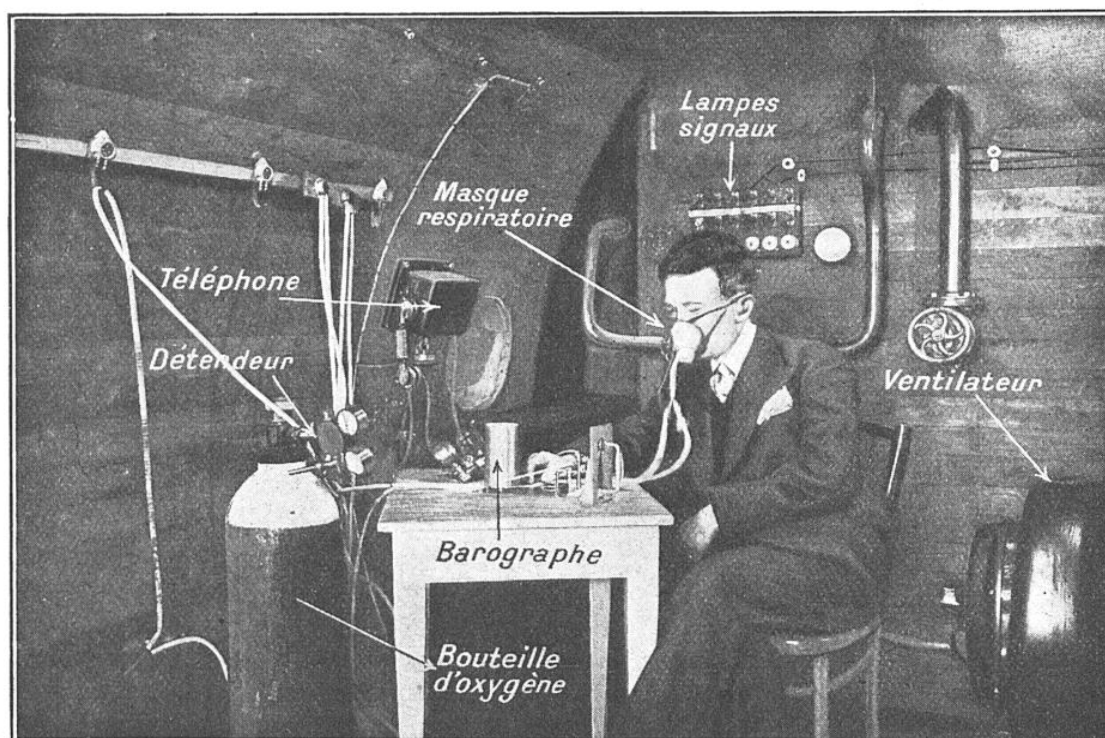


FIG. 2. — LA RECONSTITUTION DES HAUTES ALTITUDES DANS LE CAISSON PNEUMATIQUE

En réalité, le sujet est équipé en tenue de vol, car le froid est également réalisé dans le caisson. Le ventilateur de droite brasse l'air du caisson. A gauche, la bouteille d'oxygène qui alimente le masque respiratoire est munie d'un défendeur qui fonctionne automatiquement d'après l'altitude réalisée. Quand le téléphone ne fonctionne plus (en atmosphère raréfiée), un tableau de lampes-signaux le supplée.

sphérique, les 11.000 mètres, que l'aviateur Sadi Lecoq a dépassés en avion. C'est qu'entre le tragique record réalisé par le ballon de Tissandier et ceux que l'on dispute aujourd'hui, un appareil nouveau s'est introduit : le *masque à oxygène*.

On enseignait, autrefois, sans aucune preuve expérimentale à l'appui, que la respiration d'une atmosphère d'oxygène pur devait être promptement mortelle ou, tout au moins, conduire l'organisme à un fonctionnement anormal (rappelez-vous l'histoire du docteur Ox, de Jules Verne, enivrant toute une ville avec de l'oxygène). Rien

calcul montre que, par suralimentation artificielle des aviateurs en *oxygène* (au moyen du masque respiratoire), ceux-ci doivent pouvoir vivre à l'altitude 22.000 mètres, c'est-à-dire dans une atmosphère où le baromètre tomberait au-dessous de 10 centimètres de mercure. C'est la conclusion classique à laquelle s'arrêtaient les physiologistes depuis que Paul Bert l'avait lui-même admise.

Malheureusement, cette conclusion optimiste est inacceptable — en raison précisément des expériences effectuées sous la direction du médecin-chef Garsaux.

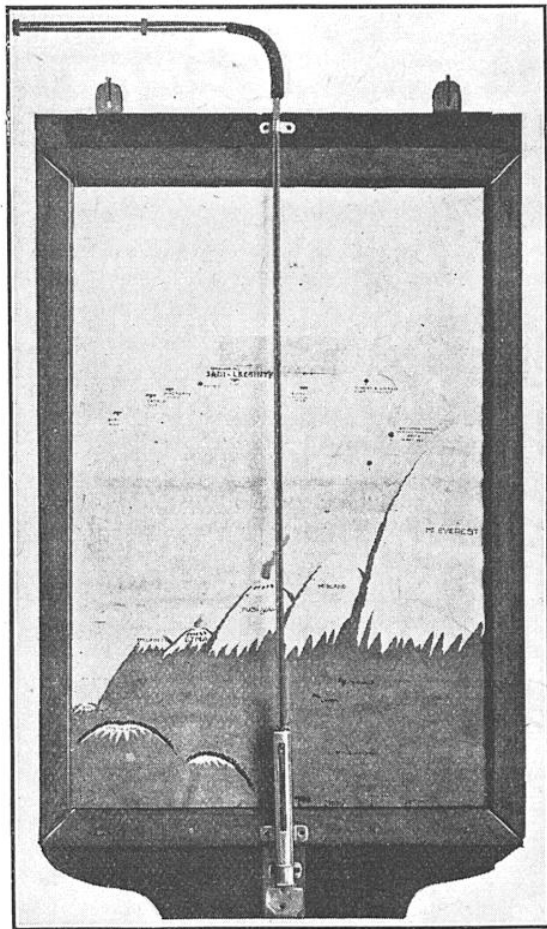


FIG. 3. — LE TABLEAU COMPARATIF DES GRANDES ALTITUDES ATTEINTES A CE JOUR
A droite, les records en ballon ; à gauche, les records en avion sont marqués par des points. Une chaîne de montagnes comportant les pics les plus élevés du monde souligne ces hauteurs. Verticalement, le tube manométrique (communiquant avec le caisson) indique l'altitude artificiellement atteinte par le sujet mis en épreuve.

L'« oxypression » minimum

Paul Bert plaçait des animaux — surtout des oiseaux, à cause du petit espace dont ils se contentent — dans des atmosphères plus ou moins riches en oxygène, qu'il soumettait à une dépression croissant jusqu'à la mort de l'animal.

D'après ses conclusions, un seul facteur intervenait pour déterminer le point d'asphyxie : la *pression absolue* de l'oxygène dans le mélange gazeux respiré.

Appelons cette pression avec MM. Béhague, Garsaux et Charles Richet : *oxypression*

critique. La loi de Paul Bert indique qu'elle est constante, et le célèbre physiologiste lui assignait une valeur de 30 millimètres de mercure. Ainsi, quelle que fût la pression totale du mélange gazeux en raison de l'existence des autres gaz constituant le mélange (1), il suffisait que la pression particulière de l'oxygène demeurât supérieure à 30 millimètres pour que le mélange fût « respirable ». En respirant de l'oxygène pur, on pourrait donc vivre, à ce compte, sous 3 centimètres de pression.

(1) Cette pression totale est représentée ici par la *pression atmosphérique* à l'altitude considérée. La teneur en oxygène pouvant être modifiée par l'inhalation artificielle, la pression de cet oxygène, *relativement à la pression atmosphérique totale*, croîtra proportionnellement à la teneur. Rappelons, en effet, la *loi des mélanges gazeux* (Dalton), d'après laquelle chaque gaz possède, dans le mélange, la pression qu'il aurait s'il occupait seul (avec la même masse) le volume total.

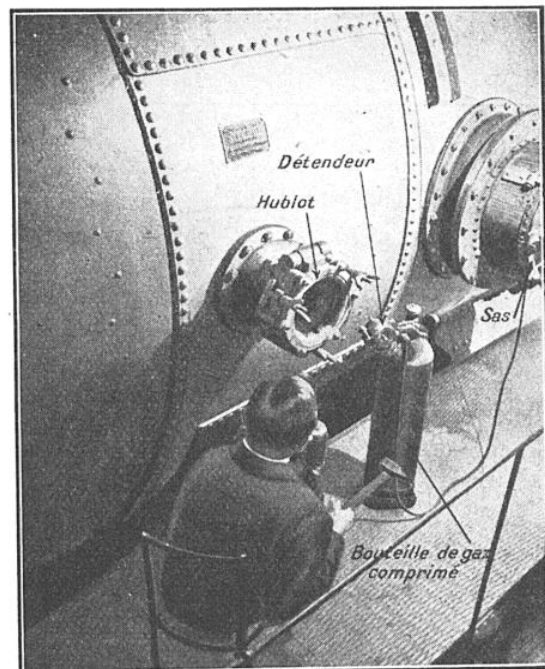
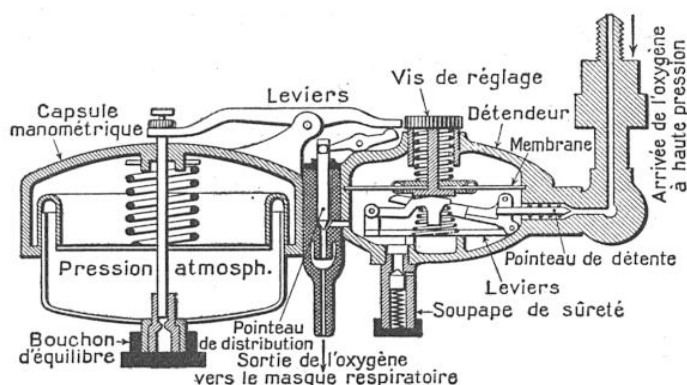


FIG. 4. — LA DIRECTION DE L'ÉPREUVE PAR LE MÉDECIN

Celui-ci observe à travers un hublot le comportement du sujet, un marteau à la main, prêt à donner un signal de cloche à la moindre indisposition du sujet, le bruit des machines couvrant la voix. A droite, le sas à double paroi qui permet d'introduire des objets à l'intérieur sans suspendre le travail. Une bouteille à gaz divers (acide carbonique, argon, néon) permet de fabriquer des mélanges respiratoires divers lorsqu'on opère sur des animaux.

FIG. 5. — LE DÉTendeur AUTO-MATIQUE RÉGLANT LE DÉBIT DE LA BOUTEILLE D'OXYGÈNE VERS LE MASQUE RESPIRATOIRE

La capsule manométrique (à gauche), étalonnée sur la pression atmosphérique (qui emplit son compartiment inférieur), meut un jeu de leviers, grâce à la dépression que subit sa membrane médiane à mesure que décroît la pression extérieure (en communication avec le haut de la capsule). Ce jeu de leviers commande le pointeau de distribution, dont le va-et-vient règle l'ouverture alimentant le tuyau de sortie de l'oxygène vers le masque respiratoire.



L'oxygène arrive au pointeau, déjà détendu par une seconde capsule (à droite). Cette seconde capsule est réglable au moyen d'une vis.

Le caisson pneumatique du Bourget fournit une réponse bien différente.

Si l'on place un lapin (et à plus forte raison un oiseau) dans cette chambre relativement vaste (42 mètres cubes), la respiration de l'animal ne fausse plus l'expérience,

parce que le gaz carbonique expiré est négligeable devant la totalité de l'air mis en jeu. Dans les cloches de verre à faible capacité de Paul Bert, le gaz carbonique expiré intervenait, au contraire, en avançant le point d'asphyxie. On trouve, en effet,

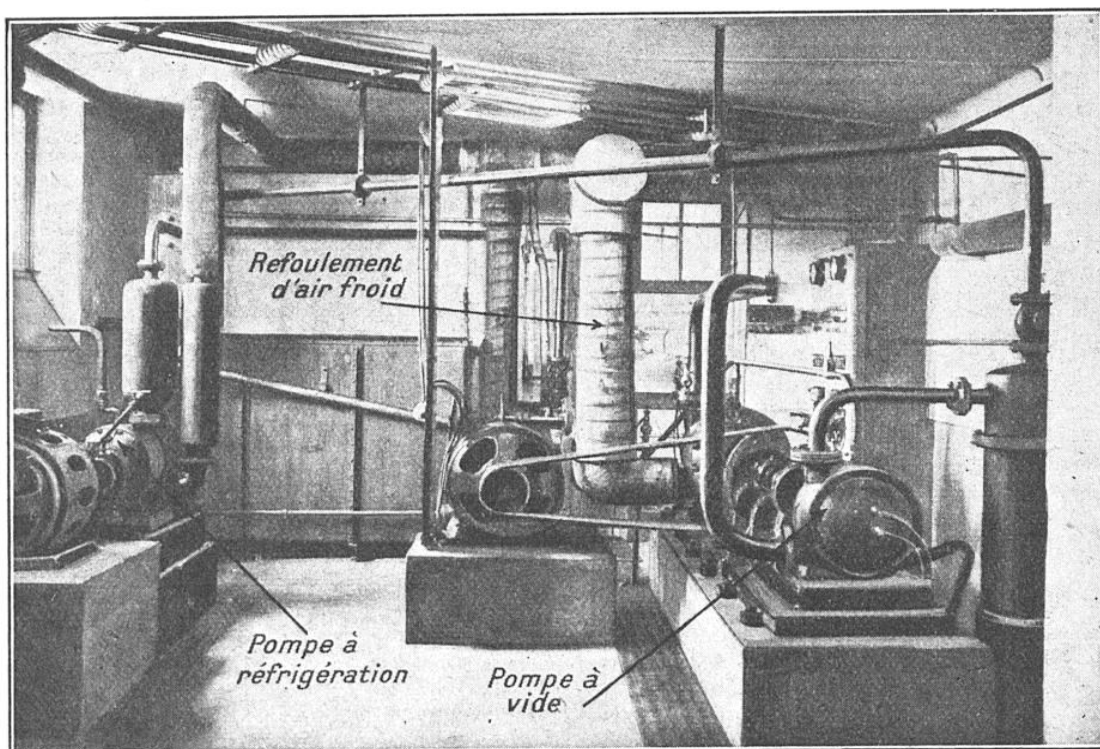


FIG. 6. — LA SALLE DES MACHINES QUI DESSERVENT LE CAISSON PNEUMATIQUE

Deux groupes distincts : à gauche, le groupe de réfrigération commandant l'évaporation du chlorure de méthyle des serpentins baignant dans le récipient à saumure (au fond, à gauche). À droite, le groupe de pompes à vide et à circulation d'air, assurant la dépression de l'atmosphère du caisson et le renouvellement de son air froid.

au Bourget, qu'un lapin peut continuer à vivre jusqu'à 20 millimètres d'oxygène et 87 d'azote (pression du mélange, 154 millimètres). La loi de Paul Bert sous-estime donc, dans ce cas, la vitalité de l'animal.

Par contre, si le mélange atteint 60 % d'oxygène et 40 d'azote, l'oxypression critique monte à 50 millimètres (ce qui correspond à une pression totale de 83 millimètres pour le mélange). Ici, la loi de Paul Bert sur-estime la faculté de vivre en atmosphère raréfiée.

Nous prévoyons déjà que, si l'on trace le graphique d'un grand nombre d'expériences similaires, la courbe des valeurs de l'oxypression critique (ordonnées) en fonction de la proportion d'oxygène dans le mélange respiré (abscisses) ne sera pas une droite horizontale, comme le voulait Paul Bert, mais une ligne commençant au-dessous de cette horizontale (pour les basses proportions d'oxygène) et finissant très au-dessus d'elle (pour les proportions élevées).

C'est, en effet, un tel graphique que semblent justifier les nombreuses expériences effectuées au Bourget sur des animaux de petite taille, dont quelques résultats sont portés sur le tableau ci-joint. Que doit-on conclure ?

Si le mélange est riche en oxygène, l'oxypression critique est élevée. Donc, il ne suffira pas de doubler, tripler ou quadrupler la proportion de l'oxygène respiré (par le moyen du masque) pour que l'animal puisse atteindre l'altitude correspondant à une dépression 2, 3, 4 fois plus faible (comme Paul Bert le pensait). Il ne pourra atteindre qu'à une altitude *beaucoup moindre*.

Les résultats de ces expériences, dont, une fois de plus, nos frères inférieurs, les lapins, les chats, les cobayes, ont fait les frais, peuvent-ils s'extrapoler à l'homme ? Les

expérimentateurs, en tant que physiologistes, n'hésitent pas à l'affirmer.

« A l'inverse de ce qu'on pourrait croire, écrivent-ils, plus la proportion d'oxygène est forte, plus l'oxypression critique est élevée. C'est-à-dire qu'il y aura, dans les ascensions effectuées avec masque et inhalateur d'oxygène, une limite *certes beaucoup plus élevée que celle qu'on atteindrait sans inhalateur*, mais, par contre, *plus basse que celle qu'on aurait pu calculer théoriquement avant nos recherches*. »

« Si le mélange gazeux inhalé par un aviateur contient 90 % d'oxygène, il parviendrait seulement à l'altitude maximum de 17.000. Cette altitude est, d'ailleurs, toute théorique, car l'asthénie extrême empêcherait tout acte musculaire ou intellectuel. Le chiffre de 15.000 serait déjà un grand maximum. »

Et l'on a pu, en effet, approcher de ce chiffre, puisqu'un homme entraîné aux grandes altitudes a bien voulu se plier à l'expérience, qui l'a fait monter (dans le caisson) jusqu'à 13.000.

A ce niveau, il a commencé d'éprouver les premiers signes de vertige.

Qui n'aperçoit l'extrême importance pratique de ces mesures ? Si l'on prétend réaliser un jour le programme du vol aux grandes altitudes (18.000 à 20.000 mètres), que MM. Jacques Bréguet et André Michelin estiment nécessaires aux vols ultra-rapides de l'avenir, il faut se préparer d'ores et déjà à naviguer en des cabines étanches, conservant un minimum de pression à l'atmosphère inhalée par les passagers.

Bien entendu, il conviendra d'effectuer sur les moteurs des expériences exactement semblables à celles que MM. Béhague, Garsaux et Richet font sur la machine vivante, et voir s'il n'existe pas quelque « oxypression non pas critique mais optimum » dans leur alimentation. Peut-être

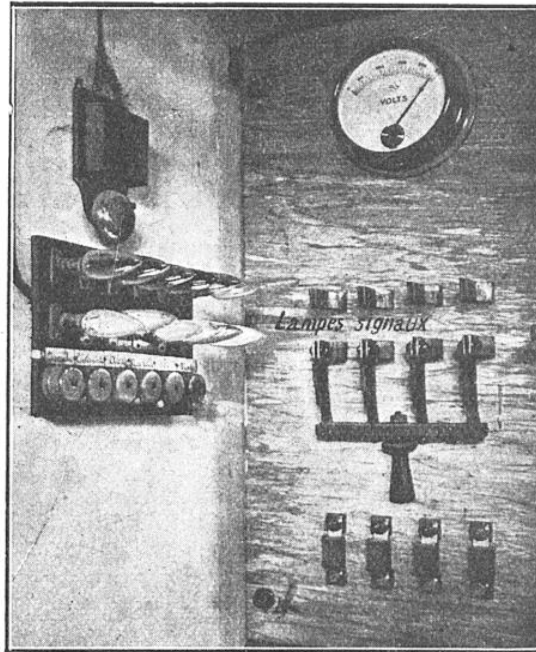


FIG. 7. — LE TABLEAU DES LAMPES SIGNAUX SUPPLÉANT AU TÉLÉPHONE, DONT UNE RÉPLIQUE EST SITUÉE À L'INTÉRIEUR MÊME DU CAISSON

existe-t-il, dans ce problème des moteurs en milieu raréfié, quelque facteur moins simple que la suralimentation par surcompression brute, puisque le mélange surcomprimé n'a pas la même teneur qu'au ras du sol ?

L'appareil respiratoire automatique

En attendant la cabine étanche et les moteurs et les hélices capables de l'enlever jusqu'au vingtième kilomètre, le problème le plus pressant était de fournir aux aviateurs le moyen de doser à la teneur physiologique optimum l'oxygène qu'ils ont licence d'emporter avec eux, dans des bouteilles d'acier.

Les expériences du caisson pneumatique ont donc conduit à l'établissement d'un *appareil respiratoire automatique* pour hautes altitudes. Nous donnons, ci-joint, le schéma de son organe le plus important : le *détendeur*, qui, fixé sur une bouteille d'oxygène à haute pression, règle automatiquement le débit de ce gaz dans le masque respiratoire *d'après l'altitude*.

L'appareil se compose d'un détendeur classique à membrane, qui reçoit le gaz à haute pression et le livre détendu à la canalisation du masque. Mais cette seconde transmission est elle-même réglée (au moyen d'un pointeau) par une « capsule manométrique ».

Cette capsule constitue un véritable barographe. Remplie d'air à la pression atmosphérique, sa tendance à se dilater sous la dépression est compensée par un ressort. Ce ressort est réglé de manière à ne céder

à l'effort de la capsule qu'à partir du niveau 3.500 mètres. L'appareil débite à ce moment 35 litres d'oxygène pur, à l'heure, par passager. L'effort de la capsule prédomine de plus en plus sur celui du ressort au fur et à mesure de l'ascension.

A l'altitude 8.000, le débit horaire de l'oxygène est de 150 litres.

Un contrôleur de débit permet au pilote de vérifier à tout instant la régularité du fonctionnement.

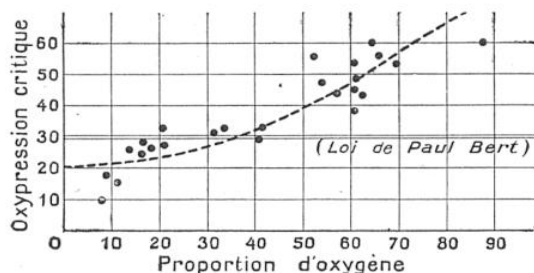


FIG. 8. — GRAPHIQUE MONTRANT LA LOI DE L'OXYPRESSION CRITIQUE (VOIR LE TEXTE)

L'oxypression critique théorique, au-dessous de laquelle on ne peut vivre, étant indiquée par l'horizontale (d'ordonnée 30), on aperçoit, indiqués par divers points noirs, les écarts réels de cette oxypression avec la loi théorique, quand varie (abscisses) la proportion d'oxygène.

Faut-il rechercher des mélanges gazeux spéciaux ?

Les opérateurs du pavillon Paul-Bert se sont demandé s'il ne conviendrait pas d'essayer des mélanges respiratoires contenant d'autres gaz que l'oxygène et que l'azote.

L'azote, par exemple, est peut-être loin d'avoir un rôle purement inerte sur les phénomènes respiratoires. Nous savons

comment, aux fortes pressions que subissent les scaphandriers, son inclusion dans la circulation sanguine provoque les embolies. En le remplaçant par de l'hélium (gaz inerte) dans leurs appareils respiratoires, des scaphandriers ont pu descendre impunément à 90 mètres et davantage.

Inversement, aux basses pressions, quel serait l'effet de l'hélium, de l'argon et de quelques autres gaz ?

Tels sont les problèmes que s'est posés en particulier le docteur Béhague et qu'il se propose d'élucider, en expérimentant ses mélanges tout d'abord — cela va sans dire — sur des cobayes.

VICTOR JOUGLA.

ON NE SAIT PEUT-ÊTRE PAS QUE :

Le Gouvernement de l'U. R. S. S. vient de publier un vaste programme quinquennal (piatiletka) d'industrialisation en cinq volumes tel que, s'il était jamais réalisé, nous assisterions à une évolution économique de la Russie comparable à celle de l'Amérique il y a un demi-siècle.

LA NAISSANCE DE LA TERRE ET SES MÉTAMORPHOSES AVANT LA VIE DE L'HOMME

Par Émile BELOT

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

De nombreuses théories ont été édifiées pour expliquer la naissance de la Terre et ses transformations avant qu'elle arrive à l'état rendant possible la vie de l'homme. Tous les savants sont d'ailleurs d'accord aujourd'hui pour admettre que la Terre est issue du Soleil primitif. M. Emile Belot, qui depuis de longues années étudie tout spécialement cette question, est parvenu à expliquer la formation de notre planète par la théorie de la « cosmogonie dualiste », d'après laquelle c'est la rencontre du Soleil et d'une nébuleuse qui a provoqué la naissance de la Terre.

Nos lecteurs trouveront ci-dessous l'exposé de la théorie de M. Emile Belot.

Tous les astronomes sont d'accord pour admettre que la Terre (comme les planètes) est issue du Soleil primitif, mais, d'après notre cosmogonie dualiste, il eût été impuissant à faire sortir de sa masse le moindre embryon planétaire s'il n'avait rencontré, sur sa route, une nébuleuse qui, par son choc, devait provoquer cette émission solaire et la nourrir de sa matière dans une gestation d'ailleurs assez courte. Après plusieurs métamorphoses, notre planète sortira du sein de la nébuleuse, ayant déjà la forme stable d'un sphéroïde, qui, au cours des âges, subira encore d'autres phases d'évolution discontinue.

Ce sont ces métamorphoses et ces phases d'évolution, dont nous essaierons de retracer l'histoire, qui, par bien des points, ressemble à celles des êtres vivants.

L'anneau terrestre émis par une des pulsations du protosoleil dans une nébuleuse

Le Soleil géant, qui devait, dans sa vieillesse, se réduire à notre Soleil actuel, avait un rayon équatorial 62,3 fois plus grand que lui, mais une densité beaucoup plus faible (0,00001 au lieu de 1,41). Sa durée de rotation de 57 jours lui imposait un fort aplatissement autour de l'axe SP (fig. 1). Son choc oblique sur la nébuleuse, dans la direction SA , donna à sa masse une pulsation, c'est-à-dire un renflement vibratoire de son équateur, qui émit, périodiquement, des anneaux planétaires. Au moment de

son émission, chaque anneau était séparé du suivant, le long de la trajectoire SA , par une distance égale à 6,28 u. a. (1) (fig. 1). Ainsi, si $PP' = 6,28$ u. a., l'anneau de Vénus V est près de quitter le protosoleil P' . L'anneau T , qui a formé l'embryon terrestre, n'a été émis par le protosoleil que le huitième après son choc sur la nébuleuse, c'est-à-dire après que celle-ci avait déjà reçu dans son sein les anneaux de la planète transneptunienne, de Neptune, d'Uranus, de Saturne, de Jupiter, des petites planètes et de Mars. L'extension radiale de l'anneau T (tout à fait semblable à celle d'un anneau de fumée projeté dans l'air) l'amène progressivement de T en T'' et, enfin, au rayon de l'orbite terrestre : son rayon passe ainsi de 43,5 à 149,5 millions de kilomètres, pendant qu'il s'élève dans la nébuleuse, dans la direction SA , de 50 fois cette même longueur. Pendant ce voyage, l'anneau, dont l'expansion est due, en partie, à la propulsion de la matière de la nébuleuse qui s'introduit à son intérieur, en capte, par son attraction, une certaine masse, en sorte que, parvenue au niveau de l'écliptique primitive, la masse totale de l'anneau différera, sans doute, assez peu de la masse de la Terre, dont la partie prépondérante provient du protosoleil.

Nous voyons déjà que, dans cette première phase annulaire de la Terre, le protosoleil lui a donné une grande partie de sa masse

(1) On appelle u. a. l'unité astronomique, qui est la distance moyenne du Soleil à la Terre, égale à 149,5 millions de kilomètres.

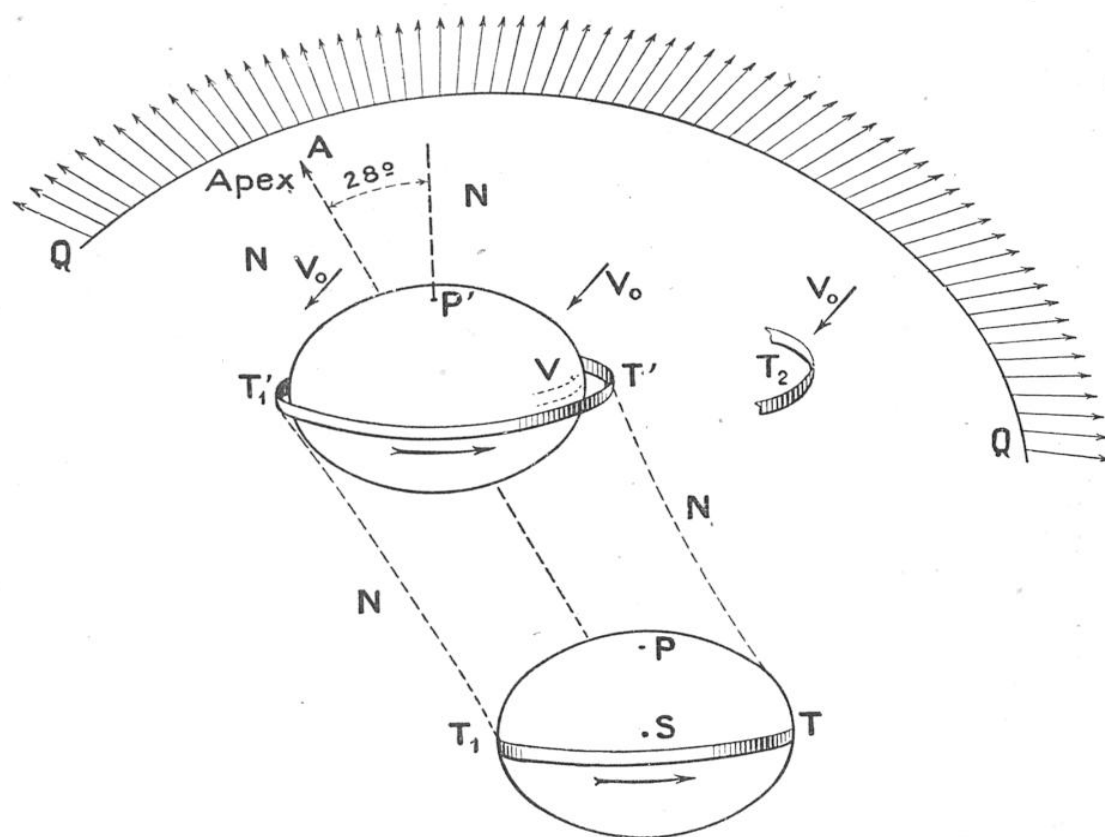


FIG. 1. — COMMENT ON EXPLIQUE L'ORIGINE DE LA TERRE PAR LA RENCONTRE DU SOLEIL ET D'UNE NÉBULEUSE

N N, nébuleuse rencontrée par le protosoleil géant S en translation dans la direction S A : choc produisant un renflement périodique de l'équateur ; T T₁, anneau terrestre émis à l'équateur par une des pulsations de S ; T' T'₁, le même anneau dilaté par sa translation de T en T' et excentré vers T' par l'obliquité de la translation S A sur le plan de l'anneau ; T₂, portion de l'anneau terrestre dilaté jusqu'à sa distance actuelle au Soleil ; Q Q, voûte lumineuse formée de masses nébuleuses légères, repoussées au loin par la radiation de S ; V₀, composante dans le plan de l'anneau (écliptique) de la vitesse de la nébuleuse N.

provenant d'une couche équatoriale profonde, ainsi que son *impulsion orbitale de sens direct* et son *mouvement de translation vers l'apex*. Mais ce n'est pas tout : le protosoleil a donné à notre planète son plan d'orbite, qui coïncidait alors avec celui de son équateur, et ce n'est qu'après avoir émis l'anneau terrestre que l'équateur du protosoleil a progressivement basculé de 7° environ, parce que le choc nébuleux, oblique dans la direction S A, ne coïncidait pas avec son axe de rotation. Cette obliquité du choc aura aussi pour effet d'excentrer vers la droite l'orbite de l'anneau, ainsi que le montre la figure 1 où T' est plus loin du protosoleil que T. Ainsi peut s'expliquer l'origine des excentricités des orbites planétaires.

Une expérience facile va permettre de matérialiser et de faire comprendre ainsi les

divers mouvements de l'anneau terrestre dans la nébuleuse (fig. 2). Au pourtour de la base C d'un cylindre suspendu par un fil f, collons des rubans de papier parallèlement à son axe : la rigidité de ces rubans les appliquera sur le cylindre comme si celui-ci les attirait. Faisons tourner cet ensemble autour de l'axe : l'extrémité des rubans écartés par la force centrifuge viendra en 1, figurant un anneau autour du cylindre. Tout en continuant à faire tourner le cylindre, tirons-le de bas en haut par le fil f : l'extrémité des rubans s'écartera dans la position 2, en raison de la résistance de l'air, qui remplace ici le milieu résistant de la nébuleuse. En passant de la position 1 à la position 2, les extrémités des rubans tirés vers le haut décriront dans l'espace une tulipe évasée, exactement comme l'anneau terrestre en

passant de la position TT_1 à la position $T''T''_1$. Mais, au lieu de tirer dans le sens vertical f , tirons l'ensemble matériel dans la direction oblique A' ; nous verrons le cercle 2 s'ovaliser jusqu'en 2', exactement comme l'anneau terrestre s'est excentré vers T'' par la translation oblique SA .

