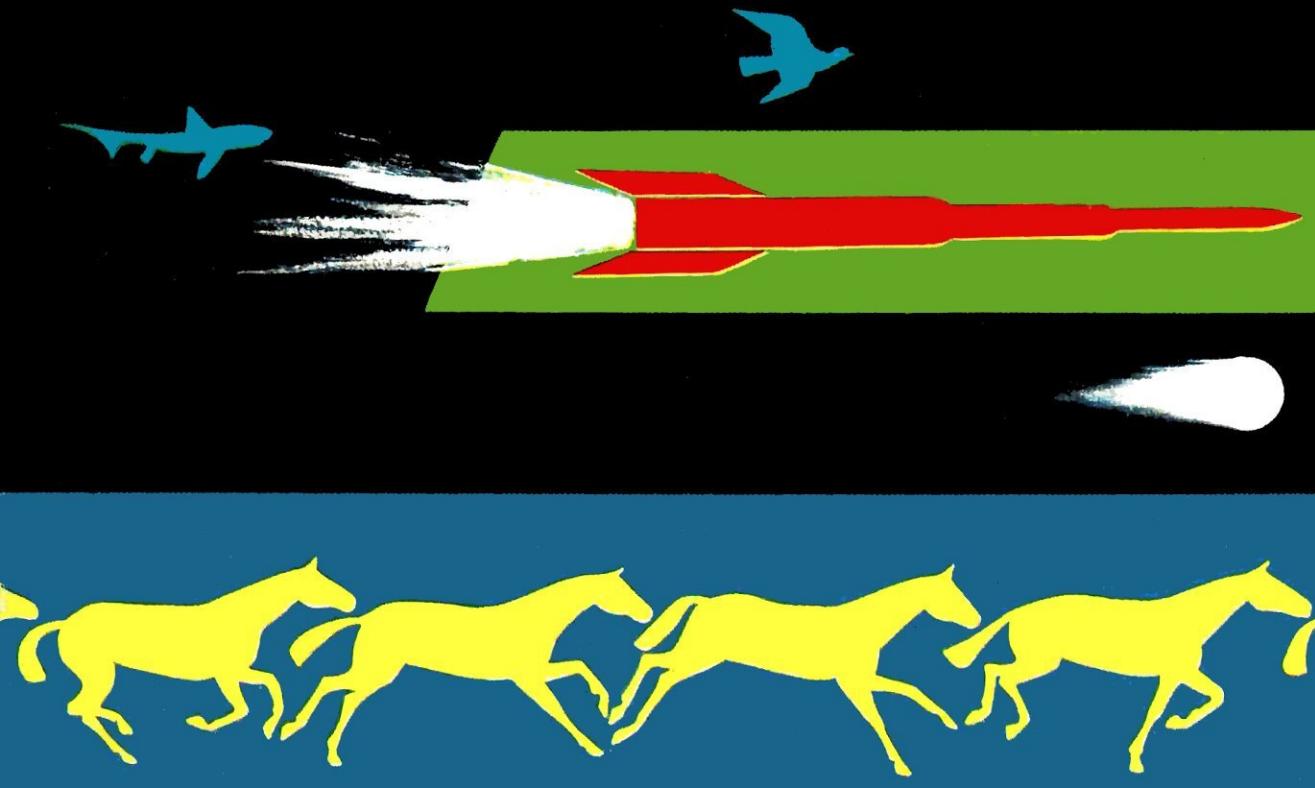


SCIENCE et VIE

Edition trimestrielle n° 42 ● 250 Frs

NUMÉRO HORS SÉRIE

LA VITESSE

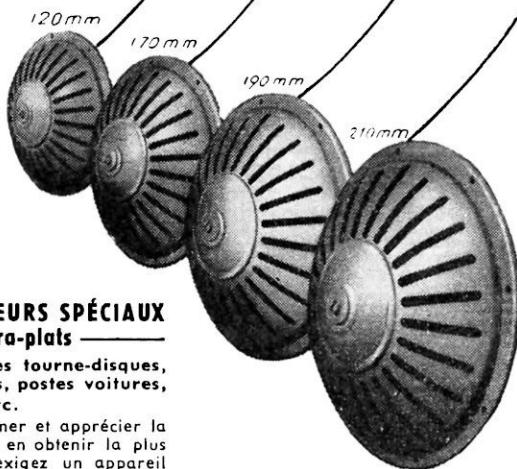


COMTE





LA SÉRIE W POUR MALLETTES ÉLECTROPHONES



HAUT-PARLEURS SPÉCIAUX Extra-plats

pour mallettes tourne-disques,
Électrophones, postes voitures,
etc.

Pour mieux aimer et apprécier la
musique, pour en obtenir la plus
grande joie, exigez un appareil
équipé du Haut-Parleur

AUDAX

adopté par les plus grandes marques de Radio, Télévision et Sonorisation.

AUDAX

S. A. au cap. de 150.000.000 de frs

45, AV. PASTEUR • MONTREUIL (SEINE) AVR.50-90

Dép. Exportation: SIEMAR, 62 RUE DE ROME • PARIS-8^e LAB. OO-76

COORDONNEES	X	1548.2732	TEMPS	T 10.27	Z	384.5510
VITESSE	X.	307.234	Y	251.2218	Z.	• 256
ACCELERATION	XII	• 415	Y.	• 545	ZII	• 064
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1574	YII	0.003	CII	• 45
			BI	0.256	CII	• 45
						7257 ARDOR PUBLI
COORDONNEES	X	1550.1832	TEMPS	T 10.28	Z	385.662
VITESSE	X.	307.245	Y	250.1899	Z.	• 247
ACCELERATION	XII	• 452	Y.	• 618	ZII	• 065
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1571	YII	0.002	CII	• 44
			BI	0.251	CII	• 44
COORDONNEES	X	1553.2934	TEMPS	T 10.29	Z	385.7725
VITESSE	X.	307.247	Y	250.1977	Z.	• 234
ACCELERATION	XII	• 451	Y.	• 719	ZII	• 067
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1574	YII	0.001	CII	• 51
			BI	0.18	CII	• 51
COORDONNEES	X	1555.3034	TEMPS	T 10.30	Z	386.4425
VITESSE	X.	307.309	Y	250.2585	Z.	• 342
ACCELERATION	XII	• 421	Y.	• 89	ZII	• 066
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1536	YII	0.004	CII	• 53
			BI	0.5	CII	• 53
COORDONNEES	X	1557.6051	TEMPS	T 10.31	Z	386.5117
VITESSE	X.	307.845	Y	250.3747	Z.	• 351
ACCELERATION	XII	• 374	Y.	• 701	ZII	• 066
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1478	YII	0.006	CII	• 54
			BI	• 14	CII	• 54
COORDONNEES	X	1559.9561	TEMPS	T 10.32	Z	386.5237
VITESSE	X.	307.945	Y	250.4422	Z.	• 302
ACCELERATION	XII	• 328	Y.	• 915	ZII	• 065
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1477	YII	0.003	CII	• 55
			BI	• 15	CII	• 55
COORDONNEES	X	1562.0035	TEMPS	T 10.33	Z	386.5551
VITESSE	X.	308.002	Y	250.9987	Z.	• 306
ACCELERATION	XII	• 334	Y.	• 936	ZII	• 065
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1438	YII	0.004	CII	• 56
			BI	• 13	CII	• 56
COORDONNEES	X	1565.6145	TEMPS	T 10.34	Z	387.0032
VITESSE	X.	309.075	Y	251.2210	Z.	• 326
ACCELERATION	XII	• 337	Y.	• 947	ZII	• 059
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1542	YII	0.010	CII	• 57
			BI	• 16	CII	• 57
CENTRE NATIONAL DE CALCUL ELECTRONIQUE						
COORDONNEES	X	1568.1214	TEMPS	T 10.35	Z	387.0001
VITESSE	X.	309.051	Y	251.3150	Z.	• 341
ACCELERATION	XII	• 339	Y.	• 998	ZII	• 049
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1536	YII	0.007	CII	• 35
			BI	• 26	CII	• 35
COMPAGNIE DES MACHINES BULL						
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 3.925 MILLIONS DE FRANCS ³⁶						
COORDONNEES	X	1569.652	TEMPS	T 10.36	Z	387.0107
VITESSE	X.	309.652	Y	1.005	Z.	• 299
ACCELERATION	XII	• 351	Y.	1.003	ZII	• 045
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1561	YII	0.008	CII	• 36
			BI	• 31	CII	• 36
COORDONNEES	X	1572.7525	TEMPS	T 10.37	Z	386.9853
VITESSE	X.	309.754	Y	1.005	Z.	• 284
ACCELERATION	XII	• 351	Y.	1.003	ZII	• 046
AUTO DIRECTEUR	AI	• 1574	YII	0.008	CII	• 37
			BI	• 35	CII	• 37

Vite...



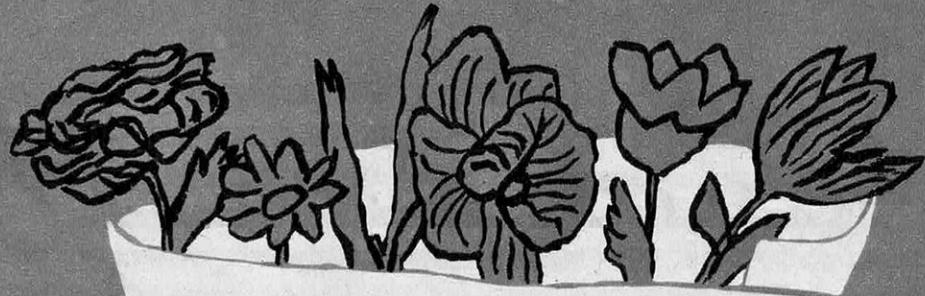
et Bien

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER :

Compagnie Maritime des Chargeurs Réunis

3, BOULEVARD MALESHERBES PARIS ANJ.: 08-00 AGENTS ET REPRÉSENTANTS DANS LES PRINCIPALES VILLES

Possibilité de crédit pour tous passages



Sur 217 records du monde,

160 appartiennent à

DUNLOP

notamment

633 km. 664 à l'heure

avec John COBB sur Railton-Napier

309 km. à l'heure (voiture à turbine)

avec l'Etoile filante de la Régie Renault

100.000 km.

à 113 km./heure

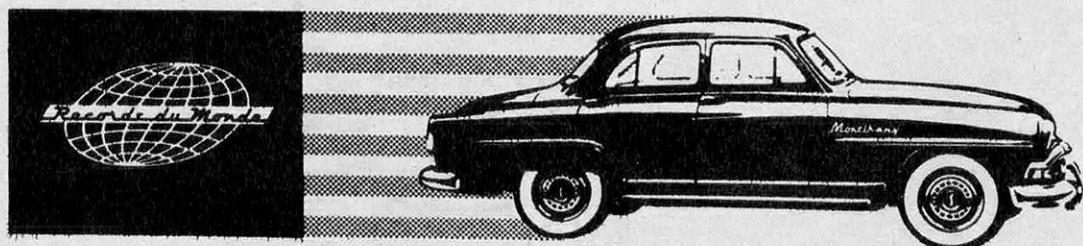
avec Simca-Aronde



Aronde '58

14 records du monde

100.000 Km à 113 de moyenne
avec une Aronde comme la vôtre ont apporté
une nouvelle preuve de la robustesse des Arondes 1300
Jamais aucune voiture n'a été à la fois aussi vite, aussi loin.



publicité SIMCA

Commandez-la dès maintenant pour vos vacances
chez votre concessionnaire Simca-Aronde

LA VITESSE

SOMMAIRE

● VITESSE ET PROPORTIONS DU MONDE	6
● MOUVEMENTS ET RYTHMES DU MONDE VIVANT	14
● LES EXPLOITS DU MOTEUR HUMAIN	20
● LA VITESSE RÉGIT LES FORMES : DU SUBSONIQUE A L'HYPER-SONIQUE	35
● EN CHEMIN DE FER, LES 100 KM/H SE GÉNÉRALISENT ...	48
● LA VITESSE SUR DEUX ROUES	55
● RECORDS ABSOLUS EN AUTOMOBILE	60
● PERFORMANCES RÉCENTES EN PETITES CYLINDRÉES	75
● AVIONS RECORDS A RÉACTEURS ET MOTEURS FUSÉES ..	81
● POUR LE TRANSPORT AÉRIEN, L'AVION RAPIDE EST LE PLUS ÉCONOMIQUE	89
● RECORDS ABSOLUS SUR L'EAU	102
● PAQUEBOTS D'HIER ET DE DEMAIN	114
● DE LA FRONDE A L'ENGIN BALISTIQUE	120
● LES VITESSES DU MONDE PHYSIQUE	133
● LE RYTHME DU MONDE MODERNE	146

TARIF DES ABONNEMENTS

	France et Union Fr. ^e	étranger	Belgique et Congo belge
UN AN, 12 parutions	1000 fr.	1400 fr.	200 fr. belges
UN AN, 12 parutions	(envoi recommandé)	1600 fr.	1900 fr.
UN AN, avec en plus, 4 numéros hors série	1650 fr.	2200 fr.	375 fr. belges
UN AN, avec en plus, 4 numéros hors série	(envoi recommandé)	2400 fr.	2900 fr.

Changement d'adresse, poster la dernière bande et 30 fr. en timbres-poste.

Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Balzac 57-61. Chèque postal 91-07 PARIS
Adresse télégraphique : SIENVIE Paris. — Publicité : 2, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Elysées 87-46.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by SCIENCE ET VIE. Février 1958



J. Courbet. 80.

LA VITESSE et les

Il n'est pas rare, dans les musées ou dans les livres, de voir représenter le progrès de l'humanité, de l'Age de la pierre aux temps modernes, par des tableaux qui retracent les grandes étapes de la métallurgie ou de la mécanique. On y voit aussi figurer l'évolution des procédés de transport, les perfectionnements de la roue ou du gouvernail, mais il est exceptionnel qu'on y trouve des tableaux sur l'évolution des vitesses de déplacement. En effet, on ne traversait la France guère plus vite sous Napoléon que sous les Romains, et, à peu

de chose près, les voiles phéniciennes ou vikings portaient les marchandises aussi rapidement que les voiliers de la Compagnie des Indes. L'augmentation du rayon d'action, la connaissance et la sécurité des routes terrestres et maritimes marquent le développement des civilisations, mais de la haute Antiquité au XIX^e siècle, l'échelle des vitesses de déplacement ne varie que dans des proportions minimes et l'on peut se demander si elles ne constituent pas le critère le plus évident de la distinction entre un monde qui a duré des milliers



« Cain », par Cormon - Photo Viollet

Comment devaient se déplacer les tribus nomades de la préhistoire

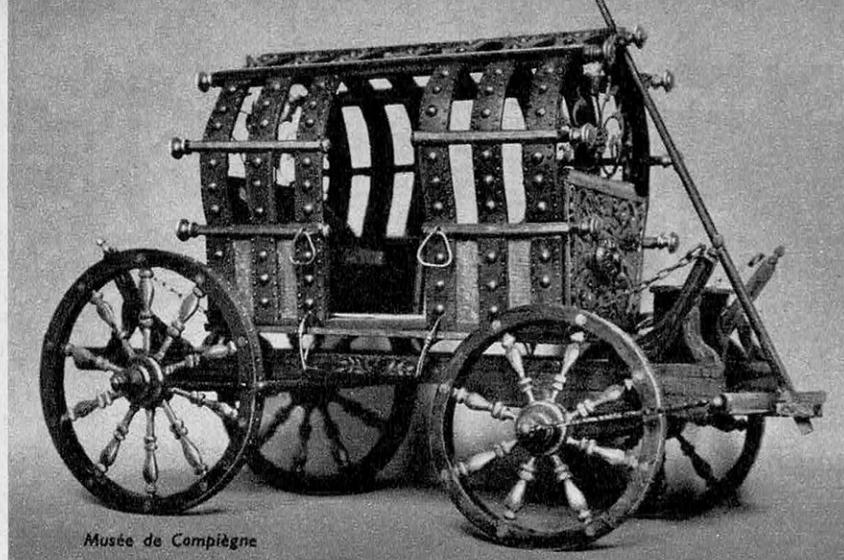
proportions du monde

d'années et notre monde qui est à peine plus que centenaire. Parler de mondes différents n'est certainement pas excessif car César, à ce point de vue, est plus proche de Napoléon que ce dernier n'est de l'homme actuel.

Du monde à l'échelle du pas au siècle de la vitesse

L'histoire de l'humanité pourrait en quelque sorte se diviser en deux périodes, celle où le pas humain sert d'unité temps-

distance et ce que nous avons baptisé nous-même le « Siècle de la vitesse ». Entre ces deux périodes, toutes les structures économiques et sociales se sont trouvées mises en question. Le monde est encore partiellement engagé dans la première phase et l'adaptation aux proportions nouvelles entraîne la disparition d'institutions ou de coutumes qui souvent assuraient la cohésion entre les membres de la société ; il suffit de penser, pour l'Europe à la disparition des fêtes traditionnelles, des costumes locaux, des foires régionales et des marchés,



Musée de Compiègne

« Char brulant » du XVI^e siècle, premier exemple d'avant-train orientable et de suspension à chaîne

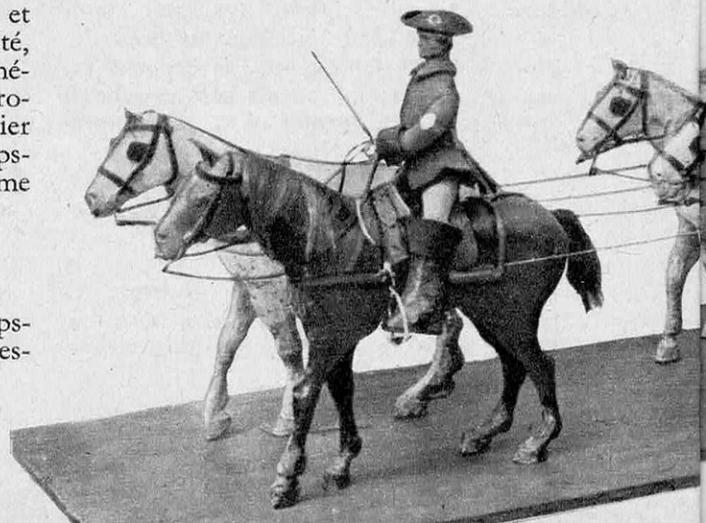
et au regroupement des individus dans des centres de distraction ou de commerce beaucoup plus espacés pour s'apercevoir que le seul fait de pouvoir traverser la France en douze heures, ou atteindre le chef-lieu dans le temps qu'il aurait fallu au siècle dernier pour traverser la commune, a suffi pour mettre en question tout un système social. Cette transformation, considérée superficiellement, paraît se limiter à un élargissement progressif des horizons accessibles; elle correspond en réalité à un véritable éclatement. Chaque étape de l'évolution des sociétés correspond à un certain équilibre entre ses moyens d'action, son milieu naturel et tout l'édifice de son organisation politique et familiale: les Australiens aborigènes, ou les Indiens de l'Amazone, l'agriculteur hindou et le paysan français du XIX^e siècle, répondent à des types structuraux dont on ne peut faire varier aucun élément sans modifier les autres. L'expérience l'a montré depuis deux siècles d'une manière souvent tragique, et les peuples les moins résistants ont été, de manière parfois involontaire, irrémédiablement disloqués. Actuellement le problème est posé à l'échelle du monde entier et le bouleversement du rapport temps-distance atteint toutes les sociétés au même degré.

L'échelle « temps-distance »

Le caractère majeur du facteur temps-distance est si évident qu'on l'oublie pres-

que aussitôt pour considérer les causes secondaires de transformation sociale. On note volontiers d'un côté que le fermier possède une camionnette et son valet un cyclomoteur; d'un autre côté, on constate avec regret que la vie du village n'est plus ce qu'elle était, qu'elle s'émette dans des individualités qui s'ignorent de plus en plus, mais il est moins fréquent qu'on admette que le lien qui existe entre le chan-

Un « carrabas » du XVIII^e siècle qui, avec plus de Paris à Versailles en six heures et demie



gement de rayon d'action et la cohésion sociale entraîne des remaniements dans toute la profondeur de l'organisme social. Pour les mêmes raisons, d'ailleurs, il serait excessif de considérer le passage à une autre échelle temps-distance comme l'élément d'explication unique des transformations sociales. Avant l'apparition des forces artificielles, l'amélioration des moyens de déplacement avait ébauché le processus de dissociation, mais uniquement dans le sens de la distance et pour un nombre d'individus très limité. La colonisation n'avait changé que l'échelle des valeurs économiques et politiques, les colons reprenant automatiquement, sur les terres nouvelles, une organisation sociale à l'échelle commune.

L'équilibre des groupes sociaux

La notion d'échelle du groupe social semble extrêmement importante, régie par des lois d'équilibre général qui assurent aux individus le sentiment de confort affectif et de sécurité aussi nécessaire à l'homme que l'existence en collectivités est indispensable à de nombreux animaux. Le jeu des fonctions de l'individu s'établit alors dans un système de relations qui, à partir de la cellule familiale, assure son insertion progressive dans le monde où il vit. Les modalités de cette insertion varient d'un peuple à l'autre, mais l'homme isolé n'existe pas

normalement, pas plus que n'existeraient des individus que l'extension indéfinie de leur rayon d'action priverait de la possibilité d'appartenir à un groupement stable. Et l'on peut se demander quelle est l'échelle correspondant au rayon d'action actuel. Il n'est pas possible de donner les éléments d'une réponse globale, sinon dans une formule trop générale pour être utile car il est nécessaire de considérer les effets de l'extension du rayon de déplacement individuel par rapport à la structure de la famille, du groupe local, régional, national, mondial, et les effets très complexes des interférences qui s'établissent entre les différents étages. Pour reprendre l'exemple simple du village français, il est certain que les rapports familiaux ont considérablement changé depuis le temps encore proche où jeunes et anciens étaient rassemblés dans les limites étroites de la commune et livrés à leurs seules ressources pour meubler leurs temps de travail et de distraction; mais si l'on mettait seulement en cause le fait que les jeunes peuvent maintenant se transporter aussi rapidement de chez eux à la ville que leurs pères le faisaient de la ferme au village, on ne saisirait qu'une partie dérisoire du problème; la transformation du rapport temps-distance joue à l'échelle régionale du déplacement des bals, à l'échelle nationale du déplacement des informations et des distractions imprimées et radiophoniques,

de vingt personnes, allait



Musée de Compiègne
Photos Hutin

aboutissant à la dislocation des structures anciennes. La sociologie des systèmes de relations commence à peine à entrevoir ce jeu très complexe, à définir des situations, mais elle est encore loin de disposer des moyens d'établir les formules structurales les plus favorables dans une situation donnée.

De l'économie primitive à l'économie agricole

S'il est difficile de résoudre ces problèmes à partir des données actuelles, et s'il est inévitable de subir les effets pénibles d'une adaptation qui n'atteint encore suffisamment qu'une partie restreinte de l'humanité, il est par contre possible d'éclairer la situation, en quelque sorte par reflet, à partir des sociétés qui répondaient aux formules antérieures. À travers toute l'histoire humaine, dans toute une série de gradations qui vont du chasseur de mammouths à l'Europe du XVIII^e siècle, la seule coupure comparable à celle que nous subissons se place au passage de l'économie primitive à l'économie agricole. L'économie primitive, entièrement fondée sur l'exploitation des produits sauvages par la chasse, la pêche et la cueillette, remonte aux débuts même de l'humanité, à plusieurs dizaines de millénaires en arrière. Vers 5000 ou 6000 avant notre ère, elle est remplacée,

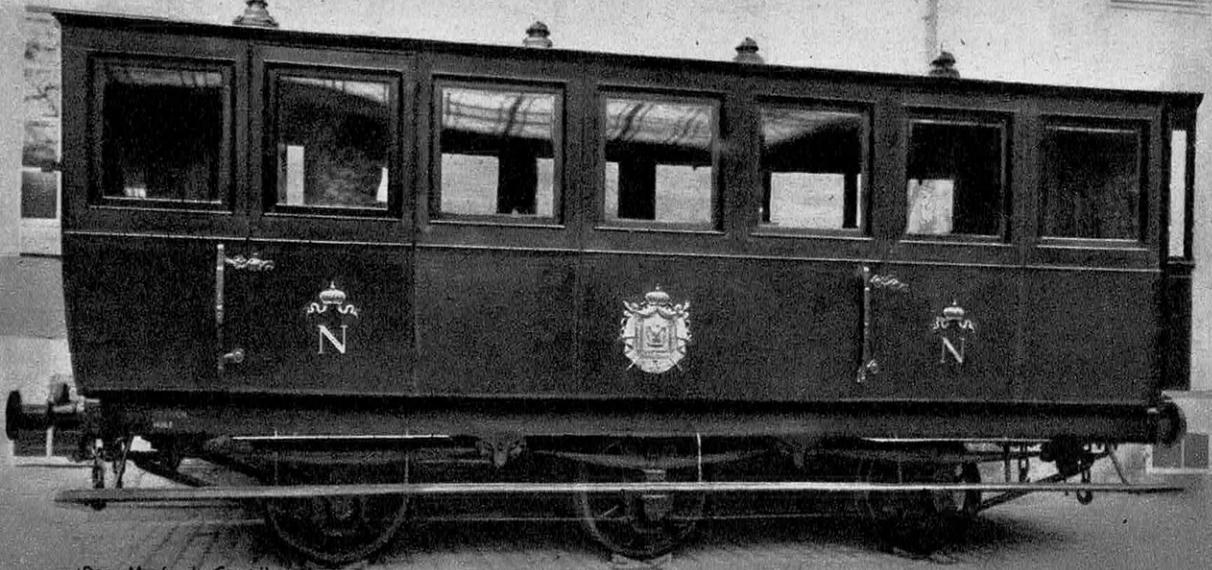
dans les régions proche-orientales, par la première agriculture et, en 2000, la plus grande partie de l'Eurasie, comme une notable partie de l'Amérique et de l'Afrique, ont déjà changé de structure. Pourtant le monde primitif survivra, pratiquement stable dans ses limites géographiques, jusqu'à son évaporation récente.

La forme géographique du monde agricole ancien est extrêmement intéressante : il forme deux bandes continues, l'une de la Méditerranée au Pacifique, l'autre de l'Ouest des États-Unis au Pérou. Des raisons climatiques expliquent cette cohésion qui tient surtout aux exigences des céréales de base, blé et orge d'une part, mais de l'autre, car la question du rayon d'action n'intervient pas dans la lente adoption qui s'est faite de proche en proche. Par contre, le fractionnement de ces surfaces géographiques considérables en unités culturelles, qui deviennent rapidement proches de celles qu'on trouvait encore récemment, répond aux lois des vitesses de déplacement.

Les collectivités du monde primitif présentent un rapport relativement simple entre l'étendue de leur territoire et la densité du groupement humain. La richesse en gibier et en produits végétaux, les possibilités de déplacement à pied, la charge transportable de produits alimentaires et le minimum indispensable de stabilisation



Le « Grand bi » sur lequel le champion de Civry dépassait 25 km/h



(Doc. Musée de Compiègne)

Ce wagon impérial du réseau du Nord en 1855 pouvait déjà supporter des vitesses de l'ordre de 100 km/h

provisoire des éléments les moins mobiles de la population établirent un équilibre commandé par le rayon d'action des chasseurs. Chez les Australiens, les Boschimans, les Indiens des forêts tempérées et tropicales de l'Amérique, les Pygmées africains, les groupes primitifs de l'Asie du Sud-est, la constitution du groupement humain se stabilise dans des formes sensiblement comparables : le territoire répondant à la surface accessible en une journée de quête alimentaire, et l'importance du groupe répondant au volume alimentaire accessible dans les mêmes conditions. Les déplacements à échéance plus ou moins longue de la totalité du groupe multiplient la surface du territoire en unités fonctionnelles sans changer les conditions générales.

Les Esquimaux sont placés dans des conditions d'habitat où les ressources sont fortement variables en fonction des saisons. Mais les données restent les mêmes, et la survie de la collectivité est liée au double rapport temps-distance et densité alimentaire en milieu sauvage.

Les éléments se trouvent complètement modifiés à partir de l'apparition de l'agriculture. Si l'on est encore dans l'ignorance du point exact d'apparition de l'économie agricole, on perçoit par contre sa localisation dans un secteur géographique qui correspond au Proche-Orient et à l'aire du blé ou de l'orge sauvages. La date d'appa-

rition est et restera probablement longtemps imprécise, car il apparaît de plus en plus nettement que le passage entre le ramassage sporadique des graminées sauvages et leur multiplication par semis s'est fait par de longues transitions, de sorte que l'archéologie ne peut guère distinguer une société qui employait ses fauilles de silex dans la récolte systématique du blé sauvage, et une société qui utilisait les mêmes instruments à l'issue d'un cycle agricole complet. Très rapidement toutefois, l'association de l'élevage à la culture des céréales s'établit et toute une partie du monde s'organise dans un dispositif qui se perfectionnera, mais qui restera partout comparable jusqu'à l'apparition des transports à force motrice artificielle.

Premières unités urbaines

Les vitesses de déplacement quotidien perdent leur caractère d'urgence vitale : on peut envisager d'abandonner un champ pendant un temps prolongé ou de s'y installer momentanément au moment où la récolte exige une surveillance constante. Par contre, la survie n'est possible que s'il existe un point fixe, le grenier, autour duquel la collectivité s'organise défensivement. Ses chances de survie deviennent alors dépendantes du plus grand nombre possible d'agriculteurs et de défenseurs. Par surcroît, la sédentarisation correspond

à l'apparition de techniques inexistantes dans le monde primitif, la métallurgie en particulier, qui multiplient l'efficacité du travail agricole comme de la défense. En quelques siècles les sociétés antiques prennent forme et une échelle nouvelle s'impose à la collectivité : celle d'un dispositif dont l'équilibre est assuré par une unité urbaine, grenier et forteresse en même temps que centre de fabrication, entourée du territoire correspondant à son entretien alimentaire.

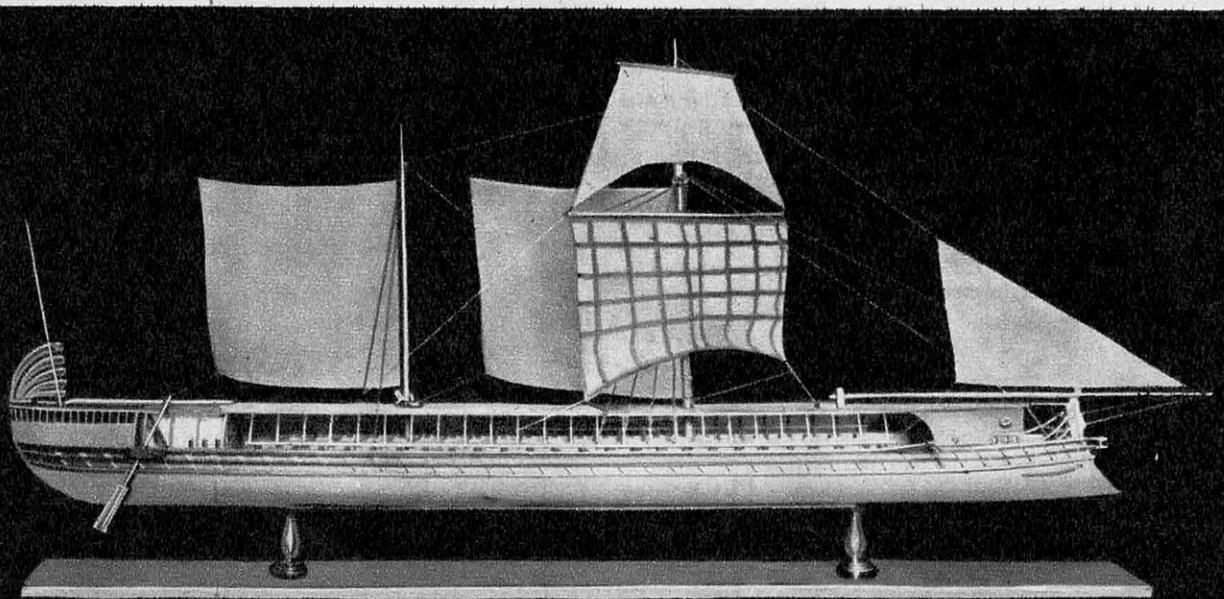
Le rapport temps-distance intervient de nouveau sous une forme différente, car l'équilibre est nécessaire entre l'unité urbaine stable et les campagnes qui en dépendent à la fois pour la sécurité et pour les objets fabriqués. Les formules se sont multipliées, de la ferme fortifiée africaine à la cité grecque, au bourg médiéval et aux grandes villes sans modifier considérablement le dispositif fonctionnel. Dans sa forme historique la plus courante, il doit maintenir ses frontières dans des limites d'intervention rapide de ses cavaliers, et ses paysans à une distance de repli possible dans la forteresse. Les unités agricoles peuvent se grouper en états de plus en plus considérables et rendre possible la constitution de centres urbains volumineux

autour desquels elles gravitent, le problème temps-distance reste entier et tous les empires se sont un jour heurtés aux difficultés d'expansion permanente qui tenaient au déplacement des armées et à la transmission des ordres. Les efforts pour se dégager de cet obstacle n'ont pu conduire au delà des relais de coureurs ou de cavaliers. Le monde agricole reste par conséquent à l'échelle du pas, et il n'est parvenu qu'à résoudre le problème de la distance, car sa stabilité et l'importance de ses ressources lui ont permis de lancer, comme des appendices, ses vaisseaux et ses caravanes à travers l'étendue du monde environnant.

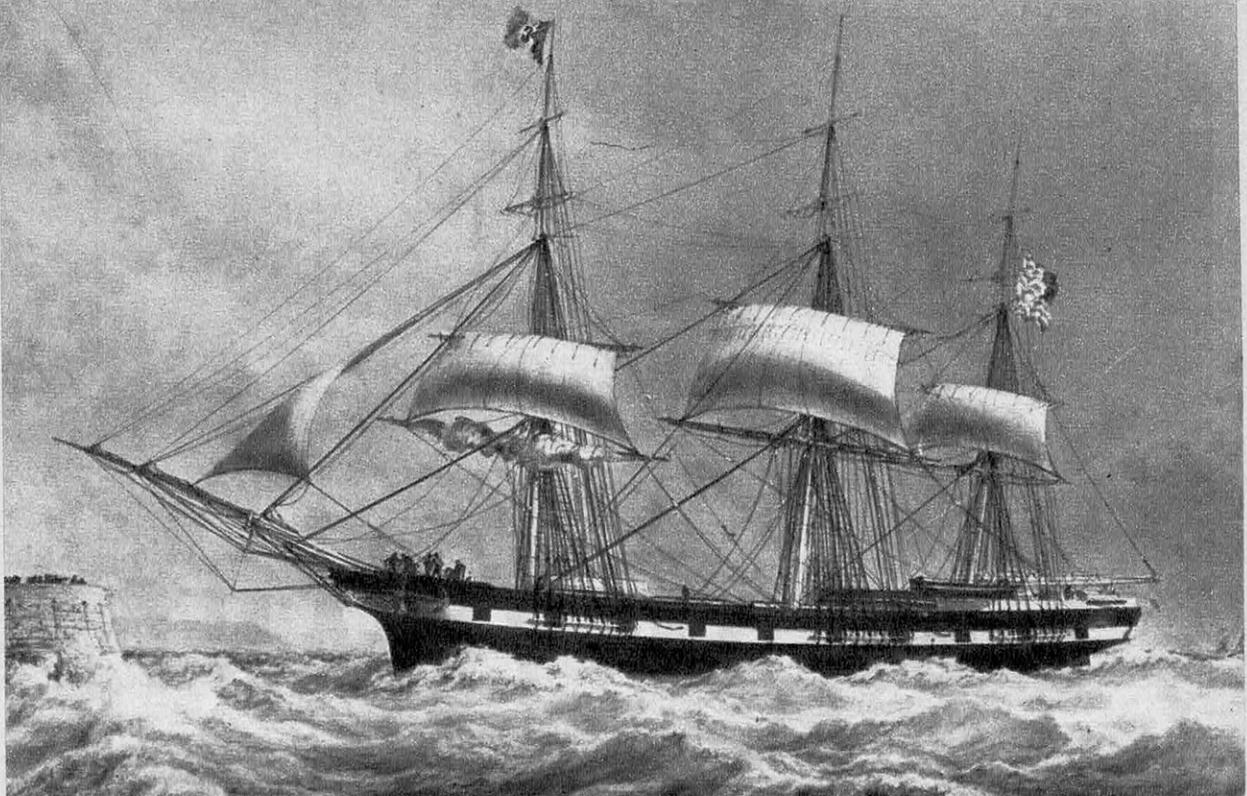
Les capitales à l'échelle du pas

Jusqu'au XIX^e siècle le problème est resté le même pour le cœur même des sociétés agricoles, les capitales. Comme le canton a conservé chez nous les limites d'un territoire où les déplacements à pied n'exécutent pas la journée, les grandes villes, pour fonctionner normalement, devaient garder l'échelle d'un pas humain ou de celui du cheval qui ne le dépasse guère. Paris, au XVIII^e siècle, reste accessible pour toutes ses parties dans le temps d'une jour-

Trière athénienne du Ve siècle av. J.-C.
Avec 174 rameurs, elle atteignait 9 nœuds



(Doc. Musée de la Marine)



(Doc. Musée de la Marine)

Le clipper américain « Franklin », un des bateaux les plus rapides de l'époque, mettait 15 à 25 jours de New York au Havre

née d'occupations. Son dispositif défensif, sa banlieue qui assure une partie du ravitaillement, ses centres de fabrication et d'administration ont une cohésion qui répond à des nécessités biologiques. Prenant l'évolution des sociétés sous cet angle, on se rend compte de l'importance fondamentale du rapport temps-distance dans la cohésion sociale. Chaque surface nationale apparaît comme un organisme vivant dont les cellules répondent aux possibilités d'échanges internes de chacune d'entre elles. En d'autres termes, la gravitation quotidienne des individus assure les proportions du groupe social, les unités restent petites et leur stabilité se maintient dans un rayon restreint. C'est ce qui explique le foisonnement surprenant des coutumes locales, des patois, comme la stabilité des institutions.

Un monde nouveau

En un siècle et demi, un des éléments du complexe s'est mis à varier dans des proportions vertigineuses. Pendant assez long-

temps, tout le cours du XIX^e siècle, il n'en est résulté que des modifications lentes car l'augmentation des vitesses de déplacement n'intéressait pas encore la masse des individus; au cours de ces trente dernières années et de manière toujours plus accentuée, tous les hommes se sont trouvés en voie de décupler leur rayon d'action et, pour beaucoup d'entre eux, de l'étendre aux limites de la planète. Des sociétés entières comme les Esquimaux ou de nombreux Africains sont passés sans transition à la pratique fréquente de l'avion, sautant d'un coup un abîme dont nous sentons moins bien qu'eux la profondeur.

Mal détachés encore d'un monde dont tout autour de nous rappelle le souvenir, nous ne réalisons encore que partiellement que nous avons franchi une étape aussi importante que celle qui avait conduit le dernier chasseur au bord de son champ de blé, et nous nous posons des questions très angoissantes sur le devenir social d'une humanité qui a déjà cessé d'être la nôtre.

André LEROI-GOURHAN

Mouvements et rythmes du MONDE VIVANT

LE mouvement, au sens le plus général du terme, apparaît à l'observateur le plus superficiel de la nature comme une des caractéristiques les plus frappantes du monde vivant. Animaux et végétaux naissent, grandissent, vieillissent et meurent: les animaux courent sur la terre, nagent dans les eaux ou volent dans l'air; au rythme des saisons, plantes et arbres renouvellent les paysages. Tout le monde de la vie est en perpétuelle agitation, en transformation lente ou rapide. Sous l'écorce monte la sève, dans les artères et les veines circule le sang, le long des nerfs court l'influx nerveux, les aliments se digèrent, les synthèses s'élaborent, les cellules se divisent, les chromosomes se disjoignent ou s'accolent, les gènes se multiplient...

La vitesse de l'évolution

Superposée à tous ces phénomènes disparates, à ce fourmillement intense d'organismes complexes, de cellules, de molécules et d'éléments, la lente évolution du monde vivant se poursuit sans que nous puissions nous en rendre compte autrement que par les traces que nous relevons des êtres qui ont précédé les formes actuelles.

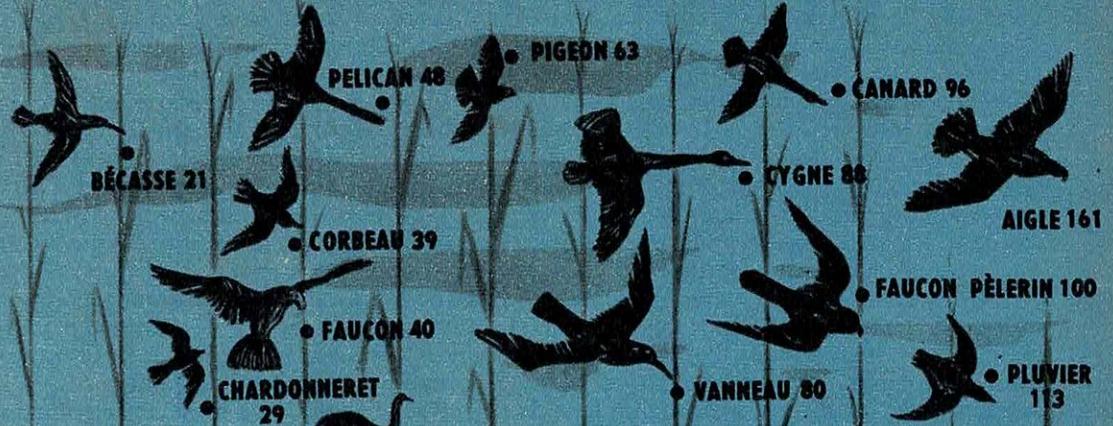
L'extrême lenteur de l'évolution qui, à

partir des molécules vivantes primitives, a conduit aux organismes complexes dont l'Homme est un exemple, exigerait, pour être mise en évidence, un procédé analogue à un extrême accéléré cinématographique.

Il est d'ailleurs impossible d'évaluer par un chiffre la vitesse de l'évolution car il n'y a pas une vitesse unique, mais des vitesses multiples. Parfois des millions d'années sont nécessaires pour amener une modification structurale ou fonctionnelle perceptible. Certains groupes changent rapidement, d'autres demeurent longtemps inchangés.

Dans une même lignée, la vitesse d'évolution ne demeure pas constante. La diversification d'un grand groupe en nombreuses petites familles ne s'effectue pas à la même vitesse que les changements structuraux, par exemple ceux qui conduisent de l'Eohippus au Cheval et qui intéressent la taille, le nombre de doigts, la forme et la structure des dents. Ces deux processus évolutifs importants, évolution structurale, évolution diversifiante, requièrent des vitesses d'évolution différentes.

Tout se passe comme si la préparation et la réalisation de chaque lignée commençait lentement; puis, lorsqu'elle possède une certaine vitalité, elle se différencie, évolue avec une vitesse accrue et la spéci-



LES ANIMAUX CHAMPIONS

Dans l'air: l'Aigle 161 km/h

Sur terre: le Léopard 112 km/h

Dans l'eau: le Dauphin 59 km/h

km h 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 120 160

lisation va se manifester alors rapidement.

L'évolution des poissons osseux a duré de 350 à 375 millions d'années; celle des vertébrés terrestres s'est faite en 325 à 350 millions d'années, et pourtant elle comprend des transformations beaucoup plus novatrices que celles notées chez les poissons ; elles se sont effectuées dans un temps plus court, donc à une vitesse plus grande. Les oiseaux acquièrent leur organisation en 150 millions d'années, mais c'est pendant les derniers 50 millions d'années que naissent leurs innombrables et curieux types, ce qui témoigne nettement de l'accélération de leur évolution. Les premiers mammifères datent du Bathonien, mais tous les ordres apparaissent et se différencient à la fin du Crétacé, en un laps de temps ne dépassant pas 50 millions d'années. La plupart des mammifères actuellement vivants se sont développés au Tertiaire en 20 ou 40 millions d'années. L'évolution des primates, y compris la naissance de l'Homme, est encore plus rapide et s'est faite en 15 à 25 millions d'années.

Il semble donc que la vitesse de l'évolution soit allé en croissant continuellement depuis l'apparition de la vie.

Vitesse et croissance

Le pouvoir de croissance des protozoaires, organismes unicellulaires tels que les Infusoires, est pratiquement indéfini. Dans un milieu de culture favorable, un individu qui a atteint sa taille maximum se divise, ses deux moitiés sont des cellules qui grossissent et se divisent à leur tour, produisant autant de cellules vivantes qu'il y a de divisions; la série des générations est pratiquement illimitée. La vitesse de croissance est influencée par la richesse du milieu nutritif et principalement aussi par la température. La multiplication des cellules est d'autant plus rapide que la température est plus élevée; la vitesse est à peu près doublée pour une élévation de température de 10°, jusqu'à un seuil au-delà duquel la multiplication stagne ou décroît, car chaque espèce possède un taux de croissance maximum.

La croissance des métazoaires, animaux à plusieurs cellules, est un phénomène plus complexe qui résulte de la multiplication des cellules et de l'accroissement propre de chacune d'elles.

Chez l'homme et les animaux supérieurs, l'accroissement de la masse du corps est plus rapide pendant la phase embryonnaire qu'après elle. Au moment de la fécondation,

l'œuf humain pèse quelques millièmes de milligramme et son diamètre mesure un dixième de millimètre; à 9 mois, le fœtus mesure 50 cm et pèse 3 kg. Il faudra 30 fois plus de temps, plus tard, pour que la taille du nouveau-né quadruple.

La croissance fœtale varie, chez les mammifères, dans le même sens que le poids de l'adulte. Le nouveau-né de souris pèse 1,4 g pour un adulte de 15 g; celui du porc 1,7 kg pour un adulte de 80 kg; celui du bœuf 35 kg pour un adulte de 500 kg; celui de l'éléphant 240 kg pour un adulte de 3 500 kg. La durée de la gestation augmente aussi avec le poids de l'animal : 22 jours chez la souris, 110 chez le porc, 300 chez le bœuf, 330 chez l'éléphant.

Pour les oiseaux, la vie embryonnaire est en général deux fois plus courte, à poids de naissance égal, que pour les mammifères.

Croissance post-embryonnaire

Quant à la croissance post-embryonnaire, elle est aussi d'autant plus rapide que l'espèce est plus petite. Pour doubler son poids de naissance, il faut 60 jours au cheval, 47 jours au bœuf, 15 jours au mouton, 14 jours au porc, 9 jours au chien, 6 jours au lapin. De tous, c'est le pigeon qui possède la croissance post-embryonnaire la plus rapide; il double son poids de naissance en 48 heures; en 20 jours, son poids passe de 25 à 435 g.

La vitesse de croissance n'est pas la même dans les différentes races humaines. Les Indiens et les Noirs croissent plus rapidement que les Blancs jusqu'à huit ans, moins rapidement ensuite. Les Japonais ont une croissance plus lente jusqu'à la puberté, puis plus rapide.

La croissance des crustacés, insectes, arachnides, qui possèdent un revêtement rigide de chitine, est d'un type particulier; c'est une croissance par paliers, qui s'effectue à chaque mue.

L'homme «néoténique»

Comparée à celle des autres mammifères, la croissance de l'homme se caractérise par sa lenteur. L'homme croît plus lentement et il vit plus longtemps qu'un mammifère de taille comparable.

Si l'on compare la croissance de l'homme à celle des singes anthropoïdes, on constate que la période prépubertaire est beaucoup plus longue chez l'homme. Les durées de gestation sont voisines : 227 à 238 jours chez le chimpanzé, 270 jours chez le gorille,

270 à 317 jours chez l'homme, mais toutes les caractéristiques anatomiques et physiologiques sont beaucoup plus précoce chez le singe.

L'homme conserve dans l'âge adulte de nombreux traits caractéristiques des fœtus d'anthropoïdes. On pourrait le considérer comme un fœtus de gorille ou de chimpanzé dont l'allure de développement aurait été freinée et qui garderait des caractères infantiles en parvenant tardivement à la maturité, ayant au total une vie incomparablement plus longue.

On a observé plusieurs fois des cas analogues dans la nature, chez certains batraciens et insectes par exemple, et le phénomène a reçu le nom général de « néoténie ». L'homme apparaît, dans cette hypothèse, comme un « néotène » dérivé d'un anthropoïde éteint et inconnu, voisin du gorille ou du chimpanzé. La néoténie relève probablement d'un mécanisme hormonal. Certains lui attribuent une grande importance dans l'évolution, car elle serait susceptible de créer de nouveaux types de structure.

Un jeune n'est pas la miniature d'un adulte

La croissance globale est la résultante des croissances élémentaires des divers tissus et organes, qui se développent à des vitesses différentes.

Chez le nouveau-né, les proportions générales du corps sont différentes de celles de l'adulte. La tête est énorme, car sa croissance est rapide au cours des stades précoce alors que le tronc et les membres sont beaucoup moins développés. Du nouveau-né à l'adulte, la hauteur de la tête doublera, tandis que celle du tronc triplera et la longueur des membres quadruplera. Chez le nouveau-né, la partie supérieure des hanches divise le corps en deux moitiés égales, vers 7 ou 8 ans, la partie inférieure croît plus vite que la partie supérieure; vers 9 ans, ce sera le tronc, puis, vers 12 ans, les membres. Le cou s'allonge et atteint près de 7 fois sa hauteur à la naissance. A 6 ans, l'encéphale est déjà parvenu aux neuf dixièmes de son poids définitif, mais alors qu'il représente, à la naissance, 12 % du poids total du corps, il n'en constitue plus que 2 % chez l'adulte.

La croissance des organes passe par un certain nombre de « points critiques » qui marquent des étapes dans le développement global de l'individu.

Chez l'homme, les passages à la deuxième

enfance, à la troisième enfance, à l'adolescence, reconnus plus ou moins empiriquement, constituent des étapes du développement marquées par de tels points critiques.

Le temps physiologique

La vitesse de croissance diminue donc à mesure que la taille augmente et cela n'est sans doute pas sans rapports avec la réduction de l'activité physiologique que manifestent les organismes avec l'âge. Les rythmes vitaux sont beaucoup plus rapides chez les jeunes que chez les adultes. Chez l'homme, le rythme cardiaque est de 160 battements à la minute chez le nouveau-né, 140 à trois mois, 110 à un an, 72 à 21 ans. La fréquence des mouvements respiratoires est de 50 à la minute à la naissance, 35 à un an, 16 chez l'adulte.

Le « temps physiologique », temps intérieur à l'organisme, est entièrement distinct du temps physique, réglé par la rotation de la Terre ou sa révolution autour du Soleil. L'âge chronologique n'est pas égal à l'âge « vrai » qui correspond à un certain état organique et fonctionnel. On dit communément que l'on a l'âge de ses artères, ou encore celui de son système végétatif.

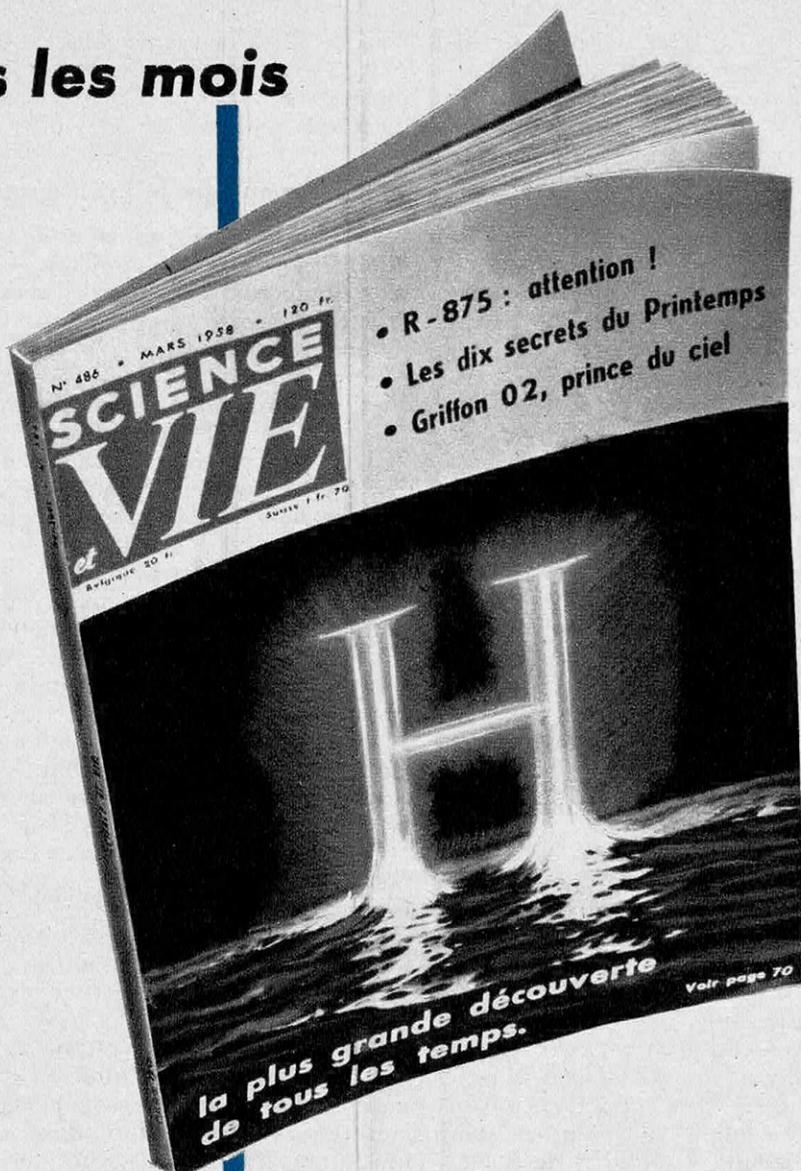
Si on les évalue en années sidérales, l'enfance est très courte et la vieillesse très longue. Mais notre temps intérieur nous fait sentir qu'une année est longue pendant l'enfance, beaucoup plus courte pendant la vieillesse. C'est que notre vitesse propre diminue.

Ces données psycho-physiologiques ont été étudiées de façon précise depuis une dizaine d'années. Les expériences sur les cultures d'organes ont montré les possibilités de réparation des tissus, plus ou moins aptes à recréer des cellules du même type, et ont donné une idée des moyens de secours disponibles dans un organisme lésé ou déficient. Les travaux déjà anciens de Lecomte du Nouy (ils datent de la première guerre mondiale) avaient attiré l'attention sur la vitesse de cicatrisation des plaies. Ils ont été très contestés, au moins dans leur généralité, car aucun processus n'est simple. Chacun d'eux répond à la fois à un rythme général et à des rythmes particuliers résultant du ralentissement inégal de nos fonctions organiques avec le temps.

La croissance des végétaux

Tout comme la croissance animale, la croissance végétale résulte de la multiplication et de l'allongement des cellules.

tous les mois



le magazine de notre époque

INFORME, EXPLIQUE

L'étude des racines montre que la croissance est lente au début, puis qu'elle s'accélère et enfin ralentit à nouveau. La vitesse de croissance est variable et en rapport direct avec la concentration en hormones radiculaires, l'auxine en particulier. Le cycle vital des plantes, comme celui des animaux, comporte des phases qui se succèdent à un rythme précis.

Les horticulteurs ont réussi à modifier ces rythmes, à changer la durée relative des diverses périodes, à faire apparaître les fleurs, les fruits, les graines à contre-saison. Pour hâter la floraison, le forçage met en jeu des températures élevées, des bainnages fréquents ou encore un éclairage particulier.

Les blés d'automne, qui se sèment en automne, exigent 12 mois pour accomplir leur cycle vital, alors que les blés de printemps accomplissent le leur en quelques mois. Le rendement des premiers est notablement plus élevé, mais par la découverte de la printanisation, les agronomes russes et Lyssenko ont réussi à ce qu'un blé d'automne parcourt son cycle vital en quelques mois, ce qui revient à l'avoir transformé en blé de printemps tout en lui conservant sa productivité élevée.

La durée de l'éclairage joue également un rôle important. Certaines plantes sont des plantes de jours longs : elles exigent de longues périodes éclairées, séparées par de courtes périodes obscures ; d'autres sont des plantes de jours courts. On avancera ou retardera la floraison par un éclairage artificiel ou en mettant les plantes à l'obscurité.

Mouvements cellulaires

L'immobilité est contraire à la vie. Même à l'intérieur des cellules s'observent des mouvements. Celui du cytoplasme, hélicoïdal ou circulaire, fut observé dès 1774. Cette vitesse de « cyclose » atteint 3 mm à la minute chez le champignon *Rhizopus nigricans*. Elle varie notamment avec l'intensité lumineuse et la température. Le noyau également se déplace, suivant les mouvements du cytoplasme et possède en outre des mouvements propres. Dans le noyau lui-même les chromosomes changent de place et d'orientation pendant la division cellulaire. Dans la cellule encore, les vacuoles changent de forme et d'emplacement lorsque le milieu se modifie.

Des protozoaires variés se déplacent à des vitesses surprenantes étant donné leur taille pour qui les observe au microscope.

On a mesuré également la vitesse de

déplacement de certains champignons appelés myxomycètes, formés d'une masse visqueuse, souvent volumineuse, de protoplasme baignant de nombreux noyaux ; cette masse change continuellement d'aspect, pousse des prolongements comme une amibe et rampe en forêt, sur le sol ou le tronc des arbres, à la vitesse de 1 à 10 centimètres par heure.

Animaux rapides

Dès qu'on passe aux organismes plus évolués, on enregistre des vitesses de déplacement bien supérieures qui, pour certaines espèces, prennent facilement des allures de record. Nombre d'animaux présentent une adaptation évidente à des conditions de vie qui exigent des déplacements rapides. Les pattes arrière du lièvre, son arrière-train puissant lui permettent d'atteindre 50 km/h. Les ingénieurs de l'aéronautique peuvent étudier sur les ailes des oiseaux, leur empennage et leurs formes effilées nombre de problèmes que soulèvent leurs prototypes. Un rapport étroit existe entre la forme des ailes et la rapidité de vol : l'aile pointue et le poitrail court et puissant expliquent le vol rapide et souple des martinet et des hirondelles. Les poissons et les mammifères marins exploitent des formes adaptées aux déplacements dans l'eau.

Ces aptitudes à la course rapide peuvent, comme les autres caractères, être développées par sélection, et elles l'on été effectivement chez le lévrier et le cheval.

La vitesse et la vie

Ces quelques exemples choisis dans divers domaines montrent la place importante qui revient à la vitesse dans le monde vivant. Nous aurions pu en citer bien d'autres et non moins importants : rôle de la vitesse dans les réactions diastasiques, dans la circulation du sang ou de la sève, dans les réponses musculaires, dans la marche de l'influx nerveux, dans le temps de réaction des organes des sens, dans la régénération, dans la migration des espèces, dans la contagiosité des maladies infectieuses...

Tous les phénomènes biologiques sont dynamiques par essence et toute modification de leur rythme a une signification et des répercussions profondes. On ne saurait ainsi s'étonner de l'étroite interdépendance entre la vitesse qui exprime ces rythmes et les mécanismes vitaux.

Andrée TETRY

Les exploits du MOTEUR HUMAIN

«CENT mètres en dix secondes». Depuis un demi-siècle les sportifs attendent le champion qui accomplira cet exploit. Maintenant que deux autres «bornes» capitales assignées aux possibilités de l'homme ont été franchies — le mille anglais en moins de quatre minutes, les 20 kilomètres dans l'heure — on trouve même que cette performance tarde un peu trop. On ne criera pas au prodige quand elle arrivera : trois champions, actuellement, ont fait mieux que le fameux Jesse Owens à Berlin en 1936, et nul, en dehors des fervents de l'athlétisme, ne serait capable de dire leurs noms. Les 10,1 s de Williams, Murchinson et King furent sans éclat, alors que les 10,2 s d'Owens avaient fait sensation. C'est que le Noir américain avait aussi battu le record du saut en longueur, celui du 200 m, et remporté quatre médailles olympiques. L'admiration allait à l'homme de plusieurs exploits. Il dominait de si loin sa génération que son record du saut en longueur (8,13 m) tient toujours.

Lorsque cet exploit attendu depuis si longtemps sera réalisé, où en serons-nous ? Tout juste à trente-six kilomètres à l'heure. Cette allure, bien mesquine à notre époque de supersonique, ne place pas l'homme bien haut sur l'échelle des animaux coureurs. Ces trente-six kilomètres à l'heure consacrent en somme notre médiocrité.

Ils ne représenteraient d'ailleurs que 5,6 % de progrès depuis





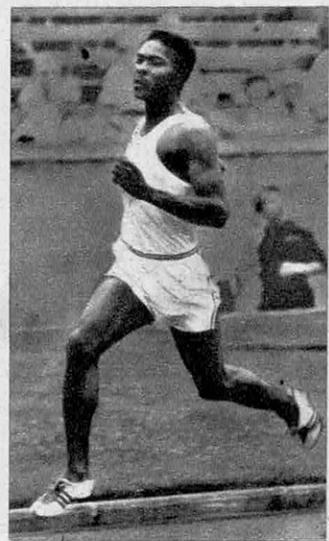
J. Williams (à d.) réalise 10" 1/10 au 100 m et bat Murchinson de 1/10"



PADDOCK

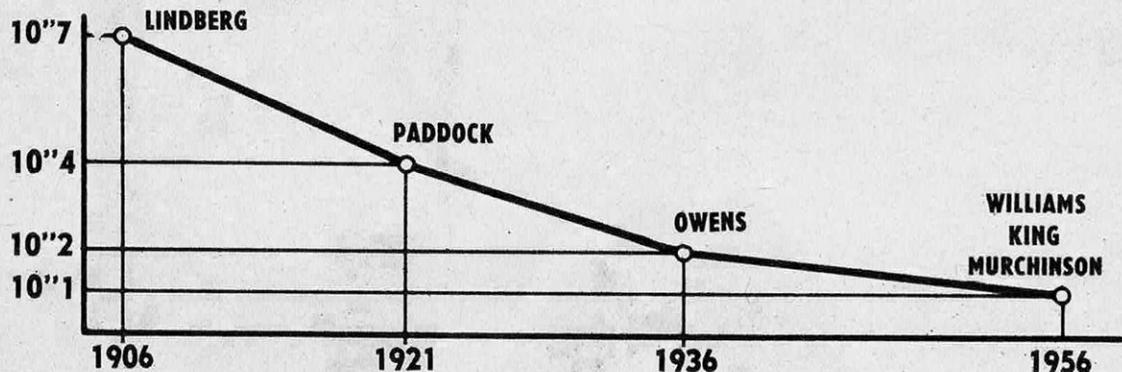


OWENS



KING

RECORDS DU 100 m



40 ans. Dans le même laps de temps, on a gagné 8 % sur les 10 km, 6,8 % sur les 5 000 mètres, 6,3 % sur les 1 500 mètres. Ce n'est pas que la marge de progrès ait été supérieure sur ces distances : la course de fond, plus naturelle pour l'homme, est celle à laquelle il s'est le plus consacré. Dans les temps modernes, les premiers exploits dont on ait gardé mémoire sont des tours de force d'endurance. C'est dans ce domaine qu'il faut se transporter pour nous trouver une supériorité sur les animaux, nos maîtres en vitesse pure. L'homme, sur plusieurs jours de course, finit toujours par battre le cheval, fatigué bien avant lui.

C'est à l'entraînement et à la technique que sont dus les progrès, mais seules en ont bénéficié jusqu'ici les courses dépassant quatre cents mètres. Ils ont été si accusés qu'ils ont infligé un démenti aux statisticiens

et montré la vanité de leurs prévisions. La plupart des experts voyaient les records sportifs s'inscrire sur des courbes asymptotes tendant à rejoindre l'horizontale et ne progresser, sur la fin, que de fractions infinitésimales. Un coup d'œil aux graphiques montre que le progrès est continu, constant, on dirait même invariable s'il n'avait été plus grand entre 1936 et 1956 qu'entre 1916 et 1936. Il semble illogique d'envisager un ralentissement, à moins d'une soudaine désaffection pour le sport, que rien n'annonce.

Les facteurs de progrès

L'erreur des experts provient de ce qu'en commentant la mathématique des records, ils ont raisonné sur des données fausses et négligé plusieurs facteurs. Leur théorie



LADOUMÈGUE

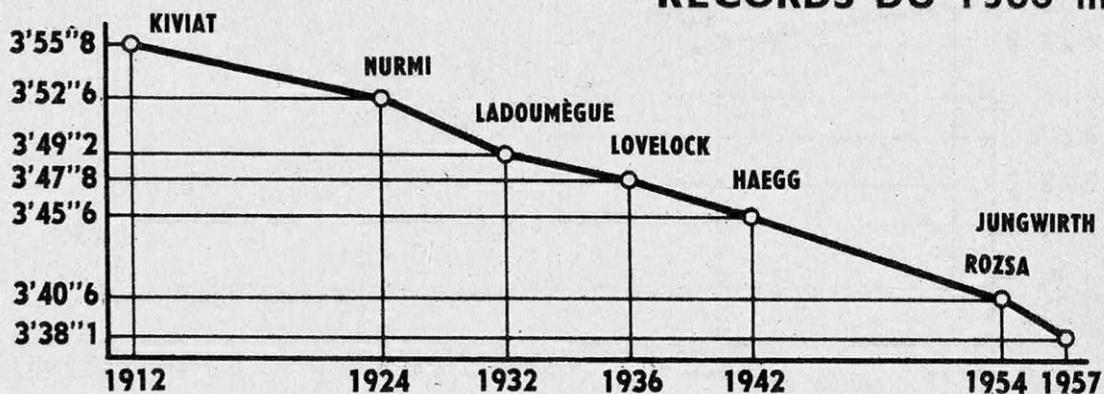


LOVELOCK



JUNGWIRTH

RECORDS DU 1500 m



du record de moins en moins améliorable s'appliquait à une quantité invariable de pratiquants dont la qualité physique moyenne demeurerait immuable. Or, le nombre des adeptes ne cesse d'augmenter et leurs possibilités de performances de s'élever. Partout dans le monde, la population croît et les générations, mieux nourries que leurs devancières, augmentent de stature. On le constate dans les conseils de révision : le conscrit de 1956 est en moyenne de deux ou trois centimètres plus grand que ne l'était son père. Voilà pour la qualité. Quant à la quantité... D'abord, l'accroissement dit normal (et d'ailleurs excessif) des populations de la plupart des pays, étend le nombre des sportifs. Ensuite, le sport conquiert les peuples par blocs entiers.

Longtemps les Russes n'osèrent pas participer aux Jeux Olympiques, en 1956, ils

ont remporté la première place au classement général officieux. La prochaine vague de recrues sportives à prévoir est celle de la Chine. Après elle, bien d'autres réservoirs d'hommes subsistent : les masses de l'Inde et de l'Afrique demeurent inexploitées.

De même en profondeur : rares sont les pays où toute la jeunesse au grand complet est initiée au sport, faute de stades, de matériel, de maîtres, de conviction aussi. Peu à peu il y sera remédié et, là encore, le nombre des adeptes augmentant, celui des athlètes capables de faire progresser les records grandira également.

Révolutions techniques

A ces éléments de progrès, la technique ajoute les siens. Depuis trois quarts de siècle que les sports sont codifiés et pratiqués



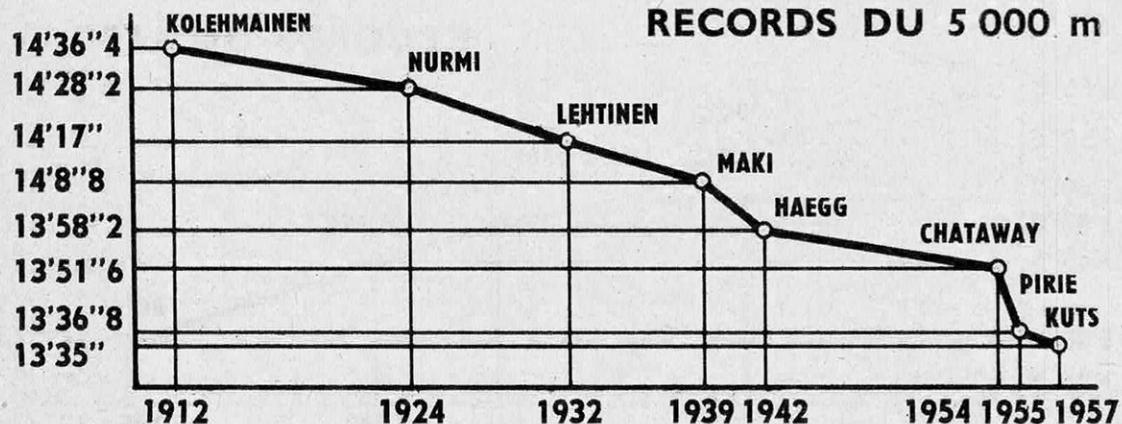
NURMI



HAEGG



CHATAWAY



qués avec méthode, on pourrait croire qu'elle est au point. En fait, par moment, on la croit stabilisée. Puis, subitement, un homme trouve un style inédit qui détermine un nouvel essor.

S'il existait une nage codifiée, c'était bien la brasse, avec ses mouvements que nous avons tous décomposés à sec. Elle a quand même subi en un quart de siècle deux évolutions qui pourraient bien lui être fatales. La première fut quand un nageur eut l'idée, au cours du temps qui ramène les bras vers l'avant, de les sortir de l'eau, ce qui diminue la résistance à l'avancement. Comme les mouvements restaient bien ceux de la brasse, encore qu'interprétés d'une façon différente, on créa pour eux une épreuve spéciale dite de « brasse papillon ». Puis les nageurs s'aviserent que le mouvement de jambes était moins efficace

que le battement de pieds du crawl. Ils l'adoptèrent et la nouvelle spécialité prit désormais le nom de « papillon dauphin ». Est-il besoin de dire que cette spécialité ne correspond plus à rien ? Quant à sa rapidité, si aux Jeux Olympiques de 1956 la finale féminine du 100 m en nage sur le dos fut courue tout juste en deux secondes de plus que celle du 100 m papillon féminin ($1'12''9/10$ contre $1'11''$), le record du monde masculin par Ishimoto est de $1'1''2/10$... un temps de nage de vitesse.