Il est évident, d'après cela, que, pour une vitesse de translation donnée, c'est la densité de l'air dans notre expérience, de la nébuleuse dans la réalité, qui produit l'expansion radiale plus ou moins rapide des molécules de l'anneau; et l'on peut vérifier, en effet, dans notre expérience, qu'en augmentant la vitesse de traction verticale f , c'est-à-dire en augmentant la résistance du milieu, l'expansion de l'anneau augmente.

Mais, alors, une grande difficulté se présente : c'est au centre où l'anneau terrestre commence à évoluer, que la résistance du milieu devrait être maximum, parce que l'attraction du protosoleil y appelle les masses nébuleuses; d'autre part, la résistance du milieu est proportionnelle au carré de la vitesse, et, pour l'anneau terrestre naissant, cette vitesse est la plus grande (275 kilomètres pour sa translation dans la direction SA et 54 kilomètres pour sa vitesse tangentielle). Comment donc l'embryon terrestre arrivera-t-il à terme, c'est-à-dire à sa

distance T_2 , qui est celle de la Terre, après avoir parcouru 50 u. a. dans la direction SA ? La résistance du milieu n'est-elle pas bien dangereuse pour son existence et ne risque-t-il pas de se voir brisé en miettes cosmiques, comme le millier de petites planètes que nous voyons entre Mars et Jupiter?

Rôle capital de l'énorme pression de radiation du protosoleil qui a rendu possible l'existence de la Terre

Ici, nous allons trouver, comme on en voit dans le règne organique, une évolution prédéterminée par un phénomène extraordinaire, qui agit comme en vue de réaliser cette finalité de planètes capables de porter

des êtres vivants. Le protosoleil, en rencontrant la nébuleuse primitive à la vitesse de 2.000 kilomètres par seconde (vitesse constatée dans la nova de l'Aigle de 1918), a eu sa température de surface portée à 24.000°, soit 4 fois celle du Soleil, ce qui, à surface apparente égale, lui donnait une force répulsive 256 fois plus grande que celle du Soleil; mais, dans l'écliptique, la surface apparente du protosoleil était 24.000 fois plus grande que celle du Soleil. Au total, les gaz et poussières de la nébuleuse primitive subissaient, de la part du protosoleil, une force répulsive 600.000 fois plus grande que celle du Soleil. Alors va s'effectuer, dans la nébuleuse, un formidable filtra-

ge dû à la force répulsive de radiation : les gaz et les poussières légères et blanches, bien loin d'être attirés par le protosoleil, seront repoussés au loin, au delà de la distance de 2 fois celle de la Terre au Soleil. Dans la direction de l'axe du protosoleil, la force répulsive atteignait près de 1 million de fois celle du Soleil, si bien que, près du centre, ne pouvaient pénétrer, obéissant à l'attraction malgré cette énorme force répulsive, que les particules noires et

denses comme celles qui ont précisément constitué la Terre et les planètes voisines où le fer domine.

Alors se constituait, autour du centre de la nébuleuse, comme pour faci-

liter l'évolution de l'anneau terrestre, un milieu peu résistant ne contenant que des particules denses, mais peu nombreuses, milieu comme enfermé dans un œuf dont l'immense coquille QQ (figure 1) formait une sorte de voûte lumineuse, au delà de laquelle d'énormes masses légères, repoussées par le protosoleil, allèrent alimenter les planètes géantes, très peu denses, mais aussi pulvériser la nappe de petites planètes rencontrées sur leur chemin.

C'est dans cet œuf cosmique qu'allait se poursuivre l'incubation des planètes denses, comme la Terre, remarquables par leur petite masse et leur grande densité (5,52 pour la Terre) sans qu'elles aient rien à craindre de la masse du milieu nébuleux. Jamais on

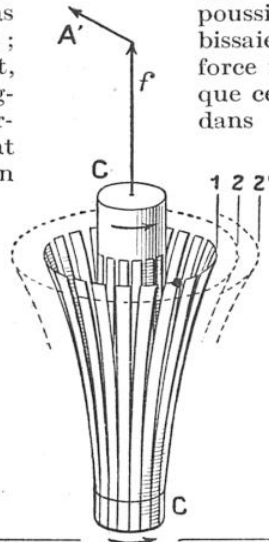


FIG. 2. — EXPÉRIENCE MATÉRIALISANT LES EFFETS PRODUITS PAR LA TRANSLATION ET LA ROTATION DE L'ANNEAU TERRESTRE

CC, cylindre suspendu par le fil f , à la base duquel sont collées des bandes de papier; en faisant tourner C, l'extrémité des bandes dessine un anneau 1, qui s'élargit en 2 si on accélère la translation vers le haut. Si la translation est oblique vers A' , l'anneau s'excentre de 2 en 2'.

n'avait expliqué jusqu'ici la division des huit grosses planètes en deux groupes, l'un de quatre planètes denses et de faible masse, l'autre de quatre planètes de grandes masses ayant la densité moyenne de l'eau ; et notre explication rend compte aussi de la dispersion des petites planètes. D'ailleurs, la photographie confirme pleinement nos explications : elle a montré toutes les belles novæ modernes (Persée, 1901, et Aigle, 1918) entourées de nappes nébuleuses s'éloignant de leur centre.

Seconde métamorphose : l'anneau, embryon terrestre, s'enroule en un tube-tourbillon, larve allongée dans le sens de l'axe de la Terre

Nous venons de voir comment l'anneau terrestre qui ceinturait le protosoleil en T_1 (fig. 1) a pu, sans encombre, se dilater et atteindre, en T_2 , le rayon de l'orbite terrestre. Mais, pour comprendre la métamorphose de l'anneau, il faut maintenant préciser les temps et les dimensions dans ce berceau cosmique de la Terre. Le protosoleil étant une étoile pulsante ressemblant aux Céphéïdes et ayant une densité 0,00001, on peut lui appliquer une formule d'Emden et Shapley, qui donne sa durée de pulsation : 39,5 jours. Comme, entre deux pulsations consécutives, il parcourait 6,28 u. a., on en déduit sa vitesse moyenne 275 kilomètres par seconde, d'où l'on conclut qu'il a suffi de 316 jours pour que l'anneau terrestre ait parcouru les 50 u. a. qui le séparaient de son émission en T_1 , à sa position finale T_2 . Par ailleurs, avec une vitesse retardée proportionnellement au carré de la vitesse de translation dans la nébuleuse, j'ai pu calculer que le protosoleil avait mis à peine plus de deux ans à émettre les quinze anneaux planétaires depuis son choc sur la nébuleuse. Ces durées très réduites, d'où l'on conclut à la formation contemporaine de toutes les planètes, concordent parfaitement avec la durée de deux ans environ que l'on observe pour l'évolution des novæ, depuis le jour de leur apparition jusqu'à leur stade d'étoiles du type Wolf-Rayet.

L'anneau terrestre, à ne considérer que sa faible densité initiale (0,00001) et les faibles dimensions de sa section à son arrivée dans l'écliptique (moins de 3.000 kilomètres d'épaisseur et environ 2 fois la distance de la Lune en hauteur, soit 120 rayons terrestres), était bien fragile et ne devait sa rigidité qu'à son énergie cinétique, due à sa

vitesse tangentielle de plus de 30 kilomètres-seconde et à sa vitesse de translation (celle du protosoleil dans la direction SA). Mais, dès que celle-ci, au voisinage de l'écliptique, se fut réduite, par la résistance de la nébuleuse, à environ 50 kilomètres-seconde, la vitesse propre de la nébuleuse V_0 , négligée jusqu'ici, allait entrer en jeu pour rompre l'anneau terrestre et l'obliger à se condenser en un tourbillon.

Les figures 3 et 4 représentent, à grande échelle, ce qui s'est passé en T_2 de la figure 1.

La vitesse V_0 de la nébuleuse était d'arrière en avant de la figure 1, en sorte qu'en T_2 (ou $t_2 t'_2$ fig. 3) elle était antagoniste de la vitesse tangentielle V_t de l'anneau et, par suite, tendait à en refouler la matière, tandis qu'à gauche de la figure 1, les deux vitesses étaient de même sens. Sur la figure 4, image en plan de la figure 3, on voit nettement que le freinage, dû à la vitesse V_0 de la nébuleuse, tend à faire tomber à gauche, vers le Soleil, la partie T_2 de l'anneau, mais aussi à la replier en arrière, où elle est, d'ailleurs, rappelée par l'attraction de la masse restante de l'anneau. Ainsi s'amorce la rotation du tourbillon terrestre $t_2 t'_2$ dans le sens direct, comme l'anneau d'où il provient. Il est bien clair que tout l'anneau se concentrera en T_2 en moins d'un an, puisque, finalement, il donnera naissance à la Terre tournant autour du Soleil en un an.

Tant que la densité de l'anneau était seulement de 0,00001, son attraction vers sa ligne médiane était trop faible pour en réduire la hauteur $t_2 t'_2$; mais, au fur et à mesure de la concentration de sa masse en un tourbillon $t_2 t'_2$, on verra converger vers lui les masses nébuleuses n et n' (fig. 4) augmentant la masse future de la Terre, et en même temps le tourbillon $t_2 t'_2$, qui est d'ailleurs instable au point de vue gravitatif, tendra à se condenser vers son centre de gravité G .

La direction d'axe du tourbillon terrestre devait déterminer celle de l'axe de la Terre ; et, comme notre planète est près du centre du système planétaire et que l'angle de direction de translation SA (fig. 1) et de l'axe du protosoleil a été de 28° , on comprend que l'inclinaison de l'axe de la Terre sur celui de l'écliptique soit resté voisin de 28° ; il varie, en réalité, de $21^\circ 59'$ à $24^\circ 36'$: c'est cette inclinaison qui produit nos saisons. Si, dans sa révolution annuelle, la Terre avait toujours la même inclinaison à l'égard du Soleil, il n'y aurait pas de saisons.

Condensation finale du sphéroïde terrestre et émission des anneaux satellites de la Terre

Dans la dernière phase qui amènera la Terre à la forme sphéroïdale, les événements cosmiques vont se précipiter à une vitesse qu'il importe de préciser : la hauteur $t_2 t'_2$ (fig. 5) du tourbillon terrestre était, comme nous l'avons vu, d'environ 120 rayons de la Terre, ce qui plaçait le centre de gravité C à la distance 60 de ses extrémités : c'est précisément la distance de la Lune. Puisque le tourbillon $t_2 t'_2$ avait à peu près la même masse que la Terre, il se condensera autour de C , dans le même temps que la Lune mettrait à tomber sur la Terre, c'est-à-dire en 4,9 jours (1).

La fin de la condensation se fera à une vitesse de près de 11 kilomètres par seconde, c'est-à-dire que les masses provenant du Nord et du Sud de la Terre future T viendront se rencontrer dans l'équateur avec une vitesse relative de 22 kilomètres, produisant un énorme dégagement de chaleur. Comment imaginer ce formidable choc de matières liquides ou gazeuses sans que, dans l'équateur éclaboussé, jaillisse un anneau important (celui qui produira la Lune) suivi de plusieurs anneaux de moindre masse et d'énergie centrifuge moindre, car le tourbillon est élastique et des ventres de vibration périodique vont s'y produire de part et d'autre de l'équateur ? Voilà comment sont nés les anneaux satellites de la Terre, qui ont fait perdre à son tourbillon sans doute un cinquantième de sa masse (dont 1/81 masse de la Lune).

La figure 5 montre cette phase très rapide de l'évolution terrestre : le tourbillon de

(1) Il suffit, comme on sait, de diviser la durée de la révolution lunaire 27,3 jours par $4\sqrt{2}$ ou 5, 6.

rayon moyen 0,35 (cercles de latitude $\pm 70^\circ$) de densité moyenne 0,5 sur la longueur 120, se condense à la fois vers son axe et vers son centre de gravité par l'attraction de sa masse, d'où le jaillissement successif d'anneaux dans le plan équatorial

EE ; mais, comme tout cet ensemble, anneaux et Terre, sont entraînés obliquement à l'écliptique, dans la direction Ct'_2 , l'anneau lunaire le plus grand de tous franchira à peine l'écliptique, de telle sorte qu'à 5° seulement au-dessus de ce plan, il se condensera à son apogée, à la distance 63, en un tourbillon ayant son axe à peu près perpendiculaire à l'écliptique qui formera la Lune.

Combien de temps fut nécessaire pour que les anneaux satellites émis par l'équateur terrestre arrivent à leur distance stable loin de la Terre ? L'anneau lunaire, pour atteindre le rayon moyen (60) de l'orbite de la Lune, avait dû par-

courir, dans la nébuleuse, 11 fois cette distance dans la direction nord de l'axe de la Terre et ce parcours n'avait pas exigé plus de quelques jours, de même que la condensation du tourbillon terrestre avait demandé moins de 5 jours. L'esprit reste confondu lorsqu'il réfléchit à cette vitesse extraordinaire d'évolution de la Terre qui nous porte et des astres qui nous entourent. Mais une question peut nous être posée : comment connaître le rayon du

tourbillon générateur de la Terre et les rayons des autres anneaux satellites qui étaient intérieurs à l'orbite de la Lune ? Nous avons eu recours à

une méthode détournée, parce que la Terre n'a, aujourd'hui, qu'un satellite dont l'orbite n'est pas dans l'équateur. Dé même que les zoologistes éclairaient les questions de classification des animaux par l'anatomie comparée, nous pouvons, par la *planétographie comparée*,

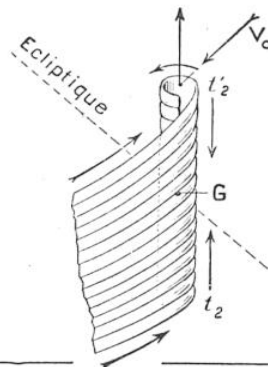


FIG. 3. — DÉTAIL DU PHÉNOMÈNE AYANT, EN « T_2 » DE LA FIGURE 1, PRODUIT LA RUPTURE DE L'ANNEAU ET SON ENROULEMENT EN UN TUBE-TOURBILLON PAR L'ANTAGONISME DE « V_0 » ET DE LA VITESSE DE RÉVOLUTION DU RESTE DE L'ANNEAU

G , centre de gravité du tourbillon terrestre vers lequel ses parties $t_2 t'_2$ se condensent.

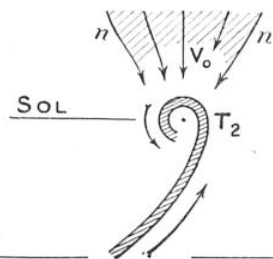


FIG. 4. — REPRÉSENTATION EN PLAN DE LA FIGURE 3

L'anneau arrivé en T_2 est ralenti dans sa révolution par les masses nébuleuses n et, tendant à toucher vers le Soleil, est replié sur lui-même, ce qui amorce la rotation directe du tourbillon T_2 .

connaître les lois des distances des satellites des autres planètes et, notamment, de notre voisine Mars, qui a deux satellites dans son équateur. Par là, nous apprendrons que la densité et la masse de la Terre suffisent pour calculer le rayon du tourbillon terrestre (0,35 du rayon de la Terre) et les distances de ses satellites, qui ont été en rayons de la Terre :

1,35 - 3,147 - 8,744 - 24,67 - 70,81.

La distance 70,81 est celle qu'aurait atteinte, dans l'équateur, la Lune qui s'est arrêtée, par la résistance de la nébuleuse, à la distance apogée (63) dans son plan d'orbite au-dessous du plan équatorial.

La masse de la Lune l'a préservée des embûches cosmiques où allaient tomber les quatre autres anneaux satellites qui circulaient, à peu de distance de la Terre, dans son atmosphère très étendue et très diluée, dont la résistance eut pour effet de les précipiter, au cours des âges et à des époques distinctes, dans la zone équatoriale de la Terre. La faible masse de ces anneaux et leur grande vitesse sur leurs orbites interdisaient la formation d'un tourbillon condensant la masse de chacun d'eux, en sorte que cette poussière satellitaire a conservé la forme annulaire pour les mêmes raisons mécaniques qui ont perpétué l'existence des anneaux de Saturne, parce que les masses nébuleuses, attirées par le centre planétaire, n'ont pas exercé de résistance sur les anneaux qui l'entouraient.

A-t-on des raisons de penser, avec quelques géologues, que l'on devrait retrouver la trace de la matière de ces anneaux? Ont-ils retrouvé les traces du continent de Gond Wana et du pont continental qui reliait l'Amérique du Sud à l'Afrique? Et, d'ailleurs, ces poussières satellitaires qui ont augmenté la masse de la Terre au cours de plusieurs centaines de millions d'années, ont été d'abord dispersées par l'atmosphère comme aujourd'hui les poussières volcaniques; elles sont tombées, en grande partie, dans les océans de la région équatoriale que les transgressions marines ont souvent déplacés en leur faisant balayer des continents aujourd'hui émergés.

La Terre, ses anneaux et la Lune à l'aurore des ères géologiques

Supposons un œil humain à l'aurore des temps géologiques regardant de loin la Terre de telle manière que son rayon visuel ait été à angle droit avec la direction du Soleil situé à gauche : il aurait vu ce que représente la figure 6, où la Lune est figurée très en avant de la Terre. Les contours *C* de la Terre, encore

rouge de feu, auraient été peu visibles parce que son immense atmosphère *A* contenait, à l'état de vapeur, toute l'eau devant plus tard remplir les bassins océaniques et la couvrirait d'un nuage assez opaque pour lui donner à peu près l'aspect de Vénus, dont nous n'apercevons que les nuages atmosphériques. Cette immense atmosphère, s'étendant au loin, très diluée, n'avait pas, dans son ensemble, une forme sphérique, car la Terre, et ses satellites, voyageant dans la nébuleuse dans la direction nord *N* de son axe, recevait, sur son hémisphère boréal, la pression de la nébuleuse qui y déprimait l'atmosphère, au contraire augmentée d'épaisseur autour du pôle Sud *S*. C'est ce qui explique la dépression de l'océan Arctique et la saillie de 3.000 mètres du continent Antarctique. En même temps, la pression de la nébuleuse freinait la rotation de la Terre dans l'hémisphère boréal, tandis que l'hémisphère austral restait libre de continuer sa rotation : d'où la conséquence que la première croûte terrestre aura des plissements en forme d'hélices sphériques déviées à l'est, dans le sud. Plus tard, lorsque les anneaux tomberont dans la zone intertropicale avec une vitesse tangentielle de 8 kilomètres par seconde, c'est-à-dire 16 fois plus grande que la vitesse actuelle à l'équateur, la Terre recevra comme un coup de fouet accélérant sa rotation équatoriale et incurvant ainsi, dans le sens de l'équateur, tous les plissements antérieurs.

Toutes ces conséquences de nos théories se vérifient immédiatement sur les cartes, même à la profondeur de 2.000 mètres au-dessous du niveau des mers actuelles; car il faut admettre que le niveau de base de l'architecture terrestre était en profondeur là où la croûte terrestre du noyau anhydre s'est formée. Les deux Amériques, comme l'océan Atlantique, ont bien le tracé général d'une hélice sphérique dont la partie sud est à l'est de la partie nord, l'Afrique du Sud est à l'est de l'Afrique du Nord, comme l'Australie à l'est du massif asiatique, et c'est entre les tropiques que les côtes sont le plus fréquemment dirigées dans le sens équatorial (Amérique centrale, Grandes Antilles, golfe de Guinée, Indes néerlandaises, Nouvelle-Guinée).

Il nous a paru intéressant de reproduire, par une expérience simple, ces architectures typiques. Prenons deux tubes *TT'*, pouvant tourner à frottement doux l'un dans l'autre (fig. 7); collons sur eux une sphère de poix *P* de telle sorte que l'hémisphère nord soit collé sur le tube *T* et l'hémisphère sud,

sur le tube T' . Ces tubes figureront le tourbillon terrestre générateur de la rotation de la Terre. Sur un méridien MM' , collons, bout à bout, des perles longues ; en faisant tourner le tube T' dans le sens direct, par rapport au tube T , on verra les perles se séparer les unes des autres et se disposer suivant une hélice sphérique MM' . Maintenant, approchons de l'équateur deux colliers EE' , dont on a figuré seulement celui qui passe en arrière de la sphère. En imprimant à ces colliers tenus par les pattes E un mouvement de sens direct pour imiter le coup de fouet des anneaux satellitaires, on verra que les perles se sont rapprochées de la direction équatoriale, au nord de l'équateur et de la direction méridienne plus au sud, en sorte que leur disposition finale MM' figure bien l'architecture typique des grands continents.

L'ère astrophysique paléothermale de la Terre va maintenant se terminer par un formidable cataclysme. L'hémisphère sud de la Terre étant moins chaud que l'autre, en raison du choc nébuleux reçu par ce dernier, va recevoir, tombant de l'atmosphère autour de l'antartide, d'abord des pluies de sel entre 700° et 800° , puis, vers 365° , les énormes cataractes du *déluge austral primitif*, qui sculpteront, en profondeur, le noyau jusque-là anhydre de la Terre, et transporteront, vers le nord, les matériaux légers érodés pour les enfouir dans les racines des continents boréaux, formeront en pointe, vers le sud, tous les continents austraux et laisseront leur trace dans l'abondance des mers australes en regard de la faible surface relative des mers boréales.

La croûte terrestre, refroidie au-dessous de 300° , va maintenant s'épaissir assez vite pendant que la Terre, avec tout le système planétaire, va achever de traverser la nébuleuse à une vitesse réduite ; pendant les quelques siècles que prendra ce voyage, la Terre recevra de la nébuleuse des poussières

qui, même denses comme celles d'uranium ou de thorium, ne pourront traverser la croûte. La radioactivité restera donc une propriété des couches extérieures de la croûte, comme Joly et Holmes l'ont démontré ; et si certains minéraux, par leur radioactivité et leur teneur en plomb, nous apprennent leur âge, c'est celui de la nébuleuse qu'ils nous font connaître et non l'âge de la Terre. Ce point de vue est encore confirmé par la chute ultérieure des anneaux satellitaires qui ont dû capter les poussières radioactives de la nébuleuse et dont les masses sont

certainement restées près de la surface des zones équatoriales ; on sait, d'ailleurs, la richesse en minéraux radioactifs du Congo belge.

Les véritables « révolutions du globe »

Arrivons aux ères étudiées par les géologues. Jusqu'au milieu du siècle dernier a régné la théorie des cataclysmes diluviens mise à la mode par Cuvier et d'Orbigny, qui pensaient que ces « révolutions du globe », détruisant les faunes, nécessi-

taient des créations successives. Kant, voulant expliquer le déluge universel, l'a attribué à la chute d'un anneau aqueux entourant la Terre ; mais c'est là une œuvre de pure imagination. Au contraire, les quatre anneaux satellites que nous trouvons avoir existé à l'intérieur de l'orbite de la Lune correspondent à une théorie générale des satellites des planètes, qui permet de calculer leurs distances, et, de suite, nous constatons qu'il y a eu, au cours des âges, dans l'ordre suivant, quatre périodes de plissements orogéniques (huronien, calédonien, hercynien, alp-himalayen) séparés par des périodes de calme comme pendant l'ère secondaire, s'intercalant entre les soulèvements hercyniens et alp-himalayens.

L'importance de ces plissements et de l'intervalle de temps qui les sépare est, évidemment, en rapport avec le rayon de chaque anneau et leurs intervalles ; et les

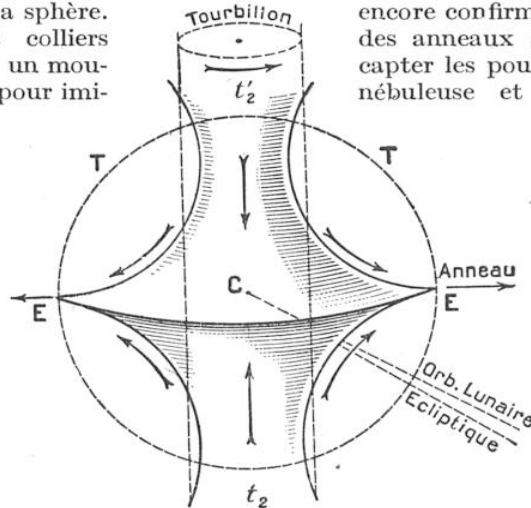


FIG. 5. — CHOC DANS L'ÉQUATEUR DE LA TERRE « T » DES PARTIES NORD ET SUD, QUI S'Y ÉCRASENT À LA VITESSE RELATIVE DE 22 KILOMÈTRES-SECONDE, PRODUISANT L'ÉMISSION CENTRIFUGE DES ANNEAUX SATELLITAIRES DE LA TERRE

rayons 1,35-3,14-8,74-24,67 des anneaux semblent bien en rapport avec les quatre périodes de plissements découverts par la géologie. Or, jusqu'ici, ni la cause des plissements ni celle de leur discontinuité n'avaient été expliquées par les géologues, pas plus que les causes de transgressions et régressions marines ; les anneaux satellites rendent compte très simplement de ces phénomènes. En effet, quand un anneau approche de l'équateur, il y appelle, par son attraction, l'eau des océans, ce qui produit une régression marine dans les hautes latitudes ; cette marée équatoriale refluera vers le nord quand l'anneau sera incorporé à la Terre. Mais le magma fluide sous la croûte, appelé par l'attraction de l'anneau, descendra plus lentement vers l'équateur, et il tendra d'autant plus à s'y fixer que l'accélération de rotation due à la chute de l'anneau correspond à un renflement équatorial plus grand. Ces mouvements du magma du nord au sud, sous la croûte, ne peuvent s'effectuer qu'en provoquant des effondrements et des plissements de celle-ci ; et, comme on le constate, en effet, ces plissements successifs se produisent de plus en plus près de l'équateur. Enfin, une sphère qui se transforme en ellipsoïde par sa rotation accélérée, oscille autour du parallèle de 35°, où nous trouvons précisément la Méditerranée.

Il est bien clair que de tels cataclysmes ont hâté la disparition d'espèces géantes comme les dinosauriens, dont la longueur variait de 15 à 35 mètres (Atlantosaure) et qui, d'ailleurs, portaient en elles un germe de mort ; le gigantisme, pour les humains comme pour les animaux, est une maladie souvent mortelle.

Il est un autre genre de cataclysme que bien des faits laissent soupçonner, il résulte de la *bascule des continents*. L'apparition de l'océan Indien, au jurassique, et de la partie sud de l'océan Atlantique, au crétacé, laisse supposer que l'eau de ces océans était, auparavant, contenue dans le bassin du Pacifique, qui avait alors une profondeur

moyenne de 9.000 mètres, constatée encore dans plusieurs de ses fosses profondes. Mais que vienne à se produire, au secondaire, l'approche du plus grand des anneaux satellites (rayon primitif 24,67), celui-ci, dont la chute au tertiaire provoquera les soulèvements alp-himalayens et une marée équatoriale de plusieurs centaines de mètres de hauteur, va faire déborder le Pacifique à l'est, noyant l'Amérique centrale, dont il ne restera que les îles Gallapagos et les Antilles, et à l'ouest, séparant l'Australie du continent asiatique ; par là, les remplis-

sages de l'océan Indien et de l'Atlantique Sud sont assurés, délestant les fonds pacifiques du poids d'environ 3.500 mètres de hauteur d'eau.

Alors, ses fonds se relèvent, tandis que les fonds marins de l'Atlantique et de l'océan Indien, alourdis, s'enfoncent. C'est ce qui produit

la bascule des rives continentales bordant les océans. On a constaté des terrasses marines à 400 mètres d'altitude sur la côte pacifique de l'Amérique du Sud ; les bassins fluviaux de l'Amérique du Sud et de l'Afrique sont en pente vers l'Atlantique. Une cassure méridienne profonde (celle des grands lacs) marque la bascule de l'Afrique en partie vers l'océan Indien, en partie vers l'Atlantique. La surrection des Andes, bordées de fosses pacifiques profondes, est la conséquence du soulèvement des fonds du Pacifique pour réaliser l'équilibre isostatique. Enfin, l'enfoncement des fonds atlantiques, ce qui les rapproche du centre de la Terre, les oblige à se plisser par une crête sous-marine qui suit à 2.500 kilomètres de distance moyenne le contour de l'Afrique et de l'Amérique ; ce qui montre que, contrairement à la théorie de Wegener de la dérive des continents, l'Amérique n'est pas éloignée de l'Afrique. Tous ces traits, si caractéristiques et si divers de l'architecture terrestre, s'expliquent par ce cataclysme grandiose de l'approche, puis de la chute dans la zone équatoriale

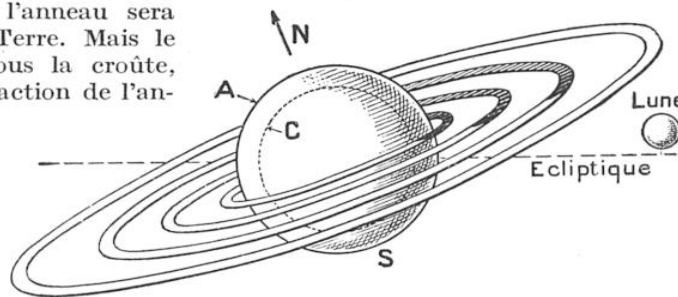


FIG. 6. — FIGURE DE LA TERRE NAISSANTE VERS 5000 AVEC SON ÉNORME ATMOSPHÈRE « A C », SES QUATRE ANNEAUX DE POUSSIÈRE SATELLITAIRE DEVANT TOMBER DANS LA RÉGION INTERTROPICALE AU COURS DES AGES, ET LA LUNE CONDENSÉE A GRANDE DISTANCE (SOIXANTE RAYONS TERRESTRES) EN AVANT DE LA FIGURE

du plus grand des anneaux satellites de la Terre.

Enfin, au cours des âges, la zone inter-tropicale a été protégée d'une chaleur excessive par l'ombre des anneaux qui peut expliquer les traces de glaciers trouvés en Australie, aux Indes et en Afrique du Sud.

Vue d'ensemble sur l'évolution de la Terre avant la venue de l'homme

Le tableau que nous venons de tracer de la naissance et de l'évolution de la Terre, d'après les découvertes de la cosmogonie dualiste, peut paraître bien compliqué ; mais, dans tous les domaines scientifiques, l'imagination de l'homme a toujours été bien au-dessous de la grandiose réalité des phénomènes ; la richesse et la puissance des moyens employés par la Nature ont confondu les savants à toute époque. La complexité des mondes atomiques révélés par la physique moderne va de pair avec celle des mondes planétaires ou sidéraux ; cessons donc de nous en étonner.

Une chose nous frappe d'abord : la brièveté de toutes ces formations cosmiques de notre système. Grâce à la vitesse des masses originelles, c'est en quelques années seulement que les fruits planétaires du mariage du proto-soleil et de la nébuleuse, nés à l'état

d'embryon nébuleux, traversent diverses métamorphoses qui les conduisent au stade durable de planètes et de satellites. La Terre, plus rapprochée du Soleil que les planètes géantes, a mis moins d'un an à évoluer à l'état nébuleux, moins de cinq jours à produire ses cinq enfants-satellites. En regard de cette rapidité de formation, nous savons que la Terre et la Lune ont eu une vie longue d'environ trois cents millions d'années, si nous éliminons les chiffres fantaisistes de milliards d'années qui se rapportent à la durée du Soleil ou de la nébuleuse et non à celle de la Terre. Nous savons aussi que les astres vieillissent : la Terre, puisqu'au carbonifère elle pro-

duisait au Spitzberg des mines de houille et les coraux près des pôles ; le Soleil, puisqu'il a réduit son diamètre de 62 à 1, depuis qu'il a enfanté les planètes.

Comparons cette évolution à celle des êtres vivants lorsqu'ils naissent d'un dualisme sexué. La fécondation est un acte quasi instantané, comme le choc de la nova protosolaire : elle est suivie d'une gestation de faible durée, en comparaison de la vie de l'être parfait qui, lentement, arrive à la vieillesse. Toutes ces phases, y compris les métamorphoses dans la vie embryonnaire, se retrouvent dans la vie et l'évolution de la Terre.

Pourquoi l'homme est-il apparu si tardivement sur la Terre ? C'est qu'il

a fallu d'abord que, par un triage moléculaire, dû à la pression de radiation dans la nébuleuse, la banlieue du Soleil où nous sommes fût privée de tous les éléments chimiques qui auraient fait de la Terre une planète gazeuse et non solide ; il fallait attendre aussi

que son atmosphère fût dépouillée des masses d'acide carbonique que le volcanisme de l'ère primaire vomissait en abondance et qui servait à alimenter une puissante végétation.