Malgré cela, si les augures croyaient être tranquilles avec leurs deux catégories de brasse, ils furent déçus : aux derniers Jeux, on vit, dans les épreuves de brasse « classique » apparaître — ou plutôt disparaître, car il nageait sous l'eau — un Japonais qui ne faisait guère surface qu'aux extrémités du bassin. Furukawa, ayant travaillé sa res-



BOUIN

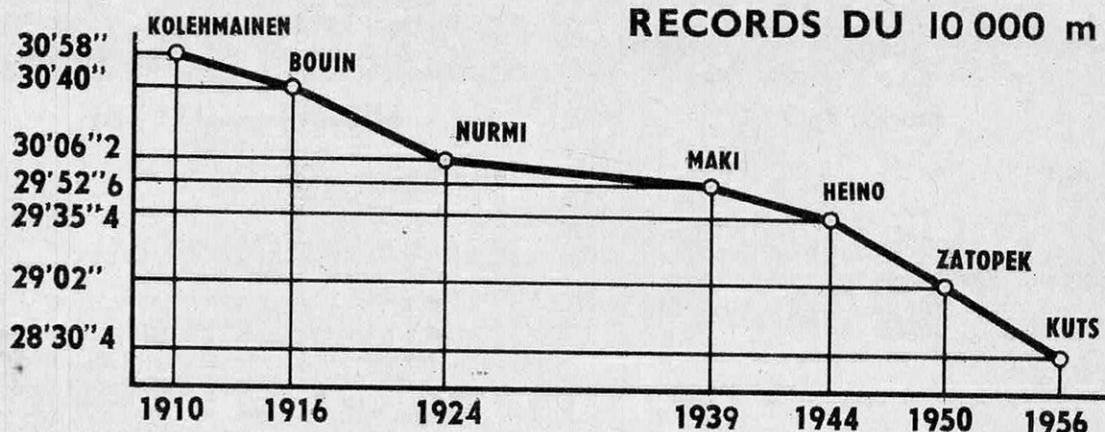


ZATOPEK



KUTS

RECORDS DU 10 000 m



piration autant que ses muscles et son style, avait, à ce prix, rogné deux secondes sur son précédent record olympique (200 m en 2'34"7/10). On parla de le disqualifier, mais rien ne le permettait. On s'empressa cependant de modifier le règlement pour l'empêcher de faire école : on exigea désormais que le nageur ne quitte pas la surface sous prétexte que la nage sous-marine impose un effort cardiaque dangereux. Il va de soi que ce règlement sera tourné, que les nageurs s'efforceront de respirer le moins souvent possible maintenant qu'il est démontré que c'est une perte de temps.

Progrès inquiétants

Nulle réglementation ne s'applique à la nage libre. Pourtant, dans le crawl, les problèmes de respiration et de style sont sou-

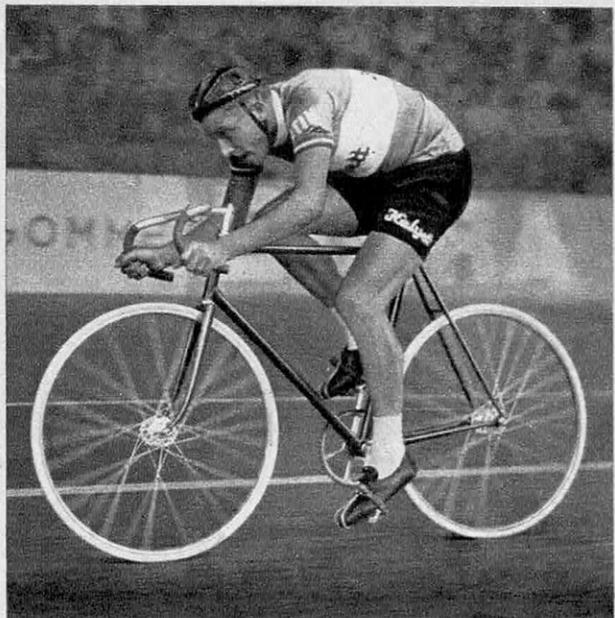
vent liés. Nage des naturels de Polynésie, révélée surtout par Kahanamoku qui gagna le 100 mètres aux Jeux de Stockholm (1912) en 1'3"4/10, puis à Anvers (1920) en 1'2", le crawl ne cesse de s'améliorer : le record mondial est aujourd'hui de 54"6/10. Le progrès, remarquable pour une nage « naturelle », est de 15 %.

Cela rend l'avenir de la natation inquiétant. Les performances dans ce sport constituent la récompense d'un entraînement forcené. On n'y brille qu'à la condition de passer chaque jour plusieurs heures dans l'eau. Si, de plus, l'adoption d'un mode dangereux de respiration devient nécessaire pour obtenir un gain de temps, les prochaines générations pourraient bien reconnaître que la nage de haute compétition ne ressortit pas à l'athlétisme tel que ses inventeurs le concevaient, c'est-à-dire comme

LES QUATRE DERNIERS TENANTS DU



COPPI 45,798 km



ANQUETIL 46,159 km

un témoin de la valeur musculaire de l'individu. Les Grecs entendaient couronner la qualité athlétique, et non pas l'opiniâtreté à l'entraînement.

L'homme dans l'eau

Au surplus, l'homme aura beau faire : même s'il passe, pour le style, sa vie à la piscine et parvient, pour la respiration, à la même maîtrise que les pêcheurs de perles, il ne sera jamais qu'un piètre nageur comparé aux animaux dont l'eau est l'élément. Mais son ingéniosité sait pallier ses déficiences, et ce n'est pas une des moindres trouvailles de notre époque que les palmes. Ces modestes engins permettent des résultats remarquables à des nageurs moyens. On regrette, faute de contrôles officiels, de ne pouvoir citer de chiffres probants. Il est certain que les palmes augmentent beaucoup l'efficacité de la machine humaine.

Bien mieux : sous l'eau, en dépit de l'encombrement des bouteilles d'oxygène qui lui permettent de respirer, le nageur exactement équilibré évolue avec bien plus de facilité qu'en surface et comme s'il était affranchi de la pesanteur. De sorte que c'est en dehors des compétitions de natation qu'il faudrait chercher les gains les plus

substantiels réalisés par l'homme en fait de vitesse dans l'eau.

L'intérêt que ces progrès offrent pour la conquête d'un nouveau domaine est même tel qu'on est surpris de constater qu'aucune épreuve de nage équipée ne vienne stimuler les perfectionnements et encourager les recherches. Le progrès pourrait en être accéléré, comme ce fut le cas pour la bicyclette.

La bicyclette

Quelle machine déroutante, cette bicyclette qui nous est si familière ! La fermière qui, chargée de son panier, irait au marché à 3,5 ou 4 km/h, s'y rend sans peine en vélo à 10 ou 12 km/h. L'ouvrier qui va à son travail le fait grâce à la bicyclette à 15 à l'heure au lieu de 5.

Or, cette proportion du triple ne s'applique plus aux champions : alors que le recordman de l'heure, Zatopek, couvre à pied plus de 20 km, (exactement 20,251 km), son collègue cycliste Rivière n'atteint que 46,923 km, ce qui est bien loin du triple. Comme on retrouve cette proportion à tous les échelons des records, on est amené à se demander pourquoi cette machine accorde au vulgaire plus qu'à l'élite.

RECORD DE L'HEURE



BALDINI 46,393 km



RIVIÈRE 46,923 km

La réponse est peut-être que l'homme, si puissante que soit sa musculature, ne peut appliquer qu'une partie restreinte de sa force à faire tourner le pédalier. C'est, en fait, de la vitesse à laquelle ils font tourner les pédales que provient surtout la différence entre les résultats obtenus par les cyclistes.

En sport, force et vitesse sont deux éléments très distincts. Ils peuvent permettre d'atteindre un même résultat; ils peuvent se combiner (la barre de l'haltérophile monte projetée par une détente rapide). Ils sont quand même d'origines différentes. La force, exercée à une allure normale, peut être considérée comme musculaire; mais s'il s'agit de précipiter le mouvement, d'emballer la machine, une survitesse entre en jeu qui nécessite une dépense d'ordre nerveux.

Les batteries nerveuses de l'homme se déchargent vite. Le régime accéléré ne peut être maintenu longtemps. Même un

régime normal, si on le force, vide l'individu : en dix minutes, un quart d'heure, les rameurs, tenus de forcer pour suivre la cadence imposée par le plus doué d'entre eux, atteignent un état d'épuisement total.

En fait, c'est sans doute cette limitation imposée au régime accéléré qui assure le succès des courses cyclistes. La bicyclette est une merveilleuse machine à égaliser les moyens des concurrents. A niveau égal, tous disposent à peu près de la même force à laquelle s'ajoutent, plus variables, fonction de leur valeur physique, mais toujours limitées, certaines possibilités nerveuses. Qui les dépense — ne serait-ce qu'à mener le train et à servir de coupe-vent — se handicape du même coup et sera contraint de se reposer pour « recharger les accus ». C'est pourquoi les coureurs ont tant de mal à se lâcher alors que, courant à pied, ils s'égrèneraient rapidement.

Cela dit, les records cyclistes seraient peut-être plus élevés s'il ne s'agissait d'un

monde à part, aux usages particuliers. Le record cycliste le plus éloquent et le plus convoité, celui de l'heure, a surtout progressé grâce à des athlètes exceptionnels dans la profession, qui consentaient des sacrifices pour faire leurs tentatives. Pour un champion arrivé, une tentative de record est une satisfaction coûteuse. Aussi la courbe du record est-elle loin d'être aussi brillante que celle des records d'athlétisme ou de natation.

La personnalité de Fausto Coppi, qui détint le record de 1942 à 1956, avait fait penser qu'il l'avait porté à un niveau exceptionnel. Lui-même ne l'avait pris au Français Archambaud que par une marge de quelques mètres. On a constaté depuis que cet exploit de ses débuts (il avait 21 ans) était très en deçà des moyens de Coppi, et trois très jeunes gens ont fait mieux : Anquetil, alors militaire en stage à Joinville, l'amateur italien Baldini et récemment Rivière. Le premier a porté le record à 46,159, le second à 46,393, le troisième à 46,923 km. Grâce à ce gain de 764 m en un an, dû à des garçons qui sont loin encore de leur apogée, on sait maintenant que d'importantes possibilités de progrès demeurent.

Bicyclettes perfectionnées

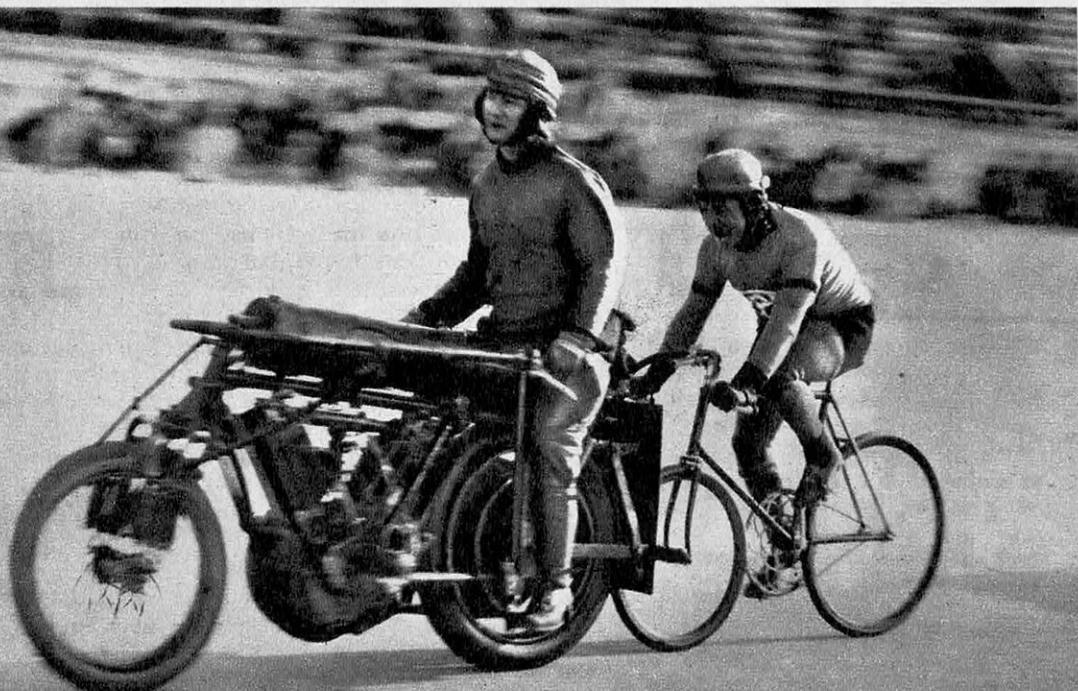
A côté de la compétition, et un peu malgré elle, en somme, des chercheurs ont montré que la bicyclette n'avait pas encore donné tout ce qu'on peut en attendre. Dès 1900, à l'époque où les autos singeaient encore les mail-coaches et les fiacres, un coureur cycliste, hanté déjà par l'aérodynamisme, réalisait un « vélo-solo » sur lequel il s'allongeait comme un nageur. L'engin ne prit pas, mais il prépara son inventeur, Édouard Nieuport, à construire les premiers avions carénés.

Les avantages d'une carcasse aérodynamique pour le vélo devaient être mis en évidence quelque trente ans plus tard quand Marcel Berthet, alors âgé de 48 ans, couvrit dans l'heure 5 km de plus qu'il n'avait pu le faire à l'apogée de sa forme (1913) où il avait dû se contenter de porter le record à 43,775 km.

Vers la même époque, un bon second plan, Francis Faure, pédalant couché sur le dos, les reins appuyés, ce qui lui accordait sur les pédales une pression supplémentaire en même temps qu'il offrait moins de prise au vent, parcourut plus de 45 km/h. Mais la performance ne fut pas homologuée.

Léon Vanderstuyft, recordman avec 122,771 km/h en vélo

Ce n'est qu'en 1928 que Léon Vanderstuyft, ci-dessous, couvrit 122,771 km dans l'heure derrière moto à Montlhéry. Le précédent record officieux appartenait à Guignard qui réalisa 101,623 km/h à Munich en 1909. Plus récemment, derrière voiture, José Meiffret atteignit 175, 613 km/h parce que beaucoup mieux protégé du vent.



GRAND FOND : MARCHE OU COURSE ?

LES oscillations et le transfert du centre de gravité font comprendre l'intérêt de la courte foulée des coureurs de grand fond, spécialistes à peu près disparus, car les marathoniens d'aujourd'hui, tels Alain Mimoun et Zatopek, sont des coureurs de fond qui ont allongé leur distance tout en conservant leur style habituel. Le plus notable des vrais spécialistes fut un Sud-Africain de Rhodésie, Arthur Newton, qui se mit à la course à pied à près de quarante ans. Il courut en moyenne 32 km par jour de 1924 à 1934 et établit les records suivants :

35 milles anglais (56,327 km)	3 h 32 mn 36 s (1924)
50 — (80,467 km)	5 h 53 mn 43 s (1924)
60 — (96,560 km)	7 h 33 mn 55 s (1927)
100 — (160,934 km)	14 h 22 mn 10 s (1928)
152,540 — (248,332 km)	24 heures (1931)
60 milles sur route	7 h 15 mn 30 s (1933)
100 milles sur route	14 h 6 mn (1934)

La « foulée » de Newton n'était que de 1,15 m à 1,25 m, soit guère plus qu'un grand pas et, lorsqu'il accélérerait, c'était en pressant la cadence des foulées. Il semble que la marche athlétique soit d'un rendement inférieur à cette foulée restreinte. Son règlement prescrivant de toujours garder contact avec le sol, la nécessité, pour allonger le pas au maximum, de détacher de terre le plus tard possible la pointe du pied arrière, rend très laborieux le transfert du poids de la jambe arrière à la jambe avant.



Ne concluons pas de ces faits que la bicyclette idéale serait celle où l'on pédalerait couché à l'intérieur d'une carrosserie, mais retenons qu'elle est capable d'un meilleur rendement.

Deux sortes d'efforts

Nous venons de voir que le seul fait d'être allongé sur le dos pour pédaler procurait à Francis Faure un gain appréciable. Sans doute résulte-t-il, en grande partie, de la mise en jeu de masses musculaires plus importantes. Qu'on n'y ait pas songé plus tôt nous amène à constater à quel point sont peu précisées les conditions optimum de l'effort humain.

Athlétiquement, il convient de distinguer deux sortes d'efforts : effort dosé, produit à un rythme normal de l'homme qui reste « en dedans de son action », et effort de vitesse maximum, précipité au delà des possibilités de l'organisme.

La comparaison de quelques-uns des principaux records classiques d'athlétisme montre dans quelle mesure l'effort de vitesse peut être maintenu. Principalement dû à l'influx nerveux, sur 400 m il se dégrade déjà ; la diminution de la vitesse est sérieuse puisque au lieu de couvrir la distance en 40"4/10 si le train du 100 m était maintenu (comme c'est le cas dans le 200 m couru en 20"3/10), on trouve 45"2/10.

La chute est plus accentuée encore du 400 au 1 500. Dans cette course de demi-fond où la vitesse n'apporte plus qu'un très faible appui, la vitesse baisse encore davantage, la perte atteignant 28 %.

Mais, justement parce que la vitesse n'intervient plus, l'influx nerveux n'est plus aussi violemment mis à contribution, et parce que le rythme devient normal, l'automatisme s'installe. Nous entrons dans les distances où l'effort machinal, n'étant plus qu'une gestion régulière de l'énergie en stock, épouse moins. L'athlète court selon ses moyens. Dès lors, la perte sur 5000 m par rapport au 1 500 m n'est plus que de 12 %. Au stade suivant, les 20 km, elle reste du même ordre.

Sports nautiques

Dans les sports nautiques, où les conditions de parcours varient sans cesse, il n'existe pas de records. Toutefois des comparaisons restent possibles : A Berlin (1936) le kilomètre en kayak fut couru en 4'22" (moyenne : 13,550 km/h) tandis que les deux kilomètres l'étaient en skiff en 7'24" (moyenne : 16,500 km/h).

L'aviron, avec toute sa gamme d'épreuves à équipages multiples devrait apporter des données sur l'effort humain en fonction des rameurs, des embarcations, des engins de propulsion et du poids mort

que constitue le barreur. A titre documentaire, les temps réalisés à Londres en 1948 sont bien meilleurs que ceux accomplis en Australie aux Jeux de 1956, où le temps du skiff fut de $8'2''5/10$ et celui de huit de $6'35''2/10$.

Quant au kayak, alors que les 10 km monoplace sont couverts à Melbourne en 1956 en $47'43''4/10$ (moyenne 12,800) ils le sont en biplace en $43'37''$ (moyenne 13,75). La différence est un peu moindre en canadienne : monoplace : $56'41''$; biplace : $54'2''$.

Performances en ski

Avec des skis on n'enregistre pas de records, car les conditions et surtout le profil des parcours sont beaucoup trop variables. Les résultats sont donc souvent paradoxaux. Aux championnats de 1954, pourtant disputés en Scandinavie, la vitesse croissait avec la distance, et la moyenne des 50 km fut meilleure que celle des 15 km ! De même aux Jeux Olympiques de 1956. D'ordinaire et normalement, les 18 km sont couverts entre une heure et une heure et quart. On peut donc considérer que 15 à l'heure en plat est une bonne moyenne. Quant à la descente, elle ne signifie pas grand'chose, la pente constituant un moteur qui donne des chevaux en abondance. L'homme, au cours du dernier quart de siècle, a beaucoup appris à en tirer parti en cultivant l'art de tourner et celui de s'ar-

rêter qui en découle. A la faveur de ces perfectionnements, on descend aujourd'hui beaucoup plus vite que naguère. Une nouvelle amélioration, évaluée à 10 %, vient de résulter de la mise au point par les Autrichiens d'un style de « godille » (wedeln) dont les mouvements rythmiques limités aux membres inférieurs assurent une descente moins heurtée. Les vitesses atteintes sont considérables, de l'ordre de 60 à 80 km/h en moyenne, avec des pointes plus élevées encore par endroits. Sur une base fixe de 150 m on a chronométré des skieurs lancés à des vitesses d'environ 130 à l'heure. En 1948, sur les pistes du mont Cervin à Breuil, Zéno Colo fut chronométré à 159,290 km/h., soit 100 m en 3,26 secondes.

Le vol humain

Reste un dernier élément où la vitesse de l'homme est mal connue : l'air. Mais l'homme non mécanisé n'en a pas vraiment encore pris possession. Le vol humain est-il réalisable par les seules ressources musculaires ? Ce problème sort du cadre de notre exposé, mais il semble que oui, à condition de commencer par stocker de l'énergie pour décoller et s'élever. Après cela, une fois une hauteur suffisante atteinte — et les sandows d'hier ne projetaient pas les planeurs bien haut — rien ne s'oppose à ce que l'homme évolue en vol à voile. Deux Allemands, Durmheil et Hofman, ont réussi, il y a une vingtaine d'années, à parcourir respectivement 400 et 712 m en se servant d'une bicyclette pour tordre des caoutchoucs qui actionnaient une hélice. La durée des vols — la vitesse donc — ne nous est pas connue, mais l'intérêt de l'affaire réside surtout dans l'application de la bicyclette à un nouveau champ d'expérience. Le problème ne semble d'ailleurs pas passionner les masses : nous n'avons pas connaissance que les expériences soient continues, et les petits moteurs font à juste titre négliger le moteur humain puisque le vol individuel au moyen d'un hélicoptère portatif est maintenant, grâce à eux, résolu.

LES RECORDS FÉMININS

La femme, on s'en doute, accomplit des performances très inférieures à celles de l'homme.

Voici quelques records féminins :

100 mètres: 11,4 s par Jackson (Australie)

800 mètres: 2 mn 5,3 s par Lyssenko (URSS)

Saut en hauteur: 1,77 m par Chen-Seng-Yung (Chine)

100 m, nage libre: 1 mn 3 s par Fraser (Australie)

On constate que la femme, grâce à la technique, saute aussi haut que le faisait l'homme sans技巧 (1,76 m était le record mondial masculin en 1876).

Dans les courses où la technique joue peu, la femme reste en arrière des records les plus anciens du sexe fort: record mondial du 800 m en 1868: 2 mn 2 s; du 100 m en 1886: 11,2 s. En revanche, en natation, elle atteint déjà le record de Kahanamoku en 1912.

Les techniques

Le tour d'horizon ne serait pas complet si nous ne parlions pas de possibilité de progrès. Nous avons mentionné au début les deux facteurs les plus évidents : la diffusion, qui en augmentant le nombre des pratiquants améliore la sélection, et les perfectionnements techniques.

Il faut maintenant revenir sur ces derniers pour préciser qu'il existe deux sortes de techniques : celle du mouvement et celle de l'entraînement. Les améliorations de la première sont empiriques le plus souvent, et toujours imprévisibles. Il ne semble même plus qu'on puisse en attendre en course, à moins qu'on ne déniche quelque part des sauvages qui courraient autrement que nous avec un meilleur résultat. Ce n'est pas impossible, après tout : le fait s'est bien produit avec le crawl. Mais à moins de révélation insolite, les gros progrès viendront de l'entraînement. C'est son perfectionnement qui a permis, en course à pied au-dessus de 800 m, l'avance considérable de ces dernières années. Après la mise au point générale de l'individu, puis celle

de ses muscles assurée par l'exercice et le massage, on est arrivé à présent à entraîner les organes, les viscères. Le plus récent perfectionnement est en effet l'entraînement rationnel du cœur.

Le musclage du cœur

La méthode remonte à une vingtaine d'années. Conçue par l'Allemand Gerschler, elle consiste à muscler délibérément un organe qui jusqu'alors se développait au petit bonheur. On acquérait, par la force des choses, un « cœur de sportif », c'est-à-dire plus gros que la normale. C'était un phénomène qu'on constatait par hasard à l'écran des rayons X. Aujourd'hui, c'est un but qu'on poursuit. L'entraîneur Waldemar Gerschler,

Ilsa Konrads recordwoman à 13 ans

Ses records concernent le 880 yards nage libre en 10'17"7/10 et le 800 mètres en 10'11"1/10. Son temps, dans le 880 yards, n'est pas très loin de celui de son frère John qui détient le record masculin avec 9' 7" 7/10. La natation est le seul sport où les performances féminines ne soient pas très inférieures à celles de l'homme.



Directeur de l'Institut des Sports de l'Université de Fribourg, a formé, après l'Allemand Harbig (recordman du monde du 400 m), le Belge Mœns (recordman du monde du 800 m), le Luxembourgeois Barthel (champion olympique 1952 du 1 500 m) et l'Anglais Pirie (recordman des 3 000 et 5 000 m). Beaucoup plus qu'en s'entraînant avec acharnement sur la distance de compétition, c'est par de nombreux efforts plus courts, répétés à très brefs intervalles, que Gerschler amène le cœur au volume voulu et l'homme en forme. Cet entraînement quotidien se poursuit toute l'année et prend de 2 à 3 heures par jour. Gerschler travaille en liaison immédiate avec un cardiologue — le professeur Reindell — et un neurologue — le Dr Schildge —, mais il parvient fort bien à entraîner ses poulians par correspondance.

De l'augmentation de la puissance musculaire du cœur découle le ralentissement du rythme des pulsations : le cœur normal bat entre 60 et 70 fois par minute au repos; celui de Harbig, quand Gerschler le prit en main, avait 60 pulsations à la minute; par l'entraînement, ce rythme fut abaissé à 48.

Le cœur de Fausto Coppi battait à 45 pulsations et sa capacité pulmonaire était de 6,600 l. Il faut noter qu'entre un coureur à pied amateur, même poussé pendant des années, et un coureur cycliste professionnel subsiste une grosse différence d'entraînement. Il arrive souvent qu'un routier n'atteigne le sommet de sa forme qu'après une course par étape comme le Tour de France où il a roulé en moyenne six heures par jour pendant un mois. Que donnerait un athlète au volume cardiaque identique en course à pied? Nous ne le saurons que si l'entraînement atteint la même aptitude (mais on doute qu'il le puisse avec le caractère des compétitions existantes). Ce n'est d'ailleurs pas souhaitable. Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus par Gerschler et ses émules — car tous les entraîneurs du monde l'imitent — ne laissent aucun doute sur le progrès que constitue la méthode.

L'influx nerveux

Jusqu'ici elle n'a rien fait gagner sur la vitesse intrinsèque. Les records jusqu'à 400 m n'en ont pas bénéficié. On considère que, pour le sprint, les limites ne proviennent ni des muscles ni des viscères. La vitesse dépend du passage de l'influx nerveux. La propagation de celui-ci s'opère chez les mammifères à une vitesse qui varie de 30 à 120 mètres à la seconde et augmente

Toni Sailer, champion du monde

L'un des meilleurs descendreurs du monde depuis plus de deux ans, il vient de sauter une bosse et retombe en souplesse, les skis bien en ligne. C'est grâce à lui et à Molterer que l'Autriche maintient sa suprématie en descente et slalom. Pour le ski de fond, la palme revient aux Nordiques.

avec la température. Il parcourt les neurones à la manière d'une onde, mais la transmission exige le concours de médiateurs chimiques que l'organisme dissout aussi aisément qu'il les élaboré. Ces substances produites presque instantanément assurent le passage de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre. Seulement les toxines sécrétées par la fatigue musculaire les détruisent ou les inhibent ; à ce moment, l'influx nerveux ne passe plus, le muscle répond de plus en plus mal (résistance, contracture, curarisation).

On entrevoyait donc deux possibilités (très hypothétiques) de gains :

— sur la survitesse par accélération de l'influx nerveux. Chez la grenouille, l'influx nerveux qui parcourt 30 m/s à une température de 18° C parcourt 50 m/s à 28° C;

— sur le prolongement de la durée de la survitesse en différant l'intoxication musculaire.

On ne connaît pas de moyens d'obtenir ces résultats.

On est par ailleurs bien fixé sur l'usage des drogues, très courant en cyclisme. Il ne procure pas de performances, mais seulement de brèves étincelles. Il permet des à-coups (qui sont la caractéristique du spectacle cycliste) mais non des exploits.

Sprints et détente

D'une façon générale, on considère que l'influx nerveux s'épuise vite quand le rythme est précipité, ce qui est le cas du sprint. La comparaison des records, on l'a vu, semble corroborer cette théorie. On estime que le sprinter doit éviter de trop solliciter la « pile » et, sans invoquer l'exemple de Paddock qui, avant ses records, restait trente-six heures au lit, on ne pousse pas ses émules à un travail forcené. Certains entraîneurs désapprouvent cette attitude. Stampfl, le « coach » d'Oxford, estime que d'ici peu l'homme rapide, à la faveur d'un entraînement de la volonté qui l'encouragera à travailler autant que les coureurs de fond, améliorera beaucoup ses temps.



Ce n'est pas exclu. En vertu d'un raisonnement analogue à celui qui fait ménager la pointe de vitesse, on entourait la détente explosive du sauteur en hauteur d'une sorte de fétichisme. Dans certaines compétitions, on voyait les champions se dispenser des préliminaires à faible hauteur pour ne pas gaspiller leurs réserves. Et voici qu'on apprend que le Russe Stepanov, qui vient avec un saut de 2,16 m de s'approprier le record du monde, franchit de nombreuses fois la barre entre 1,80 m et 2 m pour s'échauffer avant une compétition. Cette prodigalité déconcerte; elle prouve en tous cas que la machine humaine est encore très mal connue.

Par surcroit, peut-être même évolue-t-elle. Nous l'avons dit en commençant, les races humaines s'améliorent physiquement dans la mesure, discutable, où les dimensions accrues sont une amélioration. Ce progrès vient de l'hygiène et de la diététique. Il pourrait être accentué encore par l'eugénique. La race pourrait être améliorée par

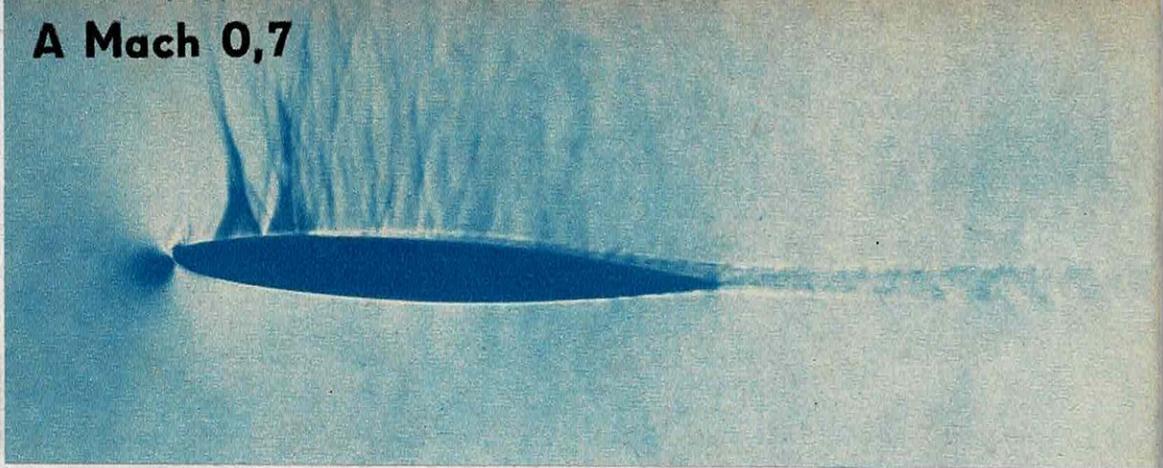
des croisements comme l'ont été les chevaux qui tous descendent des mêmes pur-sang arabes.

Toutefois, on ne peut estimer que l'espoir d'un progrès athlétique quelconque, que le gain de quelques mètres sur cent mètres justifie une intervention aussi indiscrette que le serait celle de l'eugénisme dans la vie des athlètes. Il faut donc attendre ces progrès biologiques de la diffusion générale du sport, à défaut d'un hasard capricieux qui rapprocherait deux athlètes et d'une combinaison heureuse de chromosomes.

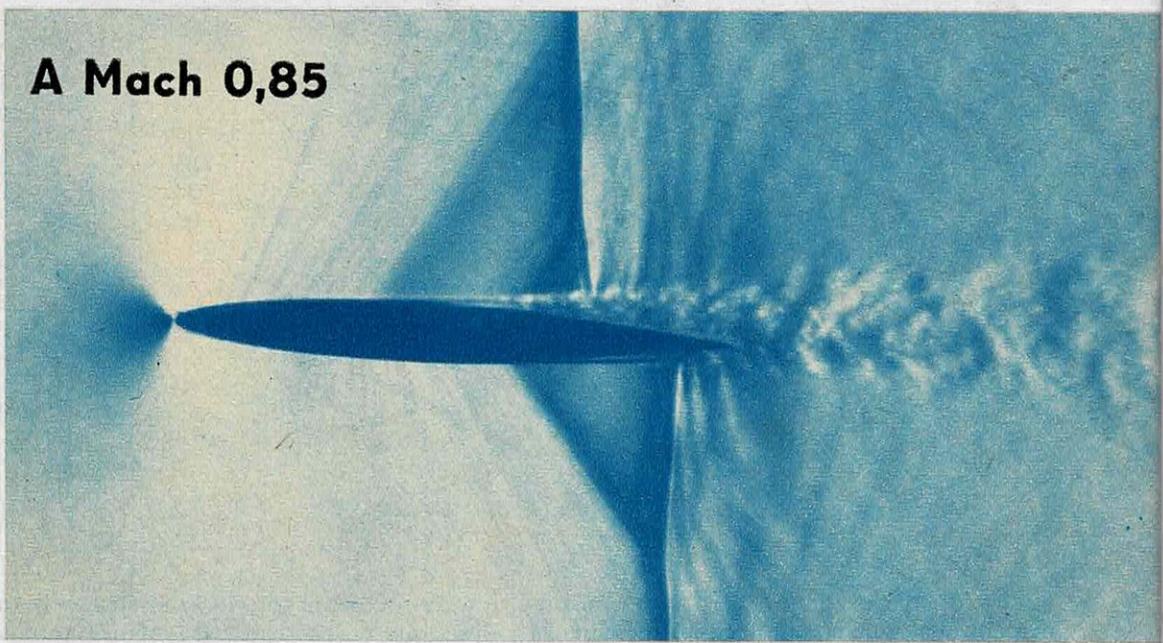
Mais, même ainsi, résignons-nous : quels que soient nos inéluctables progrès musculaires, ce sera toujours par la machine que nous ferons fabriquer notre vraie vitesse. Sans elle, nous aurons beau faire, nous ne courrons jamais aussi vite que les daims. Le fort de l'homme est ailleurs, heureusement, et il importe davantage.