Aujourd'hui, l'humanité a devant elle une longue ère de stabilité terrestre ; la Lune s'approche très lente-

ment de la Terre, en raison de l'augmentation très faible de sa masse par les météorites, mais, de ce côté, le danger de la chute de la Lune sur la Terre est à très longue échéance. On peut, cependant, après avoir étudié les cataclysmes du passé, prévoir la catastrophe finale où ont dû sombrer déjà quelques-unes des humanités qui, par milliers, peuplent sans doute l'Univers ; cette catastrophe sera peut-être due à l'arrivée à une allure foudroyante d'une étoile venant frôler le Soleil, centupler les marées océaniques et l'activité volcanique, en un mot, détruire par l'eau et par le feu l'humanité terrifiée.

EMILE BELOT.

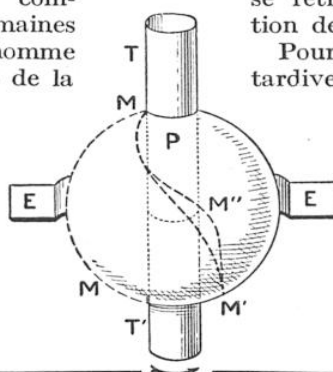


FIG. 7. — EXPÉRIENCE REPRODUISANT LES HÉLICES SPHÉRIQUES DE L'ARCHITECTURE TERRESTRE AU MOYEN D'UNE SPHÈRE DE POIX COLLÉE SUR DEUX TUBES CONCENTRIQUES « T T' »

Des perles noires incrustées dans le méridien M M', à droite, forment une hélice sphérique M M' quand le tube T' seul est tourné vers l'est. Si deux anneaux semblables à E E sont approchés de l'Equateur et tournés vers l'est, ils produisent le même effet que les quatre anneaux satellitaires condensés près de l'Equateur : les perles dessinent la forme M M'' M' reproduisant l'architecture des Amériques Nord et Sud.

LE NOUVEAU DIRIGEABLE SEMI-RIGIDE DE LA MARINE FRANÇAISE

Par le Lieutenant de vaisseau REMONDIÈRE

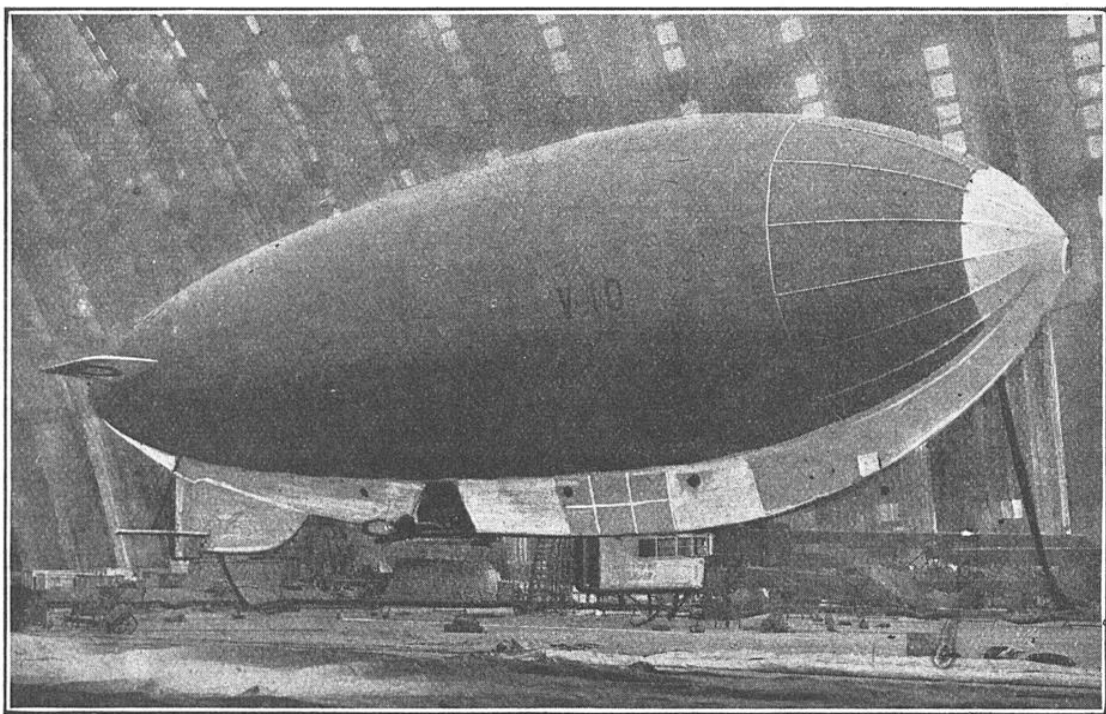
Au début de la construction des « plus légers que l'air », le problème qui s'imposa tout d'abord fut celui de la direction. Il fut pour la première fois résolu en 1884, sur le dirigeable la France, grâce à Renard et Krebs, qui exécutèrent, les premiers, un voyage en circuit fermé à bord d'un dirigeable. C'est alors que les constructeurs se préoccupèrent de savoir quelle serait la meilleure solution à adopter pour la construction des dirigeables, afin de les rendre à la fois plus rapides et plus résistants. On sait que le dirigeable souple tend à disparaître devant le semi-rigide ou le rigide. Étudié et construit surtout en Allemagne, le rigide est le type des dirigeables à grand rayon d'action et à grande vitesse. La solution intermédiaire, c'est-à-dire l'établissement des aéronefs semi-rigides, est réservée aux ballons ne dépassant pas 50.000 mètres cubes. C'est un dirigeable de ce type qui vient d'être établi tout récemment, pour la première fois en France, pour la marine militaire et qu'un officier décrit ici, à l'intention des lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE.

Les « plus légers que l'air »

DEPUIS les travaux de Renard, grâce aux progrès des sciences physiques au XIX^e siècle et au début du XX^e, le ballon dirigeable est devenu un véritable engin de locomotion aérienne.

Trois genres de dirigeables ont été construits : les souples, les semi-rigides et les rigides.

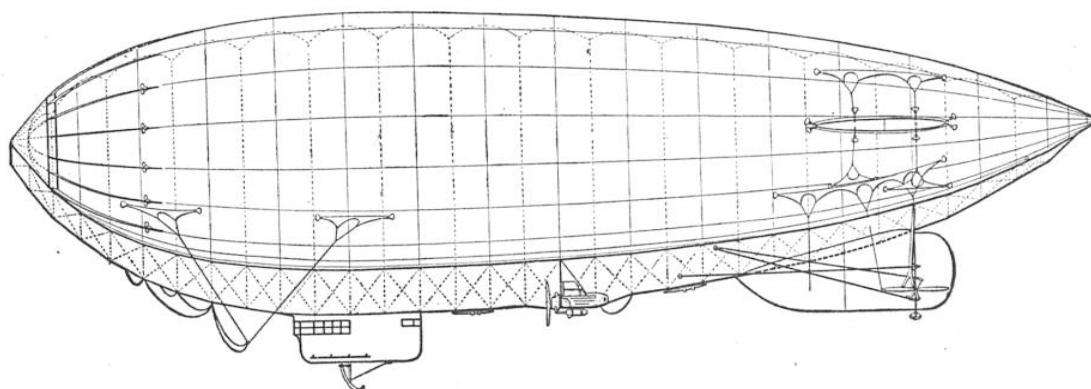
Dans un ballon souple, le gaz de gonflement est contenu dans une enveloppe en tissu caoutchouc étanche. Extérieurement, la forme de carène rappelle celle d'un cigare



VUE DU NOUVEAU DIRIGEABLE SEMI-RIGIDE « V. 10 », ÉTABLI POUR LA MARINE FRANÇAISE, MONTRANT LA QUILLE À LAQUELLE EST FIXÉE LA NACELLE, ET L'ARMATURE MÉTALLIQUE AVANT

renflé vers l'avant et effilé à l'arrière. Au repos, la permanence de forme est assurée par la surpression du gaz de gonflement, surpression variant entre 10 et 30 millimètres d'eau. En navigation, pendant la montée, il est nécessaire d'évacuer du gaz, dont la surpression deviendrait dangereuse ; pendant la descente, afin d'assurer la permanence de forme de la carène, le pilote remplit une ou plusieurs chambres à air appelées ballonnets ; en dosant convenablement l'arrivée ou la sortie de l'air, on peut, à chaque instant, maintenir à l'intérieur du ballon une pression donnée, pour laquelle la sus-

d'une suspension extérieure, des câbles de commande et des empennages, atteint le tiers de la valeur totale de la résistance à l'avancement du dirigeable. Dans la pratique, il est bon de ne pas dépasser, dans ce genre de construction, un volume compris entre 15.000 et 20.000 mètres cubes ; la vitesse atteinte est, au maximum, de 90 kilomètres à l'heure, et le poids utile est d'environ 40 % du poids total. Pour toutes ces raisons, la construction des dirigeables souples se ralentit constamment et cède la place aux autres types : le semi-rigide et le rigide.



ENSEMBLE DU DIRIGEABLE « V. 10 » MONTRANT LA CONSTITUTION DE L'ENVELOPPE EN FUSEAUX ET NON EN ANNEAUX, COMME CELA SE FAIT D'ORDINAIRE, NOTAMMENT DANS LES RIGIDES

La longueur totale est de 45 m 70, la hauteur totale de 17 mètres.

pension et les commandes de gouvernails ont été réglées.

Une nacelle profilée, contenant les moteurs, les réservoirs à combustible, les appareils de ventilation, les appareils de pilotage et de navigation, est suspendue sous l'enveloppe, à une distance de quelques mètres, au moyen d'un assemblage de cordages ou de câbles d'acier.

Malgré tous les perfectionnements que l'on peut espérer apporter à la construction des dirigeables souples, les performances dont ils sont capables sont limitées, pour les raisons suivantes :

Si l'on veut augmenter le poids enlevé ou la distance franchissable, on est conduit à accroître le volume de l'aéronef, donc la surface et le poids de l'étoffe caoutchoutée ; d'autre part, la permanence de forme de la carène ne pouvant être assurée qu'au moyen d'une forte surpression conduisant à l'emploi d'étoffe caoutchoutée très résistante, le poids utile se trouve très vite réduit. De plus, l'expérience montre que la résistance à l'avancement, due à la présence

Les ballons semi-rigides

La construction semi-rigide permet de remédier en partie à ces inconvénients. Grâce à l'adjonction d'une quille métallique accolée au ventre de l'enveloppe et solidaire, à l'avant, d'une armature également métallique, les hautes pressions dues au courant d'air de la marche s'appuient directement sur cette armature ; on peut alors ne faire régner à l'intérieur de l'enveloppe qu'une pression relativement faible (10 millimètres d'eau) et, par conséquent, employer un tissu moins résistant, donc plus léger. Il est ainsi possible d'augmenter le volume du dirigeable jusqu'à 50.000 mètres cubes et d'obtenir une vitesse de 115 kilomètres à l'heure, sans atteindre des poids prohibitifs de construction.

De plus, la nacelle peut être accolée à la quille entoilée, d'où suppression des résistances parasites dues à une suspension extérieure. Enfin, il est possible d'installer dans la quille les réservoirs d'essence, les water-ballasts et les engins d'arrêt, et de fixer

les moteurs hors de la nacelle (le bruit des vibrations des moteurs sont ainsi moins gênants pour les passagers).

Nous décrirons plus loin ce type de ballon, dont le premier construit en France est actuellement en service à Orly.

Les ballons rigides

Enfin, au delà d'un certain volume (environ 50.000 mètres cubes) et si l'on veut

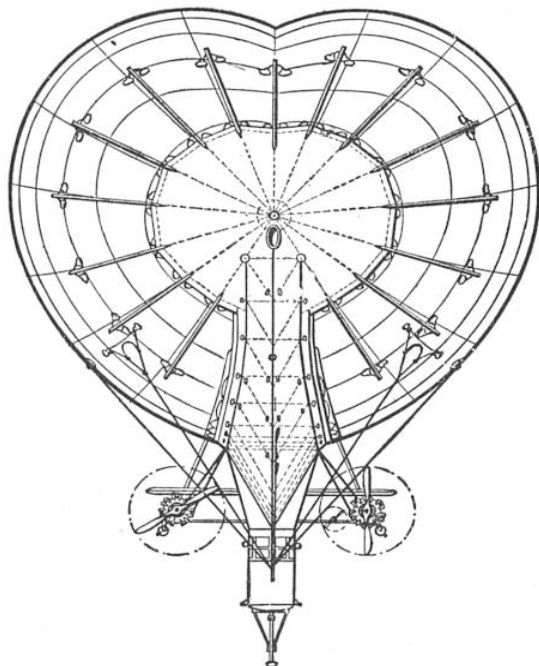
la catastrophe du *Diemude* a fait renoncer provisoirement à la construction des grands dirigeables.

Le nouveau semi-rigide « V. 10 »

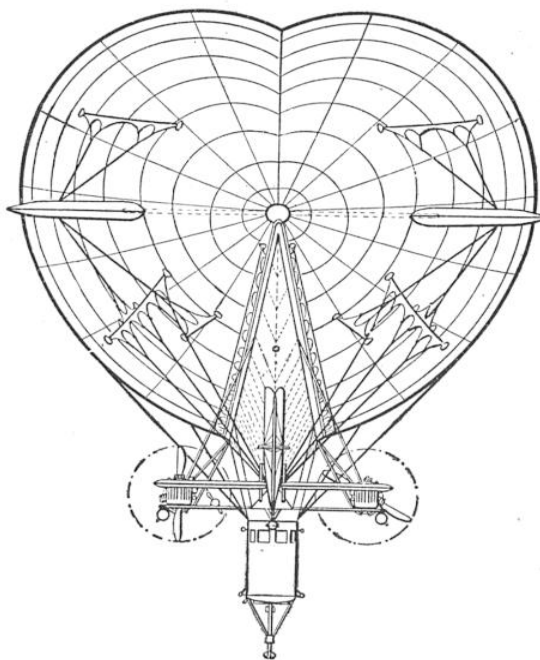
Nous avons vu précédemment que, pour améliorer le type de dirigeable souple jusqu'à présent employé en France, il fallait recourir à la construction semi-rigide.

Depuis 1900, les Italiens avaient résolu

FACE AVANT



FACE ARRIÈRE



SUR CES DESSINS DE L'ARMATURE DU « V. 10 », ON DISTINGUE LE PROFIL DE LA QUILLE MÉTALLIQUE, LE MODE DE FIXATION DES MOTEURS ET DES GOUVERNAILS ET LA COUPE TRANSVERSALE EN AS DE PIQUE, PERMETTANT LA RÉPARTITION DES EFFORTS SUPPORTÉS PAR L'ARMATURE

augmenter encore la vitesse, on constate que l'armature métallique des semi-rigides devient insuffisante pour maintenir en permanence la forme de la carène. On construit alors des ballons rigides.

Le gaz est emprisonné dans des ballonnets en étoffe baudruchée très légère ; ces ballonnets sont disposés dans les compartiments d'une immense carcasse métallique en duralumin ou en acier. Avec ces grands rigides, dont le volume varie entre 20.000 et 180.000 mètres cubes, on peut atteindre des vitesses voisines de 140 kilomètres à l'heure et emporter des tonnes de poids utile.

En France, la technique du dirigeable rigide est, pour ainsi dire, inexistante ;

le problème ; en 1907, on trouve, en France, un brevet De Dion, mais sans application pratique. Le problème était donc nouveau pour nos constructeurs. A la demande de la Marine, on commença par construire un dirigeable de petit volume (3.400 mètres cubes) ; ce ballon devait avoir une vitesse maximum de 95 kilomètres à l'heure ; les moteurs devaient avoir une puissance totale de 240 ch à 1.800 tours par minute. Y compris le combustible pour 9 h. 30 de marche à 70 kilomètres à l'heure, la charge utile devait être de 945 kilogrammes.

Après une période d'études relativement courte, la Société Zodiac a construit le dirigeable V.10, dont les essais officiels ont été faits avec succès à Orly. Nous don-

nous ci-dessous quelques détails de construction.

L'enveloppe est construite par fuseaux et non par anneaux. La coupe transversale offre l'aspect d'un as de pique. Les deux lobes de l'enveloppe se raccordent à la méridienne supérieure avec une ralingue verticale à ponts paraboliques. La forme de ces ponts est calculée pour une égale répartition des tensions le long de la méridienne. Aux extrémités des ponts, distantes de 3 mètres, se fixent les suspentes intérieures de la poutre de quille. L'enveloppe est divisée en trois compartiments par deux cloisons étanches transversales limitant les déplacements de gaz dus aux changements d'assiette brusques du ballon.

Chaque compartiment comporte un ballonnet à air, une soupape à gaz, une soupape à air et un fuseau de déchirure. Le remplissage des ballonnets s'effectue au moyen d'un drain ouvert à la pointe avant du ballon et distribuant l'air à la pression dynamique de marche par trois dérivation, un clapet permet l'entrée automatique de l'air dans le ballonnet correspondant. A l'avant du drain, un clapet permet de régler l'admission de l'air ; l'évacuation de l'air des ballonnets se fait par soupape commandée.

L'étoffe employée dans la construction de l'enveloppe est du tissu double caoutchouté, obtenu par dépôt à chaud de couches

de gomme sur des tissus élémentaires de coton ; il est absolument indispensable que l'étoffe soit très résistante et parfaitement étanche au gaz.

Toutes les charges sont supportées par la poutre de quille. Cette poutre a une section transversale triangulaire, dont un côté

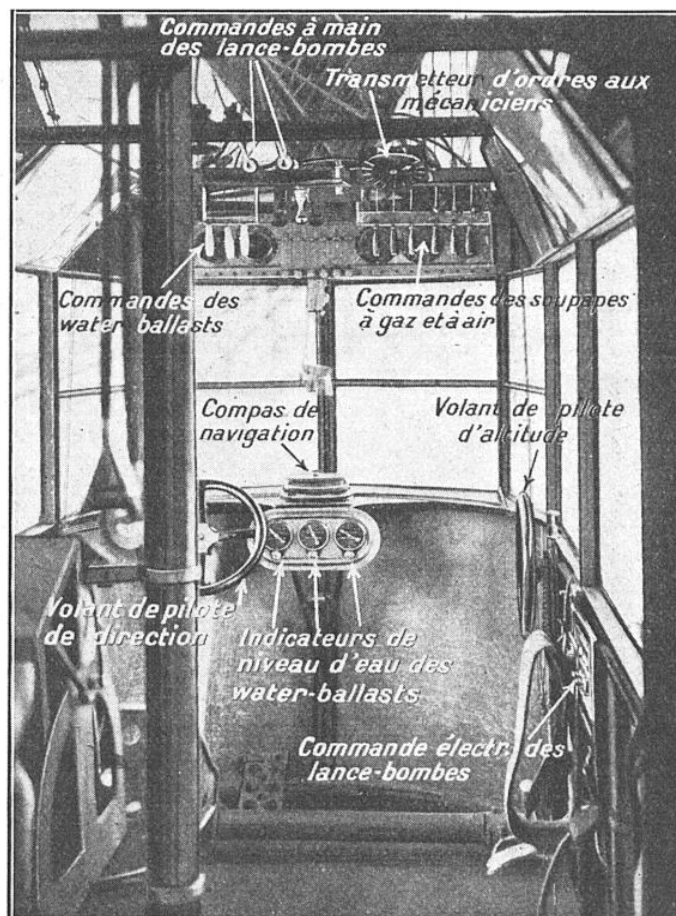
épouse la forme de la partie inférieure de la carène ; elle est constituée par des couples reliés entre eux au moyen de longerons ; ces éléments sont construits en tôle de duralumin emboutie et rivée et ont une section triangulaire. Aux nœuds d'assemblage des couples et des longerons, sont placés des raccords en tôle d'acier doux, dans lesquels les longerons sont montés à rotule pour permettre de légères déformations de l'ensemble. Les faces du prisme formées par les couples et les longerons sont croisillonées avec des cordes à piano. Aux

nœuds supérieurs de la poutre viennent se fixer les suspentes intérieures de l'enveloppe et la suspension extérieure, réduite à une ralingue collée à la partie inférieure de l'enveloppe.

Une passerelle, fixée dans le dièdre inférieur du prisme, facilite la circulation dans le couloir de quille.

On a placé, dans la quille, les engins d'arrêt (deux guide-ropes et un cône-ancre), cinq réservoirs, d'essence, trois water-ballasts, quatre pantalons d'eau, les commandes de gouvernails, le poste des mécaniciens, etc.

La nacelle est suspendue sous la poutre



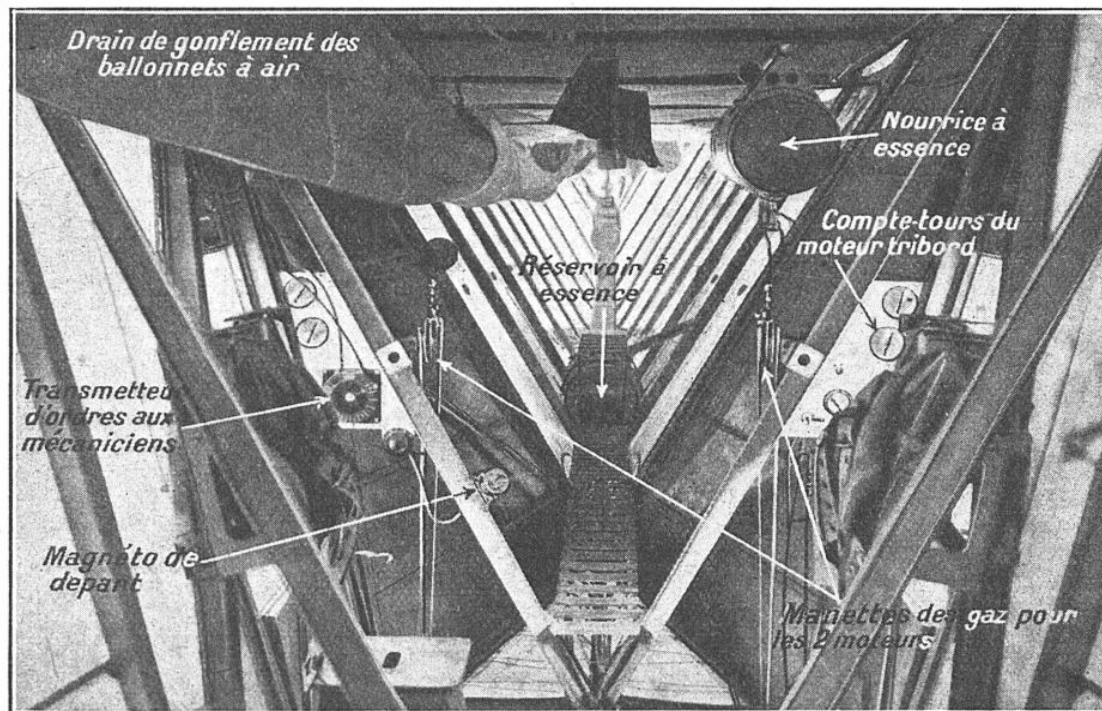
PÔSTE DE PILOTAGE DU SEMI-RIGIDE « V. 10 »

de quille ; elle est construite en profilés et en tôle de duralumin. De l'avant à l'arrière, elle comporte le poste de pilotage, le poste de commandement, la chambre de navigation avec échelle d'accès au couloir de quille, la cabine de T. S. F. et le poste de veille arrière avec W.-C.

Les deux moteurs sont montés sur deux pylônes accrochés à la poutre de quille, à

gouvernails de profondeur. Les gouvernails ont été placés dans le courant d'air des hélices, de façon à obtenir le maximum d'efficacité.

Une armature en forme de parapluie, comprenant dix-sept nervures reliées entre elles et épousant la pointe avant du dirigeable, a été calculée et aménagée pour permettre l'amarrage du ballon au mât.



PHOTOGRAPHIE MONTRANT L'INTÉRIEUR DE LA QUILLE MÉTALLIQUE SITUÉE SOUS LE DIRIGEABLE « V. 10 » ET À LAQUELLE SONT FIXÉS LES MOTEURS ET LA NACELLE

quelques mètres sur l'arrière de la nacelle. Ce sont deux moteurs de 120 ch Salmson 9 AC à refroidissement par l'air, actionnant deux hélices tractives à 1.800 tours par minute au maximum. Le poste des mécaniciens est entre les pylônes, dans le couloir de quille ; là se trouvent les appareils de lancement, de conduite et de contrôle des moteurs, des extincteurs, l'appareil récepteur d'ordres du commandant, etc.

Deux empennages horizontaux, disposés à l'équateur de l'enveloppe et à l'arrière, assurent la stabilité du dirigeable en altitude. Deux empennages verticaux, fixés sur l'enveloppe et sous la poutre de quille, servent à la stabilité en direction ; sur l'empennage inférieur sont fixés le gouvernail de direction et deux autres empennages horizontaux servant de point d'appui aux

Les résultats obtenus avec ce nouveau dirigeable

Du point de vue de la sécurité, tous les éléments du ballon ont été calculés pour résister aux efforts auxquels ils peuvent être soumis dans les circonstances les plus défavorables de la navigation ; de nombreuses précautions contre l'incendie ont été prises ; des extincteurs, répartis dans tout le ballon, permettent d'enrayer rapidement tout commencement d'incendie. Pour éviter la production d'étincelles entre deux parties métalliques voisines, celles-ci sont toutes réunies entre elles de manière à former un énorme contrepoids électrique de potentiel constant, comprenant même la masse gazeuse.

Enfin, tous les passagers sont munis

de parachutes et peuvent évacuer le ballon tous à la fois.

Les performances enregistrées aux essais furent les suivantes : *charge utile*, 1.050 kilogrammes (cette charge est calculée d'après les conditions du marché pour une force ascensionnelle de l'hydrogène égale à 1.120 grammes à la température de 25° C et à la pression normale); *vitesse maximum*, 90 kilomètres à l'heure; *distance franchissable à allure économique*, 750 kilomètres.

Ces nombres montrent l'effort accompli par les constructeurs. Profitant de l'expérience acquise après ce premier succès, ils seront peut-être en mesure de mettre au point de grands dirigeables semi-rigides, comparables, sinon supérieurs, à ceux que fournit la construction italienne.

Actuellement, la Société Zodiac construit à Puteaux un dirigeable de 10.000 mètres cubes pour le compte de la Marine; équipé avec deux moteurs Jupiter qui développent une puissance de 700 chevaux, ce ballon doit soulever un poids utile de 4.500 kilogrammes, atteindre une vitesse maximum de 110 kilomètres à l'heure et franchir une distance de 1.100 kilomètres; les essais de cette nouvelle unité auront lieu prochainement.

Enfin, toujours à la demande de la Marine, la Société Zodiac étudie un ballon diri-

geable de 15.000 mètres cubes, capable de tenir l'air à vitesse économique pendant quarante-huit heures et de franchir, à cette vitesse, une distance d'environ 3.500 kilomètres.

On conçoit quel intérêt présente la parfaite mise au point d'un pareil engin à la fois pour les besoins de la marine et pour ceux de la navigation aérienne commerciale.

Nous assistons donc en France à un renouveau d'activité des dirigeables (1). Pendant la guerre, ces engins ont rendu à la marine des services appréciables pour l'escorte des convois au large et la surveillance côtière. On avait en eux toute confiance, à tel point qu'avant la catastrophe du *Diamude* on considérait les rigides comme des navires aériens capables de lutter contre le vent, de même que les cuirassés tiennent tête à la mer. Ce bel enthousiasme disparut en un jour; la construction du rigide en France n'eut pas le temps de naître.

A l'étranger, on ne s'est pas autant désintéressé de la question; d'actives recherches, couronnées de succès tant en Allemagne qu'aux Etats-Unis et en Angleterre, ont permis de mettre au point de véritables paquebots de l'air, capables de s'envoler pour de longs voyages aériens... et d'arriver à destination.

REMONDIÈRE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 533.

RAPPELONS-NOUS QUE :

Le nom du Président Hoover restera attaché à la croisade américaine pour diminuer le gaspillage dans la production. De l'enquête ordonnée par lui, il résulte qu'il y a gaspillage : 1° quand les ouvriers sont congédiés en morte-saison ; 2° quand il y a spéculation de surproduction, au moment où les affaires marchent bien ; 3° quand il y a conflit avec la main-d'œuvre ; 4° quand le transport des marchandises, des combustibles, de l'énergie fonctionne mal ; 5° quand le travail saisonnier est excessif ; 6° quand il y a perte de matières premières ; 7° quand les procédés de fabrication sont mal exploités ; 8° quand les produits d'un usage courant manquent d'uniformité ou de simplicité.

(D'après les notes de Jean MILHAUD sur l'Amérique industrielle.)

RETENONS QUE :

Dans les usines américaines, l'ouvrier trouve toujours à sa portée des prises de courant, des robinets d'air comprimé — utilisé comme force motrice presque autant que l'électricité — de gaz, d'eau chaude et froide, et même des canalisations amenant de la sciure de bois pour répandre sur le sol des ateliers et y absorber l'huile répandue.

(D'après H. DUBREUIL : Le travail américain vu par un ouvrier français en 1929.)

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE FRANÇAISE EST A LA TÊTE DE LA TRACTION INDUSTRIELLE

Par CAPÈRE

En 1930, 350.000 camions et camionnettes, représentant 30 % du nombre total des automobiles, circulent en France. Ce chiffre suffit à montrer l'essor des poids lourds, qui enregistrent chaque année de notables progrès, aussi bien au point de vue du moteur qu'au point de vue mécanique en général. Il ne faut d'ailleurs pas oublier que le tourisme utilise largement le poids lourd, sous la forme d'autobus de ville ou d'autocars de luxe. On sait que ces derniers effectuent aujourd'hui la traversée régulière du Sahara en cinq jours, et que les routes de France commencent à être sillonnées d'autocars rapides, atteignant 80 kilomètres à l'heure. On doit d'ailleurs constater que la technique des véhicules industriels bénéficie des études faites pour la construction des automobiles de tourisme et tend de plus en plus à adopter les mêmes solutions. C'est ainsi que 83 % des châssis qui étaient exposés au Salon de Paris, sont équipés avec des moteurs à essence à six cylindres, 13 % seulement ont des moteurs à quatre cylindres, et l'on trouve déjà 4 % des moteurs à huit cylindres. Cependant, il faut signaler tout particulièrement — et par là le poids lourd se distingue de la voiture de tourisme — l'essor marqué du moteur Diesel à huile lourde et l'utilisation du gazogène transportable (1). Il est bon de mentionner que certains modèles de châssis sont à accumulateurs électriques avec génératrice. Au point de vue purement mécanique, on note 80 % de blocs-moteurs contre 14 % de boîtes de vitesses séparées et 6 % de transmissions électriques. La transmission par chaînes a cédé la place à la transmission par arbre à cardans, les grandes démultiplications ayant été rendues possibles, grâce aux progrès de la taille des engrenages. Les pneus jumelés équipent 50 % des roues et on ne trouve plus que 6 % de bandages pleins. Si le tonnage des camions reste, en général, compris entre 3 et 5 tonnes de charge utile — il y en a de 12 tonnes — celui des autobus et autocars augmente : 25 % au-dessus de 7 tonnes, 25 % de 6 à 7 tonnes, 20 % de 5 à 6 tonnes, 25 % au-dessous de 5 tonnes. L'empattement compatible avec les sinuosités des routes étant assez faible, on trouve donc des châssis présentant à l'arrière un long porte à faux. L'emploi des six roues se généralise de plus en plus pour diminuer la charge par essieu. Signalons, enfin, le grand confort des autocars modernes et les essais en cours d'utilisation du gaz d'éclairage sur les autobus.

Evolution logique de la traction automobile

DANS une étude précédente (n° 140 de février 1929), nous avons montré quel avait été le rôle du ministère de la Guerre dans l'orientation de la construction automobile des véhicules de poids lourds en vue de la production intensive d'un type de véhicule déterminé, dont on prévoyait le rôle indispensable dans une guerre éventuelle.

Par un système de primes, on avait ainsi créé peu à peu le camion automobile, type militaire, d'un tonnage utile compris entre 3 et 5 tonnes, qui s'est montré dans la Grande Guerre tout à fait apte aux multiples services qu'on a dû lui faire assurer.

(1) Voir page 99 de ce numéro.

C'est ce type de camion, actuellement si répandu, qui a été le camion de la victoire, c'est lui qui a permis l'issue glorieuse de la bataille de Verdun, c'est lui aussi qui a permis les transports rapides et intensifs qui ont rendu possibles les mouvements stratégiques ordonnés par Foch pour obtenir la victoire finale.

Depuis la guerre, ce type de véhicule est resté extrêmement prisé par les usagers, et nous ne croyons pas utile de nous y appesantir plus longuement. Il est tout à fait classique chez nos constructeurs et il est populaire pour tous les usagers.

Le ministère a jugé qu'il était inutile désormais de sacrifier, à payer des primes, des sommes importantes, pour encourager la construction. Il sait que, pour une nouvelle guerre, les ressources naturelles de la réqui-

sition lui fourniraient les effectifs dont il a besoin dans ce type.

Il a réservé les primes dont il peut disposer pour encourager la construction de certains véhicules spéciaux, comme, par exemple, les camions de fort tonnage (13 tonnes) et les véhicules destinés au Sahara, dont nous dirons quelques mots plus loin.

Mais il est un type de véhicule, à peine connu avant la guerre, qui a pris naissance spontanément, créé par l'importance des besoins et qui s'est énormément généralisé depuis, parce que tout le monde en a apprécié les qualités, et que l'on connaît sous le nom de *camionnette*.

La camionnette automobile, diminutif de camion automobile, comprend toute une gamme de véhicules capables de transporter de 500 kilogrammes à 2.000 kilogrammes environ.

Voici, d'ailleurs, comment les divers véhicules automobiles se trouvent classés par le fisc dans la circulaire du 11 avril 1927, modifiée par celle du 1^{er} septembre 1928.

A l'avenir, la distinction entre véhicules de tourisme ou camionnettes, d'une part, et camions, d'autre part, se fera, les véhicules étant reçus sur châssis, d'après le poids du châssis nu, bandages compris, suivant que ce poids sera supérieur ou inférieur à 2.250 kilogrammes.

On évaluera forfaitairement la vitesse de rotation du moteur à 1.200 ou à 1.800 tours par minute.

Pour tous les châssis de poids compris entre 1.250 et 2.250 kilogrammes, il sera inscrit simultanément, sur le procès-verbal de réception du Service des Mines, deux puissances :

Une première puissance, calculée sur la base d'une vitesse de 1.800 tours par minute, qui sera mentionnée au procès-verbal comme devant être admise quand le châssis comportera une carrosserie destinée au tourisme ;

Une deuxième puissance, calculée sur la base d'une vitesse de 1.500 tours à la minute, qui sera mentionnée en même temps comme devant être admise quand le châssis supportera une carrosserie destinée à un service public de transport en commun ou au transport des marchandises.

A titre d'exemple, si nous prenons un moteur 6 cylindres, de 72 millimètres d'alésage et de 100 millimètres de course, pour équiper trois types de châssis, un de 2.300 kilogrammes, un de 1.300 kilogrammes et un de 1.000 kilogrammes, nous aurons les puissances fiscales suivantes :

Châssis de 2.300 kilogrammes, puissance fiscale sur 1.200 tours, 9 ch ;

Châssis de 1.300 kilogrammes, double puissance sur 1.500 et 1.800 tours, 12 ch pour usage industriel et 14 ch pour usage tourisme ;

Châssis de 1.000 kilogrammes, puissance fiscale sur 1.800 tours, 14 ch, quelle que soit la destination.

Cette façon de procéder ne nous paraît pas d'une logique irréprochable.

Le fait d'accorder le bénéfice de la double puissance à une camionnette parce que son châssis nu pèse plus de 1.250 kilogrammes, constitue une prime à la lourdeur. Il en résulte parfois que, pour profiter d'un argument commercial (légère économie d'impôt), le constructeur soit amené à renoncer à alléger sa construction et à fournir, à son corps défendant, des véhicules d'un poids mort systématiquement trop élevé.

Il eût été beaucoup plus simple de diviser les véhicules en trois catégories : camions automobiles dont le châssis nu pèse plus de 2.250 kilogrammes ; camionnettes dont le châssis nu pèse moins de 2.250 kilogrammes et dont l'utilisation est réservée aux transports en commun et aux marchandises ; voitures de tourisme, mêmes limites de poids que les camionnettes, mais uniquement réservées au transport de personnes sans fins commerciales. Et on aurait calculé la puissance fiscale, dans ces conditions, respectivement sur 1.200, 1.500 et 1.800 tours par minute.

Nous n'insisterons pas davantage, mais il était utile de signaler cette erreur, comme nous avons déjà signalé, dans une étude précédente (1), l'erreur qu'il y avait aussi à calculer la puissance fiscale sur la cylindrée, ce qui nous a poussé à construire des moteurs de plus en plus petits, qu'il faut faire tourner de plus en plus vite pour en tirer la puissance dont on a besoin. D'où usure plus rapide, vibrations, bruit, démultiplications exagérées, etc... Il y a là, pour le véhicule industriel surtout, une hérésie, dont il faudra certainement s'affranchir, en obtenant du fisc un mode de taxation beaucoup plus logique. Par exemple, une simple taxe sur l'essence consommée.

Les véhicules industriels modernes

Les constructeurs continuent à traiter un peu différemment les camions proprement dits et les autobus ou autocars ; les premiers peuvent être à allure rapide ou à allure modérée ; les seconds sont de plus en plus à grande vitesse, ils disposent des mêmes vitesses de marche que les voitures de tourisme, et le « 80 kilomètres à l'heure » est

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 503

facilement atteint par des autocars à quarante places.

On prévoit, d'ailleurs, de plus en plus, des transports rapides de ville à ville : Paris-Cherbourg, Paris-Marseille, Paris-Bordeaux, etc., etc.

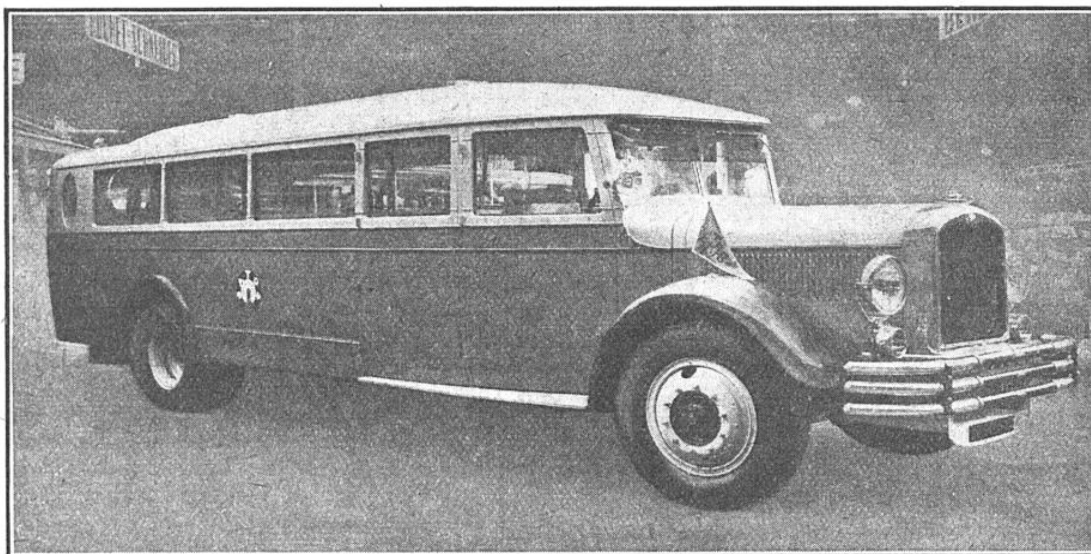
Le moteur Diesel gagne du terrain

Les moteurs 6 cylindres ont gagné beaucoup de terrain : ils équipent 83 % des voitures, contre 13 % seulement de moteurs à 4 cylindres. Et on trouve déjà 4 % des véhicules équipés avec des moteurs 8 cylindres.

beaucoup de terrain. Il en existait de merveilleux modèles sur les camions et autocars Mercedes-Benz et sur les camions Saurer.

Nous en avons donné une description détaillée dans le n° 140 de février 1929 ; il suffira de s'y reporter. Rappelons seulement que ces moteurs emploient le gaz-oil, c'est-à-dire un combustible beaucoup moins cher que l'essence.

Ces moteurs sont d'assez forte cylindrée, 6 cylindres de 110-180 ; on peut en tirer une puissance voisine de 100 ch pour les autocars à grande vitesse.



L'AUTOCAR « PARIS-CHERBOURG » A GRANDE VITESSE (80 KM A L'HEURE), A DEUX ESSIEUX, MOTEUR 6 CYLINDRES

Il est certain que l'augmentation du nombre des cylindres donne beaucoup de douceur et de souplesse à la traction, et, avec des carburateurs à double corps qui assurent une parfaite alimentation, on réalise des moteurs très nerveux et d'utilisation économique.

L'allumage est assuré par magnéto sur 36 % des véhicules, par batterie et bobine sur 63 %, et sur le reste, 1 à 2 %, on trouve l'allumage conjugué.

On peut noter ici que le ministère de la Guerre a imposé, pour les véhicules destinés au Sahara, la magnéto, qui est d'un fonctionnement toujours sûr, quel que soit le temps d'immobilisation auquel peut être obligé un véhicule.

Comme on pouvait le prévoir déjà l'année dernière, le moteur Diesel à plusieurs cylindres et à grande vitesse de régime a gagné

Embrayage et boîte de vitesses sont minutieusement étudiés

Les constructeurs se partagent en deux écoles : les partisans du bloc-moteur et les partisans de la boîte séparée. Les deux systèmes ont leurs inconvénients et leurs avantages.

Le bloc-moteur constitue un ensemble de dessin assez net, qui semble exempt de complication et d'un nettoyage extérieur toujours facile, mais il rend les moindres réparations très onéreuses, parce que tous les organes internes, et notamment l'embrayage, sont inaccessibles. Il n'a été rendu possible d'ailleurs que par la sécurité actuelle de fonctionnement de la mécanique automobile. Il ne faut pas nier, cependant, que, sur un châssis très long, il oblige, en ce qui concerne l'arbre de transmission à cardans, soit à

installer un relais qui en diminue la longueur, soit à adopter des arbres creux de très gros diamètre.

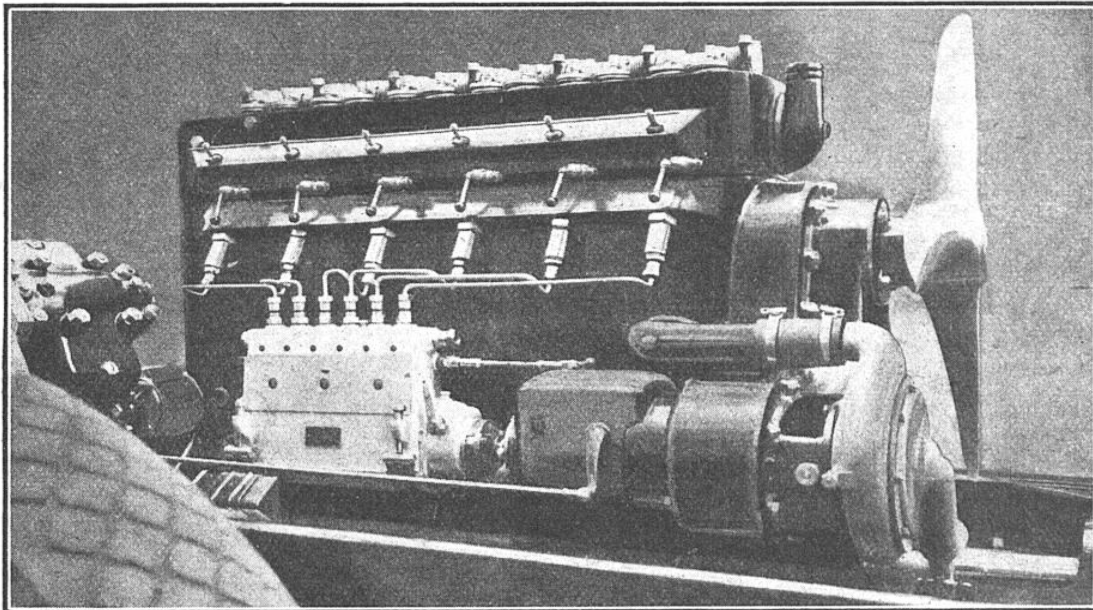
Avec la boîte séparée, les organes sont plus accessibles : on peut facilement démonter l'embrayage ; la boîte constitue automatiquement un relais sur la longueur de l'arbre de transmission, qui se trouve ainsi ramené à une longueur moins dangereuse pour sa stabilité aux grandes vitesses de rotation auxquelles cet arbre est soumis.

Nous avons noté, comme l'an dernier, en-

La transmission par chaîne disparaît

La transmission par chaînes a à peu près disparu, au profit exclusif de la transmission par arbre à cardans ; tous les types de transmission au pont sont employés ; on relève environ de 38 à 40 % de transmissions par vis sans fin, de 14 à 16 % par engrenages à double réduction (deux trains), de 20 à 30 % par un simple couple d'engrenages d'angle, et de 4 à 6 % par engrenages à denture intérieure.

Les grandes démultiplications par un



LE MOTEUR DIESEL « SAURER » A HUILE LOURDE, SIX CYLINDRES, PRÉSENTE LE MÊME ASPECT EXTÉRIEUR QUE LE MOTEUR A ESSENCE

viron 80 % de blocs-moteurs contre 14 % de boîtes séparées et 6 % de transmissions électriques.

Les boîtes de vitesses sont du type à baladeurs, les unes à trois, les autres à quatre vitesses, et le choix n'en est pas toujours déterminé par la théorie, mais par la pratique de la traction industrielle.

En fait, le véhicule industriel devrait avoir quatre vitesses pour pouvoir réaliser la marche la plus économique ; mais, pour des raisons de facilité de manœuvre, comme, par exemple, pour des autobus affectés à un service de ville très chargé, on préfère n'en mettre que trois.

Les embrayages sont, tous, du type à disques simples ou multiples, de préférence fonctionnant à sec, avec garnitures de ferodo ou analogues.

seul couple conique ont été rendues possibles par les progrès de la taille, par les dentures à profils corrigés, genre Maag, par les dentures spirales Gleason et par les dentures hypoid.

Il est courant de trouver des engrenages à six et sept dents, alors qu'autrefois, pour des pignons coniques, il était dangereux de descendre au-dessous de treize dents.

Le pneumatique remplace le bandage plein

Comme il fallait s'y attendre, l'adoption de vitesses de marche toujours plus grandes a imposé de plus en plus le bandage pneumatique à haute ou à basse pression.

On relevait les proportions suivantes :

Pneus ballons à basse pression...	22 %
Pneus jumelés	50 %

Pneus simples 15 %
 Bandages en caoutchouc plein... 6 %

Les pneus jumelés sont très nombreux, comme nous le voyons ici, mais leur emploi ne va pas sans exiger une grande surveillance, qui n'est guère facilitée sur les voitures carrossées. Il faut veiller à l'égalité de la pression, à l'égalité d'usure des deux enveloppes accolées, etc... Il est prudent de mettre ensemble des pneus identiques et de

allure de plus de 80 kilomètres à l'heure !

**Le tonnage des camions ne varie guère ;
celui des autocars augmente**

En ce qui concerne les camions, le tonnage reste toujours compris dans les limites que l'autorité militaire a rendues classiques : de 3 à 5 tonnes de charge utile pour la majorité et de 7 à 8 tonnes pour un certain nombre de types de véhicules, en général



TYPE DE CAMIONNETTE BACHÉE, A GAZOGÈNE, DE 4.500 KILOGRAMMES DE CHARGE UTILE

la même marque, pour qu'ils se partagent exactement la charge.

Le bandage pneumatique permet d'alléger beaucoup les roues. Une roue à disque pèse ainsi de 80 à 100 kilogrammes, au lieu de 400 à 500 kilogrammes. Il s'impose absolument sur des véhicules à très grande vitesse, et il ménage à la fois le véhicule et la route.

On ne peut que féliciter hautement les fabricants de bandages, comme Dunlop, Michelin et autres, pour le degré de perfection qu'ils ont atteint dans la fabrication de bandages d'aussi fort calibre et d'une robustesse à toute épreuve. Songez qu'il faut assurer le trafic d'autocars à quelque quarante places, effectuant un trajet considérable entre deux villes éloignées, à une

primés par le ministère de la Guerre.

Nous pouvons noter ici que, dans le domaine des véhicules industriels, il existe une technique suivie et homogène qui nous montre, chaque année, de la mécanique de tout premier ordre. Cela est dû à l'orientation vigoureuse et tenace qu'avait imposée avant la guerre le ministère de la Guerre, et qui a fixé les bases d'une doctrine reconnue bonne et suivie depuis.

C'est de la belle mécanique, avec des applications industrielles bien définies, qui n'a pas à suivre la mode et qui se garde des élucubrations dites d'avant-garde. La construction du poids lourd ne varie guère ; elle se borne à progresser logiquement, les modifications sont dictées par la nécessité et la

recherche du progrès. C'est la grande différence avec la construction de tourisme, qui se croit obligée de sortir, chaque année, du nouveau, quitte à abandonner un modèle excellent, pour se lancer dans un nouveau modèle établi à la hâte et souvent inférieur. Cette mentalité est regrettable à tous égards.

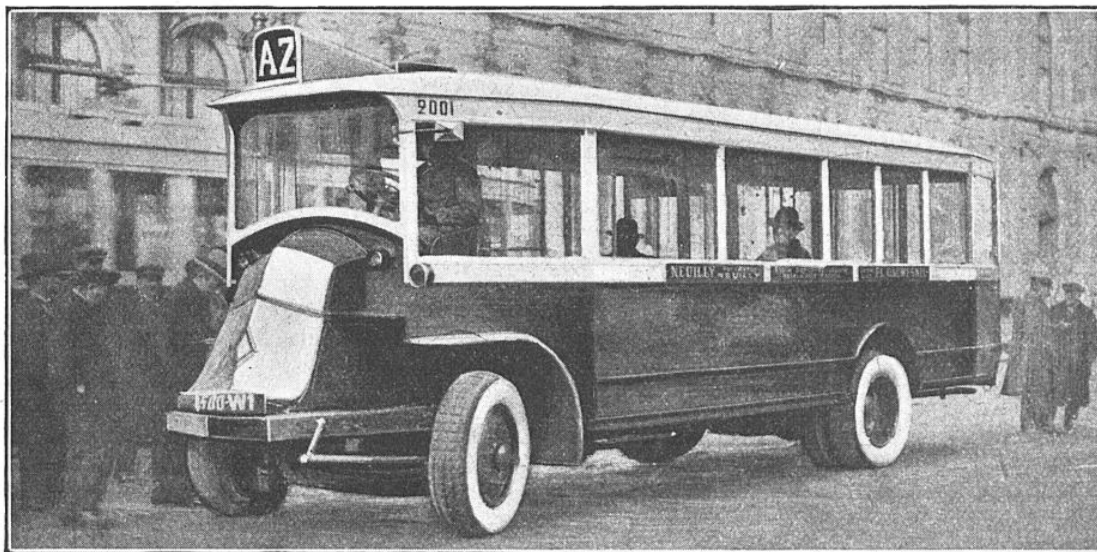
En ce qui concerne les autobus et autocars, les gros tonnages sont en très forte majorité : 25 % au-dessous de 5 tonnes, 20 % entre 5 et 6 tonnes, 25 % entre 6 et 7 tonnes et 25 % au-dessus de 7 tonnes.

Bien que la question de stabilité transver-

pas suffisant, sont obligées à des manœuvres de recul pour prendre certains virages en épingles à cheveux. La prudence exige que, pour des voitures publiques, on ne s'expose pas à des accidents terribles avec des manœuvres de ce genre, dans des virages en rampe très forte, sur des routes bordées par des précipices.

Les « six-roues »

Les gros autobus et autocars sont tous à six roues pour réduire la charge par roue à un taux admissible.



LE NOUVEL AUTOBUS RENAULT, COMPORTANT UNE PORTE A L'AVANT ET UNE PORTE A L'ARRIÈRE. Ce type d'autobus permet de réduire le personnel, le conducteur pouvant assurer les fonctions de chauffeur et de receveur. Dans ce cas, la porte arrière est fermée. Si les deux agents sont en service, la porte avant, qui ne peut être ouverte que par le conducteur, est réservée à la sortie.

sale ne soit pas en cause, les autobus à impériale ne semblent pas en faveur. C'est certainement parce que ce type rend le service, l'embarquement et le débarquement plus difficiles.

L'empattement est limité par les virages

Pour mémoire, l'empattement varie entre 4 et 6 mètres. Les grands empattements supérieurs à 4 mètres rendent la circulation à peu près impossible dans les régions montagneuses ; dans ces régions, il faut s'en tenir à des empattements réduits, quitte à tolérer un plus grand porte à faux à l'arrière.

En particulier, sur la route des Alpes, qui comprend le col des Aravis, le col du Galibier et le col d'Izoard, ces petits empattements s'imposent, puisque même certaines voitures de tourisme, dont le braquage n'est

La solution des autobus de Paris, avec essieu moteur central et essieux directeurs à l'avant et à l'arrière, est la moins répandue, quoiqu'elle facilite beaucoup les virages courts.

C'est la solution genre Miesse, Mercedes, Berliet, etc., à deux essieux moteurs rapprochés à l'arrière, qui paraît être la plus prise. Elle donne, évidemment, une plus grande adhérence motrice, puisqu'il y a plus de la moitié du poids total comme poids adhérent, au lieu d'un tiers dans le cas précédent.

La question du freinage

Les freins sur les quatre roues n'équipent encore que 45 % environ des châssis, les 55 % restant ne possèdent de freins que sur les roues motrices.

Il est évident que l'avenir imposera, comme pour le tourisme, les freins sur toutes les roues.

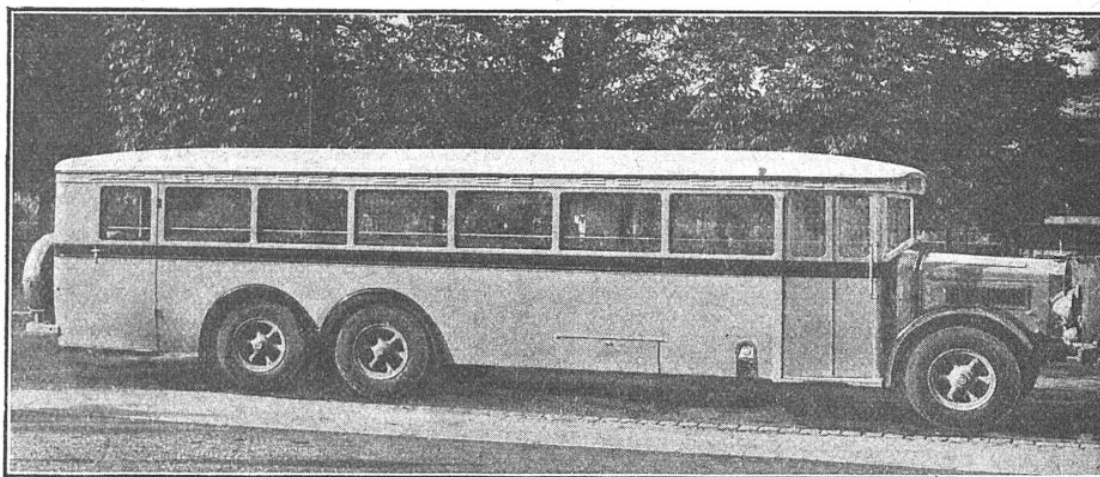
A ce propos, nous tenons à rappeler encore qu'à égalité de système de freinage, c'est-à-dire avec des freins efficaces et bien réglés, un véhicule de poids lourd, si lourd soit-il, s'arrêtera dans les mêmes limites de longueur de route qu'un véhicule extra-léger. Il faut se rappeler que l'arrêt d'un véhicule est obtenu dans une longueur qui est absolument indépendante du poids. La longueur d'arrêt ne dépend que de la vitesse et du coefficient d'adhérence des bandages sur le sol.

Pour donner un chiffre pratique facile à

Il existe, d'autre part, de très nombreuses applications, que nous nous bornerons à énumérer : bennes basculantes, matériel de voirie, matériel d'incendie, tonnes diverses, camions-grues, etc...

Pour supprimer l'essence

Il est évident que tous les moteurs peuvent utiliser l'essence, le benzol, l'alcool et l'alcool carburé, mais il faut signaler que certains véhicules sont équipés avec des gazogènes et marchent au gaz pauvre, et que, grâce au Diesel, on utilise maintenant le gaz-oil et les huiles lourdes.



TYPE D'AUTOBUS DE VILLE A SIX ROUES, ENTIÈREMENT FERMÉ

retenir, qui correspond à une adhérence moyenne de 0,5 du poids, on peut admettre, en chiffres ronds, que la longueur d'arrêt minimum pour un véhicule, dont toutes les roues seraient bloquées, est d'environ le dixième du carré de la vitesse en mètres par seconde. Par exemple, pour un véhicule marchant à 72 kilomètres à l'heure ou à 20 mètres par seconde, dont le carré est 400, la longueur minimum d'arrêt serait de 40 mètres.

Vers le plus grand confort

Les carrosseries d'autocars sont devenues extrêmement confortables dans les engins destinés aux services interurbains; on a prévu tout le confort possible, y compris les lavabos-toilette, fauteuils mobiles et tables, etc...

Les carrosseries de camion sont, en grande majorité, du type militaire à ridelles et bâche, mais on trouve des carrosseries spéciales, fourragères, camions à claire-voie pour le transport du bétail petit et gros.

Mais il faut mentionner les expériences en cours pour marcher au gaz comprimé, gaz d'éclairage ou méthane. Un essai prolongé est en cours à la T. C. R. P. sur une ligne d'autobus à moteur de série Schneider, muni simplement de mélangeurs et de carburateurs spéciaux.

L'alimentation se fait par des bouteilles contenant du gaz comprimé à 150 kilogrammes par cm^2 et munies d'un mano détendeur.

Le poids d'une bouteille en acier au chrome-nickel à haute résistance, d'une capacité de 45 litres, est de 52 kilogrammes environ. Cela correspond à environ 11 kilogrammes de poids pour loger un mètre cube de gaz à la pression atmosphérique.

Les risques d'éclatement de ces bouteilles sont absolument nuls.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont très satisfaisants, et on est en droit d'espérer qu'il y a là une solution d'avenir, qui nous permettra, peut-être, d'entrevoir une réduction du prix des transports.

Quelques véhicules électriques

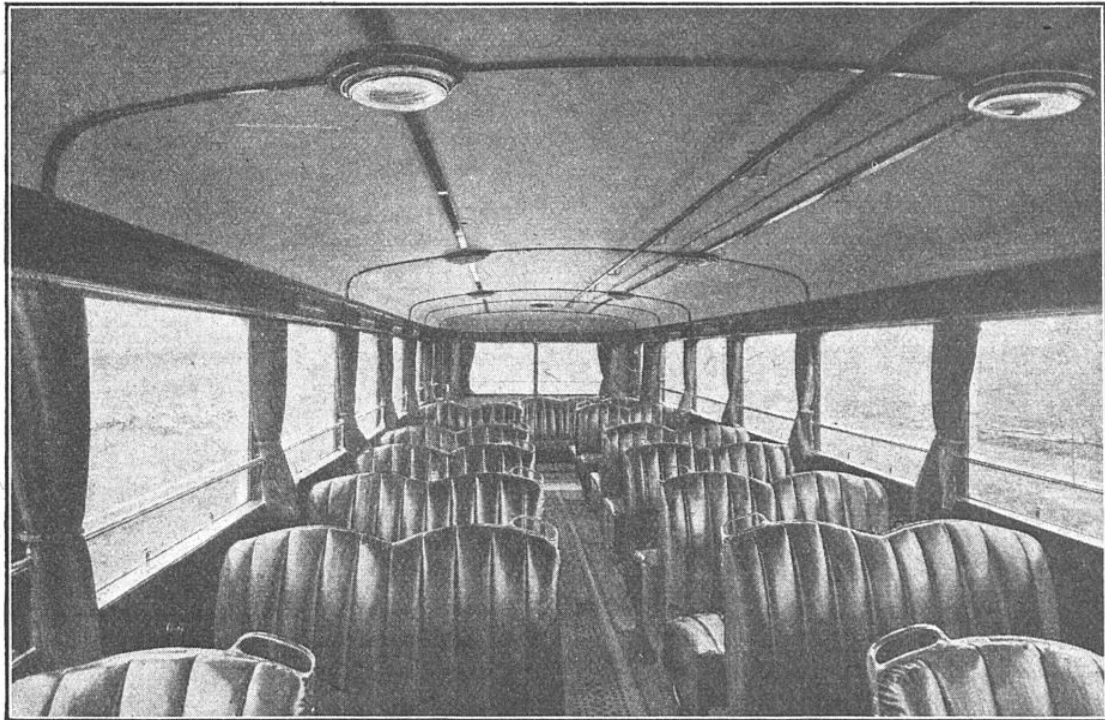
Pour terminer ce rapide examen de la construction des véhicules industriels, nous dirons un mot des véhicules électriques.

Il y avait, au Salon, quelques types d'autobus à trolley ; c'est un retour à du déjà vu d'avant-guerre. Il est évident que c'est une solution qui peut concurrencer le tramway à trolley, avec la voie ferrée en

tion, mais, malheureusement, on a souvent à souffrir des méfaits de l'acide sulfurique : émanations piquantes, rouille prématurée, etc.

Beaucoup d'entre nous ont pu garder le mauvais souvenir des tramways à accumulateurs d'avant-guerre, dans lesquels les voyageurs ne cessaient de tousser malgré une aération intense.

Il y a les batteries au fer-nickel, batteries Edison ou S. A. F. T. Dans ces batteries, les



CETTE PHOTOGRAPHIE MONTRE LE CONFORT RÉALISÉ À L'INTÉRIEUR DES AUTOBUS OU DES AUTOCARS MODERNES

moins. Mais ce genre d'autobus est évidemment prisonnier de l'itinéraire déterminé qui lui a été prévu.

Une autre solution, qui semble revenir en faveur depuis que les fabricants d'accumulateurs sont arrivés à construire des batteries extrêmement résistantes, est celle du camion à accumulateurs.

La partie mécanique, dynamos, controller, résistances, transmissions, etc., est d'une conception trop évidente pour que nous la décrivions en détail ; nous nous bornerons à dire un mot des batteries.

Il y a des batteries au plomb actuellement très robustes, dans lesquelles l'électrolyte est l'eau acidulée à l'acide sulfurique. Elles sont, évidemment, très indiquées pour la trac-

plaques sont constituées par des cadres en acier nickelé, à l'intérieur desquels sont scellées des pochettes métalliques en feuillard d'acier perforé contenant la matière active :

Oxyde de fer pour les plaques négatives ;

Oxyde de nickel, mélangé à des copeaux de nickel pour les plaques positives. Les copeaux de nickel ont pour but de laisser passer le courant électrique dans la masse d'oxyde de nickel, qui est peu conductrice.

L'électrolyte est une solution de potasse, qui n'entre pas en réaction. Il n'y a donc à craindre aucune action chimique des plaques lorsque l'accumulateur reste inactif, comme c'est le cas pour les accumulateurs au plomb qui se sulfatent.

L'accumulateur au nickel est plus robuste :

il possède, à poids égal, sensiblement la même « capacité » que l'accumulateur au plomb, mais, en revanche, il coûte plus cher et il a un rendement un peu moindre.

La batterie au plomb est actuellement garantie pour une quarantaine de mois, si elle est utilisée avec les soins exigés.

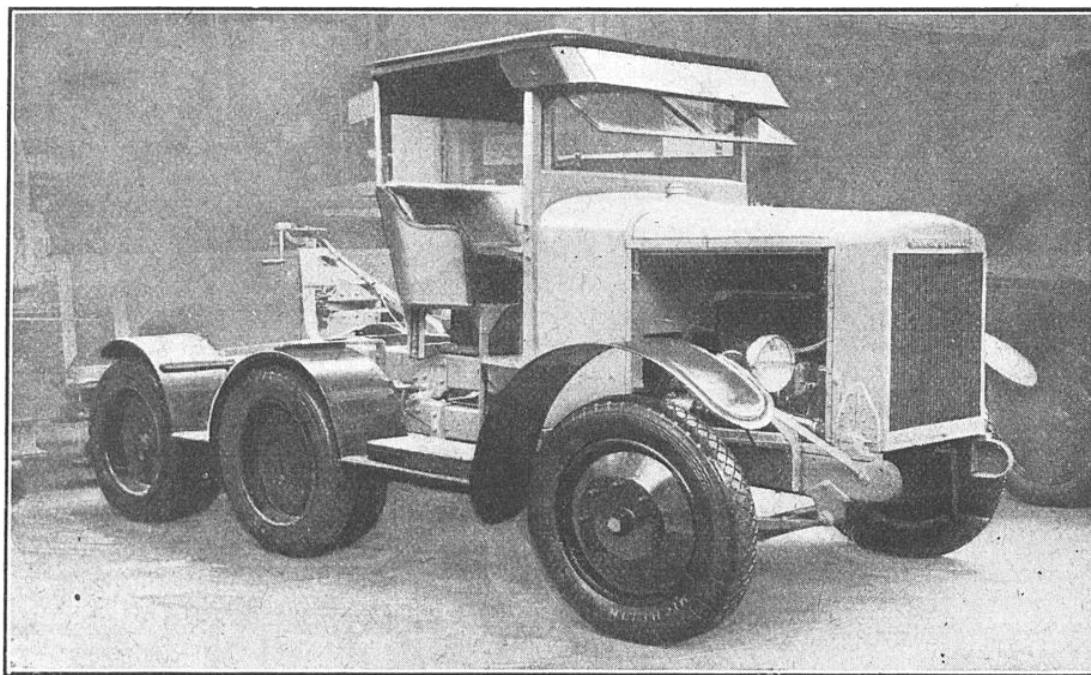
Une batterie Edison au nickel dure au moins cinq ans et on en a vu atteindre dix ans.