Jean DAUVEN

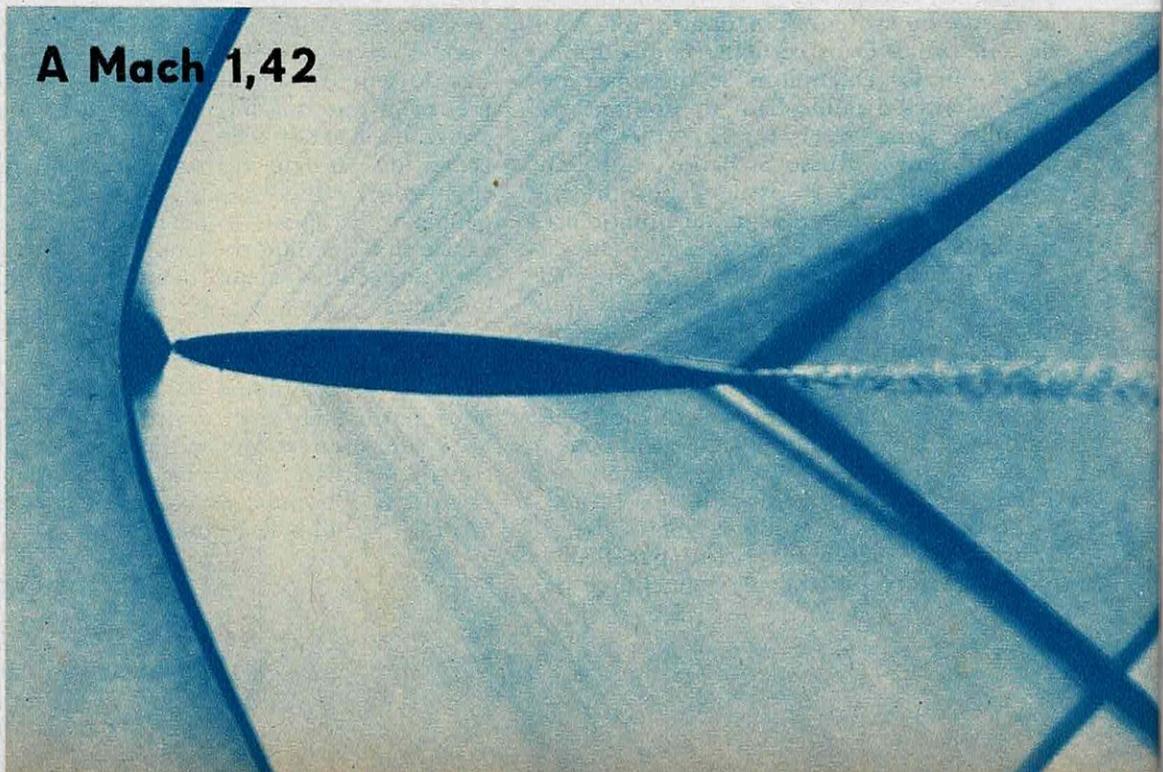
A Mach 0,7



A Mach 0,85



A Mach 1,42



LA VITESSE RÉGIT LES FORMES: Du subsonique à l'hypersonique

PHYSIQUEMENT, l'homme est un bien pauvre animal, aussi handicapé par ses formes que par sa puissance musculaire pour se déplacer à grande vitesse sur terre, dans l'eau ou dans les airs. Toute son intelligence ne lui a pas été inutile pour suppléer à ces faiblesses naturelles.

Sur terre, l'invention extraordinaire de la roue lui a donné une avance certaine. Si l'on fait abstraction de la propulsion mécanique qui est hors du sujet de ce chapitre, réservé aux formes et à leur influence, la roue, celle de la bicyclette, lui permet presque d'égalier les performances en vitesse des animaux les plus rapides. Elle lui assure une supériorité incontestable en rendement, donc en dis-

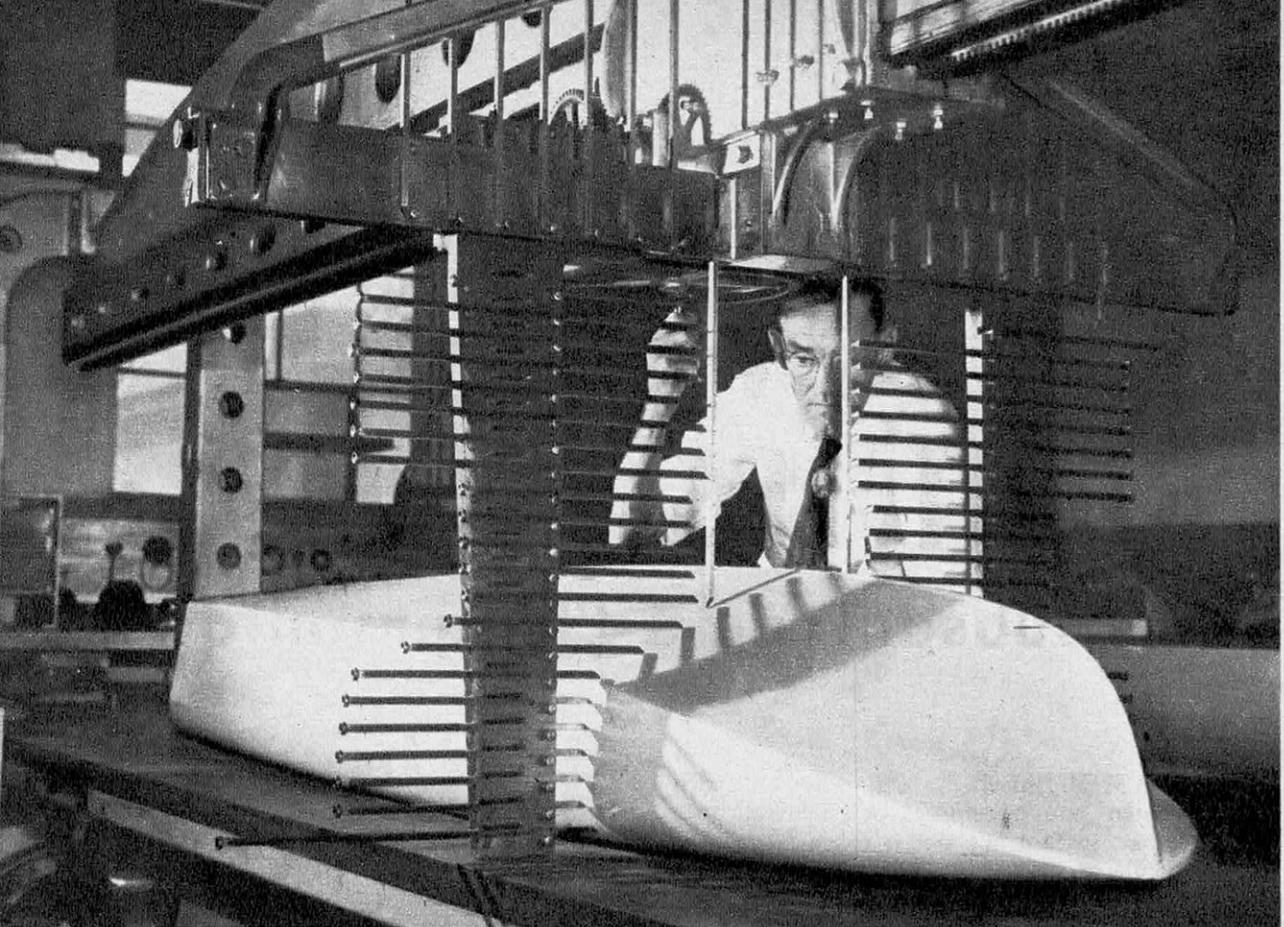
tance franchissable à allure soutenué ; aucun animal, lièvre, cheval, zèbre ou girafe, ne serait capable de suivre sur une étape le peloton du Tour de France.

Mais, dans l'eau ou dans l'air, l'homme n'a pas su jusqu'ici introduire de mode de propulsion aussi révolutionnaire que la roue. La rame ou la godille poussant un tronc d'arbre creusé lui ont permis depuis quelques millénaires de se déplacer dans l'eau ; avec le planeur, depuis les dernières années du XIX^e siècle, il n'en est toujours qu'aux premiers balbutiements du vol. En hydrodynamique comme en aérodynamique, il a dû copier, assez mal, la nature. Plusieurs espèces de poissons continuent à venir narguer les passagers des paquebots les plus rapides en jouant devant leur étrave ; la plus lourde des poules d'élevage, sans avoir jamais volé, est capable, à la menace d'un danger, de rappeler à l'homme que le vol véritable reste toujours hors de sa portée.

Sans dépasser sensiblement, en matière de formes, les résultats d'une évolution de quelques millions d'années au bénéfice des poissons ou des oiseaux les mieux adaptés, l'homme est cependant parvenu à copier celles qui s'offraient à son observation. Contrairement à ce que l'on croyait jusqu'au début de ce siècle, ce n'est pas par des formes meilleures que le poisson et l'oiseau surclassent l'homme, mais par leur mode de propulsion et la puissance musculaire qu'ils savent lui adapter. L'homme est aussi savant qu'eux en hydrodynamique

LA FORMATION DES ONDES DE CHOC

Ces trois photos nous montrent différents aspects de l'écoulement d'un fluide gazeux autour d'un profil d'aile symétrique calé avec une incidence de 3° et dont l'épaisseur est égale à 10 % de la profondeur. A un peu moins de Mach 0,7, les ondes de choc matérialisées par les taches en forme de λ , apparaissent sur l'extrados. A Mach 0,85, les ondes de choc d'intrados prennent naissance à leur tour. Aux vitesses supersoniques (supérieures à Mach 1, ici Mach 1,42) l'arrondi avant du profil provoque la formation d'une onde de choc elle-même arrondie, onde que l'on retrouve, à la pente de rabattement près, dans l'écoulement hypersonique (page 46) ; à la pointe arrière du profil, on remarque, au contraire, deux ondes de choc divergentes rectilignes.



LES BASSINS DE CARÈNES où les coques sont essayées à l'échelle réduite, se sont multipliés depuis Froude qui construisit le premier en Angleterre. Leur outillage de taillage des modèles en paraffine, de

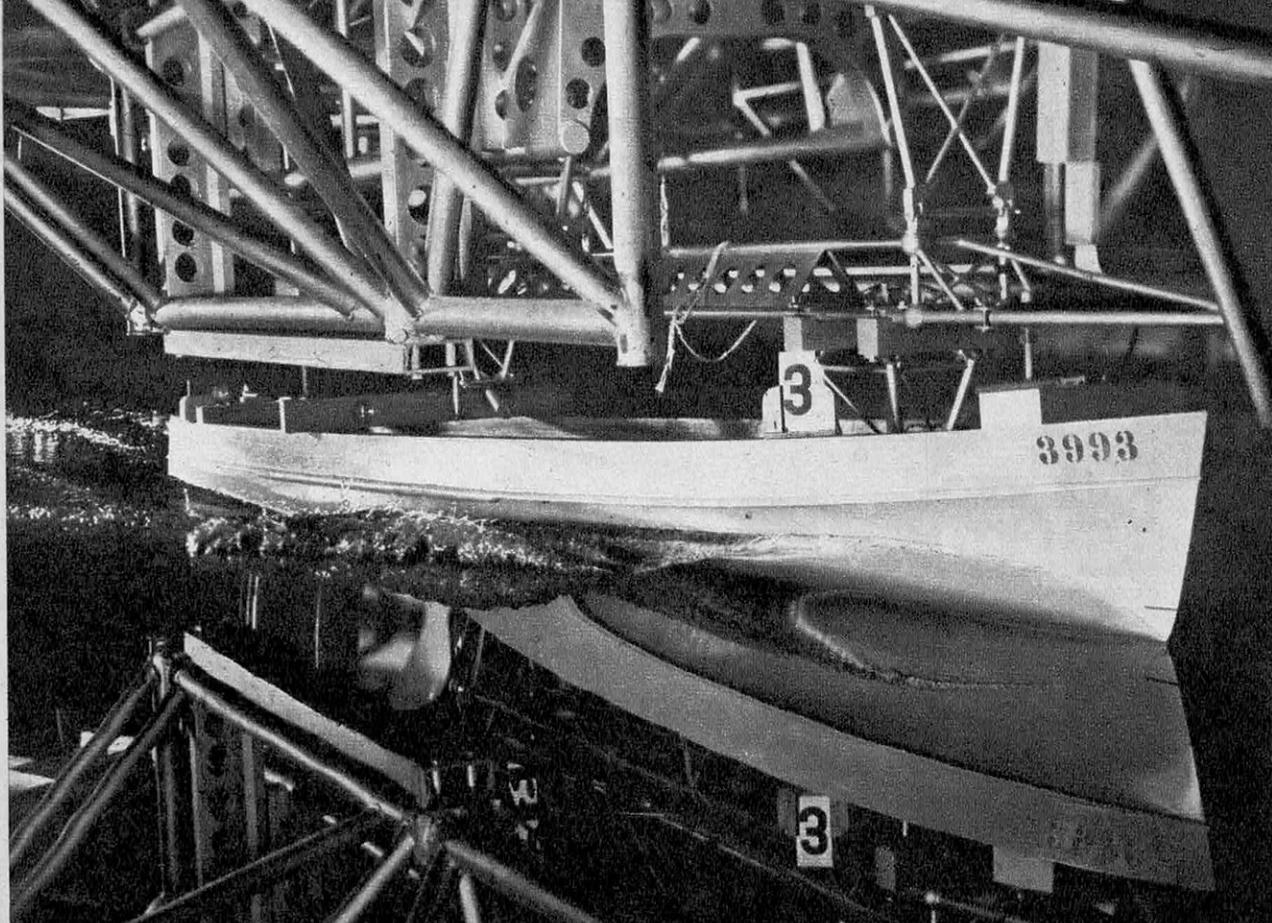
ou en aérodynamique ; il peut reproduire leurs formes, mais ses muscles le trahissent. Dans le mieux caréné des fuselages, il ne peut, comme le dauphin, suivre ou précéder un navire rapide ; pour lui, la dépense d'énergie représentée par cette course de fond qu'est la traversée sans escale de la Méditerranée par une hirondelle est inconcevable.

L'hydrodynamique

Les lois de l'hydrodynamique ne diffèrent pas essentiellement de celles de l'aérodynamique subsonique, du moins pour les corps entièrement immergés, à grande distance de la surface libre de l'eau. La carène idéale est sensiblement la même pour le sous-marin et pour le dirigeable. En première approximation, la résistance hydrodynamique varie sensiblement comme le carré de la vitesse et comme une surface du corps (surface du maître-couple ou surface mouillée). A vitesse donnée, elle est donc proportionnelle à la puissance deux-

tiers du volume, ce qui justifie l'intérêt des gros tonnages. En multipliant les dimensions linéaires par deux, donc les surfaces par quatre et les volumes par huit, la résistance hydrodynamique n'est multipliée que par quatre.

L'affaire se complique beaucoup pour le navire de surface, qui se déplace à la séparation de deux fluides. Même en grossière approximation, il n'est pas possible d'appliquer à la résistance une loi de variation globale. Il faut la décomposer en une résistance de frottement, qui croît un peu moins vite que le carré de la vitesse, et une résistance de « rencontre », liée à la formation du système de vagues qui accompagnent le navire. L'observation la plus sommaire montre qu'il n'y a aucune relation, à une vitesse de 10 nœuds par exemple, entre le système de vagues soulevées par un chaland de quelques dizaines de mètres et le canot de quelques mètres qu'il remorque. La similitude exige, selon la loi énoncée par Froude dès 1872, et d'ailleurs professée en



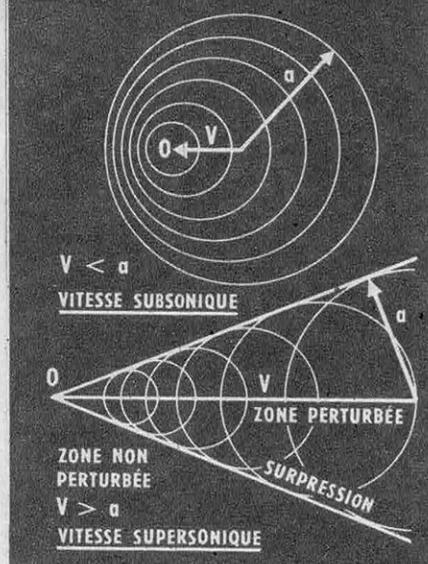
vérification des formes, de mesures des résistances et des rendements propulsifs s'est aussi perfectionné au point qu'actuellement aucun navire ne se construit plus sans essai au bassin de ses diverses maquettes.

France par Reech dès 1852, que la vitesse soit proportionnelle à la racine carrée de la longueur. Par exemple, si l'on veut déterminer au bassin des carènes la loi de résistance d'un navire de 80 m en traînant un modèle de 5 m, seize fois plus court, pour avoir la résistance correspondante à celle du navire vraie grandeur à 12 nœuds il faudra le remorquer à 3 nœuds, vitesse quatre fois plus faible.

La vitesse des navires

Les conséquences pratiques de la loi de Froude gouvernent toute la construction navale. Comme pour le sous-marin en plongée, la résistance relative, c'est-à-dire la résistance par tonne de déplacement, est d'autant plus faible, à vitesse donnée, que les dimensions linéaires de navires semblables sont plus grandes ; cette seule loi suffit à expliquer l'intérêt des gros tonnages, et des pétroliers de plus de 100 000 tonnes de port en lourd en particulier. Mais, dès

que l'on atteint un certain degré de vitesse au sens de la loi de Froude (rapport de la vitesse à la racine carrée de la longueur), la résistance, qui croissait jusque-là comme le carré de la vitesse, croît désormais comme sa puissance quatrième ou cinquième ; il y a intérêt, pour un grand navire tout au moins, à relever la longueur au lieu de gaspiller de la puissance à vaincre cette résistance accrue. On s'explique ainsi que les cuirassés de 35 000 t de toutes les grandes marines en 1939, de longueur voisine de 240 m, faisaient même vitesse d'environ 32 nœuds ; la marine qui aurait voulu faire, en cette longueur, un cuirassé de 34 nœuds aurait dû sacrifier à cette entreprise vaine toutes les autres performances de son navire. On peut faire économiquement 34 ou 35 nœuds sur un paquebot comme l'*United States* ou sur un porte-avions comme le *Forrestal* ; mais il faut leur donner de 280 à 300 m de longueur. L'exemple des torpilleurs, contre-torpilleurs et croiseurs légers qui font 40 nœuds et plus n'infirme pas cette conclu-



PROPAGATION DES ÉBRANLEMENTS AUX VITESSES SUBSONIQUES ET SUPERSONIQUES

Aux vitesses subsoniques, lorsqu'un point O se déplace dans l'air avec une vitesse V inférieure à la vitesse du son a , l'ébranlement se propage dans toutes les directions, aussi bien vers l'avant que sur l'arrière ou sur les côtés; le point pénètre à chaque instant dans un air déjà perturbé par son approche. Aux vitesses supersoniques, lorsque la vitesse V du point O est supérieure à a , les cercles suivant lesquels se propage l'ébranlement restent tous sur son arrière; il pénètre à chaque instant dans un air non perturbé par son approche. Les perturbations sont encloses à chaque instant dans un cône d'angle au sommet d'autant plus faible que le « nombre de Mach » $\frac{V}{a}$ est plus grand. Ce cône est matérialisé par des « ondes de choc » (discontinuités de vitesse, de pression, de température) qui apparaissent nettement sur les photographies.

sion ; à la tonne de déplacement, ils dépensent beaucoup plus de puissance que les grands bâtiments. Pour les plus petits, pour le torpilleur, par exemple, vers 40 nœuds, la loi de variation de la résistance en fonction de la vitesse retrouve une forme plus favorable au navire court. À l'autre extrémité de l'échelle des tonnages, la longueur a même importance : une « plate » de 2 m ne peut lutter de vitesse avec un canoë.

L'aérodynamique subsonique

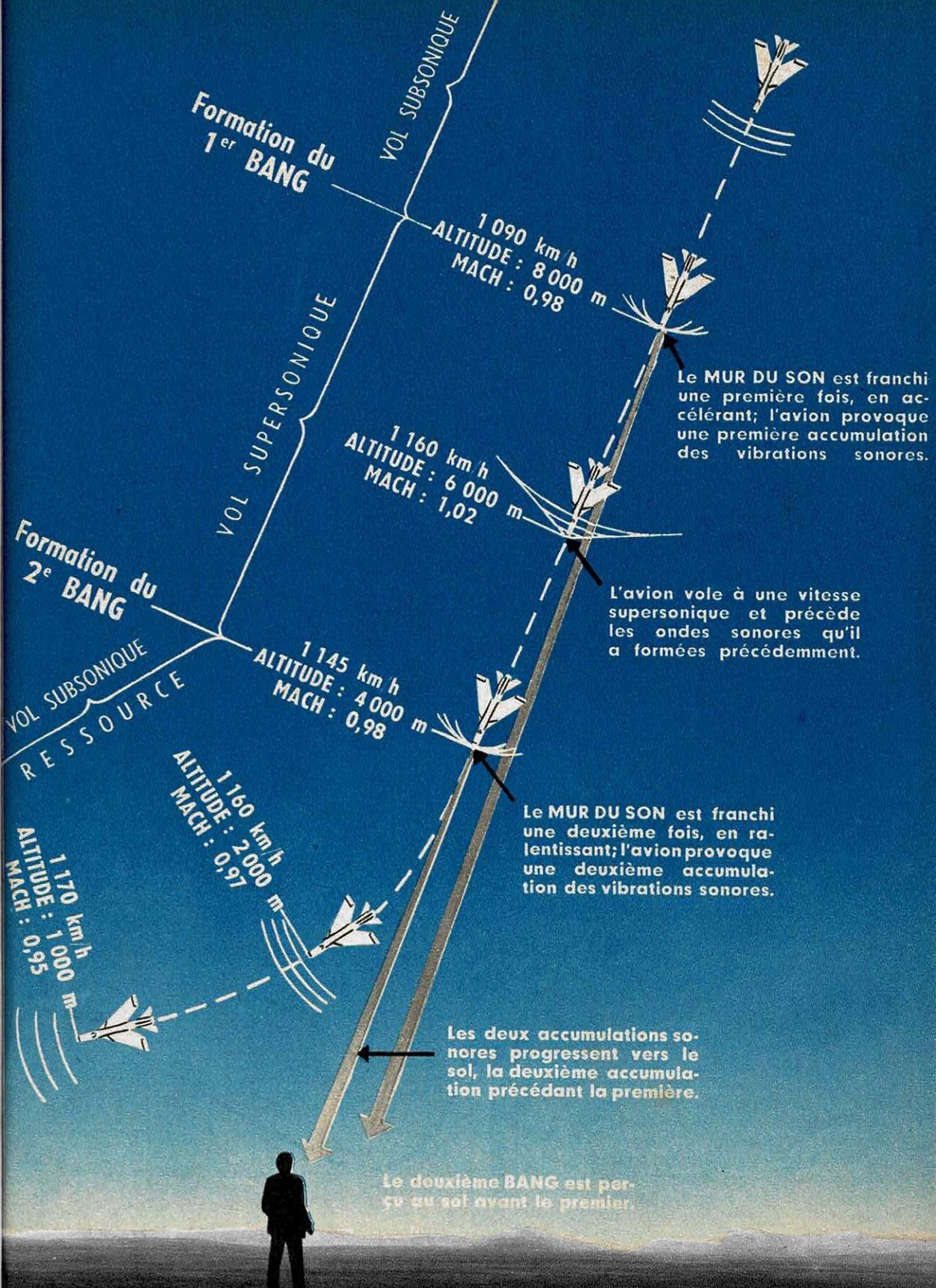
Tant qu'on reste loin de la vitesse du son dans l'air, l'aérodynamique « subsonique » est celle des corps fuselés, d'avant rond et d'arrière pointu, aussi bien pour l'avion que pour l'automobile ou la cheminée de paquebot. Le problème pratique est la conciliation de ces formes avec les nécessités de l'aménagement ; elles ne se présentent pas seulement aux faibles vitesses puisqu'elles conduisent, malgré l'infériorité des formes, aux fuselages cylindriques des avions de transport transsoniques.

L'expérience met en évidence à la fois l'intérêt d'un fuselage allongé et les limites de cet allongement. Supposons, par exemple, que l'on étudie la répartition des surpressions et des dépressions sur trois corps présentant même surface au vent apparent, un disque, une sphère, un corps fuselé genre carène de dirigeable de longueur 7,5 fois plus grande que son diamètre. Les résistances aérodynamiques, les « trainées », mesurées en soufflerie, sont dans le rapport 100 pour le disque, 45,5 pour la sphère, 9 pour le corps fuselé ; on réduit donc de

11 fois la trainée en fuselant le disque. Si l'on examine le détail des surpressions et dépressions dont la somme algébrique aboutit à cette trainée, on trouve que, sur le disque, près des trois quarts de la résistance tiennent à la surpression avant contre un quart à la dépression arrière. Sur la sphère (aux vitesses faibles par rapport à son diamètre), les surpressions ne règnent que sur une partie de la face avant et sont compensées pour les quatre cinquièmes par les dépressions sur cette même face avant, qui aspirent le corps dans la direction de sa vitesse ; pratiquement, toute la résistance vient des dépressions sur la face arrière.

COMMENT SE FORMENT LES BANGS

Au-dessous ou au-dessus de la vitesse du son, les ondes sonores émises par un avion se propagent à une vitesse plus grande ou plus petite que la sienne, mais de toute façon elles sont détachées. Lorsque l'avion se déplace exactement à la vitesse du son, les ondes sonores qu'il émet l'accompagnent en s'accumulant et leur intensité peut atteindre celle d'une véritable explosion. La figure montre comment, au cours d'un piqué où l'avion dépasse la vitesse du son, puis revient au-dessous, un « double bang » se produit. Ce n'est pas la vitesse de l'avion qui intervient, mais son rapport à la vitesse du son dans l'air ambiant (nombre de Mach), vitesse qui varie avec la température. Comme elle passe de 1 065 km/h dans la stratosphère ($-56,5^\circ C$) à 1 227 km/h (341 m/s) au sol ($15^\circ C$), le double bang peut se produire à vitesse constamment croissante si le nombre de Mach passe deux fois par la valeur 1.



Sur le corps fuselé, on retrouve la même répartition entre surpressions sur la face avant et dépressions sur le reste de la moitié avant; mais les dépressions sur la moitié arrière font place à des surpressions sur la pointe arrière, qui poussent le corps dans la direction de sa vitesse ; la résultante des surpressions et dépressions est 34 fois plus faible que celle du disque, 15,5 fois plus faible que celle de la sphère.

L'efficacité du fuselage sur le jeu des surpressions et dépressions est donc considérable. Malheureusement, en même temps qu'on l'allonge, les forces de frottement, qui n'avaient qu'une importance négligeable dans le cas du disque et de la sphère, surpassent la résistance de forme due aux variations de pression. Pour l'allongement 7,5, la résistance de frottement représente un peu plus de deux fois la résistance de forme ; c'est le signe que l'allongement choisi est trop fort, si l'on se propose simplement de carénier, en lui accordant la résistance minimum, un corps de maître-couple donné. Aussi la résistance de forme, qui ne représente que 2,9 % de celle du disque, passe-t-elle à 9 % lorsqu'on lui ajoute la résistance de frottement.

Les fuselages optimum

La détermination du carénage de longueur optimum a été faite depuis les premières mesures d'Eiffel. La figure du bas donne sa valeur, voisine de 3. Au-dessous, en se rapprochant de la sphère, la traînée augmente considérablement; elle augmente moins vite pour les allongements supérieurs. Ces conclusions ne valent que si l'on se donne la surface à carénier, par exemple le maître-couple de la motocyclette ou de

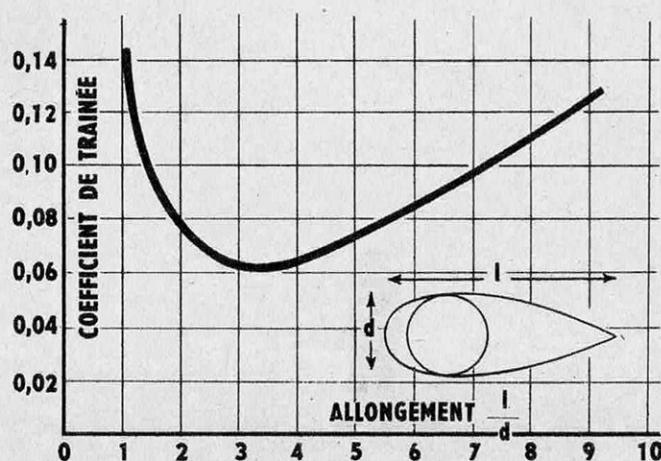
l'automobile qui permet le logement de la machine et de son pilote, et si l'on se propose de construire autour le carénage de résistance minimum. Le résultat est évidemment différent lorsque la donnée de base est le volume à carénier, que l'on cherche à disposer de manière que sa résistance soit minimum, car plus on allonge le corps et plus son maître-couple diminue; c'est le problème de la torpille, du sous-marin, du fuselage d'avion ; l'allongement optimum est alors voisin de 5 et la traînée ne croît que très lentement au delà, de 15 % environ lorsque l'allongement passe de 5 à 10. Telle est la raison des différences que l'on observe entre un fuselage d'avion, par exemple, et un carénage de véhicule de course.

Le choix pratique des formes

La forme cylindrique pour la partie centrale d'un carénage est certainement mauvaise. On le savait depuis longtemps déjà pour les navires, où la différence de résistance à l'avancement entre les carènes cylindriques et les carènes à sections transversales croissant et décroissant suivant une loi plus régulière est assez sensible, même à la vitesse d'un chaland. Cependant, des raisons constructives poussent fortement vers les formes cylindriques : on réduit au minimum la surface des tôles à double courbure, et on simplifie même souvent encore les formes en donnant au bordé de carène des « murailles » verticales et un fond plat ; enfin, les formes cylindriques ou quasi-parallélopipédiques sont avantageuses lorsque l'on doit respecter à la fois les limites en largeur ou en tirant d'eau (canaux et écluses) ou l'une d'elles seulement (ports).

TRAINÉE ET ALLONGEMENT

Il s'agit ici d'un corps fuselé de maître-couple (ou section maximum) constant et d'allongement variable. L'étude de sa trainée totale, c'est-à-dire résistance de forme plus résistance de frottement, se traduit par le graphique ci-contre où l'on remarque que le minimum de trainée correspond à un allongement moyen de 3. La trainée se déduit du « coefficient de trainée » donné par le graphique en le multipliant par la masse spécifique de l'air, à travers lequel le corps se déplace, le maître-couple du corps, le carré de sa vitesse et par 0,5.



Si bien que le conflit entre les exigences hydrodynamiques et les autres se résout souvent par le sacrifice des premières.

Les constructeurs d'avions sont astreints au même compromis entre les exigences contradictoires de l'aérodynamique et de l'aménagement intérieur des fuselages, qui s'accommodent mieux de la forme cylindrique pour la disposition des sièges. L'un des rares constructeurs de fuselages pisciformes, Lockheed sur ses « Constellation », y a renoncé sur ses « Electra » à turbopropulseurs; il adopte désormais la formule cylindrique des Convair, des Douglas, des Boeing et de tant d'autres.

C'est la même raison qui, après vingt ans de tentatives pour introduire l'avant rond et l'arrière effilé de l'aérodynamique subsonique dans l'automobile de tourisme, nous vaut aujourd'hui le retour en force des grilles de radiateur concaves et des malles parallélépipédiques. La gêne qu'apportent des formes rétrécies aux passagers des sièges arrière et au logement des valises n'est plus acceptée. Au surplus, lorsque les constructeurs américains montent des moteurs de plusieurs centaines de chevaux sous le capot de voitures destinées à suivre la file à 60 km/h, il y a d'autres économies plus urgentes que le carénage des carrosseries. L'automobile est passée de l'ère de la vitesse à celle de l'accélération rapide à faible vitesse où les formes aérodynamiques ne sont daucun secours.

Passage de la vitesse du son

Conventionnellement définie comme l'étude des vitesses comprises entre 0,8 et 1,2 fois celle du son, l'aérodynamique transsonique présente certainement la plus

grande variété de formes imaginées pour s'attaquer à ce difficile problème aujourd'hui résolu : le franchissement de la vitesse du son.

D'abord, que vient faire ici la vitesse du son ? C'est qu'elle est la vitesse de propagation dans l'air de tout ébranlement, non seulement de ces surpressions et de ces dépressions périodiques que perçoit l'oreille, entre certaines limites de fréquence, mais encore de cette surpression ou de cette dépression non périodiques que l'avant ou l'arrière d'un corps en déplacement produisent sur l'air à leur contact. Les sons graves se propagent à la même vitesse que les sons aigus; cette vitesse sera encore celle d'un ébranlement non périodique, qui est un son de fréquence nulle.

La vitesse du son ne dépend pas de la pression de l'air, mais seulement de sa température et varie comme la racine carrée de celle-ci, mesurée en degrés absolus (degrés Kelvin ou température centigrade + 273°). Elle est de 341 m/s (1 227 km/h) dans l'air à 15°C; elle tombe à 296 m/s (1 065 km/h) pour les -56,5°C de la stratosphère.

Les exemples de vitesses transsoniques et des formes qui leur conviennent ne peuvent être trouvés que dans l'aviation.

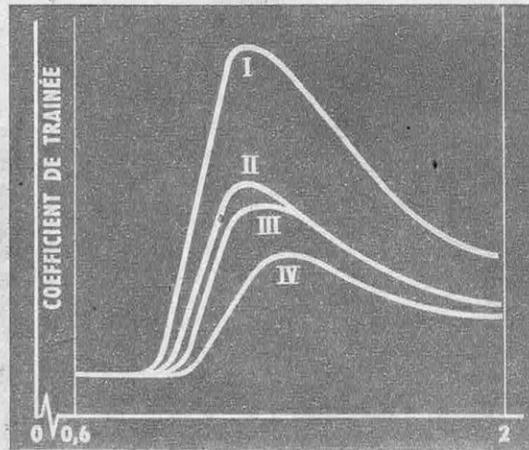
Les nouvelles voitures

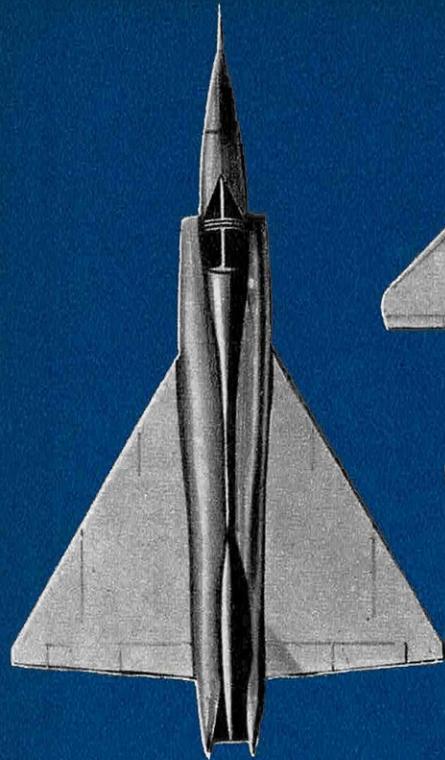
En passant du subsonique au transsonique, la forme des fuselages n'a guère changé, mais celle des voitures s'est complètement modifiée.

La transformation la moins apparente porte sur le profil de l'aile, et notamment sur son épaisseur relative. La portance de l'aile tient aux surpressions côté intrados et aux dépressions côté extrados. Dans les

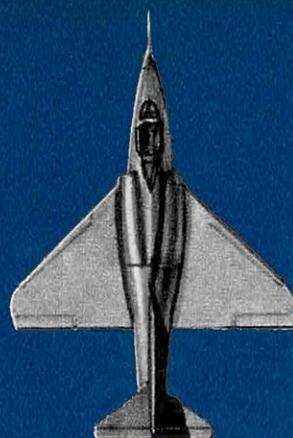
VARIATIONS DE LA TRAINÉE AU PASSAGE DE LA VITESSE DU SON

Les quatre courbes ci-contre représentent la « bosse » transsonique des trainées (ou plus exactement des coefficients de trainée qui ne tiennent compte que des formes) pour quatre ailes comparables. En I, l'aile est droite, d'allongement moyen (4,4) et d'épaisseur moyenne (8 %); en II, l'allongement seul a été ramené à 2,2; en III, l'épaisseur seule a été ramenée à 6 %; en IV, la flèche seule a été portée à 45°. La comparaison de I et de IV montre l'intérêt de la flèche pour relever les « vitesses critiques » des avions transsoniques; la comparaison de I et de II ou III montre que le même résultat peut être atteint par réduction de l'allongement ou de l'épaisseur sur les avions supersoniques.

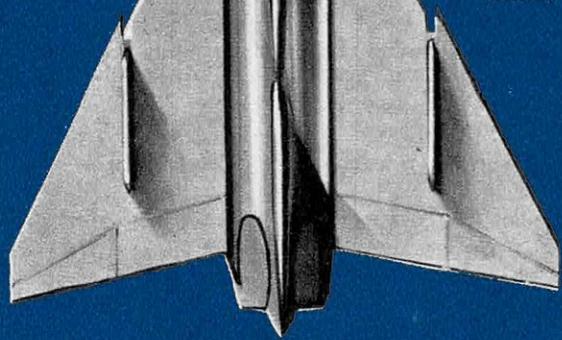




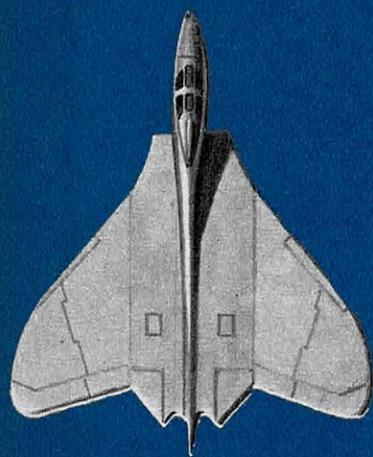
CONVAIR F 102



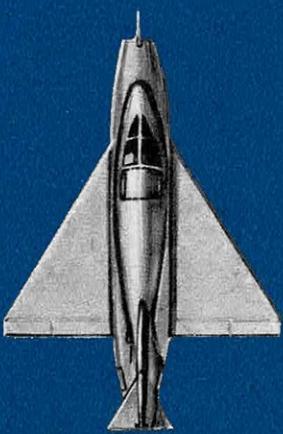
DOUGLAS A 4 D
SKYHAWK



AVRO ARROW CF 105



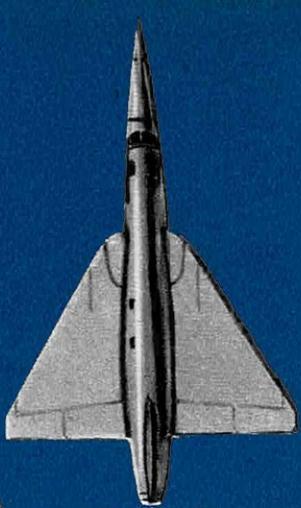
DOUGLAS SKYRAY



NORD GERFLAUT



AVRO VULCAN



FAIREY DELTA

AVIONS A AILE EN DELTA

Cette forme d'aile conjugue les avantages de l'aile mince de l'aile en flèche et à faible allongement; elle convient particulièrement aux vitesses transsoniques. C'est pourquoi elle a été adoptée sur les chasseurs et les bombardiers qui évoluent dans ce domaine. Son inconvénient est sa faible portance pour des incidences modérées, ce qui nécessite des décollages et des atterrissages très rapides ou très cabrés.

Mais la forme en plan de la voilure a même importance que celle du profil. Les lois de l'allongement établies en régime subsonique ne sont plus valables pour les domaines transsonique et supersonique. Les deux progrès essentiels, appliqués dès la Seconde Guerre mondiale aux avions à réaction et aux avions-fusées allemands, sont la disposition en flèche de la voilure et la réduction de l'allongement.

L'aile en flèche

écoulements subsoniques, l'air accélère lorsque la pression diminue; il ralentit lorsqu'elle augmente; les filets d'air qu'on matérialiserait autour de l'aile se resserrent donc sur l'extrados. Même si la vitesse d'ensemble de l'aile reste inférieure à la vitesse du son, celle-ci pourra donc être atteinte localement et donner lieu à tous les phénomènes liés aux vitesses soniques.

Les profils minces

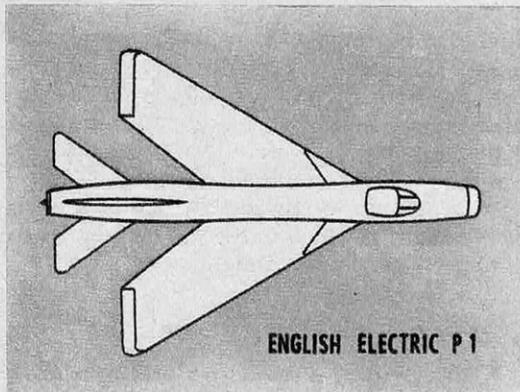
Sur les ailes d'épaisseur relative assez grande, que l'on emploie de préférence pour les avions subsoniques à cause de leurs qualités (portance, légèreté constructive), par exemple sur les ailes d'épaisseur égale à 12 % de la corde que l'on employait couramment en 1945, la déviation des filets d'air est accentuée, les survitesses également. Les ondes de choc qui se détachent de l'extrados, là où est atteinte la vitesse du son, apparaissent pour une « vitesse critique » assez faible, à 0,53 fois la vitesse du son, par exemple, sur la voilure d'un Douglas DC-4. Sans modifier la forme en plan de la voilure, en amincissant simplement le profil d'aile de manière à réduire la déviation des filets d'air qu'il provoque et les survitesses qui en résultent, la vitesse critique peut être relevée considérablement. Elle atteignait 0,78 fois la vitesse du son sur le premier des chasseurs transsoniques américains à ailes droites, le Lockheed « Shooting Star ». L'amincissement des ailes, en acceptant les sujétions qu'il impose : portance moindre au décollage et à l'atterrissage, voilure plus lourde, a été le premier des moyens employés pour reculer la vitesse critique et les phénomènes qui l'accompagnent (augmentation de la traînée, chute de la portance, variations amples de la position de la résultante aérodynamique et ses conséquences quant au centrage, à la stabilité, à la maniabilité).

L'aile en flèche relève la vitesse critique et atténue en même temps l'importance de la « bosse transsonique » des traînées par rapport à l'aile droite de même épaisseur relative. Aussi est-elle presque universellement employée sur les avions qui ne visent pas à franchir la vitesse du son, mais à en approcher le plus économiquement possible. C'est le cas des chasseurs construits vers 1950, les Dassault « Mystère », le Hawker « Hunter », le North American « Sabre », le Mig-15 ; la formule a été conservée sur tous les gros bombardiers américains et soviétiques; elle s'est introduite dans l'aviation de transport à réaction avec le Boeing 707. L'angle de flèche, de l'ordre de 30° au début, a été porté à 45° environ sur les appareils de cette formule destinés au franchissement du mur du son.

L'aile de faible allongement jouit d'avantages analogues à l'aile en flèche au voisinage de la vitesse du son, mais sa « bosse » transsonique, comme le montre la figure page 41, est plus accentuée que la première. Aussi réserve-t-on généralement cette forme aux avions équipés de réacteurs assez puissants pour pénétrer largement dans le supersonique, donc pour franchir aisément la vitesse du son.

L'aile en delta

L'aile triangulaire ou en delta conjugue au mieux les trois moyens précédemment indiqués pour atteindre les vitesses transsoniques. Sa très grande profondeur à l'emplanture permet de lui donner une épaisseur absolue convenable pour la légèreté de la structure; l'angle de flèche atteint aisément et dépasse quelquefois 60°; l'allongement, surtout avec de telles flèches, est très réduit. L'inconvénient de l'aile en delta est sa faible portance aux incidences modérées qui oblige à des atterrissages très rapides ou très cabrés, à moins qu'on ne préfère augmenter la surface de voilure, ce qui n'est pas sans inconvénients du point



ENGLISH ELECTRIC P.1

LA RÈGLE DES SECTION

En régime transsonique et bas supersonique, on connaît l'intérêt d'un fuselage présentant des formes progressivement élargies puis rétrécies de l'avant à l'arrière, ce qui donne une variation régulière de la surface des sections transversales (cet intérêt est moindre en régime supersonique où une forme cylindrique donne d'autant bons résultats). La « règle des sections » indique que cette continuité doit d'appliquer non au fuselage seul, mais à la somme des sections transversales, fuselage, voilure et empennages, ce qui conduit à rétrécir le fuselage dans la région de la voilure. La photo montre un modèle des nouvelles formes. Le plan de l'English Electric P.1 montre une autre solution plus voisine du cylindre.

de vue des performances. Elle est cependant assez bien adaptée aux vitesses transsoniques modérées. C'est la formule retenue pour de nombreux chasseurs de cette classe (Convair F-102, Douglas « Skyray », Dassault « Mirage »); c'est également celle du bombardier lourd britannique Avro « Vulcan ».

Aérodynamique supersonique

Plus simple en un sens que l'aérodynamique transsonique, l'aérodynamique supersonique est celle des avant-pointus et des arrières-tronqués. La forme en plan des voitures se simplifie également avec le retour à la voiture droite du domaine subsonique, que pourraient cependant concurrencer certains types de voiture delta à très grande flèche.

L'ogive pointue est essentielle pour la réduction de la traînée; elle transforme l'onde de choc courbe qui s'établit à quelque distance sur l'avant d'une ogive ronde (voir par exemple la fig. page 34) en une onde de choc rectiligne, « attachée » à la pointe d'ogive. L'intérêt des ogives pointues est reconnu depuis longtemps par les balisticiens qui ont multiplié les formules liant l'*« indice de forme »* de leurs projectiles à l'angle au sommet ou à la longueur d'ogive. Ce facteur de la réduction de traînée n'a pas échappé aux aérodynamiciens; on en jugera par les formes d'avant extrêmement affinées des avions supersoniques, dès qu'ils dépassent deux fois la vitesse du son.

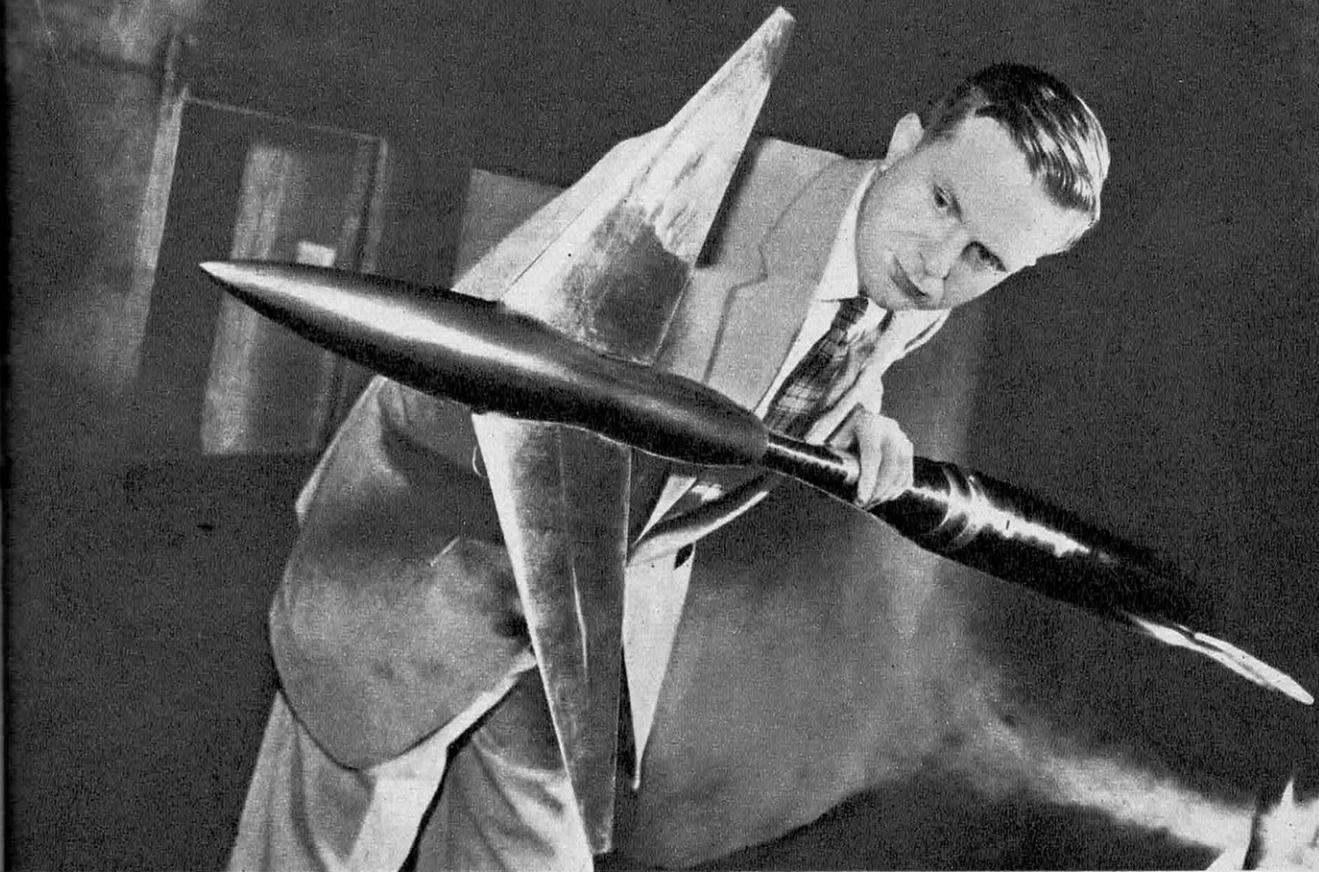
Les formes d'arrière sont moins exactement réglementées; partisans et adversaires des formes rétrécies ne se sont pas encore mis d'accord, depuis l'époque lointaine de la balle D du fusil d'infanterie français

modèle 1886. Pour la traînée minimum de la partie arrière aux vitesses supersoniques, il faudrait satisfaire à deux exigences contradictoires : la réduction de la « traînée d'onde » qui demande le plus faible rétrécissement en arrière du maître-couple; la réduction de la « traînée de culot », qui réclame la surface la plus petite possible pour celui-ci. Le problème disparaît heureusement dans le cas particulièrement important de la propulsion d'un avion ou d'un engin par un moteur à réaction ou par un moteur-fusée axial. Sa tuyère d'échappement est assez encombrante pour occuper tout l'arrière et supprimer à la fois le rétrécissement et la traînée du culot.

Arrondis et lignes droites

Le tracé des fuselages supersoniques pose un autre problème, aussi bien à l'avant qu'à l'arrière : le choix entre la ligne droite et les arrondis plus savants. Le nez conique d'un engin comme le « Redstone », sans aucun raccordement avec le corps cylindrique, vaut-il les arrondis plus gracieux d'un V-2 ?

Là encore il semble bien que l'aérodynamicien soit resté en retard sur le balistique et ne découvre qu'aujourd'hui des principes que celui-ci commençait à appliquer dès 1939 à ses tracés d'ogive et de culot. La courbe continue convient aux écoulements subsoniques, qui en épousent les formes; les lignes droites et leurs angles s'adaptent mieux aux écoulements supersoniques. « Les lignes droites », écrit M. Hunn, ingénieur de Hawker, « permettent une économie extraordinaire des exigences de l'écoulement d'air, et c'est peut-être le don le plus simple



que la Nature ait pu faire au géomètre. Il est extraordinaire qu'elles trouvent si peu d'applications dans la pratique courante d'une étude ou d'un projet ; peut-être leur extrême simplicité offense-t-elle le goût de l'esthétique. »

Nous partagerons cette opinion. L'ogive conique et le corps cylindrique du « Redstone », tracé d'ailleurs par les mêmes ingénieurs allemands responsables du V-2, sont une amélioration aux arrondis de celui-ci. Le nez conique d'un « Mirage III », les formes anguleuses d'un English Electric P-1 ne sacrifient pas les exigences de l'aérodynamique à la facilité de construction, bien au contraire.

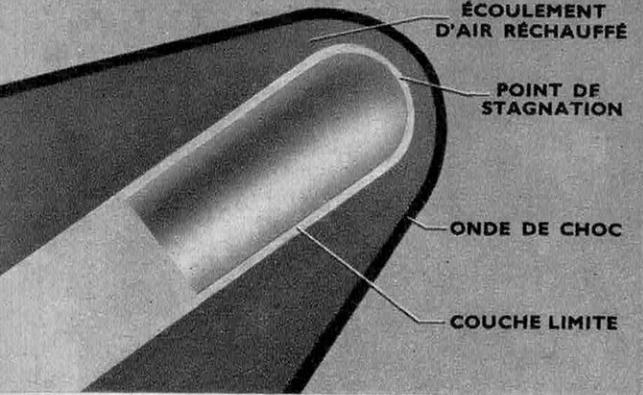
Dans le même ordre d'idées, les profils d'aile subsoniques doivent céder la place aux profils losangiques ou triangulaires, et l'on a pu soutenir avec quelque logique la supériorité du profil triangulaire sur le profil losangique, puisque, pour la même épaisseur, qui mesure la légèreté possible de construction, il présente un bord d'attaque d'angle sensiblement moitié, qui mesure sa difficulté de pénétration.

Aérodynamique hypersonique

Si les frontières de l'hypersonique, succédant au supersonique dans la gamme des vitesses croissantes, ne sont pas encore exactement déterminées — on a proposé successivement 4 fois, puis 10 fois la vitesse du son — il semble qu'on tende à les fixer à 5 fois la vitesse du son.

L'aérodynamique classique s'était développée, aux premières années de ce siècle, pour des vitesses de quelques dizaines de kilomètres/heure, faibles devant la vitesse du son ; elle n'en donna pas moins des résultats satisfaisants jusqu'à la moitié de celle-ci, et c'est seulement entre 1935 et 1940 qu'apparut la nécessité de tenir compte des survitesses locales et des perturbations qu'elles introduisent. L'aérodynamique hypersonique, celle des engins d'aujourd'hui, celle des avions de demain puisque North American construit le premier appareil expérimental dont on attend Mach 7, est celle des vitesses grandes vis-à-vis de la vitesse du son.

La nécessité d'une distinction entre le



FORME D'OGIVE HYPERSONIQUE

En régime hypersonique, le problème essentiel est d'ordre thermique. Comme en supersonique, les ogives pointues ont une traînée plus faible que les ogives arrondies, mais la masse de métal autour d'un angle très aigu ne suffit pas pour évacuer la chaleur. L'expérience en soufflerie hypersonique, poussée jusqu'à la combustion de la maquette, montre d'ailleurs que cette combustion s'arrête souvent une fois que la pointe aiguë s'est arrondie, c'est la raison pour laquelle la forme arrondie est généralement adoptée pour la rentrée dans l'atmosphère.

supersonique et l'hypersonique tient d'abord à la forme des lois de la résistance de l'air. Contrairement à l'opinion de Newton, qui voulait qu'aux petits angles d'incidence la force exercée sur une plaque fut proportionnelle au carré de l'incidence, l'expérience a vérifié qu'elle était proportionnelle à l'incidence en subsonique comme en supersonique. En hypersonique, la loi de Newton retrouve sa valeur.

Le mur de la chaleur

Mais la caractéristique principale des vitesses hypersoniques est l'apparition de températures énormes. A Mach 5, l'échauffement, sous l'action du frottement, approche des 1 000° C dans la stratosphère et les dépasse largement dans l'air dense au voisinage du sol.

Le « mur de la chaleur », succédant au mur du son, est défini de façon beaucoup moins précise. On avait admis longtemps que les difficultés sérieuses commencerait vers Mach 3. Cependant le NACA américain (National Advisory Committee for Aeronautics) annonçait récemment des essais satisfaisants de turboréacteurs à Mach 4. Il semble bien, en tout cas, que le fonctionnement en régime permanent, dans un air de densité notable, soit exclu au delà de Mach 5. Il faudra se contenter de brèves traversées, comme celle de l'engin partant du sol vers l'exosphère, ou y retombant. Ou alors on devra se résigner à ne naviguer à ces vitesses que dans un air de densité infime, sans que le régime permanent soit jamais atteint (engin balistique), à moins que l'émission par radiation compense à une température acceptable la chaleur dégagée par les rares molécules venant au contact du corps, ce qui est le cas pour les projets des satellites artificiels.

Les premières études des formes hyper-

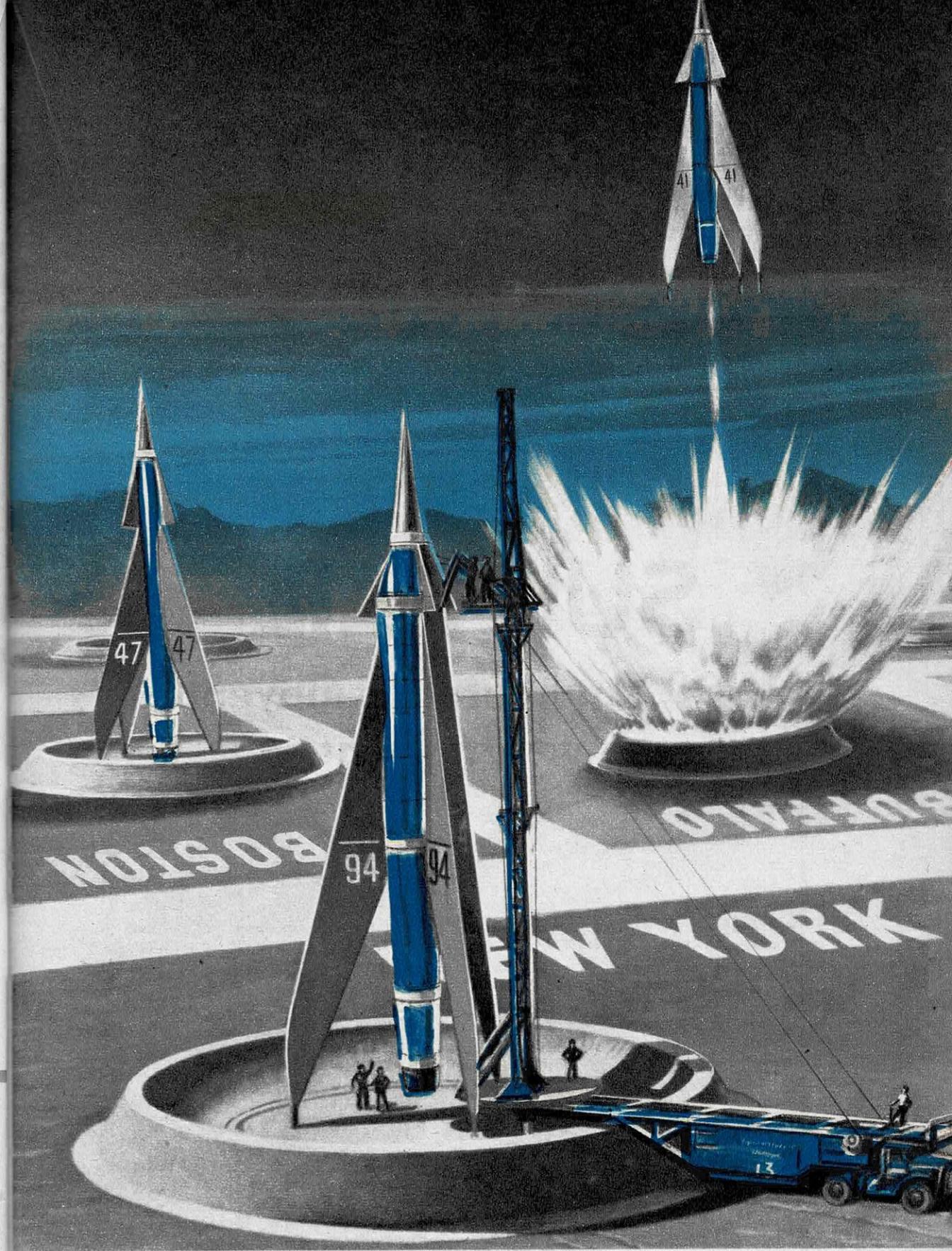
soniques ont déjà abouti à réhabiliter, en partie, les formes arrondies. L'ogive pointue conserve encore sa supériorité du point de vue trainée; il se dégage moins de chaleur à son voisinage. Mais elle évacue moins facilement cette chaleur, et la « rentrée » des engins balistiques dans l'atmosphère, comme le retour des satellites sur la Terre, fera vraisemblablement appeler des ogives rondes.

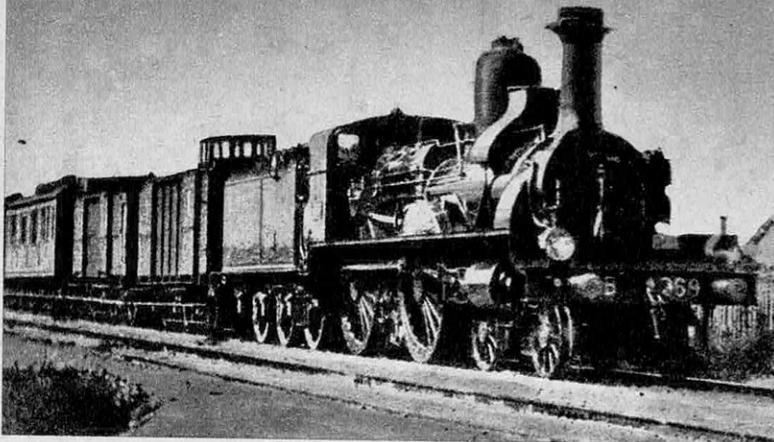
L'aérodynamique hypersonique n'en est qu'à ses débuts. Aux températures atteintes, les changements d'état des gaz composant l'air modifient entièrement les phénomènes. Elles entretiennent des états vibratoires qui dissocient l'oxygène et l'azote moléculaires, qui les ionisent ou qui forment, à partir d'eux, divers composés chimiques. Par exemple, aux températures de 5 000° à 7 000° C atteintes entre Mach 15 et Mach 20, l'air se présente principalement sous la forme d'azote moléculaire, d'oxygène atomique, d'une faible quantité des différents oxydes d'azote, d'électrons et d'ions divers. Malgré leur faible proportion, ces électrons modifient entièrement certains phénomènes (viscosité, conductivité thermique) comme la « couche limite » au voisinage des parois. L'aérodynamicien se trouve en présence de problèmes physiques et chimiques qui ne s'étaient pas posés à lui jusqu'ici.

Camille ROUGERON

FUSÉES POSTALES HYPERSONIQUES

L'aviation hypersonique débutera vraisemblablement par la fusée postale non pilotée. La composition futuriste ci-contre représente des fusées postales semi-balistiques, dont la trajectoire balistique est suivie d'un vol plané et d'un atterrissage par parachute.





75,4 km/h, moyenne sur Paris-Marseille en 1900

SUR RAIL

les 100 km/heure de moyenne se généralisent

A la fin de 1894, alors que M. Casimir Périer était — pour deux semaines encore — Président de la III^e République, le parcours de 863 km entre Paris et Marseille s'effectuait en 13 h 45 et le prix du billet aller, en 1^{re} classe, était de 96,65 fr., soit un peu moins de quatre louis.

Soixante-trois ans plus tard, en décembre 1957, le même parcours s'accomplissait en 7 h 53 pour 7 560 fr., soit, au cours actuel, moins de deux louis.

« La vitesse coûte cher », a-t-on coutume de dire, mais, pour le train, au moins, c'est inexact. Et chacun sait, même s'il n'est pas un client régulier de la S.N.C.F., que le confort des nouvelles voitures est bien supérieur à celui des anciennes.

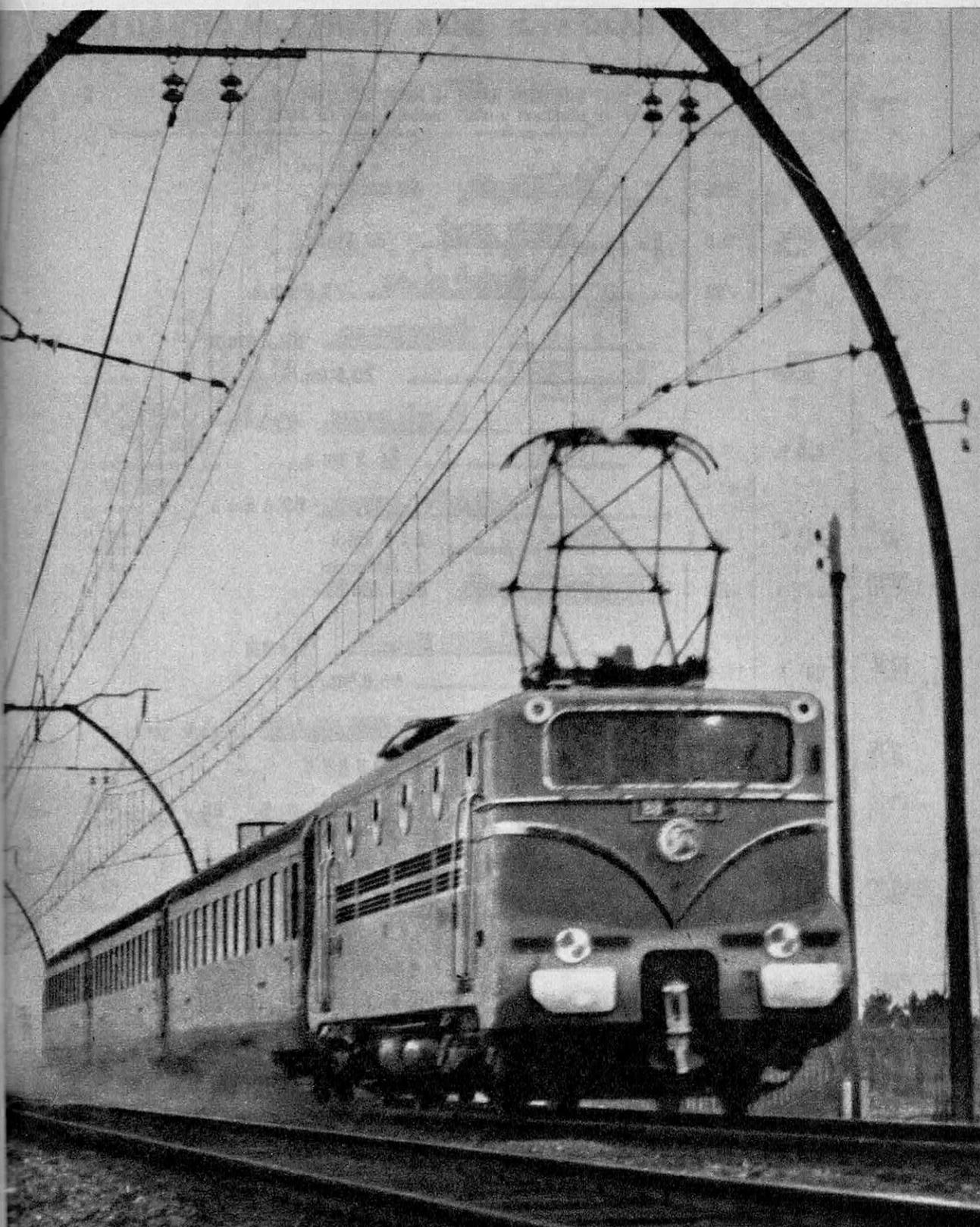
La comparaison des temps de parcours

sur cette grande relation Paris-Marseille au cours des années permet, par ailleurs, de se rendre compte que la traction électrique est un facteur déterminant. On constate qu'entre 1894 et 1957, ils ont été améliorés de 52 % sur Paris-Lyon et de 29,5 % sur Lyon-Marseille.

Ces chiffres reflètent assez bien les grandes améliorations de ce demi-siècle et le sens de l'évolution qui se poursuit.

Les plus de 100 km/h

Depuis 1953, les parcours journaliers effectués à plus de 100 km/h (vitesse commerciale, arrêts compris) ne cessent de croître. De 22 400 km, ils sont passés à 26 100 km en 1954 et, en 1957, ils ont



331 km/h, vitesse record réalisée en mars 1955 par la BB 9004

65 ANS DE PROGRÈS SUR PARIS-MARSEILLE

ANNÉE	POUR UNE MÊME ANNÉE LE TRAIN PRÉSENTÉ EN CLAIR EST PLUS LOURD ET A PLUS D'ARRÊTS QUE LE TRAIN EN FONCÉ	
	PUISSEAU CROCHET	TYPE CH.
1892	B. III. 400	500 210 ^T 63 km/h.
1896	C. 21.60	600 240 ^T 67 km/h.
1901	C. 61.180	700 240 ^T 75,4 km/h.
1904	C. 61.180	700 178 ^T 82,2 km/h. 273 ^T 70,5 km/h.
1907	230 B	900 230 ^T 83,3 km/h. 349 ^T 66,5 km/h.
1914	231 C	1300 327 ^T 82,8 km/h. 387 ^T 64,6 km/h.
1920	231 D	1300 436 ^T 63,1 km/h.
1929	231 D	1600 448 ^T 79 km/h. 568 ^T 66,8 km/h.
1938	231 G (1)	2300 328 ^T 93,8 km/h. 600 ^T 68,8 km/h.
1938	221 B	AÉRODYNAMIQUE 200 ^T 95,8 km/h.
1949	231 K (2) 231 H	2500 400 ^T 82,8 km/h. 570 ^T 74 km/h.
1951	231 G 231 H 241 P (3)	2500 400 ^T 90 km/h. 780 ^T 83,7 km/h.
1954	2D2. 9100 CC. 7100	5000 « MISTRAL » (4) 500 ^T 107,7 km/h. 4750 TRAIN 51 (4) 711 ^T 672 ^T 92,4 km/h.
1957	CC. 7100 BB. 9200	4750 « MISTRAL » (4) 700 ^T 500 ^T 109 km/h. 4650
	2D2. 9100 CC. 7100 BB. 9200	5000 TRAIN 51 (4) 711 ^T 672 ^T 96,6 km/h. 4750 4650

dépassé, avec 40 050 km, la longueur de la circonférence terrestre.

Pourtant, le parc des engins de traction de la S.N.C.F. ne comporte plus que 8 750 unités en service alors qu'en 1929, pour un trafic moindre et plus lent, il comptait 20 000 locomotives à vapeur.