Personnellement, j'avais établi un camion de 6 tonnes à accumulateurs Edison, qui a

Edison en deux demi-batteries de 30 éléments ; la tension était donc de 60 volts (1 volt par élément). Il y avait une dynamo tétrapolaire, dont les inducteurs pouvaient être mis en série ou en parallèle pour la marche en palier ou en côte.

Le régime normal était de 72 ampères sous 60 volts, mais cette dynamo acceptait sans aucun inconvénient des surcharges de 100 et même 150 %.

Le rayon d'action était de 50 kilomètres environ et la vitesse de 13 kilomètres à l'heure.



TRACTEUR A SIX ROUES « CHENARD ET WALKER »

fourni, pendant toute la guerre, un service de ville et d'usine intensif.

La batterie est toujours restée propre, n'a jamais nécessité de réparations ni de remplacements. Tout s'est borné à changer l'électrolyte une seule fois.

Pour rendre la surveillance facile, on divise généralement la batterie en deux demi-batteries, installées chacune dans un coffre placé sous le châssis du camion, avec porte solide se rabattant sur le côté. La demi-batterie est installée sur un bâti muni de petites roues qui roulent sur des petits rails, ce qui permet d'attirer le tout sur la porte rabattue hors du camion, rendant accessibles tous les bacs.

Pour le camion de 6 tonnes ci-dessus, dont 3 de charge utile, il y avait 60 éléments

La seule préoccupation qui doit guider le conducteur est de mettre son camion à la charge à chaque arrêt de quelque durée. Il faut prévoir des postes de charges aux divers endroits que le camion doit desservir.

Il est clair que ce type de véhicule est d'une exploitation imbattable, sous le rapport économique, dans les régions à houille blanche, où l'énergie électrique est à bon marché.

On peut s'étonner de ne pas le voir se généraliser pour les transports à petite distance des usines installées dans les régions montagneuses.

Progrès dans le moteur lui-même, progrès dans la partie mécanique, progrès dans le confort, telles sont les heureuses caractéristiques du véhicule industriel de cette année.

CAPÈRE.

LES MYSTÈRES DES SCIENCES NATURELLES

LES FACULTÉS D'ORIENTATION DES INSECTES S'EXPLIQUENT AISÉMENT PAR L'ACUITÉ DE LEURS SENS

Par C. PIERRE

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

L'observation des phénomènes naturels commence toujours par éveiller notre curiosité, à cause de leur caractère souvent mystérieux. La réponse la plus facile à faire, et qui ne manque pas d'être faite souvent, est l'attribution à l'« instinct » des animaux, des facultés que nous ne pouvons saisir immédiatement. On parle aussi de sens spéciaux dont nous ignorons l'existence. Cependant, dans ce domaine comme dans bien d'autres, l'expérimentation scientifique permet, le plus souvent, d'expliquer aisément les phénomènes minutieusement étudiés. Parmi ceux-ci, il faut citer l'orientation des insectes, qui n'a pas manqué d'émerveiller les premiers observateurs. On sait toutefois aujourd'hui que c'est uniquement à leurs sens ordinaires (vue, ouïe, odorat, toucher), d'ailleurs extrêmement développés, qu'il faut attribuer les prodiges accomplis par les insectes. Notre collaborateur, M. Pierre, qui a étudié lui-même cette délicate question, nous fait part ici du résultat de ses observations personnelles, poursuivies sans relâche depuis de longues années.

LES insectes nous étonnent toujours par leurs allures extraordinaires, leurs mœurs bizarres, surtout par les résultats de leurs actes, dont les mouvements semblent être calculés et bien voulus, si étonnants parfois qu'ils laissent croire à l'existence de sens inconnus de nous !... La « faculté d'orientation » est dans ce cas. De multiples expériences, de consciencieuses observations, faites par les naturalistes les plus autorisés, permettent quantité d'hypothèses, même de controverses. Nous avons profité des unes et des autres pour étudier ce très curieux problème.

Occupons-nous, d'abord, des sens naturels, facteurs principaux de l'orientation, puis nous verrons tout ce qui peut compléter

ou modifier les sensations utiles reçues.

La vue des insectes est très développée

Les insectes ont une puissance de vision prodigieuse. Leurs yeux occupent généralement la plus grande partie de la tête. Ils sont presque toujours composés ou réticulés, présentant un nombre considérable de facettes. Les fourmis en ont de 1.000 à 1.200 ; les mouches, de 3.000 à 4.000, tandis que certaines libellules et papillons en possèdent jusqu'à 17.000. Chaque facette ou cornéule est un œil indé-

pendant, constituant un bâtonnet qui aboutit au ganglion optique. Tout près, entre les yeux composés, se trouvent les yeux simples ou ocelles, quand ils existent.

Avec de tels organes, l'insecte peut se

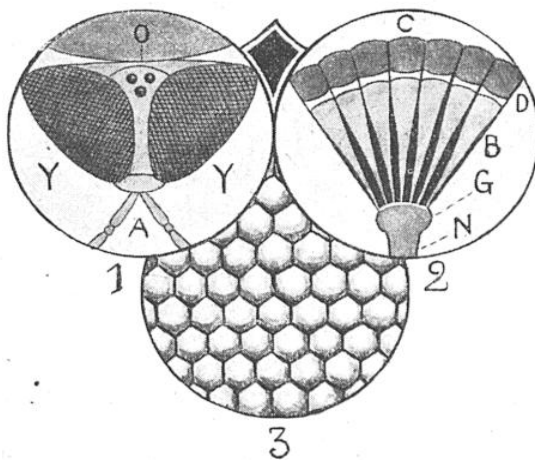


FIG. 1. — LES YEUX CHEZ LES INSECTES
1, tête vue en dessus avec les yeux Y, la base des antennes A et les ocelles O ; 2, coupe d'un fragment d'œil laissant voir la cornée C, le bas des cônes D, les bâtonnets B, le ganglion optique G et le nerf optique N ; 3, fragment d'œil montrant les facettes. Les dessins sont fortement grossis.

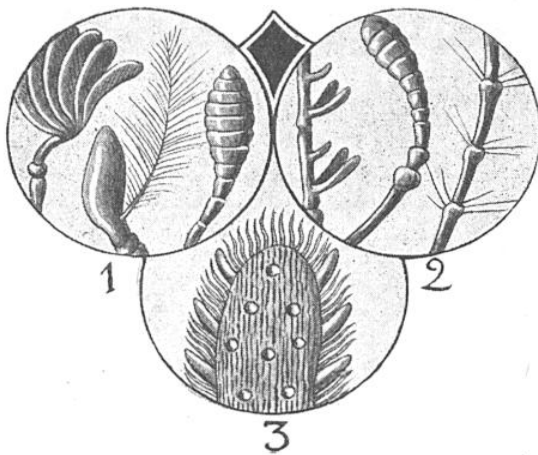


FIG. 2. — LES ANTENNES DES INSECTES

1 et 2, formes diverses de fragments d'antennes ; 3, extrémité très grossie d'antenne de fourmi, avec poils tactiles et cônes olfactifs, d'après Leydig.

diriger facilement, repérer les formes, reconnaître les objets, même à grande distance. Nous ne parlons pas des couleurs, dont la perception est imparfaite ou nulle chez quelques espèces, atteintes d'une sorte de daltonisme. Ainsi, l'abeille ne perçoit pas le rouge ardent, ni sa complémentaire, le bleu verdâtre.

L'odorat, l'ouïe, le toucher sont aussi des sens d'une grande sensibilité

Ces trois sens sont vraisemblablement réunis dans les antennes, qui présentent parfois des formes extraordinaires ou des développements anormaux. Elles sont souvent ornées de pointes, de ramifications, de soies, de chètes plumeux, de poils fins, serrés, qui reçoivent les vibrations sonores. Leur surface est criblée d'un grand nombre de dépressions microscopiques, destinées à recevoir les impressions olfactives. Tous ces organes délicats sont en contact avec le cerveau, par un système compliqué de filets nerveux, réunis en faisceaux se rattachant au nerf antennaire.

Les antennes, siège du toucher, sont d'une extrême sensibilité, surtout chez les insectes aveugles ou ceux qui remontent rarement à la surface du sol.

La mémoire automatique

Les sens sont complétés par une perception visuelle durable ou encore une excitation olfactive intense, pouvant déterminer des réactions spéciales, véritables stimulants qui communiquent à l'organisme animal une impression persistante et constituant ce

que l'on appelle la mémoire automatique.

Les insectes ailés utilisent surtout la vue et l'odorat, tandis que les insectes aptères, qui ne quittent pas le sol, ont plutôt besoin de l'odorat et du toucher, leur visualité étant limitée par les obstacles qui les entourent.

Divers excitants peuvent influencer sur les facultés d'orientation des insectes

Les habitudes peuvent être modifiées par des sensations passagères résultant de variations climatiques, comme le chaud, le froid, l'hygrométrie, le vent. La lumière, l'ombre, l'obscurité produisent également une désorientation au moins momentanée.

On a même pu prouver que les narcotiques : chloroforme, éther, etc., affaiblissaient sérieusement les moyens d'orientation.

Voyons maintenant dans quels cas les insectes ont à utiliser les moyens dont ils disposent pour se diriger dans une direction déterminée.

Les migrations des insectes

On appelle ainsi la mise en mouvement d'un nombre plus ou moins considérable d'individus de même espèce, allant dans le même sens. Les migrations sont presque

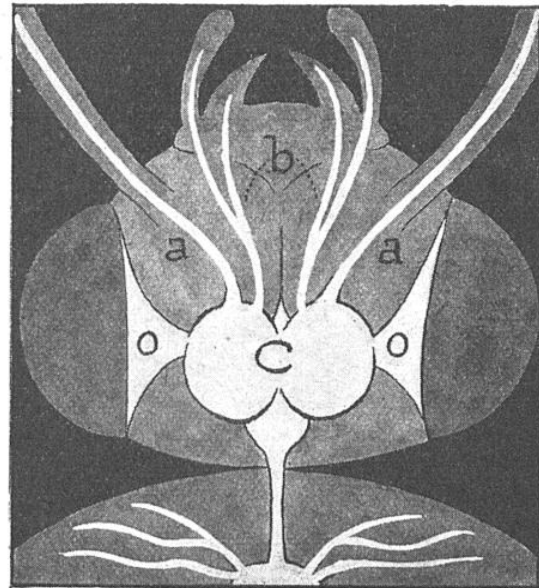


FIG. 3. — LE CERVEAU D'UN INSECTE

Dessin schématique montrant les ramifications diverses partant du cerveau C. Nous voyons : O O, nerfs optiques ; a a, nerfs antennaires, pour l'olfaction, l'ouïe et le toucher ; b, nerfs de l'armature buccale, pour le goût.

toujours périodiques. Ne voyons-nous pas, chaque année, à la même époque, les Chenilles à bourses cheminer ensemble, par longues files, pour trouver leur nourriture, et rentrer au nid, quand vient le soir, jusqu'au jour où elles descendent sur le sol, pour se chrysalider ? Elles sont toujours conduites par un chef de colonne qui ordonne le départ, guide la marche et le retour.

Les larves du Sciare militaire s'avancent par milliers, se touchant et donnant l'impression d'un énorme serpent qui progresse lentement. Elles aussi cherchent, avec la nourriture, le milieu favorable à leur ultime transformation.

Vous avez sans doute entendu parler des invasions de Criquets. Certaines années, ces animaux, qui vivent ordinairement dans les contrées désertiques, se réunissent par troupes nombreuses, remontent vers le nord, s'arrêtant, de temps à autre, pour brouter et se reproduire, arrivant au littoral algérien, limite de leurs invasions, de mai à juin. Les adultes meurent, puis les jeunes, provenant d'une dizaine de pontes, se développent, cheminant par masses, dévorant tout ce qu'ils rencontrent. Devenus insectes parfaits, ils se groupent et prennent leur vol vers le sud.

Ces deux voyages semblent avoir pour buts : recherche de la nourriture et de conditions climatiques meilleures, abstraction faite du problème intéressant de la reproduction. Ces déplacements ont toujours lieu à la même époque, dans deux directions fixes, opposées : sud-nord, nord-sud, probablement aidés par les vents qui favorisent cette orientation invariable.

Il est d'autres migrations que nous qualifierons d'occasionnelles ou accidentelles. Elles ont habituellement pour cause une surabondance d'éclosions, concordant avec des périodes prolongées de chaleur ou d'humidité qui raréfient les moyens d'existence des migrants. On a ainsi constaté des pas-

sages considérables de papillons : Piérides, Vanesses, Nonnes, etc., même de Libellules allant dans la même direction, mais ne semblant pas avoir de but bien déterminé.

Prenons, à présent, l'insecte isolé qui se déplace. Voyons comment il se comporte quand il s'éloigne d'un point donné, pour y revenir après une course plus ou moins longue. Nous ne parlerons pas des Guêpes, Bourdons, Abeilles, Fourmis, dont les mœurs, bien connues, ont fait l'objet de très nombreuses observations. Nous avons choisi d'autres « sujets » qui ne vivent point en commun, présentent des allures absolument différentes et se sont prêtés consciemment à d'intéressantes expériences.

Les vols de Bembex constituent un exemple remarquable d'orientation

Le Bembex est un hyménoptère fouisseur qui creuse son nid dans le sable, le ferme quand il sort, pour le retrouver facilement au retour. Nous avons pu suivre les manœuvres de centaines de Bembex. Les mouvements restaient les mêmes pour chaque individu. En sortant du terrier, le Bembex exécutait un vol d'exploration assez compliqué, pour bien se mettre dans l'œil et repérer ce qu'il y avait autour de son nid. Au retour, il décrivait à peine quelques courbes et retrouvait l'emplacement exact, presque instantanément.

Nous avons voulu ensuite désorienter l'insecte en changeant la topographie des environs du nid. Les touffes d'herbe ont été arrachées, les cailloux enlevés, remplacés par d'autres colorés différemment, le sable nivelé. Quand le Bembex est revenu, il a tourné longuement, s'est posé sur le sol, marchant fébrilement dans toutes les directions. Enfin, il se mit à fouir énergiquement. Il avait retrouvé son nid. Dans ce cas, la mémoire automatique, la vue et le sens olfactif ont contribué au résultat définitif.

Nous avons aussi intrigué et gêné, pen-

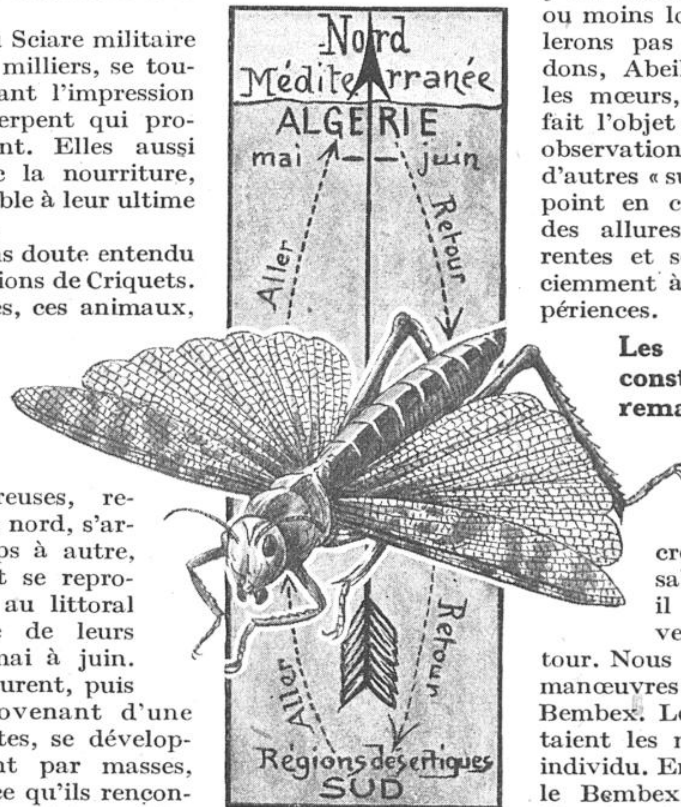


FIG. 4. — CRIQUET VOYAGEUR, AVEC CARTE SCHÉMATIQUE MONTRANT LE MÉCANISME DES MIGRATIONS DE L'INSECTE

dant longtemps, un Bembex, en plantant, près de son nid, un genêt, dont l'ombre couvrait largement l'emplacement et l'entrée.

La suppression subite des rayons solaires produit de très curieux effets sur le système nerveux de certains insectes. Ainsi, les Cicindèles montrent en plein soleil une extraordinaire activité, courant, s'envolant, fuyant par bonds !... Si vous voulez les capturer, placez-vous entre elles et le soleil, pour qu'elles soient couvertes par votre ombre. Vous les verrez alors complètement désorientées, se laissant prendre facilement, incapables d'esquisser un mouvement de fuite.

Insectes aquatiques

Pêchez, dans une mare, quelques Punaises ou Coléoptères aquatiques et transportez-les à distance, même sur le revers d'un talus qui dissimule l'eau. Presque sans hésitation, ces animaux prendront la direction de la mare. Ici, la vue ne joue aucun rôle dans l'orientation, ni même la mémoire automatique. C'est tout simplement le sens olfactif qui fait diriger sûrement les insectes vers le point déterminé qu'ils veulent atteindre.

Un insecte volant, obligé de marcher sur le sol, s'oriente difficilement

Nous nous trouvons en présence de l'Ammophile, hyménoptère bien connu, qui utilise le produit de ses chasses pour élever sa progéniture. Si la

proie est légère, il la transporte en volant, retrouvant rapidement l'entrée du terrier, dont il connaît parfaitement les abords. Si, au contraire, l'insecte capturé est trop lourd, il le traîne sur le sol. Dans cette situation, le sens visuel de l'Ammophile se trouve médiocrement utilisé. Aussi est-il obligé de laisser sa proie, afin d'exécuter des vols d'exploration. Il sait revenir à son précieux fardeau, pour l'amener au nid.

Cet ensemble de circonstances force l'hyménoptère à employer tous les facteurs qui concourent à établir sa complète faculté d'orientation, car il doit repérer alternativement le terrier et la proie au cours de son vol d'observation.

Sens inégalement équilibrés

Le Pompile est un hyménoptère qui chasse les araignées, les tue et les dépose à quelque distance de l'endroit où il creuse sa galerie. Il surveille sa proie, va et vient du terrier à la victime, la retrouve si on la déplace, car l'insecte a ce que nous pouvons appeler la « mémoire de l'œil », autrement dit une vue parfaite, intimement liée à la mémoire automatique. D'autre part, le sens olfactif est bien inférieur à la visualité. L'expérience suivante vous en fournira la preuve.

Prenez l'araignée morte, victime du Pompile. Après l'avoir déplacée, recouvrez-la d'une large feuille et attendez. L'hyménoptère cherchera vainement sa proie. Il passera même sur

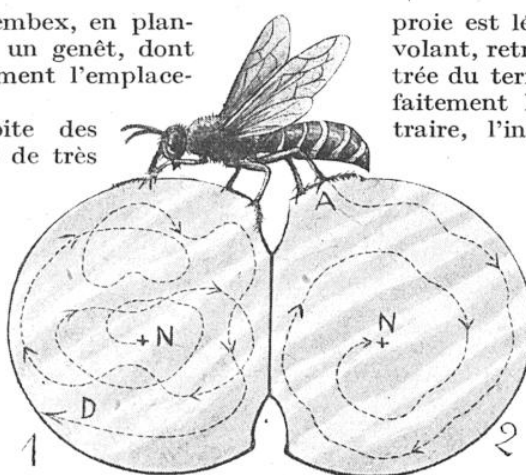


FIG. 5. — BEMBEX AVEC LE TRACÉ DES VOLS DE SORTIE OU DE RENTRÉE DU NID « N » 1, vol de sortie ou d'exploration, assez compliqué ; 2, vol de rentrée, plus simple. Le point N indique l'emplacement du nid.

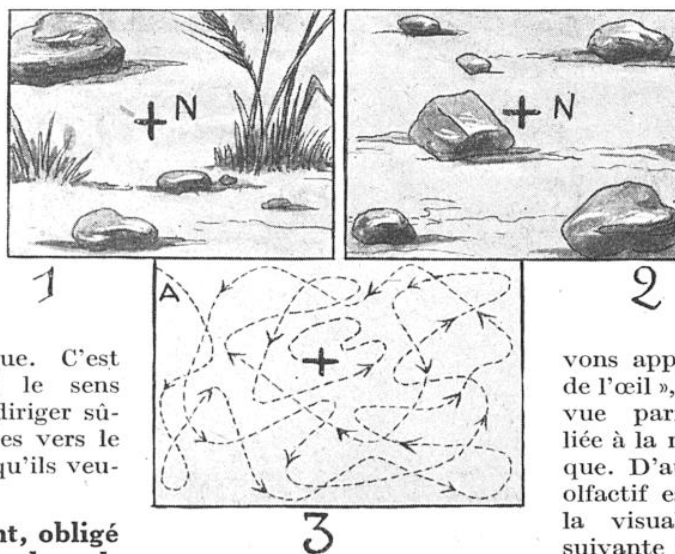


FIG. 6. - COMMENT ON CHERCHE A DÉSORIENTER UN INSECTE 1, le nid étant en N, telle est la disposition primitive de ce qui entoure N ; 2, tout a été modifié pour désorienter l'animal ; 3, vol de recherche de l'insecte, qui ne reconnaît plus l'aspect des abords de son nid.

la feuille, sans s'apercevoir que l'araignée est dessous. Nous avons ainsi prouvé que le Pompile s'oriente surtout par la vue unie à la mémoire et non par l'odorat, qui semble absolument inférieur.

Citons maintenant une suite d'exemples, où le sens olfactif joue, au contraire, le rôle principal.

Le Scarabée retrouve sa pilule grâce à son odeur

Le Scarabée, qui vient de terminer sa pilule de bouse, la roule patiemment vers le souterrain qui va l'abriter. Il veut d'abord rendre visite à sa demeure et l'aménager avant d'y enfouir le produit de son travail, qu'il abandonne quelques

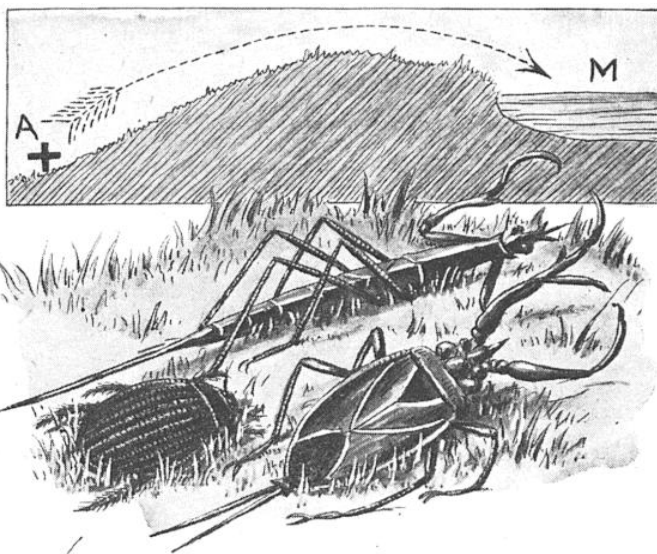


FIG. 8. — INSECTES AQUATIQUES REGAGNANT LEUR MARE

Ils ont été transportés en A, l'eau étant hors de vue. Ils s'orientent presque immédiatement, pour retourner dans l'eau en M.

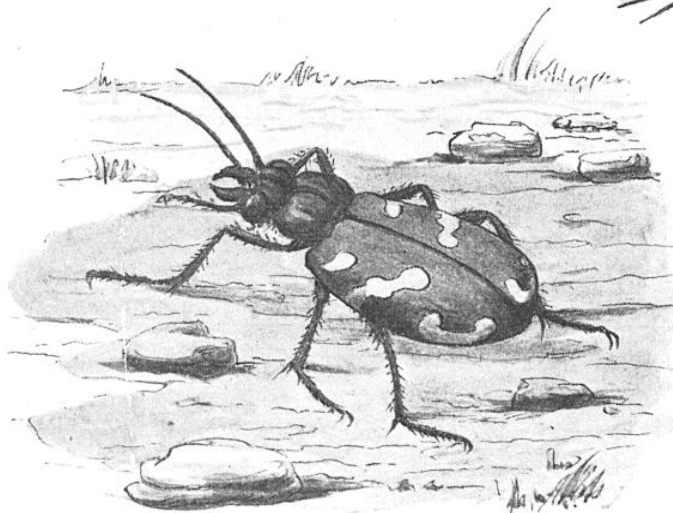


FIG. 7. — LA CICINDÈLE ET L'OMBRE
L'insecte, placé à l'ombre, se trouve désorienté, presque paralysé.

instants. Il entre dans son trou, puis revient, inquiet, pour voir si la pilule est toujours là.

Essayez de la changer de place, en la cachant à courte distance, dans les herbes, en bas d'un tertre ou d'un petit talus. C'est peine perdue. Le Scarabée va d'abord où se trouvait la pilule. A ce point, il s'arrête, s'oriente, puis, sans hésiter, va la découvrir où vous l'avez dissimulée. On ne peut attribuer cette facilité d'orientation à la vue, très limitée, puisque l'insecte marche sur le sol, ni à la mémoire, car il y a surprise.

Seul, le sens olfactif très développé a permis au Scarabée de retrouver la boulette qu'il avait soigneusement confectionnée.

L'odeur d'une fleur peut désorienter quelques insectes

Il est facile de constater que les émanations florales sont des repères d'orientation pour les insectes, sur-

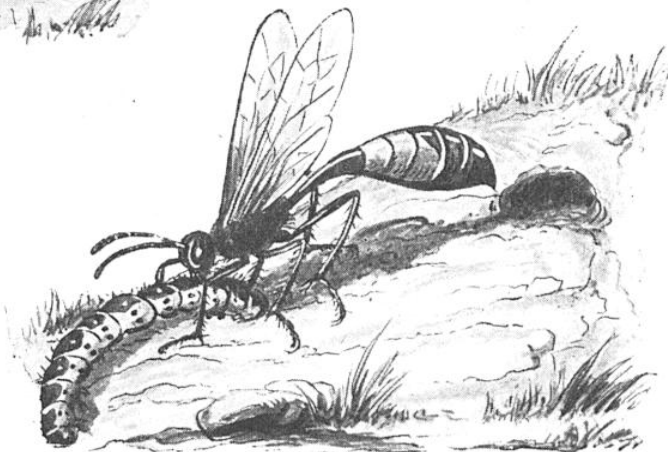


FIG. 9. — L'AMMOPHILE TRAINANT UNE CHENILLE VERS SON TERRIER

L'insecte éprouve quelque difficulté pour retrouver son nid, car il ne peut qu'utiliser imparfaitement sa vue.

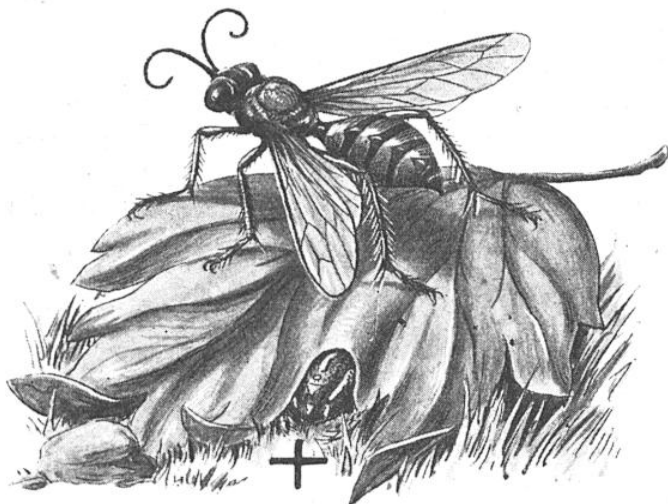


FIG. 10. - POMPILE A LA RECHERCHE DE SA PROIE

L'araignée est dissimulée sous une feuille. L'hyménoptère ne la découvre pas, parce qu'il est mal servi par son odorat.

tout les anthophiles, qui distinguent odeurs et couleurs. Quelques autres, moins avertis, se laissent tromper par les odeurs spéciales de certaines fleurs. On voit les Mouches de cadavres, ainsi que divers coléoptères sarcophages attirés de loin par les exhalaisons cadavériques émises par l'Arum atrape-mouches. Ici, les insectes sont victimes de leur mémoire

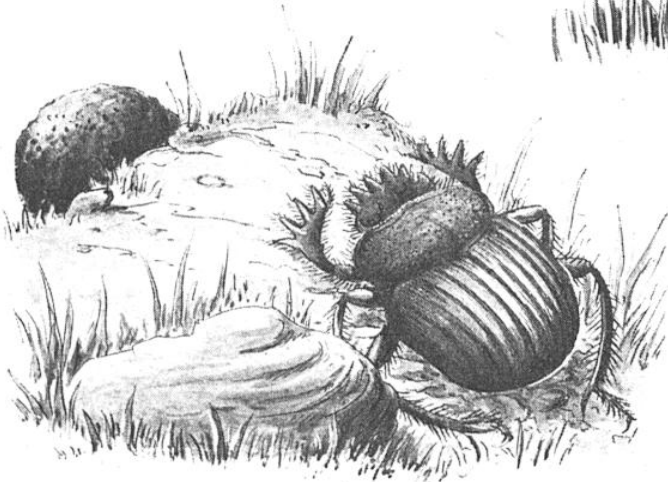


FIG. 11. — SCARABÉE A LA RECHERCHE DE SA PILULE
L'insecte la trouvera rapidement, car son odorat est très développé.

automatique, servie par un sens olfactif trop parfait.

L'Osmie hélicole retrouve parfaitement son nid

Cet hyménoptère fait son nid dans les coquilles d'escargot vides. Il va nous donner un curieux exemple d'orientation par sens olfactif. Prenez une coquille avec nid ; déplacez-la, et disposez tout près, irrégulièrement, des coquilles semblables, à peu près de même couleur et de même volume. Quand l'Osmie reviendra, après un vol d'exploration assez bas, elle retrouvera facilement son nid, même caché dans l'herbe, ne s'arrêtant pas aux coquilles vides.

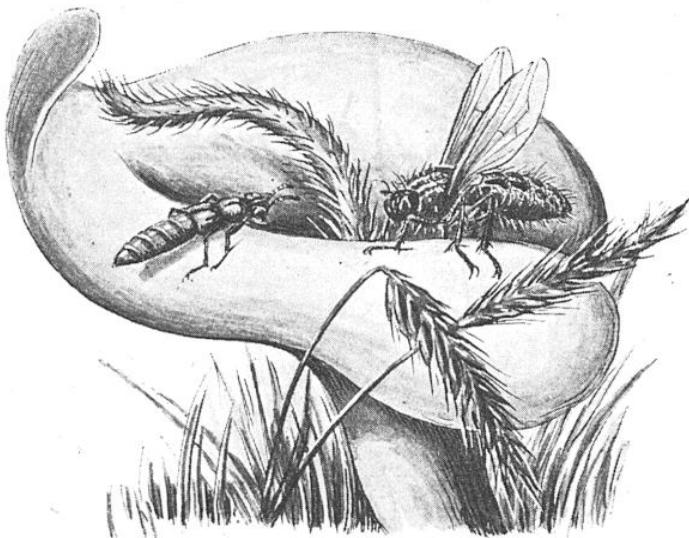


FIG. 12. — INSECTES TROMPÉS PAR L'ODEUR D'UNE FLEUR

Ces deux nécrophages ont été attirés par l'arum, qui exhale une odeur cadavérique.

Le Taon en vol d'attente s'oriente dans le vent pour sentir la venue d'un troupeau

Nous avons eu l'occasion d'observer cet insecte au vol rapide, aux déplacements capricieux. Près de l'extrémité d'un chemin forestier, nous avons remarqué nombre de Taons planant au soleil, tous orientés contre le vent. On trouvait ces insectes, à cet endroit seulement, de 10 heures à midi. Ils

disparaissaient ensuite. Après plusieurs jours d'observation, nous avons pu nous convaincre que les Taons planeurs étaient tous des mâles qui attendaient le passage d'un troupeau. Or, les ruminants apportaient

avec eux les femelles de Taon qui, seules, piquent les animaux. Les accouplements se faisaient presque immédiatement.



FIG. 13. — OSMIE HÉLICOLE CHERCHANT SON NID
L'insecte le découvrira vite parmi toutes les coquilles d'escargot vides rassemblées autour du même point.