La France n'a certes pas le monopole des relations à grande vitesse et le record appartient pour l'instant, à deux trains, le « Morning Twin Zephyr » et l'« Afternoon Twin Zephyr » qui, aux États-Unis, sur un parcours inférieur à 100 km, entre Prairie du Chien et La Crosse, réalisent une vitesse commerciale de 135,9 km/h. Il faut d'ailleurs remarquer qu'aux États-Unis les restrictions de vitesse maximum sont moins étroites qu'en France où la limite est fixée entre 120—140 et, exceptionnellement, 150 km/h suivant les parcours. Il y a là un paradoxe, car les États américains sont beaucoup plus stricts en matière de circulation automobile, malgré la largeur et le profil de leurs routes de grands itinéraires, sans parler des autoroutes.

Après ces deux trains champions, vient le « Challenger » qui accomplit à 129,6 km/h de moyenne le parcours Grand Esland-North Platte, dont la longueur est comprise dans la tranche 200 à 300 kilomètres.

La France s'inscrit immédiatement ensuite

au palmarès avec les 129,2 km/h du Mistral entre Paris et Dijon — tranche de 300 à 500 km — et, toujours avec le même train, entre Paris et Lyon — tranche de 500 à 750 km — où la moyenne horaire est de 128 kilomètres.

Pour les tranches supérieures, on retrouve les États-Unis et les mêmes remarques que ci-dessus, à propos des « Twin Zephyr », peuvent être faites, c'est-à-dire que la vitesse maximum autorisée, la facilité du parcours et, il faut le souligner, l'espacement des gares, doivent être pris en considération.

Le « Challenger », déjà nommé, reprend la tête pour la tranche de 750 à 1 000 km avec 116,4 km/h de moyenne entre Omaha et Cheyenne. Enfin, pour le parcours Denver-Chicago, supérieur à 1 500 km, par Kansas City, la vitesse moyenne de 103,9 km/h est maintenue par le « Denver Zephyr ».

En Europe

A côté de ces chiffres, l'Europe — la France exceptée — reste assez loin derrière. Au-dessus de 100 km/h de moyenne, elle ne peut aligner que des parcours de longueur assez réduite: Rome—Naples, qu'une rame électrique accomplit à 119 km/h et Göteborg—Stockholm parcouru à 101,3 km/h.

Après, la palme revient aux chemins de fer britanniques avec une performance d'ailleurs assez exceptionnelle, si l'on considère que l'étape de 632,500 km entre Londres et Édimbourg est parcourue sans arrêt intermédiaire en 6,38 heures par le « Flying Scotchman », tracté à la vapeur, ce qui représente une moyenne de 93,9 km/h.

Vient alors la Suisse, avec le parcours Vallorbe—Brigue accompli à la vitesse moyenne de 91,3 km/h; puis l'Allemagne, où, entre Würzbourg et Ratisbonne, la vitesse moyenne sur ligne électrifiée est de 88,9 km/h; la Belgique avec 86,8 km entre Ostende—Bruxelles—Liège; les Pays-Bas, avec 85,3 km/h entre Amsterdam et Groningue; la Norvège avec 73 km/h entre Oslo et Kristiansand; l'Autriche, enfin, avec 72 km/h entre Vienne et Passau.

Pour terminer cette revue des principales relations où le facteur vitesse est le plus souvent fonction inverse de la longueur du parcours, rappelons que la ligne Moscou—Pékin par Omsk, laquelle, avec 7 910 km, est la plus longue du monde, relie ces deux capitales en 219 heures, soit à la vitesse de 36 km/h.

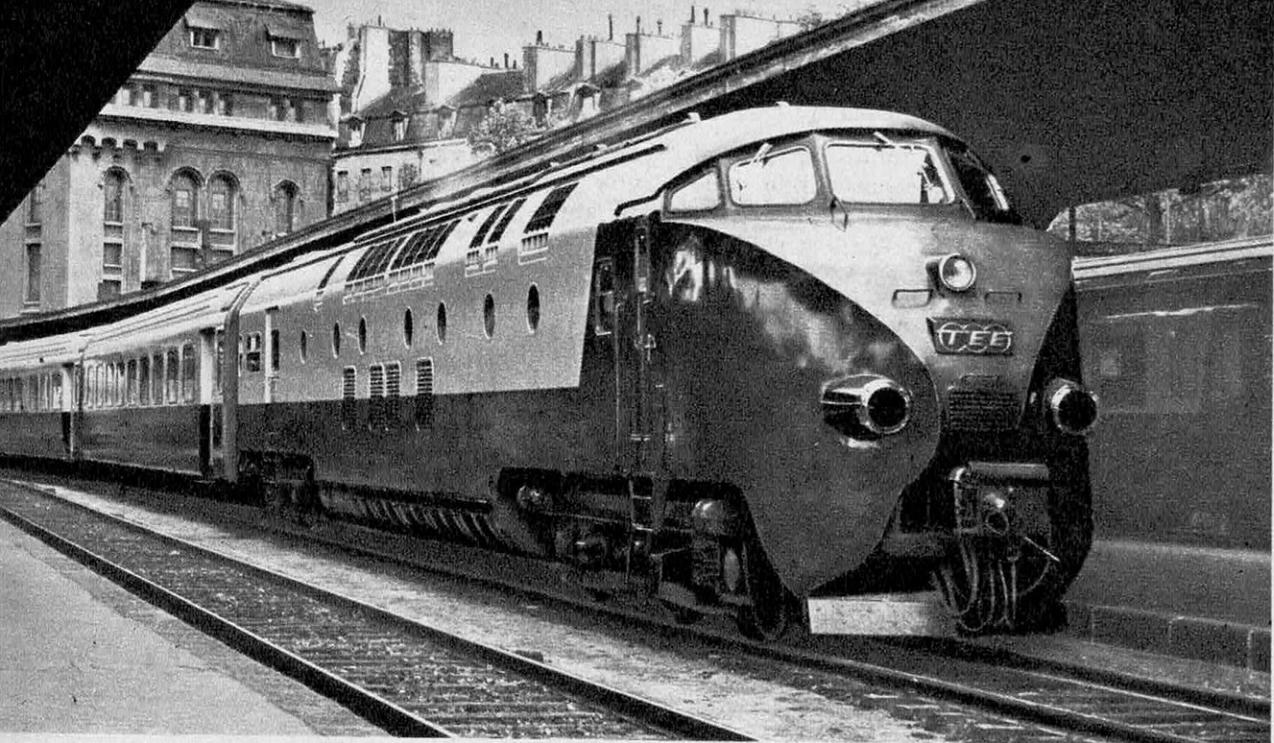
En 1855, une locomotive Crampton 210 de 400 ch ramena Napoléon III de Marseille à Paris à la vitesse moyenne de 100 km/h, exploit exceptionnel accompli avec le minimum d'arrêts et en remorquant seulement deux wagons de 7 t. En 1892, les rapides en service régulier entre Paris et Marseille ne dépassaient pas 63 km/h pour une charge remorquée de 210 t. Avec des locomotives à vapeur cinq ou six fois plus puissantes et surtout grâce à l'électrification d'une partie du parcours, on est parvenu en 1950 à près de 100 km/h avec 400 t, moyenne améliorée depuis l'électrification du parcours de Dijon à Lyon.

1 Remplacée par une machine type 241 entre Laroche-Migennes et Dijon.

2 Remplacée par une machine type 240 P entre Laroche-Migennes et Dijon.

3 Parcours Dijon-Marseille seulement, la traction étant électrique entre Paris et Dijon.

4 Traction électrique entre Paris et Lyon. Traction à vapeur (241 P de 3000 ch) entre Lyon et Marseille. Le premier chiffre indiqué pour le tonnage correspond au parcours Paris-Lyon, le second à Lyon-Marseille.



LA RAMÉ T.E.E. (Trans-Europ-Express), type suisse et néerlandais. Très récente, elle peut atteindre 140 km/h. Les autres types, en particulier le type français, réalisent des vitesses équivalentes. La mise en service, le 2 juin 1957, de ces rames a suivi de près leur présentation officielle à la presse le 17 mai 1957.

La traction électrique

L'accroissement de vitesse a été permis par le remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique. Il est juste d'ajouter que les locomotives électriques ont une puissance supérieure à celle des locomotives à vapeur. C'est ainsi, par exemple, que la CC, type 7 100, qui remorque le Mistral et pèse 107 tonnes, a une puissance continue de 4 750 ch. La 2 D 2, type 9 100, qui pèse 144 t a une puissance continue de 5 000 ch.

Or, de plus, la locomotive électrique est apte à fournir, pendant des temps plus ou moins longs et sans que son appareillage en souffre, des efforts nettement supérieurs à ceux pour lesquels elle a été prévue. On est donc amené à distinguer, outre sa puissance continue, sa puissance unihoraire et sa puissance instantanée. C'est ainsi que les fameuses machines, une du type BB, et une du type CC, qui ont réalisé, les 28 et 29 mars 1955, après une simple modification d'engrenages, la vitesse de 331 km/h pendant un court délai, ont développé à ce moment une puissance de 12 600 ch, au lieu de leurs 4 000 ch habituels. Ces locomotives avaient assuré respectivement 118 000 et 448 000 km de service depuis leur sortie d'usine.

La comparaison du rendement organique, qui est le quotient de la quantité d'énergie recueillie aux essieux moteurs par la quantité d'énergie consommée à la source, ou du rendement au crochet de traction — évidemment inférieur au précédent puisque entre en ligne de compte l'énergie dépensée pour assurer la propulsion de la locomotive elle-même — avec ceux de la locomotive à vapeur, affirme encore la supériorité de la traction électrique.

Si, pour la traction à vapeur, le rendement organique est passé, grâce aux perfectionnements successifs des engins, de 1,7 % en 1835 à 11,2 % à l'heure actuelle, ce même rendement peut atteindre 15,7 % pour une locomotive électrique et jusqu'à 26,5 % pour une locomotive Diesel à transmission électrique. Encore faut-il ajouter que, sur les machines à vapeur modernes, le timbre de la chaudière a été porté à 20 kg/cm², la surchauffe à 400° et le réchauffage de l'eau d'alimentation par la vapeur d'échappement à 100°.

Les défenseurs de la vapeur, car elle a encore, même au chemin de fer, de farouches partisans en dehors du personnel de bord, citent, outre l'exemple du « Flying Scotchman » et l'exploit de la « Mallard » anglaise qui avait réalisé 202 km/h en 1939, des



LOCOMOTIVE DIESEL ÉLECTRIQUE 060 DB destinée à remplacer les locomotives à vapeur; vitesse maximum, 130 km/h. Actuellement, la locomotive à vapeur la plus moderne, en service sur le réseau du Nord pour la remorque des trains rapides de voyageurs, est la 232 U qui peut atteindre 140 km/h.

performances extraordinaires réalisées en particulier sur le réseau du Nord. Il n'en reste pas moins que ce ne sont là que des cas d'espèces.

Enfin, lorsqu'il s'agit de réduire les horaires des longs parcours, l'obligation de changer fréquemment de locomotive à vapeur introduit des temps morts auxquels n'est pas assujettie la traction électrique.

L'amélioration des horaires n'est pas due seulement à l'emploi de la traction électrique, mais aussi à une meilleure utilisation de la voie, c'est-à-dire à l'augmentation de la fréquence de passage des trains et à la banalisation de certaines sections où il n'y a plus spécialisation exclusive des voies en voie « montante » ou en voie « descendante ».

Postes de commande et sécurité

Pour que la sécurité — qui reste la préoccupation majeure — n'en souffre pas, le chemin de fer a été amené, d'une part à développer les commandes des signaux par circuits de voie, grâce auxquels le train assure lui-même sa protection, d'autre part à réaliser des postes de commande centralisée de trafic où le « régulateur » dispose, outre les boutons de commande de

signaux et aiguilles, d'un tableau lumineux sur lequel des voyants matérialisent l'état des signaux et des aiguillages, aussi bien que la position des trains.

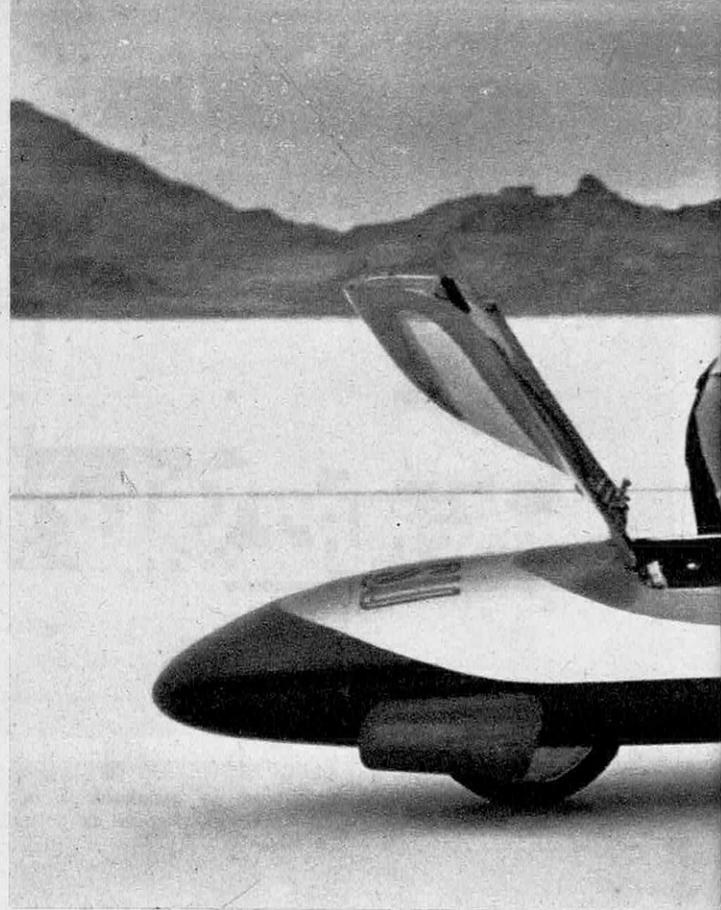
Le poste de ce type actuellement le plus perfectionné est celui de Dijon où un seul régulateur — qui joue également le rôle d'aiguilleur — contrôle une circulation journalière de 700 convois sur une section de 27 km de lignes banalisées entre Blaisy-Bas et Dijon. Cette distance est, elle-même, fractionnée en sept cantons : Blaisy-Bas, Baume-la-Roche, Malain, la bifurcation du km 298,150, Villars, la bifurcation du km 307,325, Plombières et, enfin, Dijon.

S'il paraît difficile de réduire encore les temps sur un parcours comme celui de Paris à Lyon, il est certain que, dans les années qui viennent, certaines relations, grâce en particulier à l'extension de l'électrification, bénéficieront d'un accroissement notable de la vitesse. A l'heure actuelle, le réseau français ne dispose encore que de 5 800 km de lignes électrifiées, ce qui représente à peu près 15 % du total. Vers 1965, la traction électrique assurera 80 % de l'ensemble du trafic. Pour le reste, un grand nombre des relations seront assurées par la traction diesel.

André LOUVILLE

242 km/h record du kilomètre lancé avec ce châssis surbaissé de Baumm II pour les classes des 125, 175 et 250 cm³. Dans ce «cigare volant», le pilote H.P. Muller était à demi couché sur le dos et, de plus, complètement enfermé.

338 km/h sur la Delphin III NSU, W. Herz établit le record du kilomètre lancé pour les classes de 500 à 1000 cm³. Le même châssis Delphin a servi pour les 350 cm³ et le record établi à 304 kilomètres/heure.





RECORDS SUR DEUX ROUES

LE 14 avril 1920, Gene Walker partait courait, au guidon d'une lourde Indian de 1000 cm³, le kilomètre départ lancé en 21,6 secondes, soit à la moyenne de 166,9 km/h. Cela se passait sur la célèbre plage de Daytona en Floride. Cet exploit sportif ne retint pas du tout l'intérêt du monde qui était à ce moment occupé par des événements bien plus sérieux, tels la conférence sur les répartitions des dommages de guerre à San Remo et la présence en Pologne orientale des armées de Piłsudski qui s'apprêtaient à attaquer l'Ukraine.

Le nom de Gene Walker est pourtant le premier à figurer sur la liste officielle des records du monde de la F.I.M. (Fédération Internationale de Motocyclisme).

Ce premier record du monde tint plus de trois ans. En 1923, les Anglais remirent en service la célèbre piste de Brookland et, le 9 septembre, un Anglais nommé Dixon y établissait un record officieux — c'est-à-dire qu'il ne fut pas reconnu par la F.I.M. — en couvrant le kilomètre à 171,8 km/h de moyenne. La machine utilisée était une Harley-Davidson. Mais le

345 km/h record officieux atteint le 6 septembre dernier par le pilote américain John Allen sur une Triumph 650 cm³ sans compresseur qui ne développait qu'une puissance de 72 chevaux contre les 110 chevaux de la Rennmax qui équipait la Delphin III, détentrice du record officiel.

6 novembre de la même année l'ingénieur Temple réalisait 174,6 km/h avec une machine spéciale équipée d'un moteur « British Anzani » de 1000 cm³.

A cette même époque, on découvrait le fameux « kilomètre d'Arpajon », ce tronçon de route absolument plat et en très bon état, tout près de l'actuelle piste de Monthléry. Cette nouvelle piste offrait de meilleures conditions atmosphériques que celle de Brookland, ce qui constitue un facteur important lorsqu'on s'approche des 200 km/h.

Le 27 avril 1924 l'Anglais Le Vack « tâtait » la nouvelle piste française avec sa Brough Superior J.A.P. Il devait réaliser 182,8 km/h de moyenne ! Le 6 juillet de la même année, Le Vack revenait à Arpajon après avoir apporté quelques modifications à la Brough Superior. Ce second essai se solda par un beau résultat : 191,5 km/h.

L'ingénieur Temple travaillait de son côté sur son moteur Anzani et vint à Arpajon le 5 mai 1926 pour porter le record absolu à 195,3 km/h.

L'étape des 200 km/h.

Le but a atteindre fut alors les 200 km/h. Le Vack, l'Américain Anderson et l'ingénieur Temple s'y employèrent, améliorant chacun à leur tour le record du monde de quelques fractions de seconde, mais sans atteindre le chiffre fatidique. Ce n'est que deux ans plus tard, le 25 août 1928, que l'Anglais Baldwin couvrait le kilomètre lancé en moins de 18 secondes soit à la moyenne horaire de 200,557 km. Il avait sérieusement préparé sa 1000 cm³ Zenith JAP pendant des mois, et c'est à Arpajon qu'il fut récompensé de ses efforts.

Ce nouveau record stimula le tenant du titre, H. Le Vack. Le soir même de la chute de son record, il paria avec des amis que « d'ici un an au plus tard » il serait à nouveau le motocycliste le plus rapide du monde. La vieille 1000 cm³ Brough Superior fut une fois de plus revue et corrigée et, un an plus tard, jour pour jour, le 25 août 1929, Le Vack réalisa 207,7 km/h sur le kilomètre d'Arpajon.

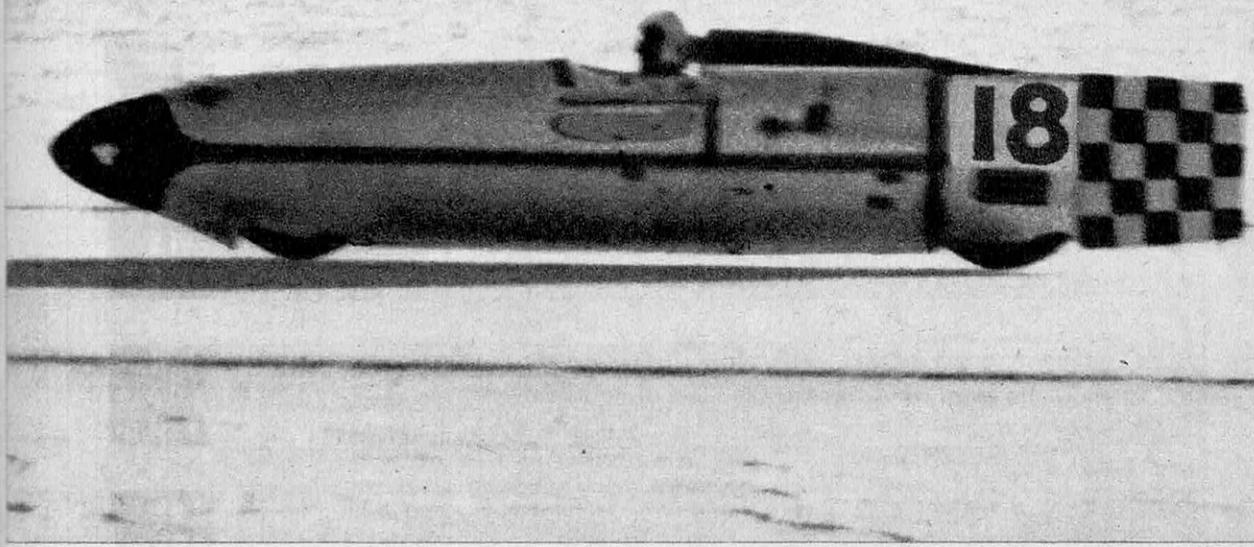


La lutte anglo-allemande

Jusque-là le record absolu avait été avant tout une affaire anglaise et les Britanniques n'en étaient pas peu fiers. Si Le Vack pensait à l'époque demeurer recordman pour quelques mois au moins, il se trompait lourdement. L'industrie allemande s'était relevée de ses blessures de guerre et pensait sérieusement à l'exportation et à la publicité. C'est la firme BMW de Munich qui devait la première relever le défi anglais.

Les Anglais avaient réalisé leurs records avec des moteurs de 1000 cm³ à alimentation purement atmosphérique; BMW apporta une orientation nouvelle dans la chasse au record : pour la première fois la limite supérieure de la cylindrée, que la F.I.M. avait fixé à 1000 cm³, n'était pas utilisée. Lorsque Ernst Henne réalisa, le 19 septembre 1929, l'impressionnante moyenne de 216,75 km/h de moyenne sur la route de Munich à Ingolstadt, il pilotait une BMW de 750 cm³ seulement, mais pourvue d'un compresseur. Ce fut le début d'un duel acharné entre les industries anglaise et allemande.

Au pilote allemand de grande classe qu'était Ernst Henne, les Anglais opposèrent



un homme nouveau, J. S. Wright, qui, en collaboration avec l'ingénieur Temple, construit une machine spéciale. L'OEC-Temple était équipée d'un moteur de 1000 cm³ à compresseur. Les essais faits à Arpajon furent couronnés de succès; le 31 août 1930, l'Angleterre est de nouveau en possession du titre avec une moyenne horaire de 220,99 km. 20 jours plus tard, Henne réalise 221,53 km/h à Schleissheim, près de Munich, mais les Anglais n'acceptent pas la défaite. Wright améliore son OEC-Temple JAP, et le 6 novembre 1930 il s'attaque de nouveau au record. Cette fois, à Cork, en Irlande, il porte le record d'un coup à 242,6 km/h, soit une amélioration de 21 km/h. Les spécialistes du monde entier étaient unanimes pour estimer ce record imbattable pendant longtemps.

Les Allemands furent aussi tenaces que les Britanniques, et deux ans plus tard Henne devait ramener le titre en Allemagne. Le 3 novembre 1932, le Bavarois se rend à Tat, en Hongrie, et bat le record de Wright de 9/10 de seconde, ce qui le porte à 244,39 km/h. Pendant les 5 années suivantes le record devait rester aux Allemands, bien que Belges, Anglais, Français, Italiens et Australiens essayassent d'inscrire leurs noms

sur les tablettes de la F.I.M. Toutes ces tentatives furent sans succès.

Entretemps, Henne améliorait son propre record. Le 29 octobre 1934, il « poussa » à 246,3 km/h sur l'autoroute de Gyon, près de Budapest, et le 27 septembre 1935 il réalisait 256,04 km/h sur la nouvelle autoroute entre Frankfort et Darmstadt. C'est sur cette même piste qu'Henne utilisa pour la première fois ensuite, le 12 octobre 1936, une nouvelle 500 cm³ à compresseur, munie d'un carénage aérodynamique partiel. Le résultat ne se fit pas attendre : 272,2 km/h !

Les engins carénés

Le record absolu semblait bien accroché, mais le 19 avril 1937 l'Anglais Eric Fernihough se mettait en piste à Gyon-Budapest. Il avait soigneusement « gonflé » une 1000 cm³ Brough Superior, carénée à l'instar de la BMW. Il réussit à ramener le record pour la dernière fois en Angleterre, en parcourant le kilomètre en 13,18 secondes, soit à la moyenne de 273,24 km/h. Le 21 octobre de la même année, le célèbre ingénieur Piero Taruffi s'appropriait le record avec une Gilora également carénée. Sur un tronçon d'autoroute entre Milan et Brescia,

LES PRINCIPAUX RECORDS SUR MOTOCYCLETTE

	Record	Date	Marque	Pilote	Piste	Temps	km/h
1000 cm³							
	km lancé	4-8-56	NSU	Herz	Bonneville	10,6 s	338
	100 km	9-11-53	NORTON	Amm	Montlhéry	27 mn 56s	215
	24 heures	14-10-37	GNOME-RHONE	Bernard, etc.	Montlhéry		136,6
750 cm³							
	km lancé	4-8-56	NSU	Herz	Bonneville	10,6 s	338
	100 km	9-11-53	NORTON	Amm	Montlhéry	27 mn 56s	215
	24 heures	4-10-37	GNOME-RHONE	Bernard, etc.	Montlhéry		136,6
500 cm³							
	km lancé	4-8-56	NSU	Herz	Bonneville	10,6 s	338
	100 km	9-11-53	NORTON	Amm	Montlhéry	27 mn 56s	215
	24 heures	26-6-37	MONET-GOYON	Monneret, etc.	Montlhéry		134,3
350 cm³							
	km lancé	2-8-56	NSU	Herz	Bonneville	11,9 s	304
	100 km	1-11-55	GUZZI	Dale	Montlhéry	28 mn 59s	207
	24 heures	16-8-51	PUCH	Monneret, etc.	Montlhéry		120,5
250 cm³							
	km lancé	7-8-56	NSU	Müller	Bonneville	14,9 s	242
	100 km	23-5-56	NSU	Monneret	Montlhéry	31 mn 16s	192
	24 heures	16-8-51	PUCH	Monneret, etc.	Montlhéry		120,5
175 cm³							
	km lancé	7-8-56	NSU	Müller	Bonneville	14,9 s	242
	100 km	3-11-56	DUCATI	Ciceri	Monza	36 mn 42s	164
	24 heures	20-4-49	LAMBRETTA	Masserini, etc.	Montlhéry		102,1
125 cm³							
	km lancé	7-8-56	NSU	Müller	Bonneville	14,9 s	242
	100 km	23-5-51	DUCATI	Ciceri	Monza	36 mn 42s	164
	24 heures	20-4-49	LAMBRETTA	Masserini, etc.	Montlhéry		102,1
100 cm³							
	km lancé	3-8-56	NSU	Müller	Bonneville	16,2 s	222
	100 km	30-11-56	DUCATI	Ciceri-Santi	Monza	36 mn 42s	164
	24 heures	31-3-55	AMC	Mathieu, etc.	Montlhéry		80,7
75 cm³							
	km lancé	9-8-56	NSU	Müller	Bonneville	18,3 s	196
	100 km	7-11-56	DEMM	Pasini	Monza	42 mn 12s	142
	24 heures		non établi				
50 cm³							
	km lancé	9-8-56	NSU	Müller	Bonneville	18,3 s	196
	100 km	7-11-56	DEMM	Pasini	Monza	42 mn 12s	142
	24 heures	15-11-51	DUCATI	Tamarozzi,etc.	Monza		66,4

Note : Nous n'avons pas fait figurer dans ce tableau les autres records officiels reconnus par la FIM : kilomètre départ arrêté, 10 km, 1000 km, 1 heure, 6 heures et 12 heures. Ne sont mentionnés que les records homologués à la date du 1-1-58.

Taruffi fonçait à 274,3 km/h de moyenne.

BMW n'abandonna cependant pas la lutte. La dernière 500 cm³ subit quelques améliorations et fut entièrement carénée, ce qui était encore une innovation. Le 28 novembre 1937, Henne parcourt dans l'*« œuf des records »* le kilomètre en 12,88 s, portant ainsi le record à 279,503 km/h.

Les spécialistes étaient tous d'accord : la limite était atteinte. C'est ce que semblait confirmer l'accident qui coûta la vie à Eric Fernihough, le 23 avril 1938. Par vent nul et à 270 km/h, la machine perdit sa direction sans raison apparente.

Records d'après-guerre

La seconde guerre mondiale mit momentanément fin à tous les exploits sportifs, mais dès 1945 tous les chasseurs de records se remettent à l'ouvrage. Comme par le passé, les pilotes anglais sont les plus acharnés, sans résultats très encourageants. Bob Berry n'atteint que 256 km/h et Noel Pope n'a pas plus de chance, ni à Montlhéry, ni sur la piste salée de Bonneville aux États-Unis.

Ce n'est que le 12 avril 1951 que Wilhelm Herz, sur une NSU à compresseur, porte le record à 290 km/h, record qui devait subsister pendant quatre ans, puisque c'est seulement le 2 juillet 1955 que le Néo-Zélandais Russel Wright repart à l'assaut sur une nouvelle piste à Swannanoa en Nouvelle-Zélande. Avec une 1000 cm³ Vincent HRD (machine de série transformée), Wright réalisait 298 km/h de moyenne.

Trois mois plus tard on entendit parler pour la première fois de Johnny Allen, Américain du Texas, qui, sur une 650 cm³ Triumph améliorée, couvrait le kilomètre à 309,95 km/h de moyenne sur le fameux Lac Salé. Cet exploit ne devait pas être reconnu par la F.I.M., la Fédération américaine n'étant pas membre de l'organisme international et le système de chronométrage n'étant pas non plus homologué par la F.I.M.

L'expédition NSU à Bonneville

En 1956, la direction des usines NSU décida d'attaquer une fois de plus le record du monde. Il était permis d'espérer des vitesses telles que seule la piste salée de Bonneville entraînait en ligne de compte. Le déplacement à plus de 8 000 km de toute une équipe de techniciens et de machines était évidemment très coûteux. Afin de le rendre plus rentable, NSU déci-

dait non seulement de s'attaquer au record absolu, mais encore d'effectuer des tentatives dans toutes les catégories de 50 à 1000 cm³. Ce fut certainement la plus grande expédition du genre dans toute l'histoire de la motocyclette.

Avec la 500 cm³ à compresseur qui avait déjà été utilisée en 1951, Herz porte le record absolu à la vitesse fantastique de 338 km/h.

Un mois après Herz, Johnny Allen se remettait en piste aux Bonneville Salt Flats sur son cigare propulsé par un moteur Triumph de 650 cm³. La firme anglaise annonça fièrement le nouveau record de 345 km/h, mais après plus d'un an de discussion la F.I.M. décidait de ne pas homologuer le record de Allen.

La « chaise longue » de Baumm

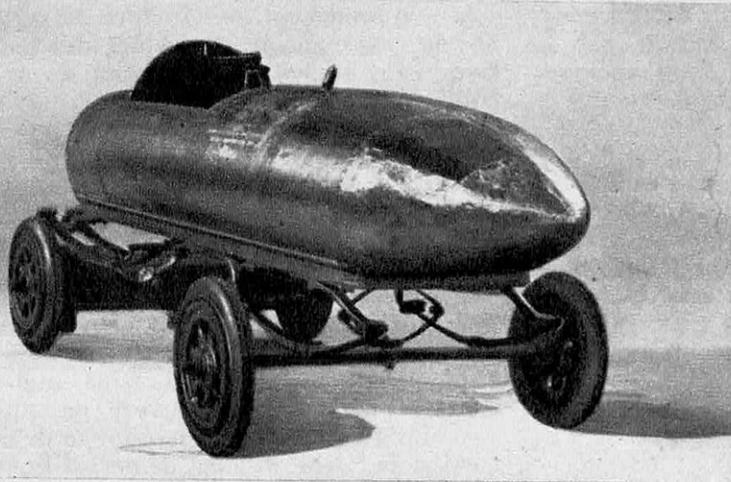
L'histoire prodigieuse du record absolu que nous venons de relater, ne doit cependant pas nous faire oublier les résultats obtenus en petites cylindrées. Rappelons qu'il existe actuellement 10 catégories s'échelonnant de 50 à 1000 cm³ pour les motocyclettes-solo et 5 catégories (de 250 à 1 200 cm³) pour les « trois-roues », c'est-à-dire side-cars et apparentés. Le record absolu des « trois-roues » est détenu par Wilhelm Noll sur BMW à 280 km/h.

Il serait trop long et fastidieux pour le lecteur de citer tous les records des différentes catégories. Nous insisterons cependant sur le fait que le 50 cm³ NSU pilotée par Muller à Bonneville détient les records pour 50 et 70 cm³ à la moyenne de 196 km/h.

Lorsqu'on songe que ce moteur de cylindrée égale à celle de la Mobylette développe 10 ch à 11 000 t/mn, soit la puissance spécifique de 200 ch/l, on reste stupéfait.

Dans ce même ordre d'idées, il faut aussi mentionner la 125 cm³ NSU, qui, dans un carénage « chaise longue » identique à celui de la 50 cm³, détient les records en 125,175 et 250 cm³ à 242 km/h de moyenne. Une bonne part du mérite revient sans aucun doute au regretté G. A. Baumm, créateur de la « chaise longue » qui demeure pour l'instant le prototype du carénage efficace. Comme le carénage de la motocyclette de série apportera, dans un avenir assez proche, la solution rationnelle des deux problèmes importants que sont la protection et l'économie, on trouve là un nouvel exemple de l'utilité et de la nécessité de battre des records.

Paul NIEDERMAN



106 km/h La « Jamais Contente », voiture électrique à accumulateurs du constructeur et pilote belge Jenatzy, fut la première à dépasser les 100 km/h. Le châssis, le 25^e d'une série destinée à être carrossée en fiacres, était ici pourvu d'une caisse spéciale profilée en alliage léger.

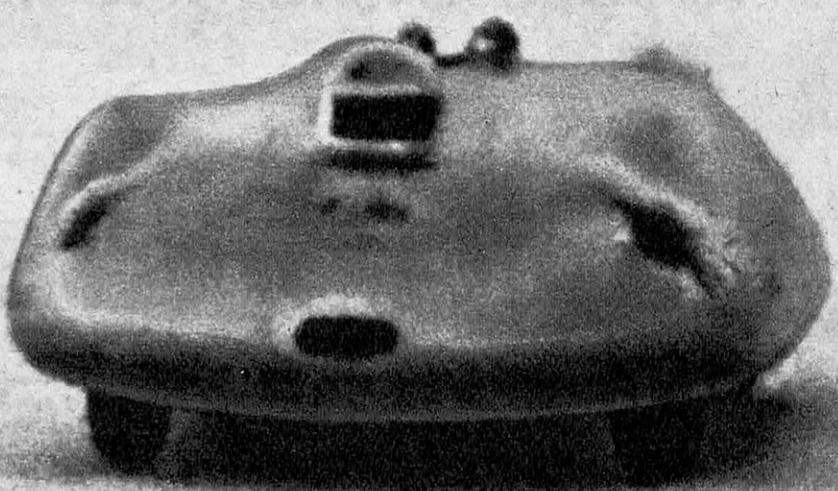
RECORDS ABSOLUS EN AUTOMOBILE

La lutte pour la plus grande vitesse en automobile s'est étendue sur un demi-siècle, de 1898 à 1947. Aucune tentative n'a été faite depuis lors et le record absolu de John Cobb, 634 km/h, date maintenant de plus de dix ans.

Sans doute serait-il possible aujourd'hui de construire un « super-monstre » capable d'atteindre les 1 000 km/h. Mais, jusqu'à présent, l'aventure n'a tenté personne. Les progrès mécaniques de la construction en série sont tels qu'on préfère à ce record absolu des performances plus probantes réalisées avec des voitures issues de la production courante.

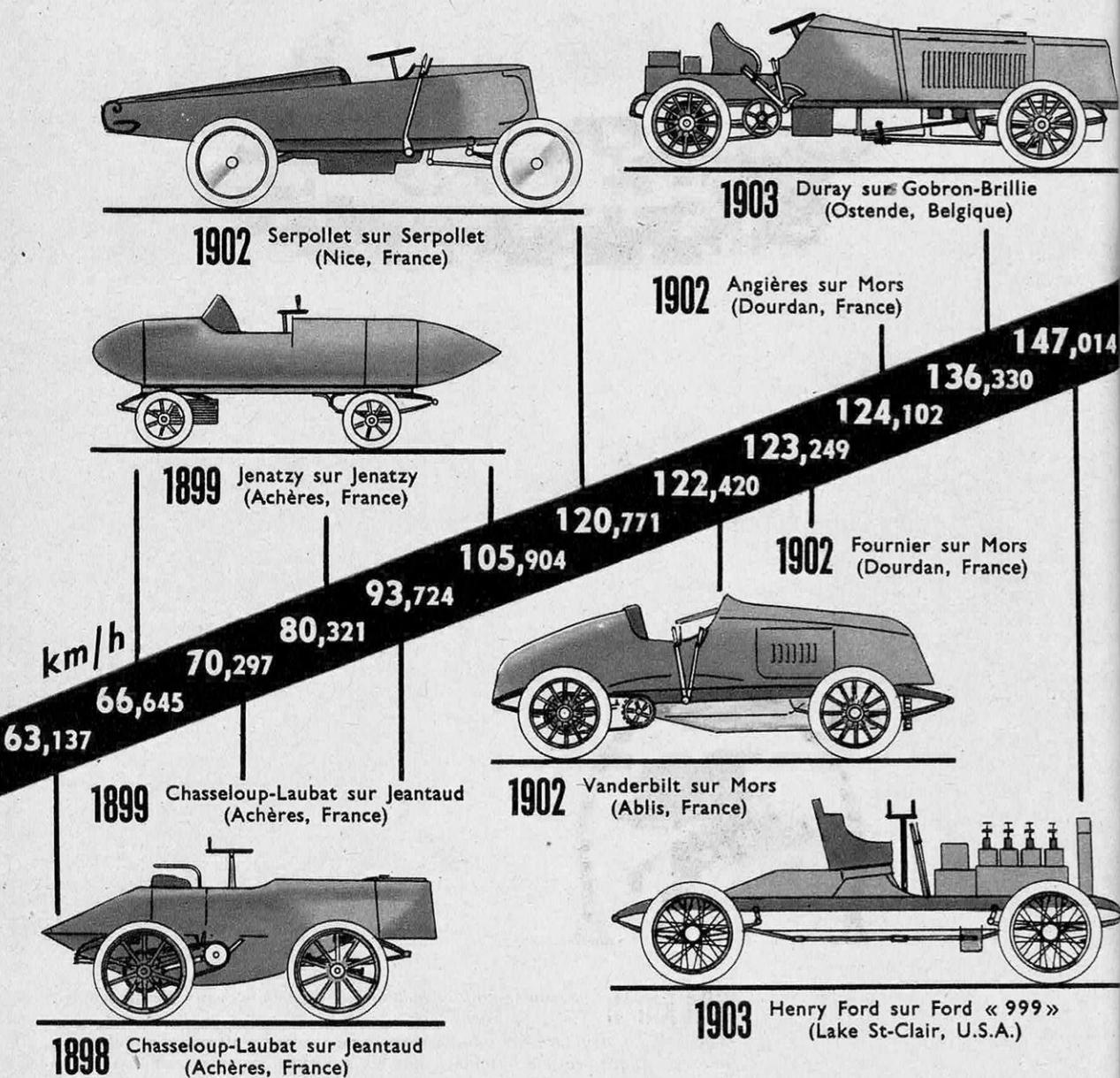
L'histoire du record est celle d'engins qui faisaient appel au début aux techniques les plus diverses et étaient dotés de puissances bien modestes, mais qui devinrent vite monstrueux, adoptant des moteurs sans commune mesure avec ceux des véhicules routiers de leur temps, s'équipant de deux ou même trois moteurs d'aviation, sans cesse à la recherche de pistes spéciales où ils pussent développer sans trop de danger leurs performances.

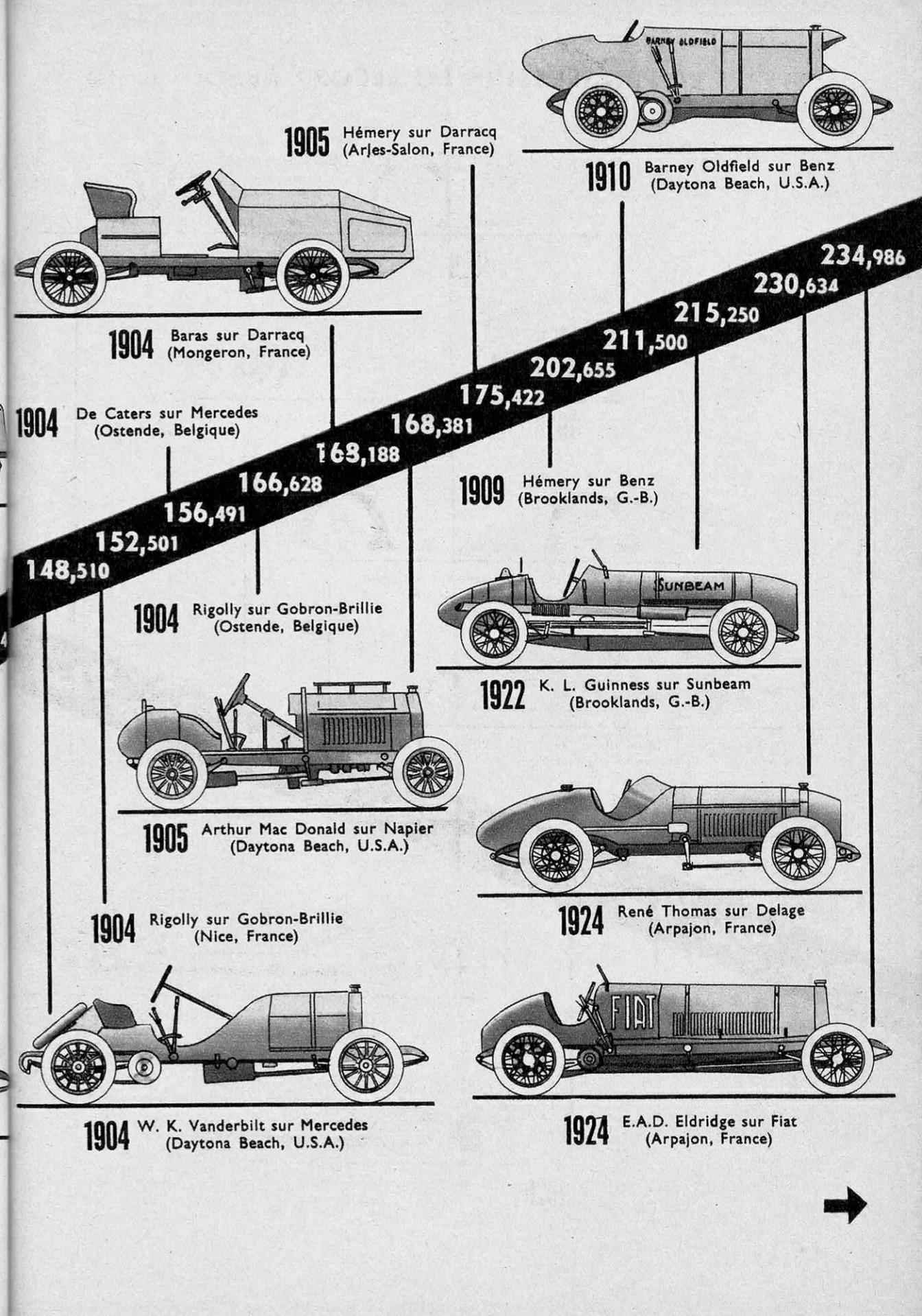
Nous ne parlerons ici que des vainqueurs ou de ceux qui frôlèrent la victoire, laissant de côté les projets ou tentatives plus ou moins fantaisistes.



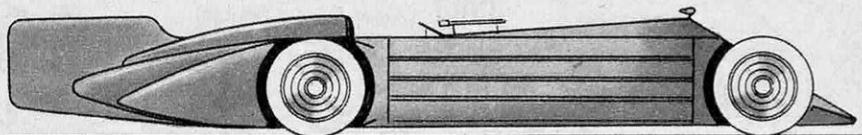
634 km/h La Napier-Railton de John Cobb détient le record absolu depuis 1947. Ses deux moteurs à 12 cylindres en V développent 2 860 ch. La structure est tubulaire avec une carrosserie légère d'une pureté aérodynamique presque absolue. L'habitacle du pilote est à l'extrême avant.

LA PROGRESSION DU RECORD ABSOLU EN AUTOMOBILE

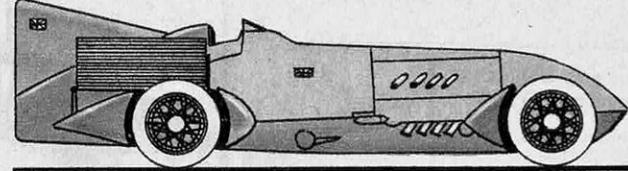




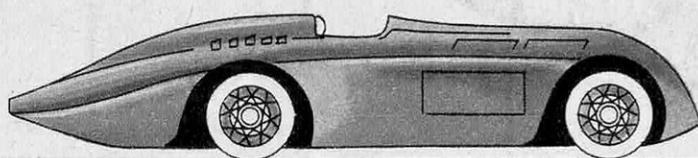
LA PROGRESSION DU RECORD ABSOLU (suite)



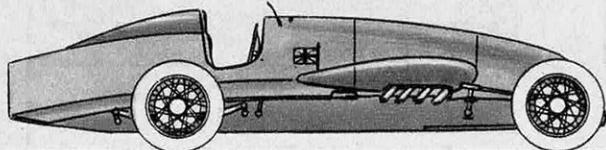
1929 Maj. H.O.D. Segrave sur Irving-Napier
(Daytona Beach, U.S.A.)



1928 Capt. M. Campbell sur Napier Campbell
(Daytona Beach, U.S.A.)



1927 Maj. H.O.D. Segrave sur Sunbeam
(Daytona Beach, U.S.A.)



1927 Capt. M. Campbell sur Napier Campbell
(Pendine Sands, G.-B.)

372,340

334,022

333,062

327,981

281,447

275,229

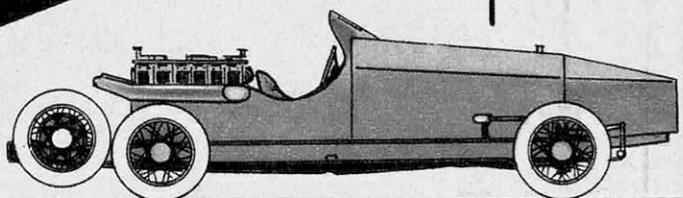
272,458

245,149

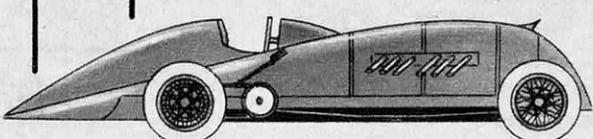
242,800

235,217

km/h



1928 Ray Keech sur White-Triplex
(Daytona Beach, U.S.A.)

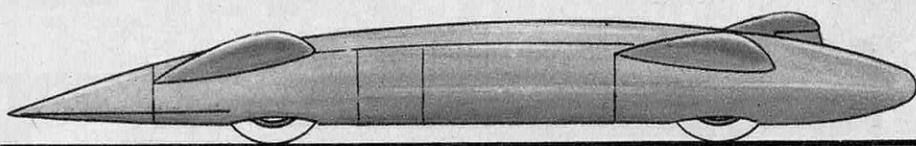


1926 J. G. Parry-Thomas, sur Thomas Special
(Pendine Sands, G.-B.)

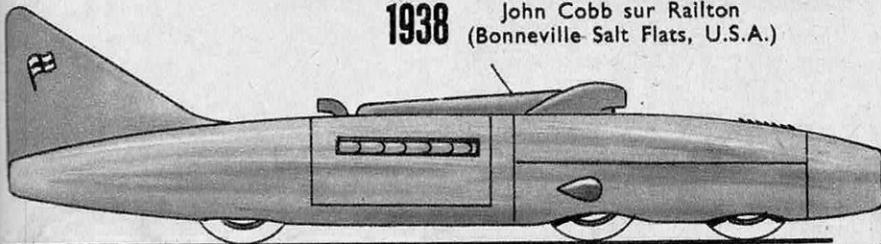
1924 Campbell sur Sunbeam
(Pendine Sands, G.-B.)

1926 Segrave sur Sunbeam
(Southport, G.-B.)

1947 John Cobb sur Railton-Mobil
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)



1938 John Cobb sur Railton
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)



1937 Capt. G.E.T. Eyston sur Thunderbolt
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)

634,267

593,560

575,217

563,471

555,909

501,374

484,818

445,703

1938

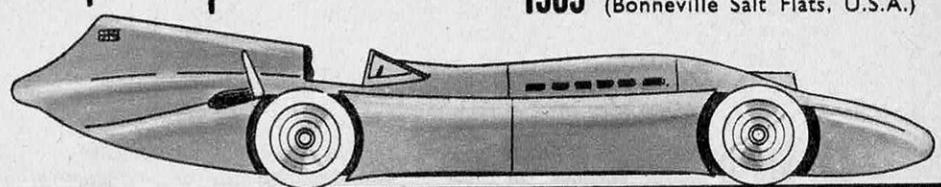
Capt. G.E.T. Eyston sur Thunderbolt
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)

438,123

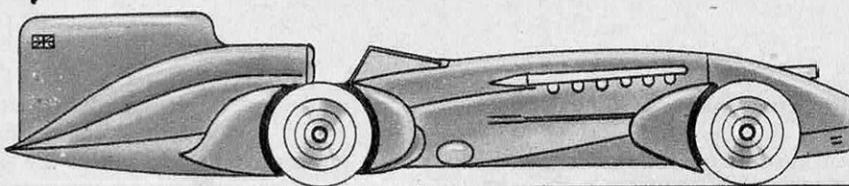
1939

John Cobb sur Railton
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)

395,469

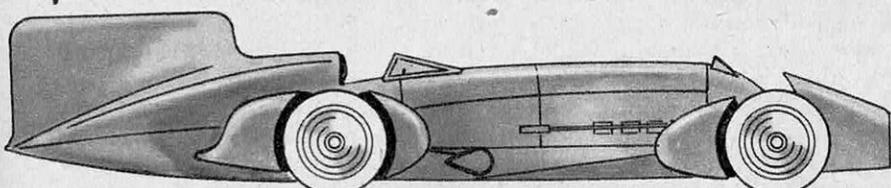


1935 Sir Malcolm Campbell sur Bluebird Special
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)



1933 Sir Malcolm Campbell sur Rolls-Royce-Campbell
(Daytona Beach, U.S.A.)

1932 Sir Malcolm Campbell sur Napier Campbell
(Bonneville Salt Flats, U.S.A.)



1931 Sir Malcolm Campbell sur Napier Campbell
(Daytona Beach, U.S.A.)



147 km/h Henry Ford fit établir en 1903 cet engin spécial pour démontrer la qualité de ses véhicules. Un châssis à grand empattement de conception primitive, même pour l'époque, portait un moteur à quatre cylindres séparés de 90 ch. Il n'y avait pas de carrosserie, pas de capot, et la direction comportait un guidon à colonne verticale.

Les bases des records

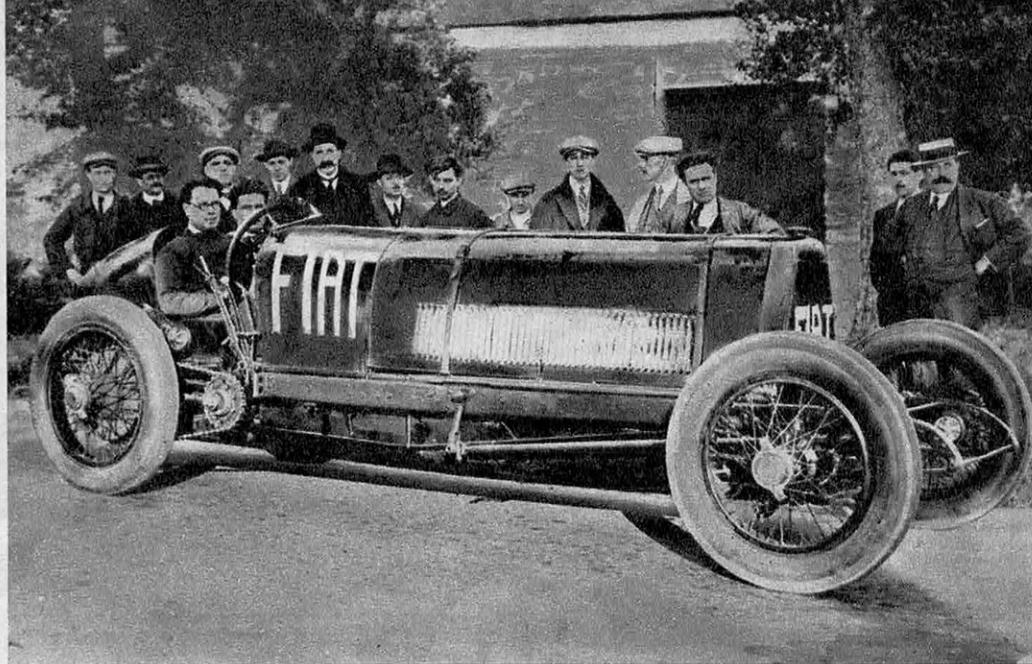
L'automobilisme était encore dans l'enfance lorsque, peu avant le début du siècle, l'amateur sportif français Chasseloup-Laubat et le conducteur et constructeur belge Camille Jenatzy se livrèrent leur duel célèbre. A cette époque, en 1898, la route était encore plus primitive que les véhicules. Il n'était pas question d'autodromes, et seul un tronçon droit et facile à garder pouvait être choisi. Il le fut sur une route traversant l'Etablissement d'Agriculture d'Achères où fut repérée une base de 1 km. C'est là qu'au printemps 1899, Jenatzy parvint à dépasser les 105 km/h.

Peu après, la Promenade des Anglais à Nice, large et rectiligne, servit de base à Serpollet qui, sur son « Œuf de Pâques », y

réalisa une vitesse de plus de 120 km/h.

On devait utiliser des tronçons de routes rectilignes jusqu'à vers 1925. En France, une partie de la Nationale 20 (Paris-Orléans) fut étalonnée au voisinage d'Arpajon. C'est là que le Britannique Eldridge, au volant d'un monstre Fiat de 300 chevaux, établit son record du monde en 1924 à près de 235 km/h. Rouler à une telle vitesse sur cette chaussée présentait de gros risques, mais cette base fut pourtant utilisée jusqu'à la guerre, en particulier pour la fameuse « journée des records » d'Arpajon.

On s'était cependant aperçu dès 1905 que le sable bien tassé des longues plages rectilignes pouvait constituer une surface excellente pour des tentatives de vitesse. C'est ainsi qu'on avait découvert aux Etats-Unis, en Floride, la plage de Daytona

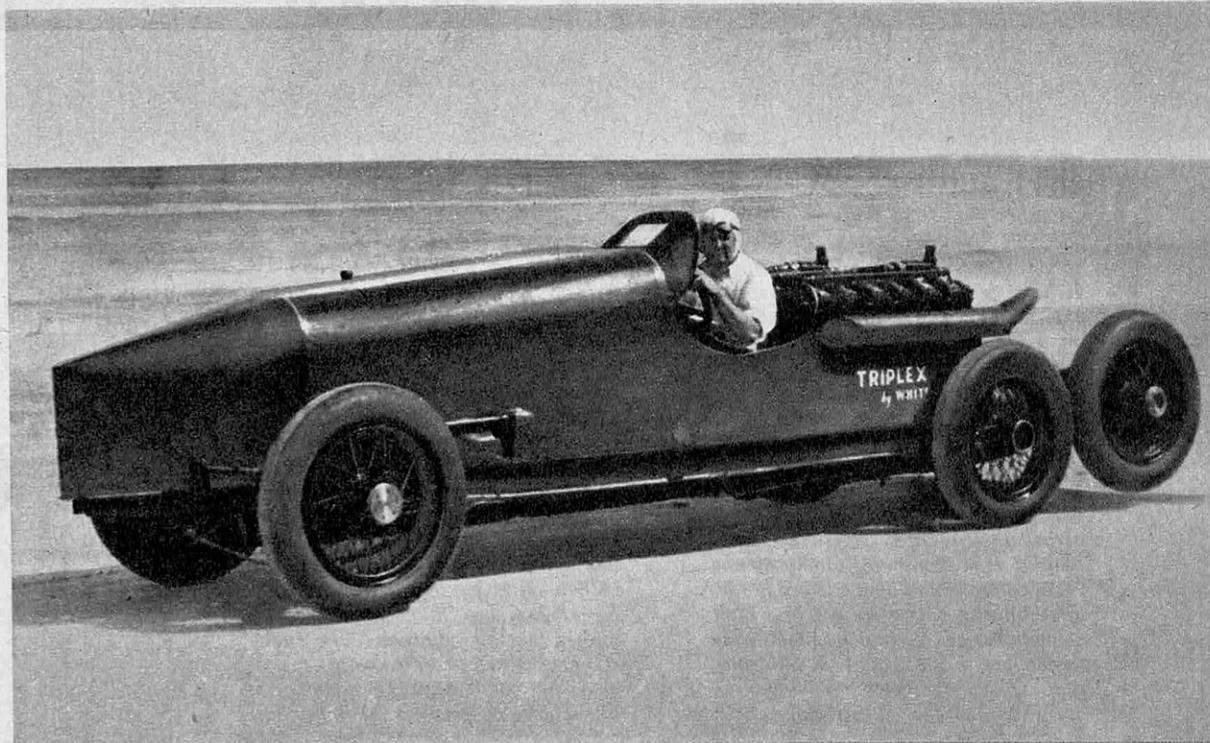


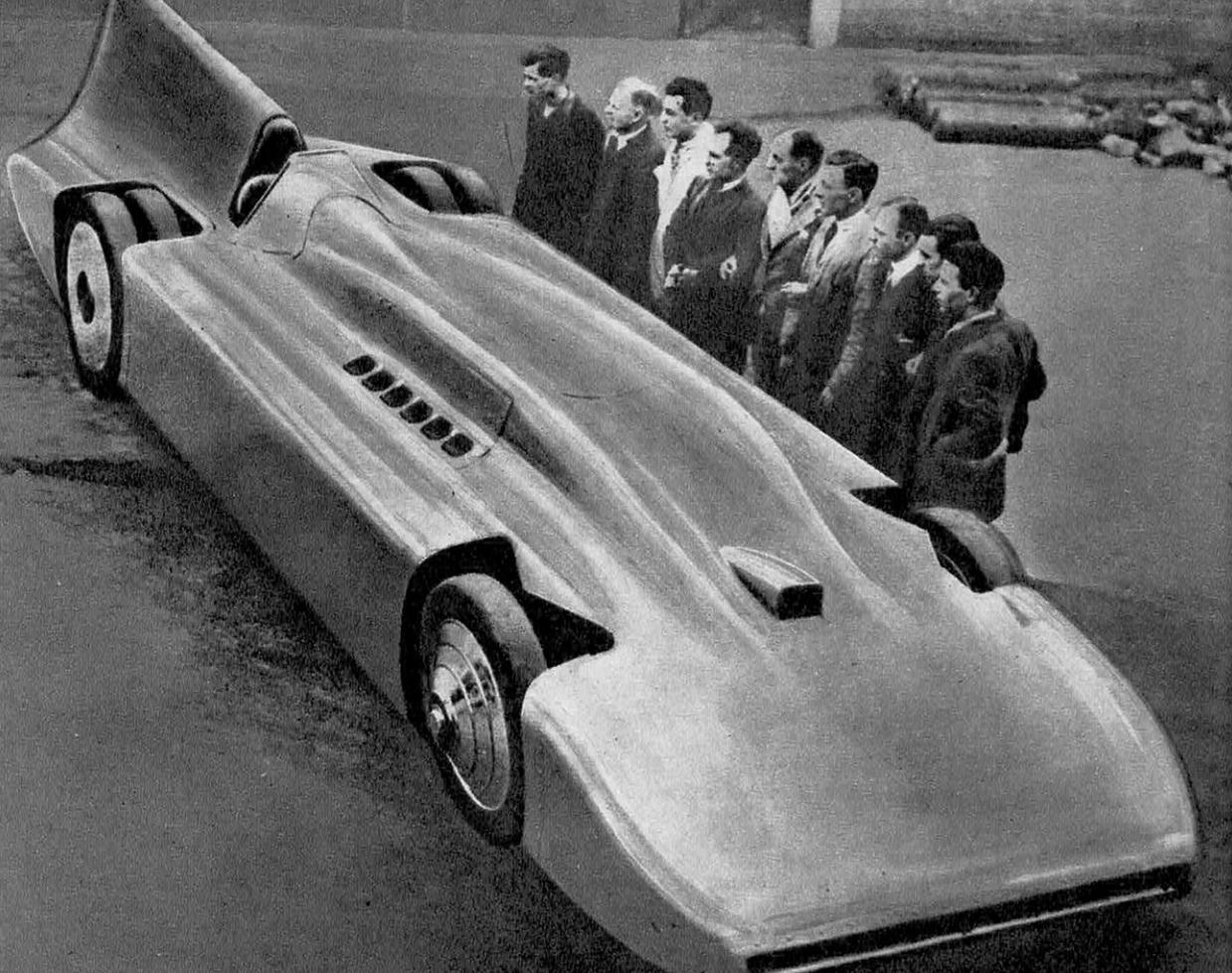
235 km/h

Vitesse atteinte en 1924 par la « Fiat spéciale » du pilote anglais Eldridge. Cette voiture, comme la plupart de celles de l'après-guerre 1914-18, résultait du mariage d'un châssis type Grand Prix d'avant 1914 et d'un moteur d'aviation. Le moteur, d'une puissance de 300 ch, entraînait l'essieu arrière avec une transmission par chaîne.

334 km/h

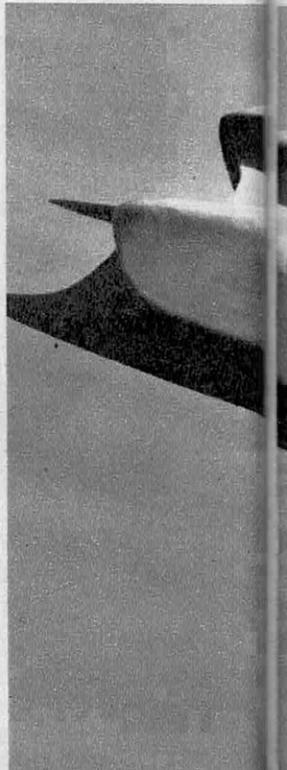
Record de la « Triplex » à 3 moteurs d'aviation Liberty établi par le pilote américain Ray Keech. Cet engin énorme, construit par la firme White, possédait à l'arrière une cinquième roue qui n'était pas en contact permanent avec le sol; seule la partie avant de la voiture avait été dotée d'un carénage, d'ailleurs assez rudimentaire.





484,8 km/h Dernier record établi par Sir Malcolm Campbell, en 1936, sur la piste du Lac Salé avec son « Blue Bird ». Le bolide représenté ici est la dernière version de l'engin dont les formes extérieures se simplifient énormément au cours des différentes tentatives de Campbell. Les profils avaient été spécialement calculés pour plaquer la voiture au sol à des vitesses de l'ordre de 500 km/h. C'est ainsi que la partie arrière avait été relevée pour éviter la formation d'un matelas d'air sous la voiture. En outre, le freinage aérodynamique des versions antérieures était conservé, tandis qu'une vaste dérive longitudinale jouait le rôle de stabilisateur. Le moteur adopté était un Rolls-Royce d'aviation capable de développer 2 500 ch et à 12 cylindres. Quant au poids de l'engin en ordre de marche, il atteignait 5 t.

700 km/h Telle était la vitesse théorique que devait atteindre la Daimler-Benz Te 80, construite à la veille de la seconde guerre mondiale, en 1939. L'unité motrice, dérivée, elle aussi, des moteurs d'aviation alors en usage courant, totalisait 3 500 ch. Étant donné son poids en ordre de marche et la répartition des masses, l'engin comportait 3 essieux. Le profilage s'inspirait nettement des formes qui avaient fait leurs preuves sur des engins antérieurs, en particulier sur les voitures de record, à moteur 3 l, de Mercedes et d'Auto Union. Il en résultait une forme assez tourmentée dont les différents volumes étaient reliés par des profils continus. A l'arrière, les flancs de caisse formaient dérives latérales. Cet engin, retrouvé intact en 1946, ne fut jamais essayé officiellement. C'est une des attractions du musée Daimler-Benz.



dont le sable fin d'étendait sur plusieurs milles et fournissait une base remarquable à certaines heures, sur un sol apparemment plan. De nombreux meetings s'y tinrent, et c'est là qu'en janvier 1906 la voiture de Frank Marriott dépassait pour la première fois les 200 km/h, record qui d'ailleurs ne fut pas homologué en Europe.

En Grande-Bretagne, la grande plage de Pendine Sands fut utilisée jusqu'en 1927, puis les records émigrèrent à Daytona jusque vers 1935. A cette époque, les voitures allaient déjà trop vite et plusieurs accidents avaient montré que les plages pouvaient présenter des dangers cachés. En 1928, la rapide Stutz-Miller de Frank Lockhart avait littéralement décollé du sol sur une ondulation et s'était désintégrée en retombant. La très grosse voiture Triplex à 3 moteurs que Ray Keech avait menée à la victoire alla finir dans la mer en zigzaguant, tuant le pilote Beebe. Plusieurs fois, l'enlisement avait surpris les candidats au record alors que la marée montante menaçait de submerger le bolide si minutieusement préparé.

Aussi, lorsque le cap des 450 km/h fut franchi, on se tourna finalement vers un autre genre de base naturelle : le lit de l'ancien prolongement du lac Salé, au pied des monts de l'Utah, à 160 km de Salt Lake City. Le lac, en se retirant, a laissé sur le sol une couche de sel très dure, dont l'épaisseur varie entre 10 cm et près de 2 m. La surface est remarquablement plane et,

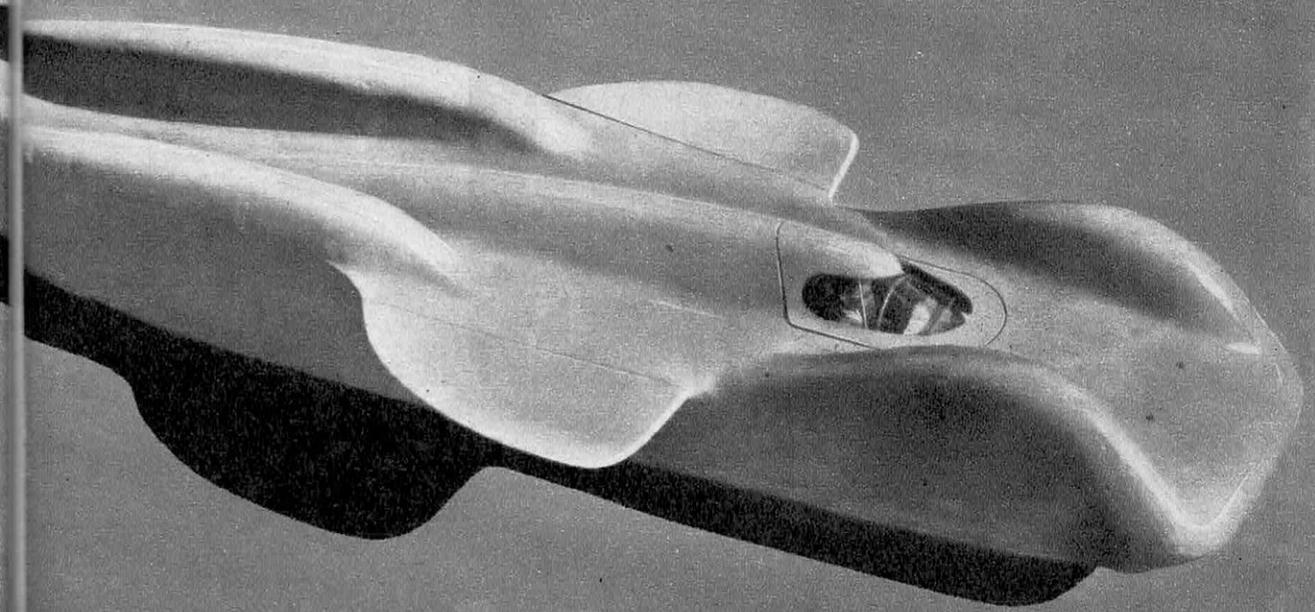
grâce à la ceinture de montagnes qui borde la contrée, certaines heures de la journée, pendant la bonne saison, sont très calmes. L'étendue est telle qu'on a pu y aménager une base rectiligne longue de 13 milles (21 km), matérialisée par une large bande noire tracée avec de l'huile. Cette ligne a été le fil conducteur des pilotes qui, à partir de 1935, s'attaquèrent au record mondial « toutes catégories ».

Depuis cette date, les Bonneville Salt Flats — ainsi se nomme cette région du lac Salé — sont régulièrement le théâtre d'exploits de vitesse réalisés avec des engins très divers.

Rivalité des carburants

Il est assez remarquable de constater que le record du monde de vitesse pure ne fut nullement l'apanage exclusif du moteur à essence. Bien au contraire, pendant 9 ans, les types de moteurs les plus divers détinrent à tour de rôle le record si convoité.

C'est l'électricité qui ouvrit le score, lors de la lutte entre Chasseloup-Laubat (Electrique Janteaud) et Jenatzy (Electrique Jenatzy). Là d'ailleurs s'arrêtèrent les succès de ce mode de propulsion, détrôné en 1902 par le moteur à vapeur de Serpollet. Celui-ci s'inclina ensuite devant le moteur à alcool de la Gobron-Brillié de Duray, qui, après avoir atteint 136 km/h à Ostende, fut lui-même battu par le moteur à essence à quatre cylindres séparés de la « 999 »



d'Henry Ford, sur la glace du lac St-Clair, en 1903.