Le troupeau passant par là, tous les jours, à la même heure, il est facile de conclure que les insectes venaient à cet endroit, conduits par leur mémoire automatique, pour accomplir l'œuvre de reproduction. Ils se plaçaient contre le vent, pour être avertis de l'arrivée du troupeau, grâce à leur sens olfactif. Déplacement, orientation étaient donc parfaitement motivés. Mieux que cela, l'endroit semblait choisi à souhait, car les couples aussitôt formés, allaient s'installer sur les buissons, à l'orée du bois, en plein soleil.

Le Drile retrouve sa femelle par son odorat

Nous avons encore, ici, un bizarre exemple d'orientation par olfaction. C'est la connaissance, à distance, des émanations sexuelles. Ici, le cas est vraiment extraordinaire. Le Drile

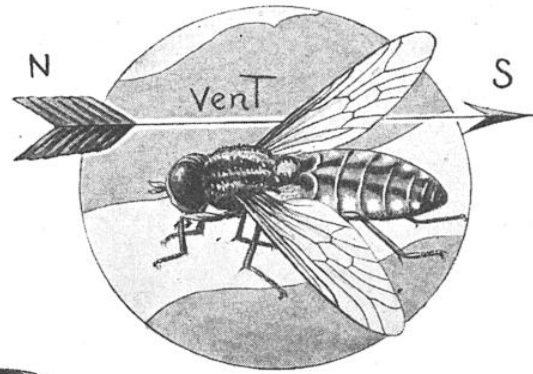


FIG. 14. - TAON EN VOL D'ATTENTE
Il plane, orienté contre le vent, attendant le passage d'un troupeau.

mâle est ailé, tandis que sa femelle, aptère, ressemble à une larve, comme celle du ver luisant. Elle rampe péniblement sur le sol, parmi les herbes basses, disparaissant dans la verdure. Rien ne la fait distinguer, parmi le fouillis végétal. Il faut le sens olfactif très développé du mâle pour la découvrir et la féconder.

Par les exemples que nous venons de citer, nous arrivons très facilement à prouver que la

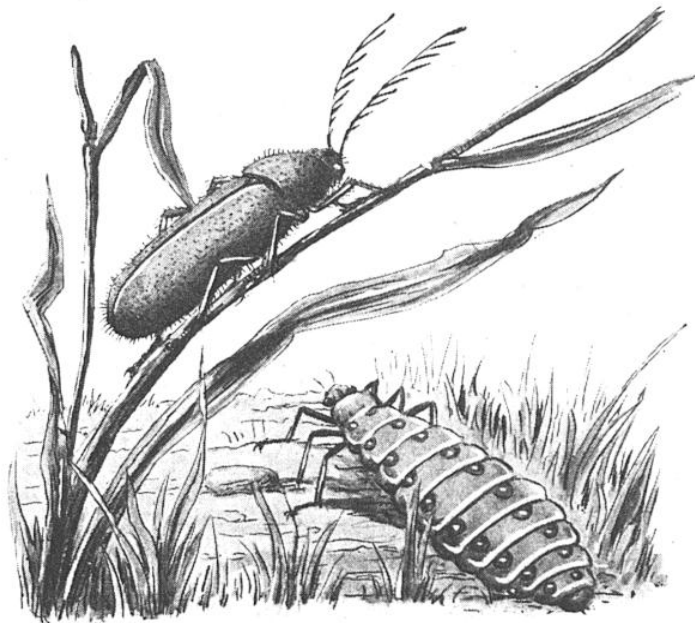


FIG. 15. — LE DRILE ET SA FEMELLE
L'animal retrouve sa femelle grâce à son subtil odorat qui lui permet de percevoir les émanations sexuelles.

faculté d'orientation n'est pas un sens spécial déterminé, mais l'association des sens naturels conjugués avec la « mémoire automatique ». Cette dernière est une impression durable, parfois permanente, de sensations diverses, ordinairement modifiées par des excitants et des stimulants accidentels.

L'ouïe et le goût ne jouent que des rôles secondaires.

La vue et l'odorat orientent les insectes ailés ou voiliers, tandis que l'odorat s'unit au toucher pour diriger les insectes terrestres. Nous ne saurions trop insister sur le rôle des antennes chez les malheureux aveugles qui se cachent dans les grottes ou au fond des fourmilières, loin de la lumière inutile, puisqu'ils n'ont pas d'yeux. Ils circulent sans peine, guidés par leurs antennes, organes tactiles et olfactifs parfaits, d'une telle sensibilité qu'ils permettent de distinguer les odeurs les plus diverses et les plus subtiles.

En résumé, l'orientation est fondée sur l'aiguïté souvent inégale des sens principaux, plus ou moins développés, selon les mœurs des individus. Quelques-uns sont dirigés par

l'odorat ; nous les voyons sur les fleurs, les cadavres, les matières en décomposition, etc. D'autres, dont la vue est très développée, sont de féroces chasseurs toujours à la poursuite d'une proie. Les déplacements de tous ces insectes ont perpétuellement les mêmes buts : recherche de la nourriture, rapprochement sexuel, nidification, alimentation de la progéniture.

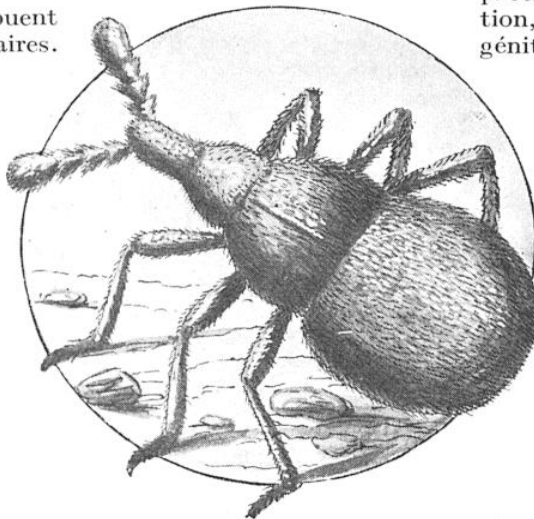


FIG. 16. — LE CLAVIGER, INSECTE DÉPOURVU D'YEUX, DONC COMPLÈTEMENT AVEUGLE, VIVANT DANS LES FOURMILIÈRES, SE DIRIGE A L'AIDE DE SES ANTENNES TACTILES ET OLFACTIVES (TRÈS FORT GROSSISSEMENT)

animaux, pour mieux connaître leurs mœurs et leurs habitudes. Par la suite, il favorise leur existence, s'ils sont utiles, ou tâche de les anéantir, si leur nocivité a été démontrée.

C. PIERRE.



RETENONS QUE :

Grâce à la fixation de l'azote de l'air, l'agriculture peut trouver en France les engrais dont elle a besoin ; grâce à la fabrication des carburants de remplacement extraits du charbon, la traction automobile industrielle peut s'affranchir de l'essence étrangère ; le textile artificiel se développe de plus en plus ; l'aluminium — dont la France est l'un des plus gros producteurs — peut se substituer, dans de nombreuses applications, au cuivre d'importation ; l'Afrique française peut aussi fournir le coton, l'Indochine le caoutchouc, etc., etc... Un grand pays industriel doit savoir utiliser ses propres richesses.

LA FORTIFICATION DE DEMAIN SON ÉVOLUTION TECHNIQUE

Par le Général GASCOUIN

Le problème de la fortification de la zone frontière du Nord-Est de la France, et le problème des systèmes de défense modernes en général, sont à l'ordre du jour. De la solution qui sera adoptée et réalisée dépendra, pendant de longues années, la sécurité du pays en cas d'agression. Autrefois, constitué uniquement de zones fortifiées séparées par de larges trouées, le système de défense est devenu, pendant la guerre, une ligne continue de tranchées permettant d'utiliser au maximum les armes modernes (lance-bombes, mitrailleuses, etc.). Que sera la fortification de demain ? Probablement un amalgame des deux systèmes. Notre collaborateur, le général Gascouin, ancien professeur au cours sur la guerre de siège à l'Ecole supérieure de Guerre, qui, en dehors de ses études d'après la guerre (1), était, dès 1908, connu par son « Etude comparée de la fortification de campagne en France et en Allemagne », a bien voulu analyser ici les deux systèmes en présence et montrer leurs avantages et leurs inconvénients respectifs.

La fortification avant 1914 et au début de la guerre

LE premier système de défense de nos frontières de l'Est, après nos défaites de 1870-1871 et la première technique de la fortification après 1871 étaient dus, comme on le sait, à l'éminent général du génie Séré de Rivières. Ce système est figuré ci-contre, schématiquement, tel qu'il fut réalisé sur la frontière du Nord-Est, en sept années, de 1874 à 1881.

Deux grandes régions fortifiées : Belfort-Epinal, d'une part ; Toul-Verdun, d'autre part ; chacune d'elles comprend, à chaque extrémité, une grande place forte formant barrière solide à l'invasion ennemie.

Entre les deux places fortes extrêmes, chaque région fortifiée comprend une série de forts se flanquant les uns les autres.

(1) Evolution de l'artillerie pendant la guerre.

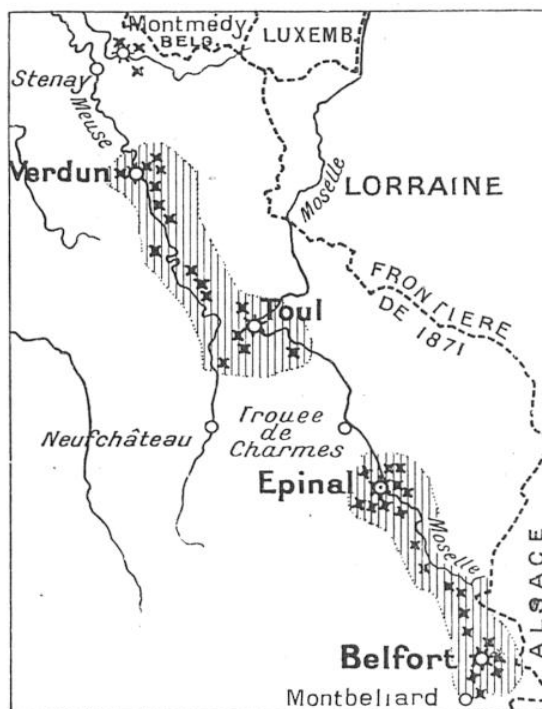


FIG. 1. — SYSTÈME DÉFENSIF DE LA RÉGION DU NORD-EST (1874-1881) PAR RÉGIONS FORTIFIÉES ET TROUÉES LIBRES (SYSTÈME DU GÉNÉRAL SÉRÉ DE RIVIÈRES)

Deux trouées ménagées à dessein : la trouée de Charmes, bien connue, entre les deux régions fortifiées, entre les deux places fortes de Toul et d'Epinal ; la trouée de Stenay au Nord de Verdun, entre cette grande place et la frontière belge.

Ce système avait pour but, en somme, d'abord d'en imposer à la nation voisine et ensuite, en cas d'agression, de régler les débouchés de l'invasion allemande et d'attendre l'ennemi sur un terrain connu d'avance.

La technique de cette fortification était à base de maçonnerie, défilée aux vues directes de l'artillerie adverse, surmontée ou flanquée d'épaulements plus ou moins massifs en

terre. Elle était constituée par des ouvrages solides appelés forts (1), entourés de fossés,

(1) Les forts que l'on peut voir dans les environs éloignés de Paris donnent une idée de la fortification de cette époque, notamment : Villeneuve-Saint-Georges, Montmorency, Cormeilles.

d'un tracé dit polygonal, avec parfois des grilles ou des réseaux de fil de fer, dans lesquels se trouvaient les éléments — personnel et matériel — de la résistance. Elle comportait parfois, surtout dans les forts de la frontière ayant à interdire à l'ennemi une ou plusieurs voies d'invasion, des tourelles cuirassées en fonte ou en acier pour un ou deux canons.

Les explosifs brisants exigent le renforcement des forts

En 1887, l'invention des obus à explosif brisant (mélinite) appelés alors obus-torpilles,

et, peu après, la constatation de leurs effets remarquables sur les maçonneries, amenèrent le renforcement de celles-ci dans les forts existants de la frontière avec le secours du béton de ciment en couches variant entre 1 m 50 et 2 m 50 d'épaisseur ; elles amenèrent aussi la création de nouveaux abris en béton, pour les hommes et les munitions, et en outre, l'organisation d'abris-cavernes pour les poudres. Elles amenèrent enfin l'évacuation partielle des personnels et des matériels des forts au profit des batteries et des ouvrages extérieurs. Cette fortification, ainsi remaniée, renforcée, décentralisée dans les années postérieures à 1887, avec de nombreuses batteries extérieures, appartient à ce que l'on peut appeler la *deuxième technique* de la fortification depuis 1871. Elle retarda certainement l'agression allemande et, à ce titre, nous rendit, pendant trente-cinq ans, un service inoubliable. L'effort financier nécessité par la création de la fortification de la frontière par régions fortifiées, longtemps reproché au général Séré de Rivières, était une dépense insignifiante comparée aux bienfaits de la longue période de paix que cette fortification procura à la France.

Les tranchées

L'invasion allemande de 1914, attirée dans la Belgique et dans les centres peuplés du

Nord par les richesses industrielles, commerciales, financières et, disons-le bien, par l'abandon presque complet, consenti en temps de paix, de nos fortifications de Lille et de toute la région frontière du Nord, sauf Maubeuge, fut arrêtée, au contraire, dans l'Est (1), par nos troupes, appuyées sur le système de régions fortifiées de Séré de Rivières (renforcé comme nous venons de le dire), depuis les abords sud de la forteresse de Belfort jusqu'aux abords nord de la forteresse de Verdun.

La retraite générale des Allemands, du 10

au 12 septembre 1914, après nos victoires de l'Ourcq et de la Marne, put être arrêtée assez facilement, par leur haut commandement, sur une ligne continue de fortifications en terre (tranchées avec traverses) que leurs troupes, grâce à leur instruction pratique en travaux de campagne du temps de paix, avaient su creuser rapidement en quelques jours, presque sous les yeux des nôtres. Cette ligne, d'abord ébauchée, fut complétée, garnie de mitrailleuses, protégée par du fil de fer, et s'étendit bientôt en un front presque continu depuis les Vosges jus-

qu'à l'Aisne, puis jusqu'à la Somme, puis jusqu'à l'Yser.

Ces simples fortifications en terre (que nous imitâmes rapidement grâce aux photographies d'avion), peu redoutables en apparence, l'étaient beaucoup en réalité par leur grand développement même, en largeur et en profondeur, par leur organisation de surveillance serrée (optique et acoustique), par leur réseau téléphonique largement mis en œuvre, par la sécurité que donne au défenseur le réseau barbelé continu, surveillé jour et nuit par les défenseurs de la tranchée, battu au premier signal par les mitrailleuses du parapet et par les batteries de barrage.

(1) On sait que l'armée bavaroise tenta de forcer le passage de la trouée de Charmes, les 24 et 25 août 1914, fut battue sur ce terrain, connu d'avance comme passage obligé, et contrainte à la retraite sur Lunéville.

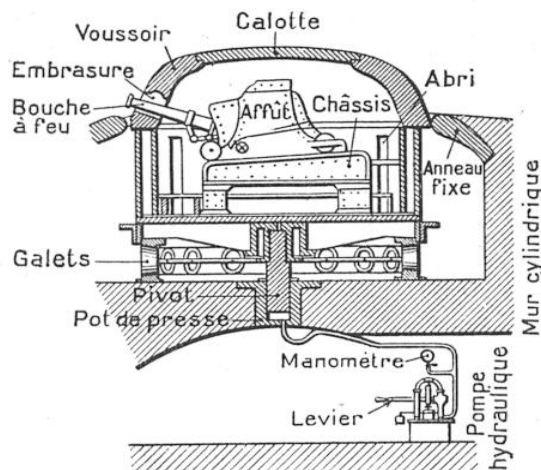


FIG. 2. — TYPE DE TOURELLE GRUSON EN FONTE POUR CANON DE 155 LONG

En service dans certains forts à partir de 1881 (avant la mélinite), renforcée, protégée et masquée aux vues à partir de 1887 (explosifs brisants), et remplacée par des tourelles à éclipse. Les tourelles allemandes, en métal de ce genre, plus simplifiées encore, étaient nombreuses dans les forts de Metz.

En un mot, il y eut là, installée par les Allemands d'abord, puis par nous comme une double frontière fortifiée d'un nouveau genre entre la France et l'Allemagne, occupée par la presque totalité de leurs forces militaires.

Peu à peu renforcée, améliorée, protégée contre les dégradations de l'atmosphère et même du feu, cette fortification devint, quelques mois après son établissement, malgré le peu de ressources en matériaux de 1914, comparable à la fortification de Séré de Rivières avant le bétonnage de celle-ci. En certains secteurs, notamment au Linge, la tranchée put même être maçonnée par endroits sur quelques points très importants. Elle fut même supérieure à celle de Séré de Rivières à certains points de vue : couverture et protection d'un terrain considérablement plus étendu, moindre visibilité à l'artillerie adverse, abris plus nombreux et peu réparables, communications plus faciles avec l'extérieur et avec le commandement, ravitaillement en munitions presque indéfini. En un mot, protection du défenseur moins complète, mais puissance de feux supérieure, grâce au déploiement de mitrailleuses et de fusils dont nous venons de parler pour la tranchée, grâce au déploiement incomparable de batteries en arrière de celle-ci, permis et protégé par elle.

La guerre de 1914 fait donc intervenir, du côté allemand d'abord, du côté français ensuite, un système nouveau qui semble d'essence inférieure, la ligne continue de tranchées en terre, et une technique nouvelle de fortification que nous appellerons la *troisième technique* après 1871. Celle-ci, comparée à la fortification bétonnée d'avant la guerre, n'est inférieure et sommaire qu'en apparence, par ses matériaux visibles : des terres, des piquets, des fils de fer ; en réalité, elle s'approprie et met en œuvre un certain nombre d'inventions importantes, récentes... comme nous le verrons plus loin. Elle procède d'un plan, d'une organisation en surface et

sans relief, rapide à établir, opposé à une organisation condensée de maçonneries ayant du relief, des matériaux coûteux et nombreux, comme c'est le cas pour un fort.

Nous donnons ci-dessous le schéma assez curieux de l'Instruction officielle de l'armée allemande de 1906, auquel on ne prêta pas beaucoup d'attention à l'époque, tant elle semblait compliquée, peu pratique... et *peu offensive*. Toute l'organisation des fortifications allemandes de champ de bataille, de 1914 à 1918, s'y trouvait pourtant en germe, et il suffit aux Allemands de l'améliorer avec les matériaux

industriels, venus d'Allemagne ou du Nord de la France (tôles, piquets, grillage, bois de mines, barbelés, sacs à terre), pour en faire une fortification durable, réparable, imposante par ses défenses et par ses feux, permettant des sorties générales offensives, nécessitant, pour être conquise, un déploiement de feux et d'effectifs souvent considérable.

Comment la fortification a évolué pendant la guerre

Nous ne pouvons, sous peine de nous étendre indéfiniment sur l'histoire souvent

compliquée de ces adaptations, faire ici autre chose qu'une énumération des progrès techniques réalisés dans l'organisation fortifiée du terrain à la fin de la guerre, en 1918.

Cette énumération suffira à montrer combien l'organisation des tranchées a été améliorée en cours de guerre. Nous terminerons en montrant qu'elle est grandement perfectible encore à notre époque.

L'immense ligne de tranchées, image approchée, peut-être, des frontières de l'avenir, a été améliorée notablement et rapidement chez les deux adversaires, au cours de la Grande Guerre, selon les ressources industrielles, matérielles de chacun d'eux, suivant aussi le degré d'imagination technique des dirigeants. On peut distinguer : les améliorations de construction et de conservation de la tranchée contre les dégradations de

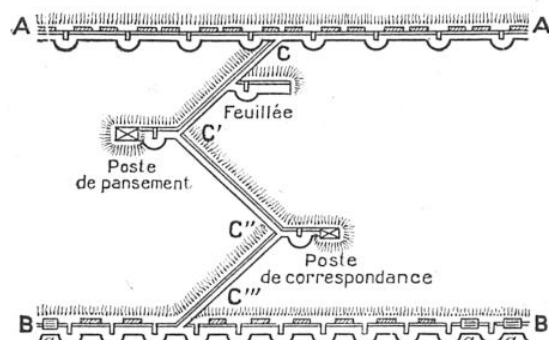


FIG. 3. — TRACÉ SCHÉMATIQUE DE TRANCHÉES A A' tranchée de première ligne, B B' tranchée de soutien (à 60 ou 80 mètres en arrière) ; les tranchées ont des traverses espacées de 8 à 10 mètres, pour limiter les effets « en coup de hache » de nos obus explosifs ; elles ont des abris sous parapet dans l'intervalle entre les traverses (deux dans la tranchée de première ligne, un dans la tranchée de soutien). C C' C'' est le boyau de communication des tranchées entre elles et avec l'arrière, qui permettra les ravitaillements, les relèves, les évacuations, les liaisons, l'exercice complet du commandement sur la ligne de feu.

l'atmosphère et du feu de l'ennemi ; puis les améliorations d'ordre *offensif*, ou tout au moins *agressif*, qui relèvent plutôt de la tactique ou de la technique du combat, et que nous ne ferons qu'indiquer rapidement.

La première série des améliorations est essentiellement fonction de la variété et de la quantité des matériaux de construction ou de protection en usage dans la nation au moment considéré. C'est dire que l'armée ne saurait trop faire appel aux industries du métal, du bâtiment, des travaux publics, etc., ni trop s'appliquer à connaître les matériaux nouveaux qui naissent presque journellement en France ou à l'étranger.

Les sacs à terre utilisés par millions ont été rendus possibles, dans leur emploi en grande série, par le développement de la fabrication des tissus ; de même, les toiles de camouflage, si répandues à la fin ; les grillages en fil de fer de toutes dimensions, pour le soutien des terrassements, avec ou sans ciment, ont été nécessaires par centaines de kilomètres, les barbelés par milliers de kilomètres, les tôles d'acier par milliers de tonnes, et ont préservé des milliers d'existences ; de même, les créneaux en métal, les boucliers de parapet, les abris souterrains avec leurs bois de mines, ou leur ciment armé.

Sans utilisation rationnelle de l'industrie nationale, peu de protection, beaucoup de pertes.

La fortification et l'utilisation de l'armement

A la catégorie d'améliorations de la ligne de défense d'ordre *combatif* ou *agressif*, nous rattacherons les soutes à munitions des tranchées et des batteries de tout ordre, où sont passées des milliers de tonnes d'explosifs nouveaux, nitrés, nitrates, chloratés, etc., les centaines de millions de cartouches pour mitrailleuses et fusils, les milliers de grenades, les bombes lacrymogènes ou asphyxiantes, les fusées-sigaux, etc., etc...

Nous ne nous étendons pas sur le développement du nombre ni sur l'amélioration de rendement des mitrailleuses, mais nous ne pouvons pas oublier que cette arme était employée vraiment industriellement à la fin de la guerre et que la défense en longues

lignes parallèles du système de tranchées lui donnait son plein rendement. On peut même affirmer que, si la valeur du système de tranchées est décuplée en fin de guerre, c'est grâce aux très nombreuses mitrailleuses qu'elles peuvent contenir, qu'elles peuvent protéger et mettre efficacement en jeu ; c'est grâce aussi aux nombreuses batteries dont elles peuvent couvrir le déploiement et dont elles possèdent les leviers de manœuvres ; c'est grâce, enfin, en particulier, à ces batteries nouvelles, puissantes et légères, nées de la guerre, dont on parle de plus en plus

actuellement, en Allemagne surtout, et qui s'appellent les batteries de lance-bombes ou de mortiers de tranchée (1), qu'on peut abriter en nombre incroyable dans le système de tranchées. Eux aussi peuvent, si l'on s'y prend bien, décupler la valeur défensive et surtout offensive de la tranchée.

La figure 4 indique le premier lance-bombes, très rudimentaire, en essai en octobre 1914 ; la figure 5, le lance-bombes de la Somme et de Verdun, en 1916, avec son projectile invraisemblable comme poids, comme volume, à côté du canon lui-même, si modeste, si rustique, si peu encombrant.

En résumé, ces ensembles de terrassements, ces lignes de tranchées, si rudimentaires en 1914, apparaissent, en 1918, — grâce à ce que nous venons

de résumer, et grâce aux autres créations industrielles de la guerre (telles que avions, drachens, tanks, T.S.F., voies ferrées étroites, camions nombreux, etc.) qui opéraient facilement en liaison avec les tranchées — comme une organisation défensive et, au besoin, offensive de premier ordre, bien qu'à base de terrassements. Il eut été possible de l'améliorer encore beaucoup plus tôt si les cadres avaient connu ce qu'il était possible d'utiliser et si les matériaux nécessaires avaient été réunis plus tôt en très grande quantité.

C'est dans la question des matériaux et des machines que l'on trouvera, pour une grande part, la solution de la question de la fortification et l'on ne saurait trop conseiller

(1) Plus connus en France sous le nom justement populaire et symbolique de « crapouillots ».

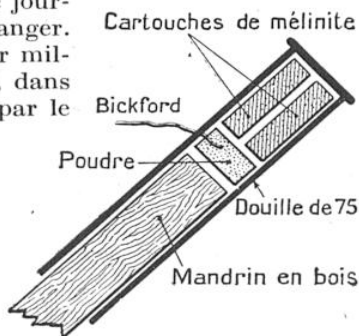


FIG. 4. — LE PREMIER CANON DE TRANCHÉE DU COMMANDANT DU GÉNIE DUCHÊNE, INVENTEUR DES CANONS DE 58, UTILISÉ EN OCTOBRE 1914. C'était un simple mandrin de bois, lançant une douille de 75, amorcée et chargée de trois pétards à mélinite. La douille fut projetée régulièrement à 120 mètres. En moins d'un an, les progrès réalisés aboutirent au canon de la figure 5.

aux autorités responsables de se renseigner sur les nombreux matériaux nouveaux que l'industriel produit ou conçoit chaque jour, en France et à l'étranger.

Que sera la fortification de demain ?

Dans ce qui précède, nous avons fait successivement l'éloge des régions fortifiées et celui de la tranchée modernisée. Nul ne peut dire, évidemment, ce que sera la fortification de l'avenir, mais ce que l'on peut affirmer, c'est la variété, le degré de perfection, c'est la grandeur de ses futurs moyens d'action.

L'évolution n'a pas cessé avec la guerre ; elle continue dans les études abstraites des professionnels et dans les discussions particulières en tous pays. Car on sent plus que jamais la nécessité, pour chaque nation, de pouvoir, à un moment donné, grâce à la fortification armée et organisée, défendre ses frontières et empêcher toute agression de devenir une invasion. On en sent aussi, fort heureusement, surtout chez les ingénieurs, la possibilité matérielle et technique.

Nous pensons avoir montré que la part des progrès industriels et scientifiques, en général, dans la forme de la guerre récente, a été notable.

Il ne nous serait pas difficile de montrer qu'elle aurait pu être plus grande peut-être avec encore plus de hardiesse d'adaptation et plus de connaissances quant aux ressources industrielles existant dans la nation.

De même que le chef de guerre se caractérise surtout, au dire de Napoléon, par de grandes qualités civiles : le calcul, la connaissance des hommes notamment ; de même, c'est en cherchant dans l'idéal magasin des

inventions, des machines et des matériaux industriels civils modernes que les ingénieurs militaires et les hautes autorités dirigeantes trouveront, en les adaptant aux formes topographiques variées de la frontière, les moyens les plus propres, la région fortifiée ou la ligne continue (ou les deux combinées), à assurer l'inviolabilité de celle-ci. Ils trouveront aussi les formules nouvelles, peut-être très différentes de celles du passé ; les

formules que nous attendons, propres à couvrir l'ensemble de la frontière, toutes les parties menacées, en principe, et non pas seulement sur telles parties de celle-ci :

« L'organisation de nos frontières doit s'inspirer de l'expérience de la dernière guerre. Empruntant aux deux systèmes théoriques opposés de la ligne de défense continue tout le long de la frontière, d'une part, des régions fortifiées en profondeur, mais espacées, d'autre part, ce qu'ils ont l'un et l'autre de pratique et d'efficace, elle se conçoit en une série

d'adaptations à la nature géographique et topographique des frontières, aux intérêts économiques généraux à protéger, aux nœuds de concentration et de communication à défendre (1). »

Il est sage, en effet, d'emprunter aux systèmes anciens ce qu'ils ont de bon et de certain, mais il est plus que prudent de chercher aussi des formules qui soient nouvelles (l'imagination technique a actuellement des ressources infinies), comparées à celles qui furent trouvées et mises en œuvre dans le passé de cinquante années que nous venons de parcourir.

GÉNÉRAL GASCOUIN.

(1) Discours prononcé au Sénat par le président de la Commission de l'armée, le sénateur Lebrun.

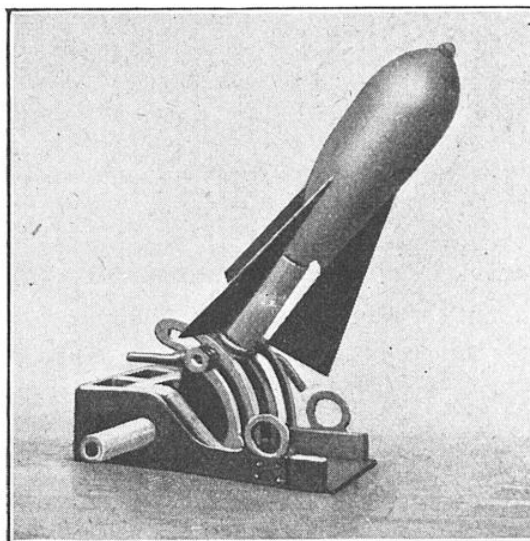


FIG. 5. — GROS PROJECTILE ET PETIT MORTIER (DE 58) EN SERVICE DÈS 1916

ON PEUT AFFIRMER QUE :

Le progrès technique et le progrès social, loin d'être incompatibles, sont le plus souvent solidaires : l'amélioration des méthodes de travail conditionne l'amélioration du sort des travailleurs.

(D'après le Professeur POMMERY.)

LE PHONOGRAPHE ET LA VIE

Un peu de technique, beaucoup de pratique.

Par F. FAILLET

Le haut-parleur électrodynamique

DIVERS lecteurs ont manifesté le désir que nous les entretenions, de temps à autre, de ce qui touche au phonographe électrique, au *pick-up* en un mot. Son usage, en effet, se généralise singulièrement, non pas seulement en ce qui concerne les grandes salles publiques — là, il s'agit, surtout, de « faire du bruit » — mais aussi chez les purs amateurs qui ont compris combien certains disques gagnaient à être entendus par le truchement de l'amplificateur électrique.

Il pourrait paraître logique de commencer par ce qui semble bien être le commencement : le *pick-up* lui-même, c'est-à-dire ce petit appareil mystérieux qui collecte les vibrations de l'aiguille pour les transformer en courants modulés. Et pourtant, nous allons traiter aujourd'hui de l'autre extrémité, de l'aboutissement, c'est-à-dire du haut-parleur qui restitue, en les amplifiant, à volonté, les sons initiaux. C'est que, pour ce genre d'appareils phonographiques, la parenté est étroite avec tout ce qui touche à la T. S. F. ; et il ne faut pas laisser s'éloigner plus profondément, dans les brumes du passé, certaine nouveauté du dernier Salon profitable à plus d'un possesseur modeste de *pick-up* qui peut ainsi améliorer grandement son audition.

Il s'agit du haut-parleur électrodynamique. Mais, pour apprécier complètement le progrès qu'il constitue, il n'est pas inutile de revenir sur quelques précisions techniques touchant la restitution générale des sons.

On sait qu'un son se caractérise par le

nombre de vibrations à la seconde qu'il comporte — sa *hauteur* —, par sa force — son *intensité* —, et par ce que nous serions tentés d'appeler son empreinte digitale — son *timbre*. Or, si l'oreille peut apprécier généralement le timbre, elle n'est point aussi sensible touchant les variations d'intensité aux différentes hauteurs. Si les perceptions auriculaires s'étendent bien de 25 à 10.000 vibrations par seconde, elles ne sont complètes, pleinement exactes, que de 500 à 2.000 et, en apparence, en dehors de ces limites, le timbre peut apparaître fâcheusement modifié, par voie de conséquence, pourrait-on ajouter. Il en résulte qu'un bon haut-parleur ne doit être ni trop faible, ni trop puissant, le modèle du genre étant celui dont la puissance se rapproche le plus de celle de la source sonore.

Jusqu'à présent, le haut-parleur habituel était électromagnétique ; une membrane métallique obéissait aux impulsions d'un électro-aimant excité par le courant électrique modulé. Premier inconvénient : cette membrane avait une période propre de vibration qui s'accroissait par rapport à toutes les autres vibrations, produisant fréquemment une *distorsion* des sons. En outre, le pavillon de ce haut-parleur présentait souvent des phénomènes de résonance, exagérant certains sons de préférence à d'autres ; on y remédiait, d'ailleurs, dans une certaine mesure par l'emploi de pavillons lourds ou de diffuseurs dont les masses et l'élasticité étaient très faibles.

Le haut-parleur électrodynamique, lui (fig. 1), est d'une neutralité beaucoup plus « bienveillante » ! Tout d'abord, le champ magnétique devient *permanent*, la mobilité étant réservée à un ensemble (bobine) par-

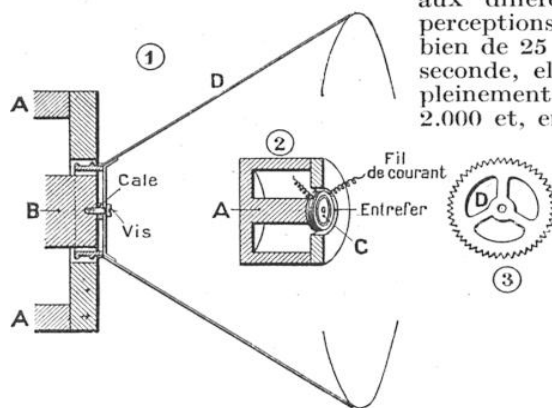


FIG. 1. — PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DU HAUT-PARLEUR ÉLECTRODYNAMIQUE

1, un ensemble aimanté est constitué par une culasse ronde A et un noyau B, un espace annulaire étant réservé entre les deux pour constituer l'entrefer que traverse le champ magnétique ; 2, une bobine C est centrée sur le noyau qui est sollicité par le courant électrique qui parcourt la bobine et par le champ magnétique où il est plongé, d'où mouvement d'avant en arrière dans l'entrefer ; 3, la bobine est fixée au noyau par une étoile D, en carton léger, par l'intermédiaire d'une vis. La membrane vibrante est constituée par un cône en papier D fixé à la bobine et qui suit ses oscillations, reproduisant en les amplifiant les vibrations.

couru par le courant modulé ; cette bobine retenue par un léger disque étoilé de carton, oscille donc librement dans le champ ; et elle entraîne un cône de papier, haut-parleur mouvant, qui remue un volume d'air considérable tout en demeurant lui-même d'une passivité propre presque complète. Il en résulte que ce haut-parleur ne risque plus de se mêler de ce qui ne le regarde pas, c'est-à-dire d'introduire sa résonance, ses vibrations propres, et que la restitution des sons initiaux est aussi parfaite que possible... ce qui doit être le but de tout phonographe qui se respecte.

On obtient ainsi un instrument n'introduisant pas, dans l'ensemble de la machine parlante, de motif supplémentaire de distorsion, ce qui n'est pas à négliger. Nous verrons plus tard jusqu'à quel point le pick-up lui-même est parvenu à demeurer aussi indépendant.

L'« Olotonal » Pathé

Nous avons exposé à nos lecteurs, le mois dernier (1) le principe du nouvel appareil portatif qu'a sorti la vieille maison française Pathé frères et en avons décrit les principaux éléments.

Une précision supplémentaire ne nous paraît pas inutile à apporter, bien qu'avec quelque retard : elle documentera plus particulièrement tous ceux qui, techniquement, s'intéressent au phonographe ; au surplus, elle est une caractéristique du nouvel appareil qu'il importe de connaître, car elle le différencie d'autres machines parlantes du même genre.

Nous avons montré l'ingénieuse disposition du pavillon intérieur qui tournait tout autour du mouvement (revoir la figure 2 qui accompagnait cet article : lettre J). La longueur en est ainsi accrue et cela est bien pour la pureté de l'audition finale ; mais, cela n'était pas non plus suffisant : la forme même, profondément étudiée, est en effet, de première importance. Voici comment elle a été arrêtée, après de minutieuses études, par les ingénieurs de Pathé :

Le pavillon intérieur est donc formé de deux coquilles embouties ; sa section droite est elliptique dans la région voisine de l'embouchure, et décroît pour devenir circulaire dans la région voisine de l'extrémité du bras porte-diaphragme. Les techniciens comprendront l'importance de ces précisions que nous donnons par souci non excessif de documentation.

Démonstration de la perfection phonographique

Nous avons parfois entendu murmurer auprès de nous, rarement, il est vrai, alors que nous donnions libre cours à l'enthousiasme que nous procurait l'audition de certains disques : « Il exagère, vraiment ! Dans son ensemble, la production phonographique

n'a, véritablement, pas fait de tels progrès en ces derniers mois. » A cela, nous sourions sans mot dire, car, et c'est le cas de le constater, il n'est pire sourd que celui qui ne veut pas entendre ! Si *tous* les disques modernes ne sont pas aussi parfaits que quelques éditeurs aimeraient le laisser supposer, la généralité des enregistrements est très supérieure à ce que l'on faisait, il n'y a pas bien longtemps encore. Et tout musicien ne peut manquer d'être ému en entendant, par exemple, *la Mer*, de Debussy, tel que le « maestro » virtuose du microphone, Coppola, en a captés les accents dans la cire ; car tout musicien connaît la gageure de cette musique et, discernant tous les timbres avec acuité, ne peut qu'être pénétré de stupeur.

Mais, une expérience d'au delà l'Atlantique nous est révélée, qui apporte une précision scientifique, et non artistique, quant à la délicatesse et la perfection des procédés modernes d'enregistrement électrique. Il s'agit de la double captation simultanée sur la cire, directe et par T. S. F., qu'a effectuée, il y a quelques temps, la firme Brunswick. Nous sommes, d'ailleurs, fort aise qu'il s'agisse de cette marque, célèbre en Amérique, mais qui répand encore fort parcimonieusement ses disques en France, ne craignant pas ainsi qu'un fâcheux soupçon utilitaire vienne se glisser dans l'exposé de cette expérience, risquant d'affaiblir sa signification que nous tenons pour merveilleuse.

Done, il y a quelques mois, une séance spéciale d'émission fut organisée au poste de T. S. F. de New York City, station W. A. B. C. A midi, un homme et une femme se placèrent devant le microphone et prononcèrent un petit discours suivi de quelques chansons populaires. Jusque là, rien de bien ordinaire. Ajoutons, pourtant, que, non loin, était disposé un autre micro relié à un poste d'amplification et d'enregistrement phonographique. Ainsi, première étape : une émission et un enregistrement simultanés de paroles et de chant (fig. 2).

D'autre part, une antenne de réception avait été installée sur les toits des laboratoires Brunswick, également à New York et, à midi exactement, quelques invités conviés à ce moment, entendaient l'émission de la station W. A. B. C. Toujours rien d'extraordinaire, nous objectera-t-on : mais voici où cela se complique. *Devant* l'amplificateur de T. S. F. du studio de la station réceptrice, un autre microphone était placé, relié à une nouvelle installation d'enregistrement de disques !

Ainsi, on obtenait, en définitive, deux disques, l'un par le procédé habituel, l'autre étant l'enregistrement des mêmes paroles et mêmes airs que pour le premier, *mais transmis par T. S. F.* Or, et nous avons personnellement pu le constater, les qualités de reproduction de ces deux disques sont *absolument semblables*, le second n'apportant,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 80.

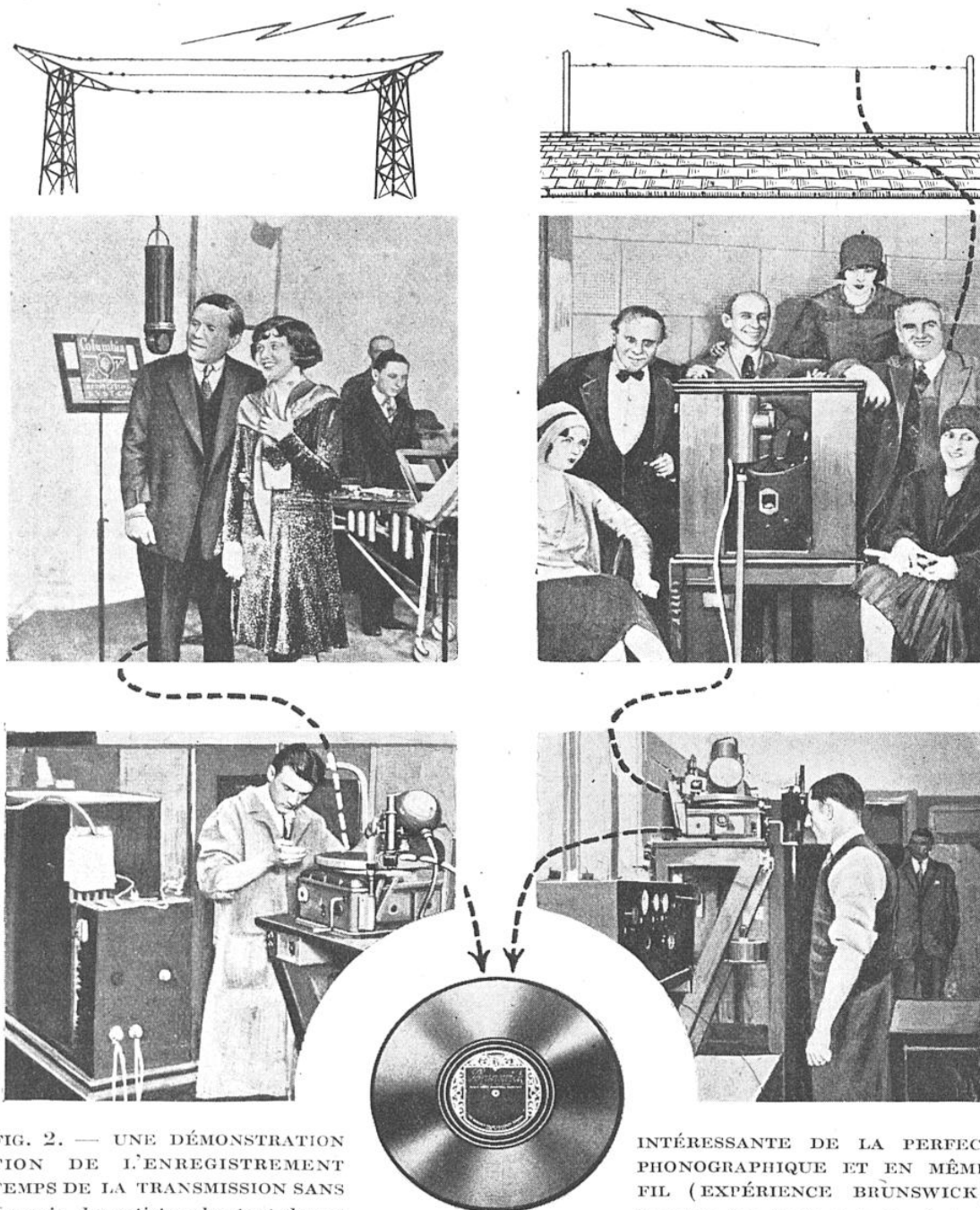


FIG. 2. — UNE DÉMONSTRATION
TION DE L'ENREGISTREMENT
TEMPS DE LA TRANSMISSION SANS

La voix des artistes chantant devant enregistrée de deux façons différentes : d'abord par la méthode électrique habituelle (en bas et à gauche) ; ensuite, par l'intermédiaire de la T. S. F., un micro étant placé devant le haut-parleur (en haut et à droite) et relié à l'appareil enregistreur (en bas et à droite). Les deux disques obtenus sont identiques.

comme légère différence, que ce léger souffle qui caractérise si fréquemment les émissions hertziennes, ce qui est encore une preuve supplémentaire de l'exactitude et de la sensibilité des enregistrements phonographiques.

INTÉRESSANTE DE LA PERFECTION
PHONOGRAPHIQUE ET EN MÊME
FIL (EXPÉRIENCE BRÜNSWICK)

le micro (en haut et à gauche) est relié à l'appareil enregistreur (en bas et à droite) et relié à l'appareil enregistreur (en bas et à droite). Les deux disques obtenus sont identiques.

En vérité, ne s'agit-il pas là d'une bien élégante démonstration, aussi convainquante qu'on puisse le souhaiter? Et les sourds voudront-ils entendre, désormais?

F. FAILLET.

A TRAVERS LES DISQUES ⁽¹⁾

Les productions mensuelles de nos éditeurs de disques sont toujours aussi abondantes. Mais les exigences du public, gâté par une exceptionnelle perfection, sont de plus en plus grandes et vont obliger, d'une part, les fabricants à raffiner davantage ; d'autre part, les critiques à devenir plus sévère ; double obligation en tous points bénéfique. Nous continuerons donc, comme par le passé, à ne pas nous presser de signaler les enregistrements nouveaux, autant pour les entendre plus attentivement que pour laisser aux éditeurs concurrents le soin de mettre en vente divers enregistrements d'une même œuvre, afin que nous puissions choisir. La première vertu d'un auditeur de musique enregistrée n'est-elle pas, d'ailleurs, de ne se décider dans son choix que très lentement ?

La « grande musique », la musique sérieuse (et, tout bas, ajoutons même : pas toujours très aisée à comprendre...), voit régulièrement son répertoire s'étendre. *L'Heure Espagnole*, de Maurice Ravel, délicieuse comédie sur d'exquises paroles de Franc-Nohain, a été emprisonnée dans la cire de sept disques par Columbia. C'est un ensemble d'une belle tenue, très homogène, où ne détonne un peu que l'interprétation qui n'est point très plaisante : de belles voix, de bons chanteurs, qui n'ont cependant pas su donner au récitatif de Ravel ce tour plaisant et léger qui doit sauver de la monotonie. Chez Columbia encore, Igor Stravinsky, qui avait déjà dirigé l'exécution pour le disque de *L'Oiseau de Feu*, a repris la baguette pour conduire l'enregistrement du *Sacre du Printemps*. Cette dernière réalisation d'une œuvre dont, voilà bien peu de temps encore, les audaces choquaient si profondément le monde des mélomanes, est à rapprocher de celle que nous donna récemment Pierre Monteux pour Gramophone : rien de plus curieux et plus fertile en enseignements pour les musiciens que cette comparaison. Chez Gramophone encore, le *Trio à l'Archiduc*, de Beethoven, interprété par ces trois admirables artistes : Thibaud, Cortot et Casals, constitue une œuvre inégalée qui doit figurer dans toute discothèque sérieuse ; c'est une interprétation de la classe de celle des Capet pour les quatuors de Beethoven (Col.) qui fait tradition. Et voici, du dieu de la musique, la *Septième Symphonie* qui reçoit une nouvelle traduction mécanique (Gr.), encore d'une rare perfection.

Pour finir ce paragraphe de la musique symphonique, comme nous l'avons commencé par un tribut à l'art moderne — ou quasi moderne — voici le *Festin de l'Araignée*, d'Albert Roussel

(1) C, Columbia ; G, Gramophone ; P, Pathé ; O, Odéon.

(Gr.), auquel le Trigentuo lyonnais n'a pas donné toute la profondeur qu'il fallait, l'ensemble orchestral paraissant se dérouler à la manière d'une frise sans relief : manque de réelle opposition dans les nuances et surtout dans les timbres.

L'Opéra et l'Opéra-Comique ont eu leur monument, à la fin de l'année dernière, par l'ensemble de disques Pathé restituant avec une fidélité, une noblesse étonnante, le *Festival Bayreuth*, du théâtre des Champs-Élysées, et par le *Manon* intégral de l'édition Columbia. Cette dernière réalisation est une merveille d'homogénéité, à ce point que l'impression est presque hallucinante de la représentation elle-même ; ces dix-sept disques procurent les joies complètes non seulement de l'audition directe, mais encore de la vision, tant est grande leur puissance évocatrice ; à noter, d'ailleurs, que les passages « parlés » sont respectés. Une seule réserve, une tout petite : pourquoi ces très légères coupures, telles les trois pages du début de l'acte à l'hôtel de Transylvanie, où figure l'air si bref, mais ravissant, de Lescaut : « Celle que j'aime... » ? Ceci nous rappelle la suppression du deuxième couplet de l'air du Toréador, dans l'édition intégrale de *Carmen*, chez Gramophone. Le *Barbier de Séville* bénéficie d'une exécution décidée de son ouverture par l'orchestre Ruhlmann, chez Pathé. Deux airs de *Paganini* et de *Monsieur Beaucaire*, sont joliment chantés par le toujours charmeur Baugé qui, par contre, clame avec conviction deux airs de *la Basoche* et que Villabella dénature, comme à plaisir, deux airs (tout va par deux, dans ce domaine !) de l'exquis *Fortunio* de Messager (P.).

Transition : la *Veuve Joyeuse* subit une moins heureuse transcription chez Pathé que, précédemment, chez Polydor. Par contre, l'opérette *Louis XIV*, où s'est démené l'ineffable Dramen, est l'occasion d'entendre Urban détailler *Adieu ma mie* et *Que je voudrais être votre ami !* (P.). Pour Dramen lui-même, il nous « dit » deux chansons : *les Barbus* et *Youp-Youp-Youp*, amusantes (P.). Charlus, dans son monologue de *l'Invalide belge* n'est pas moins drôle.

Enfin, la « diction » voit une curieuse tentative avec quelques fragments d'œuvres de Sacha Guitry, dites par l'auteur, chantées par Yvonne Printemps, dont le meilleur — remarquable même — est *l'Interview de Debureau* (Gr.) ; et avec les deux tirades de *Cyrano* : *les Nez* et *Non, merci !* (Gr.). M. Denis d'Inès supportant allègrement le rôle de l'homme au panache. Nous regrettons seulement que, dans sa succession des *Non, merci !*, il n'ait pas suivi un crescendo plus expressif, plus violent pour tout dire, pour aboutir à l'explosion finale de rage et de dégoût.

F. FAILLET.

NE PERDONS PAS DE VUE CECI :

Le principal facteur de l'évolution humaine est la concurrence, et l'indice le plus certain de la civilisation d'un peuple est l'importance de son commerce et de son industrie.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Un redresseur qui, à volonté, recharge les accumulateurs ou alimente un poste à lampes ordinaires ou à lampes à chauffage indirect

LE problème de l'alimentation des postes de T. S. F. est à l'ordre du jour. Qu'il s'agisse de recharger des accumulateurs, de fournir directement au poste les tensions qui lui sont nécessaires, on a besoin, pour cela, d'un redresseur de courant (nous supposons, évidemment, le cas où l'on est alimenté par du courant alternatif). Ce redresseur n'aura pas d'ailleurs les mêmes qualités s'il est destiné à recharger les batteries ou à alimenter directement le poste. Cependant, tel qui possède des accumulateurs voudrait bien l'alimentation directe. Faudra-t-il, pour cela, qu'il change son appareil? Non, depuis qu'est né le nouveau redresseur «à tout faire» dont nous allons dire quelques mots.



VUE D'ENSEMBLE DU REDRESSEUR DE COURANT « MAJOR-ULTRA »

Cet appareil peut, à volonté, soit recharger les batteries d'accumulateurs, soit fournir l'alimentation totale d'un récepteur quelconque, soit assurer le chauffage indirect si le poste est muni de lampes à chauffage indirect par l'alternatif.

Ce redresseur, dont le nom générique est « Major », fournit trois tensions anodiques jusqu'à 180 volts, 80 milliampères ; deux tensions de polarisation jusqu'à 15 ou 30 volts, toutes réglables individuellement.

Cet appareil peut être transformé instantanément en « Major-Celo » pour la charge des accus de 4 ou 6 volts avec une intensité d'un ampère.

Une autre manœuvre aussi simple le transforme en « Major-Ultra » donnant l'ali-

mentation totale — plaques, grilles et filaments — pour tout poste récepteur, sans changer ni les lampes ni le montage.

Enfin, on peut réaliser le « Major » avec chauffage indirect donnant l'alimentation totale comme ci-dessus, mais pour des lampes à chauffage indirect par l'alternatif.

L'amplificateur de puissance « Néo Panophone »

CET amplificateur donne une puissance modulée de 3,5 watts et une puissance dissipée par les lampes de 25 watts, permet de brancher directement soit un haut-parleur dynamique, soit un ou plusieurs haut-parleurs magnétiques, soit les deux systèmes simultanément, et donne en plus l'excitation sous 300 volts, pour le champ du haut-parleur dynamique.

Le « Néo Panophone Major » fournit, en outre, la tension anodique pour un poste récepteur sous 40, 80 et 120 volts.

Outre ces nouveautés, « Elcosa » présente son poste-châssis original, qui a déjà suscité, l'année passée, la curiosité des visiteurs du Salon, ses redresseurs pour amplificateur de puissance fournissant 30, 75 et 150 watts à la sortie et les classiques « Autopolariseurs » et résistances platinioniques.

Le haut-parleur magnétodynamique

LE plus simple des haut-parleurs est évidemment le diffuseur électromagnétique, fondé sur le même principe que l'écouteur téléphonique. Malheureusement, il est très difficile de lui faire rendre les notes graves de la musique. Aussi le haut-parleur électrodynamique fut-il très



ENSEMBLE DE L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE « NÉO PANOPHONE »

L'amplification réalisée permet d'alimenter, soit un haut-parleur dynamique, soit plusieurs haut-parleurs électromagnétiques. Cet appareil peut, en outre, fournir la tension anodique de 40, 80 et 120 volts.

favorablement accueilli dès son apparition. Cet enthousiasme se calma lorsque l'on sut que ce nouvel appareil nécessitait, pour son fonctionnement, une source d'excitation locale créatrice du champ permanent dans lequel doit se trouver la bobine modèle et un amplificateur basse fré-



LE HAUT-PARLEUR MAGNÉTO-DYNAMIQUE

quence de grande puissance. Le haut-parleur électrodynamique reste donc le reproducteur idéal pour grandes salles ou pour le plein air, mais la grande masse des auditeurs doit se contenter de l'admirer. C'est donc l'électromagnétique qui est le plus répandu.

Cherchant à allier les qualités pratiques de l'un aux qualités techniques de l'autre, on a cherché à établir un modèle de haut-parleur qui ne nécessite pas l'excitation séparée, qui présente une excellente sensibilité et reproduise parfaitement les notes basses. Ainsi, on a été conduit au magnéto-dynamique. Dans cet appareil, le cône diffuseur est fixé à l'extrémité d'une tige sur laquelle sont calées deux armatures métalliques qui se déplacent *longitudinalement* dans un entrefer constant. Cette tige est maintenue à égale distance des pièces polaires par deux ressorts sans résonance propre. La fréquence de résonance du magnéto-dynamique étant inférieure à 60 périodes, la reproduction des notes basses est très bien assurée. D'autre part, l'équipage mobile (tige, armatures, ressorts) ne pèse que 5 grammes, alors que la bobine mobile d'un électrodynamique pèse de 8 à 15 grammes. Les déplacements latéraux sont de l'ordre de 3 millimètres, ce qui est amplement suffisant pour la reproduction puissante des notes basses.

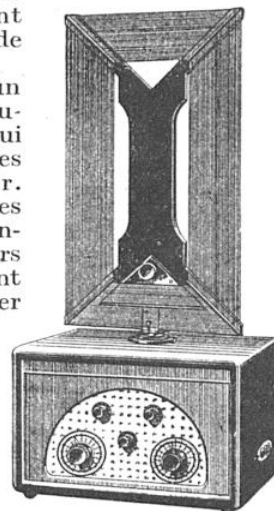
La sensibilité de cet appareil est très grande et ne nécessite pas un amplificateur de grande puissance. Il n'est, d'ailleurs, prévu que pour des amplificateurs de faible et moyenne puissance, et il serait mauvais de le brancher à la sortie d'un amplificateur donnant 10 watts modulés, par exemple, car

on risquerait de détériorer l'équipage mobile. C'est donc un appareil de salon par excellence.

Un nouveau récepteur intéressant : le super à lecture directe

La recherche de la simplification des réglages a conduit, depuis un certain temps déjà, à l'automatisme, ou plutôt au réglage unique obtenu grâce à la conjugaison mécanique précise des organes de réglage des récepteurs. Cela n'est pas, malheureusement, sans entraîner fatalement une augmentation de prix.

Il est cependant un autre procédé, beaucoup plus simple, qui permet le repérage des stations à recevoir. C'est la graduation des cadrans des condensateurs en longueurs d'onde. Radio LL vient donc de créer le super à lecture directe dont les deux condensateurs (d'accord et d'hétérodyne) ont leurs cadrans gradués de cette façon. Un simple geste pour chacun d'eux suffit donc pour obtenir la station désirée. Ce poste, d'un



LE SUPER A LECTURE DIRECTE

prix bien inférieur à celui du Synchro-six, est, néanmoins, très bien présenté et possède un excellent rendement. Il comprend six lampes : une bigrille, deux M. F. à transfo à secondaires accordés, une détectrice, deux B. F. Un bouton central G. P. permet de passer des grandes aux petites ondes ; leur bouton identique se retrouve sur le cadre. Ce cadre est monté sur le poste avec pistons formant glissières, ce qui évite tout fil de connexion. L'alimentation peut être assurée, soit par accus et piles (4 volts pour le chauffage, 40 ou mieux 60 volts pour la bigrille, 80 et 120 volts pour la basse fréquence), soit au moyen du Rectifior. J. M.

Adresses utiles pour « La T. S. F. et les Constructeurs »

Redresseur de courant : ELECTRO-CONSTRUCTIONS S. A., 3, rue Schertz, Strasbourg-Meinau (Bas-Rhin).

Amplificateur de puissance : ELECTRO-CONSTRUCTIONS S. A., 3, rue Schertz, Strasbourg-Meinau (Bas-Rhin).

Haut-parleur magnéto-dynamique : ETABLISSEMENTS SIDI-LÉON, 86, rue de Grenelle, Paris (7^e).

Super à lecture directe : ET^{LS} RADIO-L. L., 2, rue du Cirque, Paris (7^e).

QUELQUES PRÉCISIONS SUR LE BÉTON CELLULAIRE

DANS notre dernier numéro, il a été indiqué par erreur (fig. 10, page 9, de l'article sur l'acoustique des salles de théâtre) que « le béton cellulaire, excellent pour l'isolement thermique est mauvais pour l'isolement acoustique ».

Le béton cellulaire est, au contraire, un excellent isolant contre le bruit aussi bien que contre la chaleur et le froid. Ce matériau est, en effet, composé de cellules remplies d'air, séparées par des parois extrêmement minces; on peut voir sur la figure ci-contre, montrant du béton cellulaire grossi vingt-cinq fois, qu'avec ce grossissement les épaisseurs des parois des cellules n'atteignent pas le demi-millimètre.

Ainsi une cloison en béton cellulaire est et se comporte comme une juxtaposition de lames d'air séparées par la surface continue des portions de parois sensiblement parallèles au plan des faces de la cloison, ces surfaces continues de séparation des lames n'étant reliées transversalement que par les portions de parois des cellules à peu près perpendiculaires au plan des faces de la dite cloison. Ces liens transversaux, les seuls qui interrompent la continuité des lames d'air, sont extrêmement minces, donc ne peuvent en aucun cas constituer un lien

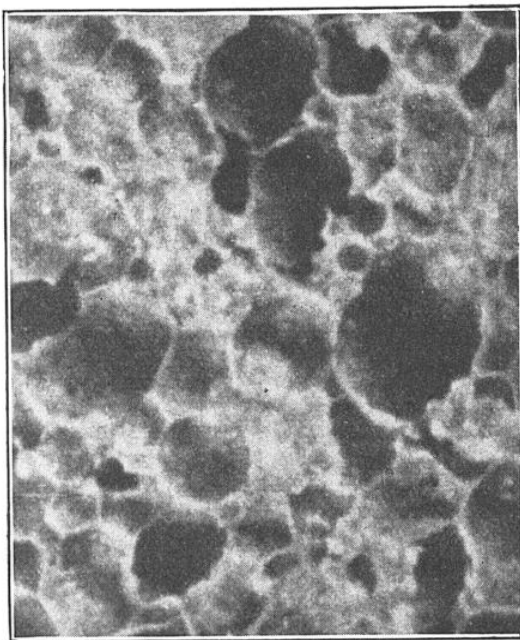
rigide. Aussi le béton cellulaire, de par sa structure même, est-il un matériau diminuant dans des proportions qui peuvent être énormes, la transmission des ondes sonores.

Ces considérations sont en parfait accord avec les expériences de M. Gustave Lyon sur la très faible transmission des bruits

par les lames d'air continues (lames non interrompues par des liens rigides). Elles ont d'ailleurs été vérifiées par les essais faits dans des salles isolées contre le bruit au moyen de béton cellulaire. Elles sont confirmées, en outre, par les attestations d'architectes ayant utilisé ce matériau pour la construction de locaux insonores.

Le Comité consultatif international des Communications téléphoniques à Grande Distance a fait faire des essais, dans une cabine insonore en béton cellulaire demandée par le Laboratoire du Système fondamental européen de Référence pour la Trans-

mission téléphonique, au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris. Avant toute isolation, le rapport entre l'intensité des sons perçus à l'intérieur et l'intensité des sons émis à l'extérieur était 1/38. Après isolation au béton cellulaire, ce rapport est devenu 1/3000. Ces chiffres, résultats de mesures électriques, ont une grande précision.



FRAGMENT DE BÉTON CELLULAIRE DE DENSITÉ 0,3, GROSSI VINGT-CINQ FOIS

N'OUBLIONS PAS QUE :

En France comme en Amérique, de la prospérité de l'agriculture dépend la prospérité de l'industrie.

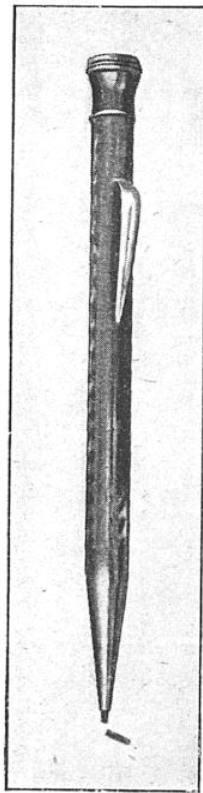
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un an sans changer de mine

DEMANDEZ à quelqu'un, dans la rue, au café, en voyage, de vouloir bien prendre en note une adresse, une information quelconque. Il y a neuf chances sur dix pour que cette personne sorte de sa poche un élégant porte-mines, du genre de ceux qui ont fait leur apparition il y a déjà plusieurs années. Nous voulons parler des appareils à mines de faible diamètre, qui évitent tout époinçage et dont on règle la sortie en vissant plus ou moins la tête de l'appareil.



LE NOUVEAU
« STYLOMINE »

Lorsqu'une mine est terminée, elle est automatiquement remplacée par une autre.

90 millions de mots sans être rechargé.

Un autre perfectionnement intéressant a été apporté à cet appareil. Au lieu de visser

le capuchon du porte-mines pour régler la sortie de la mine, il suffit, en effet, maintenant, d'exercer avec le doigt une pression sur la tête du porte-mines pour faire avancer automatiquement la mine d'un millimètre.

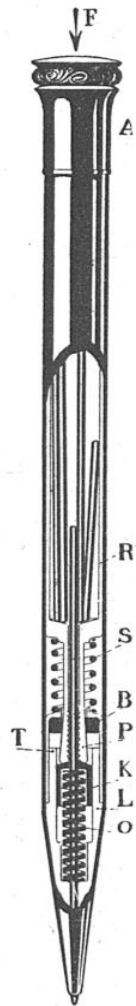
Voyons un peu maintenant comment fonctionne cette petite merveille de mécanique (voir le dessin ci-contre).

Un certain nombre de mines sont contenues dans une réserve tubulaire *R*. La forme conique de la partie inférieure de celle-ci fait engager automatiquement une mine dans la pince *P*, ce qui est possible lorsque la tête *A* est enfoncée, car, dans ce mouvement, on dégage la pince *P* de la bague *B*, qui, normalement, la serre, sous l'effet du ressort *S*. En laissant remonter *A*, la pince *P* serre la mine. En appuyant sur la tête *A*, le réservoir *R*, la pince *P* et la bague *B* descendent en comprimant le ressort *S*. La mine descend également. Pendant la descente, la bague est toujours coincée sur la pince *P* et se trouve entraînée. Mais elle rencontre la butée *T*, qui l'arrête. La pince, continuant à descendre, se dégage de la bague et s'ouvre. Ainsi, à chaque descente de l'ensemble, la mine est entraînée de 1 millimètre, course de la bague qui coince la pince jusqu'à la butée *T*.

C'était encore trop, cependant, et l'ingéniosité des constructeurs est venue à bout de ce petit, mais délicat problème du remplacement de mines. Aujourd'hui, il suffit de garnir une fois par an le porte-mines pour être assuré de son fonctionnement constant. Cette durée est basée sur l'étude de l'usure de la mine, qui a montré que le nouveau porte-mines permettait d'écrire

Il reste cependant à guider exactement la mine jusqu'à sa sortie du porte-mines.

Pour cela, on a prévu un piston *K*, qui suit tous les mouvements de la pince et glisse dans un cylindre *L* télescopique. La mine n'est donc jamais abandonnée à elle-même, condition essentielle de bon



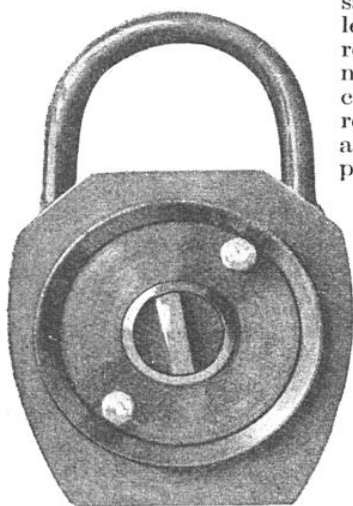
DÉTAIL
DU MÉ-
CANISME
DU
NOUVEAU
« STYLO-
MINE »

fonctionnement. En outre, une bague pinçante en acier trempé, contenue dans la pointe, freine énergiquement la mine, autre condition essentielle. Plus on appuie sur la mine, et plus le serrage devient énergique, empêchant d'une façon absolue la mine de rentrer.

Le remplacement d'une mine par la suivante est évidemment automatique, puisque, dès que la mine en travail ne dépasse plus dans le réservoir, une autre vient s'engager. Il suffit donc de recharger le réservoir pour être assuré de pouvoir écrire pendant une année entière.

Un nouveau cadenas de sûreté sans clef

LES clefs de cadenas sont petites et, en général, d'une grande simplicité. C'est dire qu'on peut facilement les égarer et souvent se passer d'elles pour ouvrir clandestinement le cadenas. Il est donc bien plus pratique d'avoir un appareil fonctionnant



VUE DE FACE DU CADENAS DE SÛRETÉ

sans clef et pour lequel il suffise de retenir un simple nombre de trois chiffres. Le verrouillage réalisé ainsi est sûr et, pour forcer la porte, il faut absolument scier l'anse du cadenas ou bien chercher parmi les combinaisons possibles. Or, l'appareil que nous signalons aujourd'hui en comporte plus de 1.700.

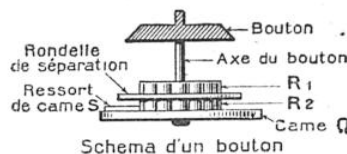
Sur sa face avant se trouvent trois cercles concentriques : le plus grand est actionné par une rondelle moletée, le moyen par deux boutons, le plus petit, au centre, par une partie pleine en relief.

La combinaison étant choisie, par exemple 231, on ramène les trois boutons au zéro vers la gauche. Puis, successivement, on les fait tourner vers la droite en comptant les crans sur lesquels ils passent : deux pour la couronne moletée, trois pour le cercle à boutons, un pour le bouton central. Il suffit de tirer sur l'anse pour ouvrir le cadenas. La fermeture s'opère de la façon inverse, en rabattant l'anse du cadenas et en brouillant la combinaison.

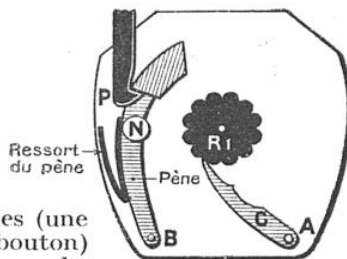
D'ailleurs, celle-ci peut être changée à

volonté. Pour cela, le cadenas étant sur sa position d'ouverture, engager une épingle dans un petit trou ménagé à cet effet, ramener les boutons à zéro, et compter ensuite, en tournant vers la droite chaque bouton, le nombre de crans correspondant à la combinaison choisie. Retirer l'épingle et c'est tout. Chaque bouton peut prendre douze positions, de 0 à 11.

Quelques mots sur le fonctionnement mécanique de cet appareil. Chaque bouton est lié par son axe à deux rochets R_1 , R_2 , comportant les douze crans de 0 à 11 et séparés par une rondelle. La pointe d'un cliquet C mobile autour du point A s'appuie sur la partie R_1 du rochet. La partie R_2 est liée à une came Q par un ressort plat S fixé à la came en i . Le pêne, à la pointe P duquel s'engage l'extrémité de l'anse, pivote autour de B et possède, en un point, un bossage N ramené vers la came par un ressort.



Schema d'un bouton



Ressort du pêne

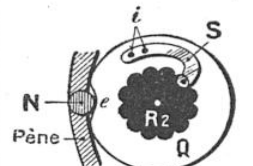


Schéma de la came

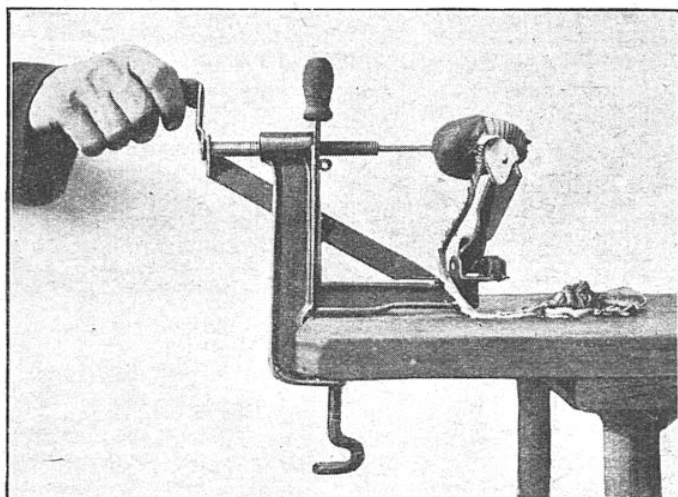
DÉTAIL DU MÉCANISME DU CADENAS DE SÛRETÉ

Pour ouvrir le cadenas, il faut que les trois comes (une pour chaque bouton) présentent leur encoche e en face le bossage N . On peut alors dégager l'anse, le pêne pouvant ainsi s'effacer. Cette position est toujours la même pour les trois boutons (et pour une même combinaison) puisque les comes sont liées aux rochets. Donc, à ce stade de la fabrication, on aurait parfaitement réalisé un cadenas de sûreté fonctionnant pour une combinaison donnée, si les comes étaient invariablement liées aux rochets. Pour pouvoir changer la combinaison, il est cependant indispensable de modifier la position respective de ces deux organes. C'est pourquoi la came n'est reliée au rochet que par l'intermédiaire d'un ressort S .

Quand on change la combinaison, l'épingle maintient le pêne dans sa position d'ouverture, N étant engagé dans les encoches e . Les comes sont alors bloquées. Si on tourne les boutons, les doubles rochets tournent, changeant ainsi de dent, en même temps sur le cliquet C et sur le ressort S . Ce dernier étant plus fort que le ressort du cliquet, la combinaison ne peut se modifier d'elle-même quand on manœuvre les boutons.

Pelons nos pommes de terre à la machine

NOUS sommes vraiment au temps de la mécanisation de tous les travaux ménagers. De plus en plus, en effet, la maîtresse de maison, qui doit s'occuper elle-même non seulement de l'entretien de son intérieur, mais encore de la cuisine, dispose d'appareils sans cesse perfectionnés



LA MACHINE A PELER LES POMMES DE TERRE

pour faciliter sa tâche. Il faut reconnaître, d'ailleurs, que c'est la diffusion de l'électricité qui a permis de réaliser les nombreux dispositifs imaginés.

Pourtant, ce n'est pas d'une machine électrique que nous voulons parler aujourd'hui, mais bien d'un système mécanique très simple qui facilite un des travaux de la ménagère : l'enlèvement de la peau des pommes de terre. Il y a loin, en effet, entre la façon dont la femme s'y prend pour cette opération et l'action brutale du couteau du soldat à la « corvée de patates ». C'est qu'il s'agit non seulement d'aller vite, mais encore d'enlever le minimum de l'enveloppe de tubercule. Et c'est la question d'économie qui nous a fait insister sur le fonctionnement purement mécanique de la petite machine représentée ci-contre. Ne serait-il pas illusoire de posséder un appareil électrique dont la consommation d'énergie serait supérieure à la valeur de l'économie réalisée ?

Cette machine ultra-simple se compose donc d'un bâti pouvant être fixé à une table quelconque et dans la partie supérieure duquel peut tourner une vis actionnée par une manivelle. Cette vis porte à son autre extrémité un axe terminé en forme de lance. C'est sur cette lance que l'on enfila la pomme de terre à éplucher. La vis

étant ramenée complètement à gauche, la pomme de terre bien placée se trouve en face d'un couteau monté sur un bras pouvant pivoter autour d'un axe vertical et ramené constamment vers le centre par un ressort de rappel. Au fur et à mesure que l'on tourne la manivelle, la pomme de terre avance et en même temps le bras supportant le couteau pivote autour de son axe. La pression du ressort fait engager le couteau, et celui-ci enlève une mince pellicule. L'opération est à la fois rapide et économique.

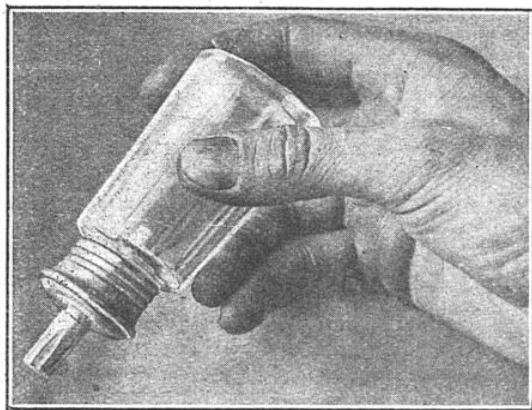
Pour reprendre la position initiale, pour « revenir à zéro », il suffit d'écartier la lame verticale terminée en haut par une poignée, lame qui, normalement, s'engage dans les filets de la vis et forme écrou fixe. Un deuxième ressort ramène instantanément l'appareil dans sa position primitive.

Est-il utile d'ajouter que l'entretien de cet appareil est quasi nul ? Il suffit de l'essuyer après usage et de l'huiler.

Une salière dont les trous ne peuvent se boucher et qui permet de doser facilement le sel

L'USAGE des salières à trous s'est répandu partout, car elles évitent l'emploi d'une petite pelle à sel, souvent égarée, et mettent le sel à l'abri de la poussière. Malheureusement, sous l'effet de l'humidité, il arrive assez fréquemment que le sel forme un bloc sous le capuchon de l'appareil, nécessitant son dévissage et son nettoyage.

Le nouveau modèle de salière représenté ci-dessous remédie à cet inconvénient et, de



CETTE SALIÈRE, DONT LES TROUS NE PEUVENT SE BOUCHER, PERMET DE DOSER FACILEMENT LA QUANTITÉ DE SEL.

plus, permet de doser facilement la quantité de sel que l'on veut faire couler.

Il se compose d'un récipient en verre sur lequel se visse un capuchon, qui, au lieu d'être percé de plusieurs petits trous, ne comporte qu'une ouverture centrale assez large. Dans cette ouverture peut coulisser une pièce métallique cylindrique dont la partie supérieure seule est cannelée. On se rend compte aisément que, si l'on renverse la salière en maintenant enfoncée dans le capuchon cette pièce métallique, le sel s'écoulera par les cannelures d'une façon continue. Au contraire, si on laisse tomber ce bouchon, le sel ne s'écoule plus, la partie cylindrique non cannelée venant obturer l'ouverture du capuchon. Toutefois, ce n'est pas ainsi que l'on doit procéder pour se servir de cette salière.

Quand on veut l'utiliser, on la renverse, bien entendu, mais au premier coup le sel ne passe pas; il vient se ramasser derrière le capuchon. Si on agite la salière de façon à faire remonter le bouchon cannelé, puis à le laisser redescendre, à chaque mouvement correspond la chute d'une petite quantité de sel.

Ajoutons que le mouvement de va-et-vient du bouchon est guidé par une tige terminée par une maselotte arrêtée dans son mouvement par une lame métallique fixée au bouchon.

Ainsi, le sel, toujours à l'abri de la poussière, ne peut former bloc sous le capuchon, puisque le mouvement du bouchon briserait immédiatement tout commencement de « prise » du sel.

Ce support de fer électrique économe à la fois le courant et... le linge

RARES sont certainement les ménagères qui, utilisant un fer électrique, n'ont jamais oublié le fer sur le linge et constaté, peu après, les ravages occasionnés par la chaleur. Ne sont-elles pas, d'ailleurs, excusables, elles qui doivent souvent vaquer à de nombreuses occupations en même temps ? Et même si la repasseuse a pris la précaution

de mettre le fer sur son support pour éviter de brûler le linge, il n'en reste pas moins que le compteur tourne sans arrêt, au grand dam du porte-monnaie.

C'est pour éviter ces inconvénients qu'a été conçu le support de fer ci-dessous. Il se compose simplement d'un bâti de support ordinaire sous lequel on a logé un interrupteur de courant actionné par un bouton isolant dont la tête fait saillie au-dessus de la table du support. Le secteur étant branché sur le support, et le fer sur ce dernier, il chauffe normalement pendant le travail du repassage. Mais le fait même de poser le fer suffit pour couper le courant automatique-

ment. Donc économie d'énergie. On sait que cette condition est déjà réalisée sur certains appareils comportant un interrupteur dans la poignée.

Cependant, dans certains cas (repassage du linge très humide ou de grosses pièces), il est nécessaire de laisser chauffer le fer constamment. Il suffit de placer le talon du fer sur le rebord prévu sur le support pour que, le bouton n'étant pas enfoncé, le courant continue à passer.

Théoriquement, il est évident que rien n'empêche d'utiliser ce support de fer aussi bien sur le courant continu que sur le courant alternatif. Cependant, étant

donné que la rupture du courant n'est pas très brusque, l'arc qui jaillit au moment où on pose le fer sur le bouton interrupteur est plus intense sur le courant continu. Aussi les contacts risqueraient d'être rongés peu à peu par la chaleur de l'étincelle.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

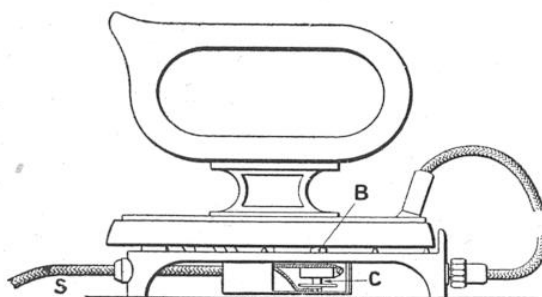
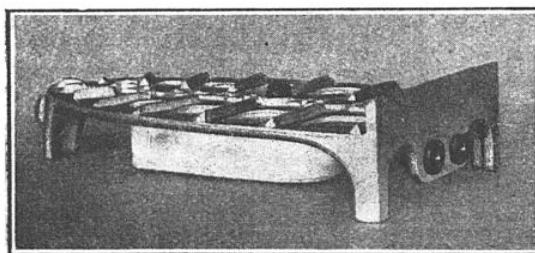
Porte-mines (pour le gros seulement) : STYLOMINE, 2, rue de Nice, Paris (11^e). (Détail partout.)

Cadenas de sûreté : J. A. P., 9, rue Séguier, Paris (6^e).

Machine à peler les pommes de terre : M. DESCLOUIS, 29, rue Mathis, Paris (19^e).

Salière : PRODUITS D'ACIER, 21, rue Tronchet, Paris (8^e).

Support de fer : L'INTERRUPT, 4, cité Thuré, Paris (15^e).



ENSEMBLE ET SCHÉMA DU SUPPORT DE FER

S, secteur; B, bouton; C, contact.

UNE CURIEUSE APPLICATION DE L'AIR COMPRIMÉ

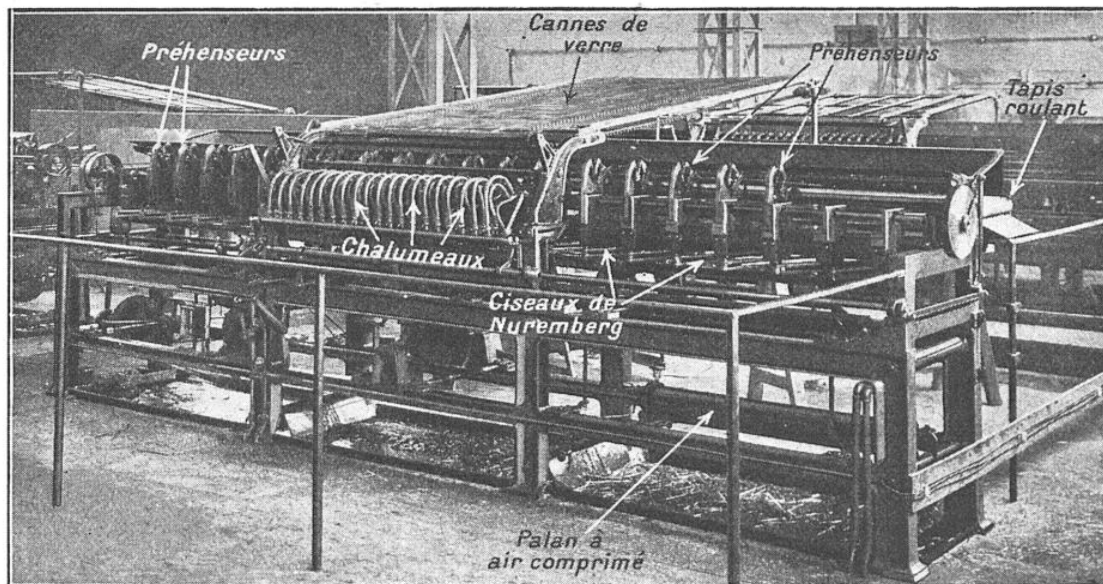
Une machine automatique à préparer les ampoules de verre.

Par Jean CAËL

ON dit souvent que les idées originales prennent naissance en France, mais que leur exploitation est presque toujours réservée à l'étranger. Si cette affirmation a reçu parfois de regrettables confirmations, elle ne constitue cependant pas une loi générale. La machine à fabriquer des ampoules en verre, imaginée par M. P.-A. Favre, donne, à ce sujet, un dé-

présente sur une série de *préhenseurs* pourvus chacun d'une encoche dans laquelle il tombe.

Ces *préhenseurs* constituent une originalité mécanique, car non seulement ils maintiennent le tube de verre, mais ils assurent aussi sa rotation devant les *chalumeaux* qui le ramollissent. Pour obtenir ce double résultat, un pignon échanuré a été introduit dans le bâti du *préhenseur* ; il comporte deux



LA MACHINE P.-A. FAVRE POUR FABRIQUER LES AMPOULES DE VERRE

menti catégorique à cette opinion préconçue.

Elle permet de fabriquer dix-neuf ampoules à la fois. L'*Union Verrière* vient de mettre six machines en service, à l'aide desquelles elle peut satisfaire au cinquième des demandes de la consommation française. En voici le principe.

Les cannes ou tubes de verre, de 1 m 20 de longueur et dont le diamètre est égal à celui des futures ampoules, sont placées sur un plateau de distribution à chaînes dentées légèrement oblique, qui alimente la machine.

L'ouvrier préposé à la conduite agit sur un levier pour amener le premier tube qui se

griffes, qui peuvent être serrées par un ressort. Dès que le tube de verre se présente au-dessus des *préhenseurs*, les griffes s'écartent pour le laisser passer : elles se serrent ensuite, et les pignons de commande, actionnés par un arbre unique pour tous les appareils, entrent en rotation, entraînant le tube qui tourne dans la flamme des *chalumeaux*.

L'ouvrier surveille le ramollissement du verre ; quand il le juge suffisant, il agit sur un levier qui met en route un moteur à air comprimé.

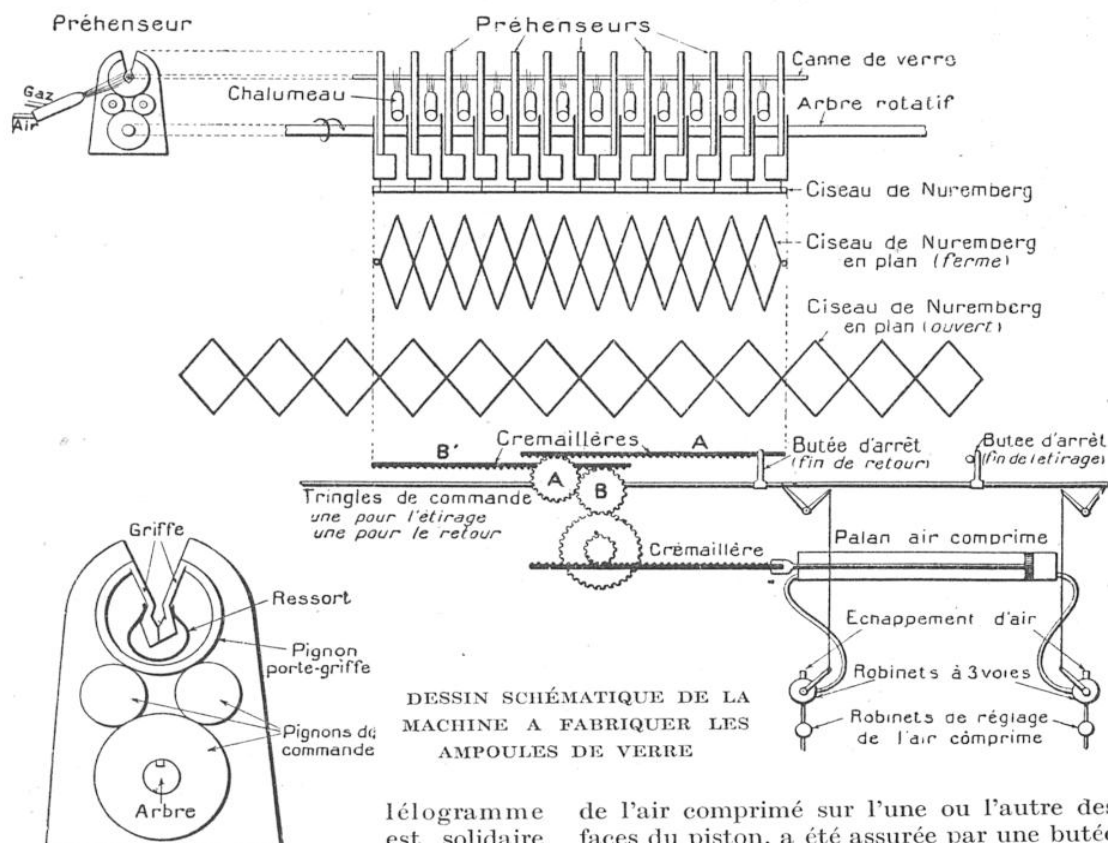
Celui-ci, par l'intermédiaire d'une cré-

maillère faisant suite à la tige du piston, actionne un train d'engrenages dont les deux pignons extrêmes, *A* et *B*, tournent en sens inverse et actionnent chacun une crémaillère *A'* et *B'*. Celles-ci portent une attache extrême qui leur permet d'entraîner les deux extrémités d'un *ciseau de Nuremberg* (groupe de parallélogrammes déformables), qui se développe, par conséquent, sur toute la longueur de la machine.

Mais le point de jonction de chaque paral-

En raison de la fragilité du verre, il eût été impossible de réaliser cette fabrication avec un moteur autre qu'un moteur à air comprimé. Il faut, en effet, qu'au moment où l'étirage touche à sa fin, le mouvement de translation se réduise insensiblement jusqu'au moment de l'arrêt ; sans cette précaution, les parties effilées du tube se briseraient infailliblement.

Pour obtenir ce résultat, la fermeture des deux robinets à trois voies assurant l'arrivée



l'élogramme est solidaire d'un préhenseur. Ces derniers se trouvent donc entraînés par le ciseau, lui-même développé par les crémaillères. Le tube de verre, toujours en rotation et maintenu par chaque préhenseur, suit le mouvement ; les parties ramollies s'allongent, et les parties non chauffées constituent l'ampoule.

L'ouvrier arrête la machine, appuyé sur un levier qui commande des cisailles sectionnant le tube au milieu de toutes les parties effilées, et les ampoules ainsi séparées tombent sur une toile sans fin, qui les conduit à une autre machine, où s'opèrent automatiquement la fermeture et le sectionnement de l'une des parties effilées.

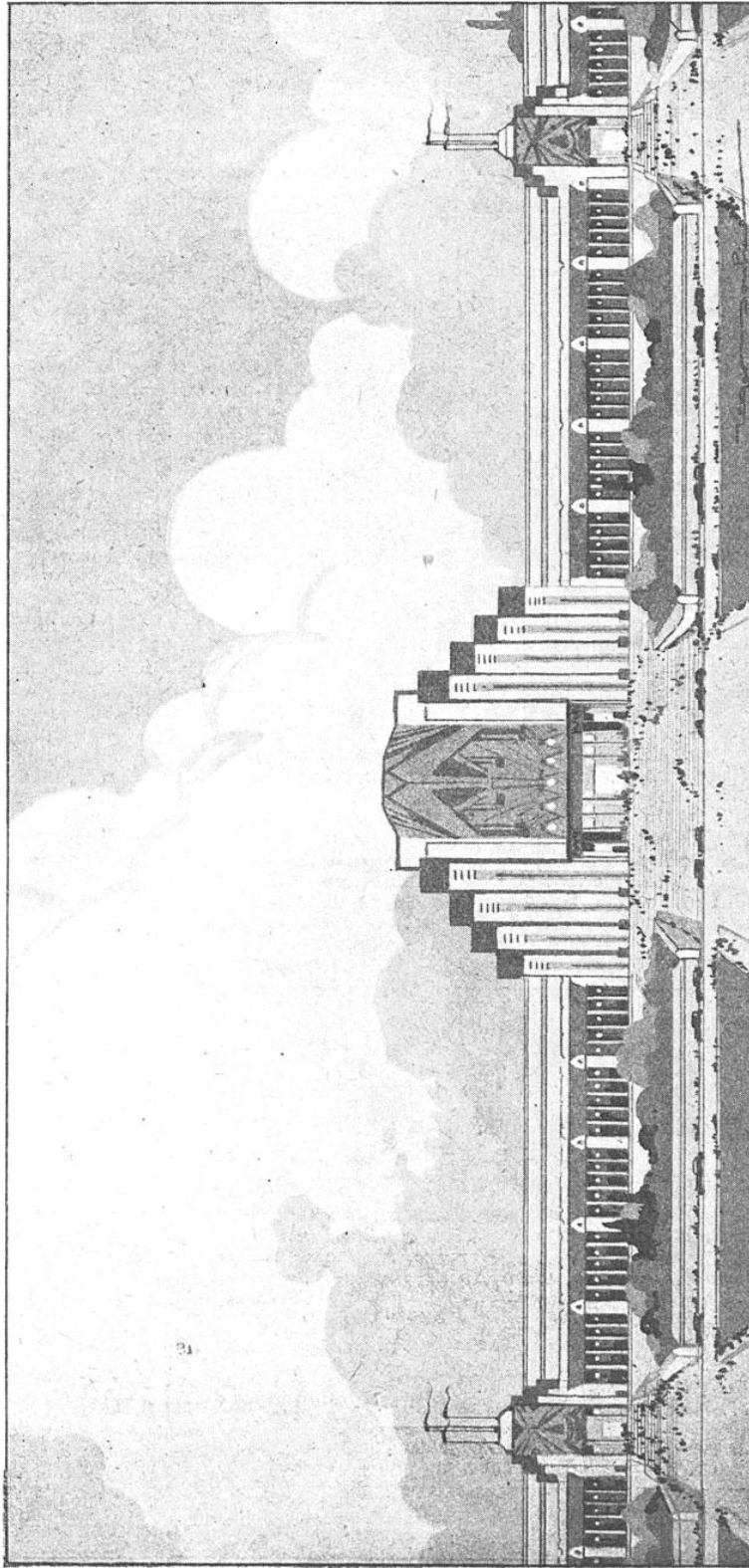
de l'air comprimé sur l'une ou l'autre des faces du piston, a été assurée par une butée appartenant à l'une des crémaillères agissant sur les tringles de commande des robinets.

Le départ du piston moteur, commandé à la main, s'effectue sous la pression totale de l'air comprimé ; mais sa progression vers l'autre extrémité du cylindre va sans cesse en diminuant à partir du moment où l'air comprimé ne pénètre plus dans le cylindre, le robinet à trois voies qui commande son entrée ayant été mis sur l'échappement. On obtient ainsi le ralentissement, avant l'arrêt, de l'entraînement des préhenseurs.

La machine produit 25.000 ampoules dans une journée de dix heures, alors qu'une ouvrière habile atteint à peine 2.000 dans le même temps.

JEAN CAËL.

LE PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ DE L'EXPOSITION DE LIÈGE DE 1930



Pour fêter le centenaire de l'indépendance de la Belgique, une Exposition internationale de la grande industrie, des sciences et de leurs applications, et des arts aura lieu, à Liège, au cours de l'année 1930. Parmi les monuments érigés en vue de cette Exposition, le Palais de l'Électricité, représenté ci-dessus, mérite une mention spéciale. D'une longueur de 210 mètres sur une largeur de 60 mètres (12.600 mètres carrés), il possèdera une façade de 14 mètres de haut en moyenne et de 26 mètres de haut à l'entrée principale. La charpente métallique qui soutiendra ce monument ne pèsera pas moins de 55.000 kilogrammes, et le poids total de la charpente atteindra 990.000 kilogrammes. A l'intérieur du Palais, on a prévu une grande galerie circulaire, d'une largeur de 7 mètres le long des côtés de 210 mètres et de 10 mètres le long des côtés de 60 mètres. Une passerelle médiane de 10 mètres de large a été établie, et on accèdera à cet étage par un escalier monumental. Ce palais est destiné à recevoir tout ce qui concerne la construction des machines électriques, l'exploitation de l'énergie électrique. Dans les galeries, occupées par le Ministère des Arts et des Sciences, on trouvera les expositions scientifiques des Universités de Liège, Gand, Louvain, etc. Ce palais sera, bien entendu, éclairé tout spécialement, grâce à de puissants projecteurs électriques.

CHEZ LES ÉDITEURS

COLONIES

L'ÉCOLE DES COLONIES, par O. Homberg. 1 vol. (185 x 120). Prix : 12 francs. Franco, France : 13 fr. 25.

M. Octave Homberg n'est pas surtout un financier, mais, avant tout, un pionnier colonial, qui a largement contribué au développement économique de notre domaine d'au delà des mers. Au moment où les colonies viennent — enfin — à l'ordre du jour, ainsi que le prouvent les déclarations du ministre Piétri, au moment où deux grandes expositions internationales : Anvers 1930 et Paris 1931, vont attirer l'attention du grand public sur l'ensemble des colonies, M. Homberg accomplit une œuvre utile en publiant *L'Ecole des Colonies*, où il met en valeur l'esprit colonial et cite, à titre d'exemples, ceux qui, en France, ont le mieux représenté cet esprit. L'heure est venue d'utiliser rationnellement nos richesses coloniales, jusqu'ici partiellement méconnues. Cet ouvrage s'adresse non pas aux initiés, qui sont depuis longtemps les apôtres de cette école, mais au vaste public, dont l'opinion ne peut être judicieusement éclairée que par des compétences. M. Octave Homberg est, parmi celles-ci, l'une des plus qualifiées.

COMBUSTIBLES

COMPTE RENDU DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA TOURBE. 1 vol., broché, 141 p. Prix : 40 fr. ; franco, France : 43 francs.

On pouvait croire que l'exploitation des tourbières françaises était abandonnée pour toujours depuis la fin de la guerre. Le compte rendu du Congrès international de la Tourbe, qui vient de paraître, nous montre, au contraire, comment les progrès techniques qui ont été faits

ces dernières années permettent une valorisation notable de ce combustible pauvre et comment se sont ouverts des débouchés qui étaient à peu près inexistantes avant la guerre, tels que l'électrification des campagnes, la motoculture et le remplacement de l'essence dans les moteurs.

PHYSIQUE

LA TOPOGRAPHIE SANS TOPOGRAPHES, par le commandant F. Ollivier. 1 vol. 300 p., 158 fig. Prix : 42 francs ; franco, France : 43 fr. 65.

De l'avis de notre éminent collaborateur, M. Maurice d'Ocagne, membre de l'Institut, qui a rédigé la préface de cet ouvrage, le travail du commandant Ollivier constitue le traité le plus complet qui ait été écrit sur la photogrammétrie, qui englobe à la fois les levés topographiques effectués par la photographie et la transformation automatique des clichés en cartes cotées.

Cet ouvrage technique sera, pour ceux qui s'intéressent à ces questions, une mise au point parfaite des progrès réalisés dans ce domaine.

T. S. F.

A LA CONQUÊTE DES ONDES. LA T. S. F., par Paul Brenot. 1 vol. broché, 150 p. Prix : 6 fr. ; franco, France : 8 francs.

Les noms de radiodiffusion, télévision, télécinéma suffisent à montrer les rapides progrès de la radioactivité.

Personne ne doit, aujourd'hui, ignorer les phénomènes essentiels qui sont à la base de cet essor des ondes hertziennes.

L'ouvrage de M. Brenot, puissamment documenté et clair, constitue un exposé complet de toutes les questions techniques, écrites pour être comprises de tous.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERV, 18, rue d'Enghien.