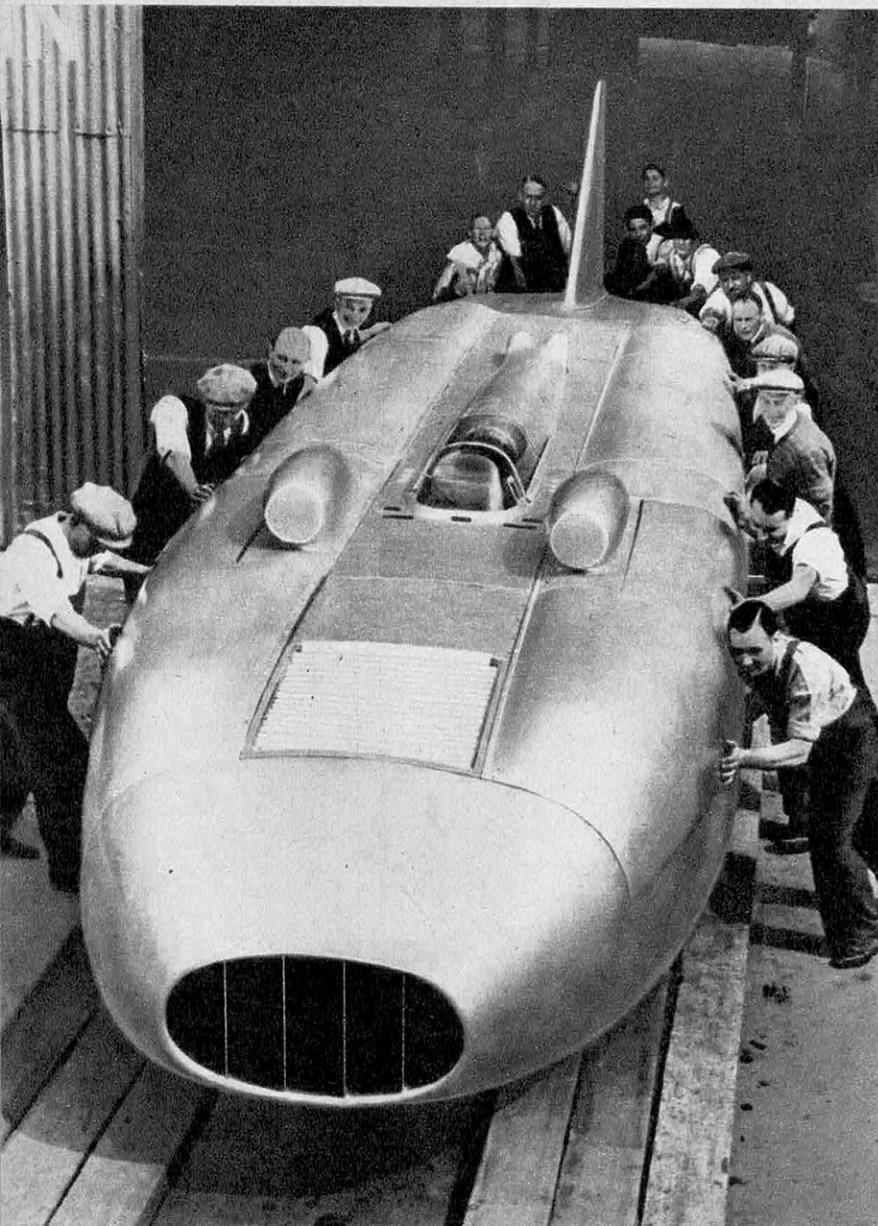
Mais, revenant à l'offensive, c'est le moteur à vapeur de la Stanley de Marriott qui dépassa le premier les 200 km/h, fermant définitivement d'ailleurs la liste des succès des rivaux du moteur à essence qui, désormais, monopolisa le grand record.

Il faudra attendre 1956 pour voir poindre l'ère d'un carburant nouveau : le kérozène des moteurs-turbines. C'est à la petite « Etoile Filante » Renault que revient cette innovation, lors du record établi en sep-

tembre 1956 (309 km/h, soit près de la moitié du record absolu établi avec un monstre de 3 000 ch).

Course à la puissance

Cette course à la plus grande vitesse s'est doublée, au cours de ces cinquante années, d'une course tout aussi vertigineuse vers des puissances motrices phénoménales. Les dernières voitures du record du monde n'étaient plus en fait qu'une énorme unité motrice, logeant sous leur carapace légère



501,3 km/h George E.T. Eyston fut le premier à dépasser les 500 km/h avec sa « Thunderbolt ». L'engin du champion britannique, qui avait déjà battu le record des 24 heures toutes catégories avec sa « Speed of the Wind », était prêt en 1937. C'était un monstre très surbaissé, à carénage d'allure prismatique enfermant totalement les roues des 3 essieux, l'unité motrice étant au centre. Dans la première version, la voiture comportait une vaste dérive arrière semblable à un gouvernail, mais, pour ses tentatives de record en 1938, Eyston supprima cette dérive et augmenta les bacs de glace de refroidissement. En ordre de marche l'engin pesait près de 7 t.



309 km/h Premier record de vitesse homologué pour une voiture à turbine : l'*« Étoile Filante »* de la Régie Renault. Assimilable à un fuselage d'avion avec une structure tubulaire en acier, la carrosserie de cet engin renferme une turbine Turboméca qui développe 270 ch à 28 000 t/mn. Un réducteur à 3 étages transmet la puissance aux roues arrière. Les dimensions sont réduites : empattement 2,40 m, longueur 4,84 m.

une véritable centrale entre les moteurs de laquelle on plaçait, comme l'on pouvait, un réservoir juste suffisant pour la tentative et... le pilote.

Modestement, la voiture de Chasseloup-Laubat ne disposait que de quelque 40 chevaux à plein débit des batteries. Henry Ford avait déjà 90 chevaux dans les 4 cylindres de sa « 999 ». A la veille de la guerre de 1914, la Benz « Eclair » disposait de 200 chevaux. Après 1919, on trouvait assez facilement des moteurs de 250, 300, 320 chevaux provenant de bombardiers ou de chasseurs lourds, sinon de Zeppelins. D'où une floraison de véhicules, dont la Fiat d'Eldridge qui disposait de 300 chevaux.

Mais lorsque Segrave voulut s'attaquer au record en 1927, et qu'il se fixa comme objectif les 320 km/h, l'ingénieur Irving dota sa voiture d'un moteur de 1 000 chevaux. Cette puissance était plus que doublée sur le « Blue Bird » de Malcolm Campbell de 1933 (2 230 chevaux) et cette même voiture en avait plus de 2 700 lorsqu'elle s'aligna

pour la première fois sur les Bonneville Salt Flats en 1935.

Enfin, le cap des 3 000 chevaux fut atteint et même franchi par les super-voitures d'Eyston et de Cobb, ce dernier portant finalement le record à plus de 634 km/h.

Une puissance plus grande encore était prévue sur le bolide à 6 roues préparé chez Mercedes en 1939 et dont la guerre interrompit la mise au point.

La technique des voitures de records

Les impératifs auxquels doit répondre une voiture de vitesse pure sont assez simples à énoncer :

- démarrer et monter en vitesse en un temps raisonnable ;
- se maintenir stable en direction sur une base étalonnée ;
- disposer de moyens de ralentissement mécaniques ou aérodynamiques, donnant une distance d'arrêt compatible avec la longueur de la base utilisée.

En réalité, le problème se complique d'une foule de considérations de détails par suite de la vitesse à laquelle doit se déplacer le véhicule. Le profilage devant être aussi parfait que possible, le logement des très gros moteurs et de leurs annexes présente des difficultés considérables. On s'en convaincra d'après la plus réussie de toutes les voitures : la Napier-Railton du regretté amateur britannique John Cobb. Pour gagner de la place, l'ingénieur Reid Railton avait disposé obliquement les deux moteurs 12 cylindres en V Napier-Lion, totalisant 2 860 chevaux. De part et d'autre de ces moteurs, et diagonalement opposés, se trouvaient le bac de 300 litres de glace pour le refroidissement des moteurs pendant la tentative et un réservoir de 75 litres d'essence (ce qui est très faible) et de 60 litres d'huile. La plus grande importance est ainsi attribuée au groupe moteur, alors que la transmission est simplifiée à l'extrême et réduite à un embrayage « positif » ; le démarrage s'effectuant en poussant la voiture, la boîte de vitesse peut être supprimée.

Par contre, la question des freins est primordiale étant donné l'énergie énorme qui se libérera sous forme de chaleur et qui se transmettra aux pneus, déjà surmenés par les effets de la force centrifuge.

Ces pneumatiques ont d'ailleurs longtemps posé les problèmes les plus délicats à résoudre dès que les voitures ont dépassé les 300 km/h. Les véhicules pesaient déjà plus de 3 tonnes et les roues qui les portaient avaient presque un mètre de diamètre. Pour éviter l'auto-destruction des châssis lors de la rotation des roues en pleine vitesse, on dut réduire l'épaisseur de la gomme à quelques millimètres, allégeant ainsi les pneus, mais les rendant vulnérables et peu endurants. Les carcasses en rayonne ont donné toute satisfaction. Naturellement, les pneus devaient être changés à chaque tentative, dans chaque sens.

Les organes et les trains étant rassemblés sur une charpente rigide, le tout doit être recouvert d'un carénage très étudié. Dans ce domaine, la poursuite du record a été extrêmement fructueuse. Les modifications subies par les versions successives du « Blue Bird » du Major Campbell ont mis en évidence l'importance pratique de l'emplacement des ouvertures de refroidissement, celle des dérives, du carénage des roues et la valeur des freins aérodynamiques (que l'on devait retrouver plus tard sur les Mercedes de sport).

Railton et Cobb, eux, firent appel à la caisse-enveloppe intégrale, sorte de coque

de forme continue aisément détachable pour l'accès à la voiture, sa mise en route, et l'échange des roues.

Autre problème capital : celui des composantes aérodynamiques qui, à pleine vitesse, ont pour effet d'appliquer le véhicule au sol ou au contraire de le délester au point de le rendre instable. L'infortuné Lockhart paya de sa vie sur la plage de Daytona une erreur de profilage de sa Stutz, qui s'envola littéralement.

De nos jours, tous ces enseignements, vérifiés à l'aide d'appareils très perfectionnés, sont mis à profit sur des voitures de sport qui, avec dix fois moins de puissance, atteignent plus de la moitié de la vitesse de John Cobb.

L'avenir du record

Il y a donc un peu plus de dix ans que la Napier-Railton de John Cobb parcourait la base du lac Salé. Depuis, aucun autre bolide de cette taille ne s'est attaqué au record.

Cela tient, avons-nous dit, au peu de signification des performances réalisées par des engins qui n'ont absolument rien de commun avec une automobile, à part le sens étymologique. Les monstres que l'on conduit à travers une lunette d'approche appartiennent au passé, et leur gigantisme même annonçait leur déclin.

Aujourd'hui, sur la piste des Bonneville Salt Flats s'élancent des voitures de série qui, spécialement mises au point et profilées à l'extrême, atteignent des vitesses dépassant le double de celle qu'atteint dans les meilleures conditions le modèle d'usine.

Nous évoquerons seulement ici le record de la MG, dont il sera question plus loin, et qui, en septembre dernier, avec 1 500 cm³, dépassait 395 km/h sur le kilomètre. Rapprochons les chiffres : en 1947, John Cobb, avec 478,7 litres de cylindrée réalise 634 km/h ; en 1957, la MG de 1,5 litre approche les 400 km/h.

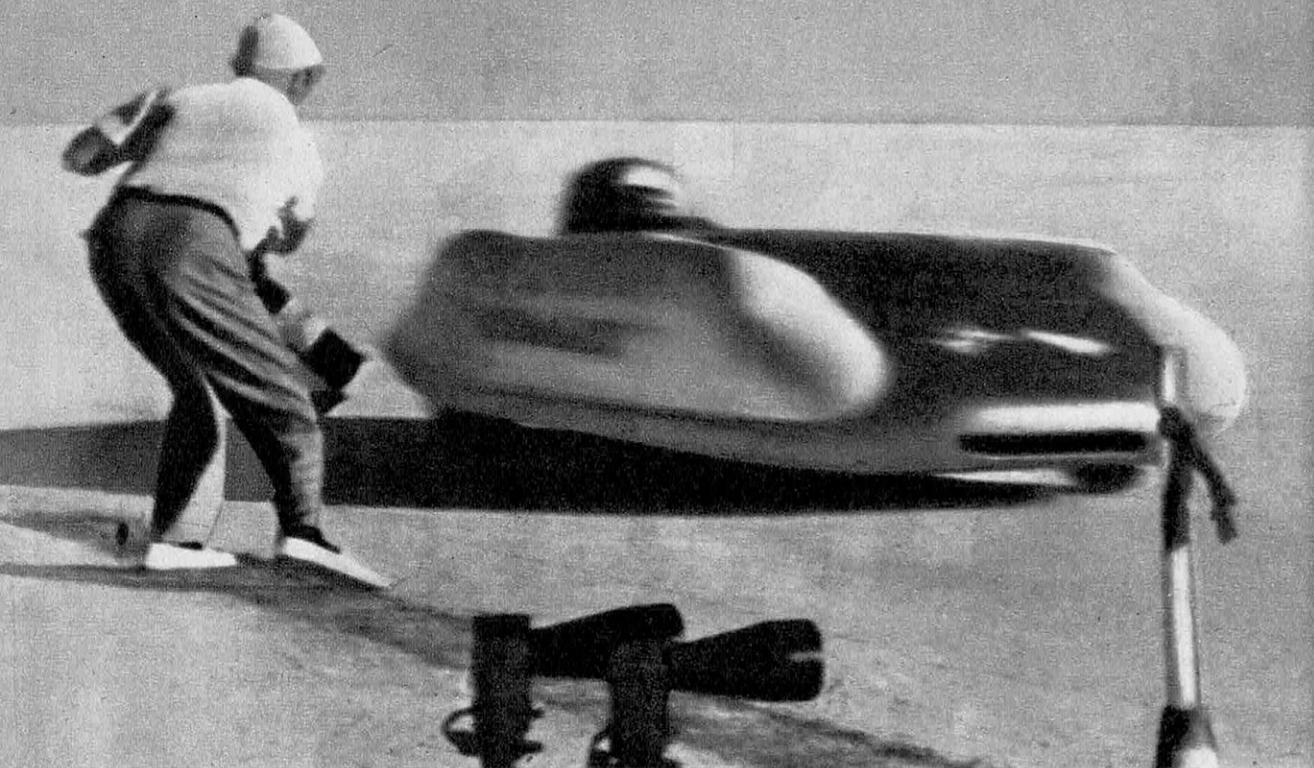
Ne cherchons pas plus loin la raison de la mort des monstres. Il faut s'attendre à voir d'ici peu d'années leurs performances menacées par un véhicule de dimensions beaucoup plus modestes. Peut-être enregistrerons-nous une nouvelle victoire, provisoire, du moteur à pistons, peut-être, au contraire, suivant la voie ouverte par le canot de Donald Campbell et l'« Étoile Filante » de l'ingénieur Hébert, sera-t-il réservé au moteur-turbine d'établir le prochain record absolu.

J. ROUSSEAU



TOUJOURS EN TÊTE

* PRODUCTION HUILES RENAULT S.A.



Sur la piste de sel de Bonneville, cette MG, ex 179, a établi de multiples records

L'Abarth 750 de record, dérivée de la Fiat 600 avec carrosserie Pinin-Farina



Des bolides qui ne sont pas des monstres :

RECORDS RÉCENTS EN PETITES CYLINDRÉES

L'automobiliste qui roule sagement à 90 km/h a peine à concevoir qu'un bolide comme celui de John Cobb, qui dépasse 600 km/h, puisse avoir quelque utilité. A 90 km/h il dispose de 12 secondes pour éviter un obstacle qui surgirait à 300 m devant lui ; à 600 km/h, il n'aurait que 2 secondes et la catastrophe serait inévitable.

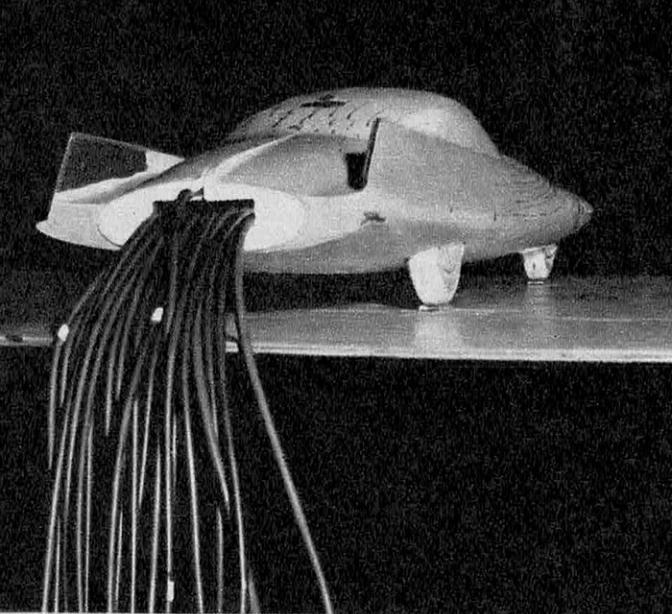
Ce raisonnement apparemment logique ne tient pas compte des deux faits : d'abord qu'il n'est absolument pas question d'atteindre de telles vitesses sur les routes actuelles ; en second lieu et surtout que c'est l'automobiliste moyen qui sera en définitive le bénéficiaire de tels records, bien que dans un avenir peut-être lointain, car les performances mécaniques exceptionnelles exigent des efforts qui ne portent leurs fruits sur le plan pratique qu'à plus ou moins longue échéance.

Le travail des formes

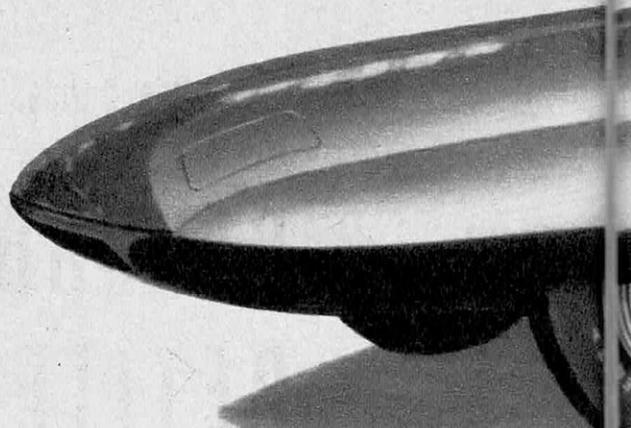
Le premier problème que posent les performances automobiles est un problème de formes. A formes identiques, la puissance à mettre en jeu pour atteindre des vitesses de plus en plus élevées augmente sensiblement comme le cube de ces vitesses. Une voiture ordinaire tient facilement le 90 km/h avec une trentaine de chevaux ; il lui en faudrait 135 environ pour rouler à 150 km/h, et peut-être 11 000 pour s'approcher du record mondial.

On voit immédiatement l'intérêt capital que présente la recherche de formes bien adaptées. De ce travail sur le « Cx » ou « facteur de forme », les carrosseries courantes ont largement bénéficié. La combinaison de ce Cx avec la surface frontale conditionne la performance finale d'une voiture de record.

Pendant longtemps le volume des mécaniques : moteurs, radiateurs, organes de transmission furent prédominants ; la place réservée au conducteur passait au second



La « Gilda », ci-contre, a été étudiée pour Chrysler par Ghia. A gauche, la maquette en soufflerie avec, sortant à l'arrière, les tubes permettant la mesure des pressions en différents points.



plan. C'est maintenant le contraire. Sauf peut-être pour une voiture étudiée en vue du record mondial absolu, c'est le gabarit et la position du conducteur qui constituent les bases de départ.

Les études en soufflerie ont depuis longtemps permis de déterminer le profil fuselé le plus favorable à une bonne pénétration dans l'air ainsi que les formes de surface latérale et de raccordement offrant la moindre sensibilité aux vents latéraux. Mais cette solution classique n'est directement applicable qu'à des volumes assez grands. Pour des mécaniques réduites, elle entraîne des sacrifices inadmissibles quant à la surface frontale. Il faut alors combiner différents fuseaux convenablement raccordés : un fuseau particulier pour chaque roue et un fuseau central au gabarit du conducteur. Le maître-couple de ce dernier étant la plupart du temps supérieur à celui du moteur, celui-ci sera facilement incorporé dans le fuselage central, devant ou derrière le pilote. Simple ou composite, la carène ne répondra enfin à son objet que si son comportement demeure neutre quelle que soit la vitesse, c'est-à-dire que si elle ne développe aucune portance risquant de provoquer une perte d'adhérence.

La mécanique pendant les records

Pendant un record, de quelques minutes ou de quelques heures, la mécanique d'une voiture est soumise à des exigences beau-

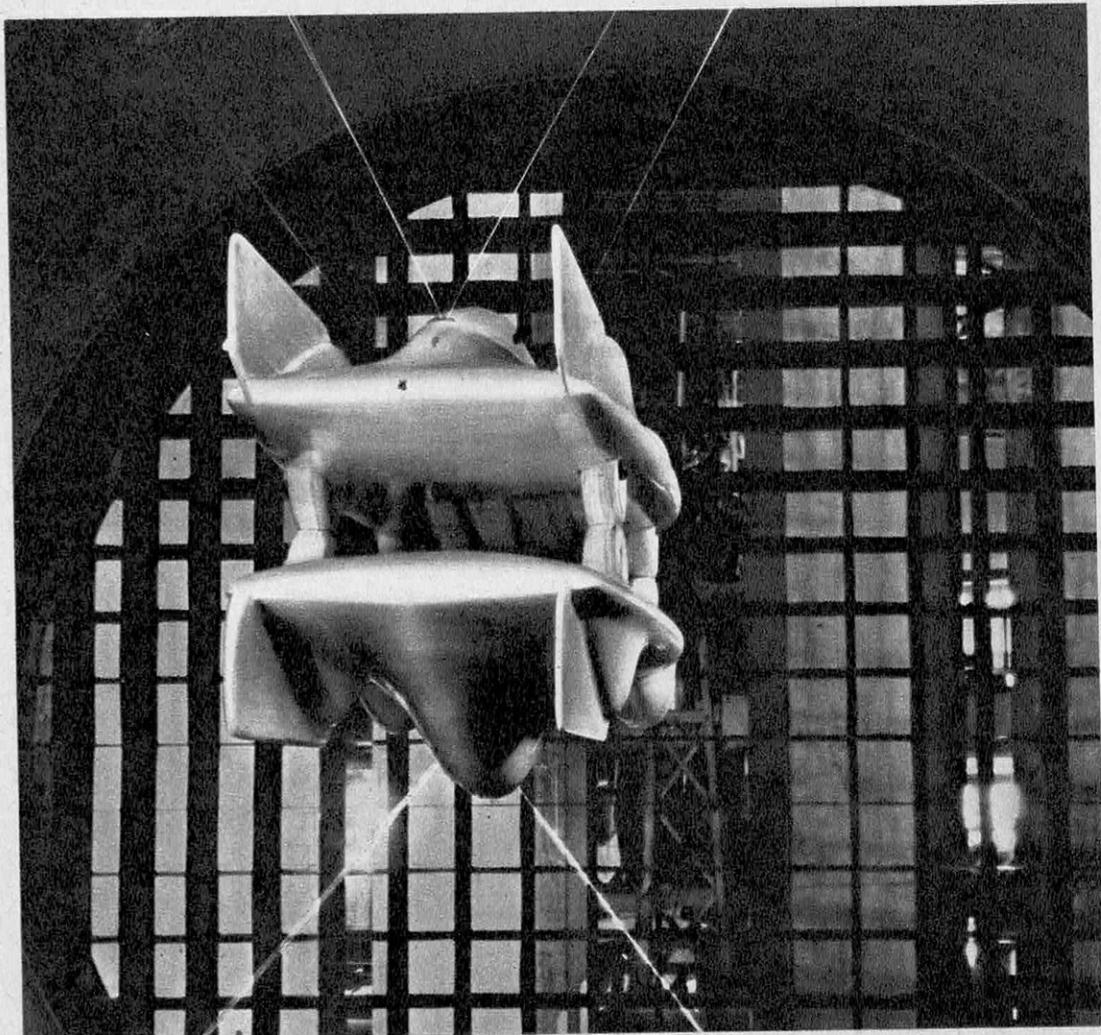
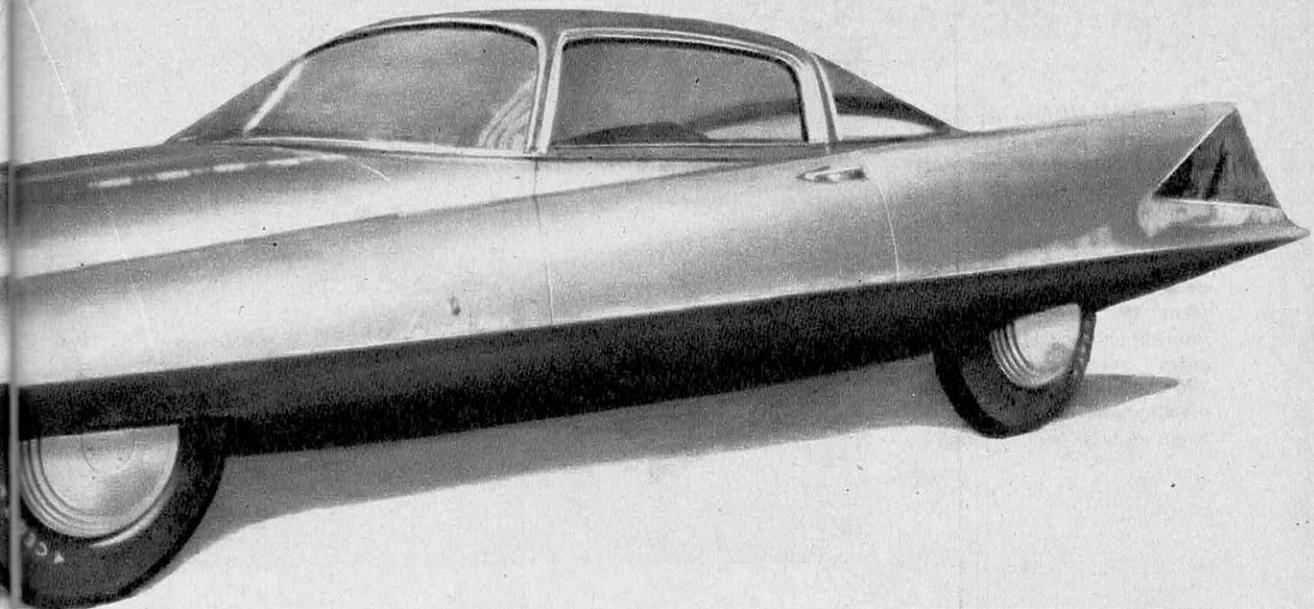
coup plus grandes que celles que subit un moteur d'automobile normale pendant toute sa vie.

Précisons bien que nous n'envisageons ici que les vrais records, où toute la puissance est mise en jeu pour obtenir la meilleure performance et non les records qui n'exigent qu'une fraction de la puissance maximum.

Une berline dotée d'un moteur de 45 ch et capable de rouler à 150 km/h n'a plus besoin que de 20 ou 22 ch pour tenir les 100 km/h. Même maintenue sur des dizaines de milliers de kilomètres, cette demi-puissance n'a qu'un lointain rapport avec les efforts que l'usager demande à sa voiture dans son emploi normal. Les enseignements que l'on peut recueillir, du point de vue usure, par exemple, sont d'assez faible valeur car cette demi-puissance est obtenue à température constante pendant toute la durée de l'expérience ; l'usager, au contraire, part dix fois par jour avec un moteur froid, et l'on sait quelles contraintes en résultent.

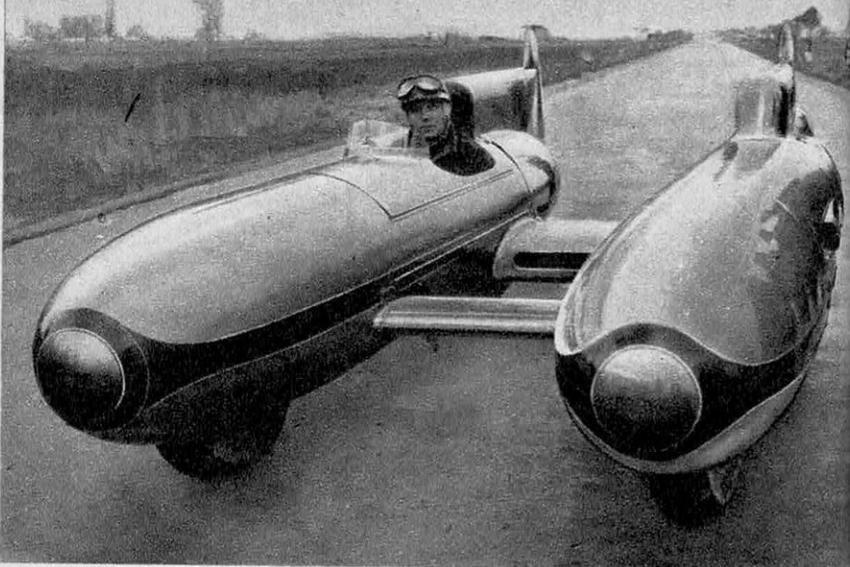
Les véritables records sont ceux qui demandent à un moteur d'une cylindrée donnée, équipant une caisse soigneusement étudiée, sa plus forte puissance. Il ne s'agit plus de fractions d'efforts, mais d'efforts multipliés par 3 ou 4 par rapport à leur valeur normale.

Nous allons évoquer, sans revenir sur le record absolu, quelques-uns des records les plus récents.



Tous les grands carrossiers ont maintenant recours aux études en soufflerie pour déterminer les formes de leurs voitures spéciales. On voit ici l'étude d'un projet de Pinin-Farina pour la voiture de records destinée à Abarth. Pour éliminer l'influence du plancher, deux maquettes absolument identiques ont été placées en opposition.

LE « BISILURO » de Taruffi fait partie de la famille des «double fuselage» dont l'idée a été lancée par l'ingénieur français Lacaine. Cette machine existe en plusieurs versions, mais c'est en 350 cm³ qu'elle s'est attribué récemment de nombreux records internationaux; elle a réussi, entre autres, à parcourir 190 km dans l'heure, performance remarquable pour un engin d'aussi faible cylindrée.



400 km/h en 1500 cm³

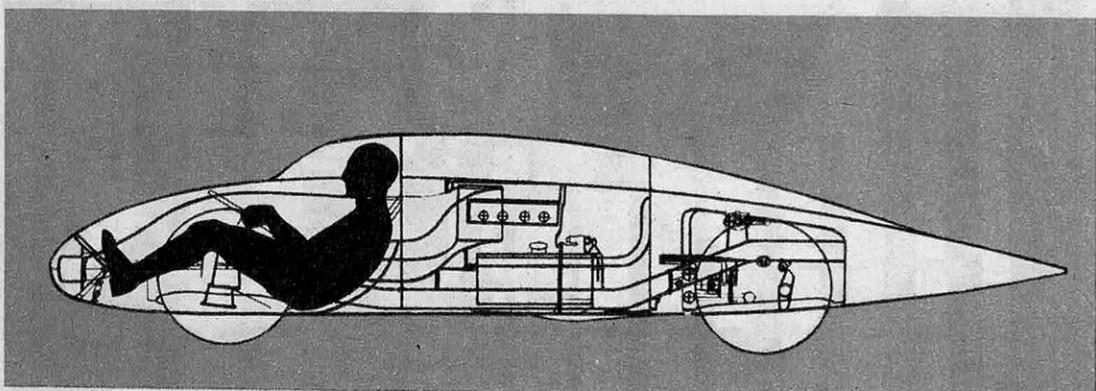
Au mois d'août dernier, la firme britannique MG a envoyé sur la célèbre piste du Lac Salé, à Bonneville, deux voitures de record. L'une était équipée d'un moteur de Morris Minor de 948 cm³ qui, pour l'occasion, avait été porté à 73 ch au lieu de ses 33 ch d'origine. L'autre était le fruit de travaux très poussés; la mécanique de base était le moteur 1 489 cm³ de la British Motor Corporation qui, normalement, développe une cinquantaine de chevaux et en donnait là 295 !

L'utilisation optimum des volumes avait permis de réduire le maître-couple de cette 1 500 à 1,02 m² pour une largeur de 1,62 m

et une hauteur de carène de 0,70 m à peine (C_x calculé 0,202). Du moteur original, on n'avait conservé que le bloc-cylindres et l'embielage; on l'avait doté d'une culasse à deux arbres à cames en tête et d'un compresseur qui le gavait à 3 atmosphères. La voiture pesait en ordre de marche et avec son pilote 870 kg. Elle a roulé à près de 400 km/h.

On jugera du progrès accompli en 25 ans en se rappelant que le major Campbell a établi, en 1931, son record absolu de 395 km/h — la vitesse atteinte par la MG — avec une voiture de 4 000 kg, de 24 litres et de 1 450 ch.

Le record de la MG marque aussi une date quant aux pneumatiques. Ils posent



CETTE MG 1 500 DE RECORD a réalisé la performance la plus marquante de l'année: avec une puissance de 295 ch, obtenue en partant d'un moteur de série de 55 ch, elle a roulé à près de 400 km/h, ce

qui, il y a seulement quelques années, aurait exigé des milliers de chevaux. Sur la coupe ci-dessus, on peut voir à quel point la carène a été modelée sur la mécanique et le pilote. On ne peut faire plus réduit.

toujours dans les records des problèmes délicats; jusqu'à présent on n'osait pas les charger ni descendre au-dessous d'un certain diamètre pour ne pas engendrer des forces centrifuges trop élevées. C'est la première fois qu'on atteint 400 km/h avec des jantes de 15 pouces, soit la dimension courante. Dunlop, qui a acquis dans ce domaine une spécialisation qu'on ne lui dispute plus, a préparé des chapes spéciales extrêmement minces sur une armature de nylon tissé. La pression de gonflage était de 4,5 kg/cm² pour réduire au maximum la résistance de roulement.

La MG de record est en somme une voiture orthodoxe. D'autres constructeurs, pour gagner au maximum sur le maître-couple ont été amenés à adopter une autre solution et à fractionner la voiture en deux fuseaux.

La nécessité de caréner les roues avant impose en effet pour chaque roue une largeur de carène suffisante pour loger dans son prolongement le conducteur ou le moteur. Dans cette classe de voitures de cylindrée relativement faible, la mécanique pèse sensiblement autant que le pilote, et à la symétrie aérodynamique s'ajoute aisément une symétrie de poids : le pilote dans un fuseau, la mécanique dans l'autre.

Cette idée du double fuseau est celle du Français Lacaine qui, peu avant la guerre, avait dressé les plans d'une voiture capable de battre le record mondial de vitesse avec une puissance relativement faible. L'idée fut reprise après la guerre par Nardi et Taruffi. Nardi a dépassé les 200 km/h en 750 cm³ sans compresseur, Taruffi a établi dans diverses catégories des records qui seront difficiles à battre.

Roues en losange

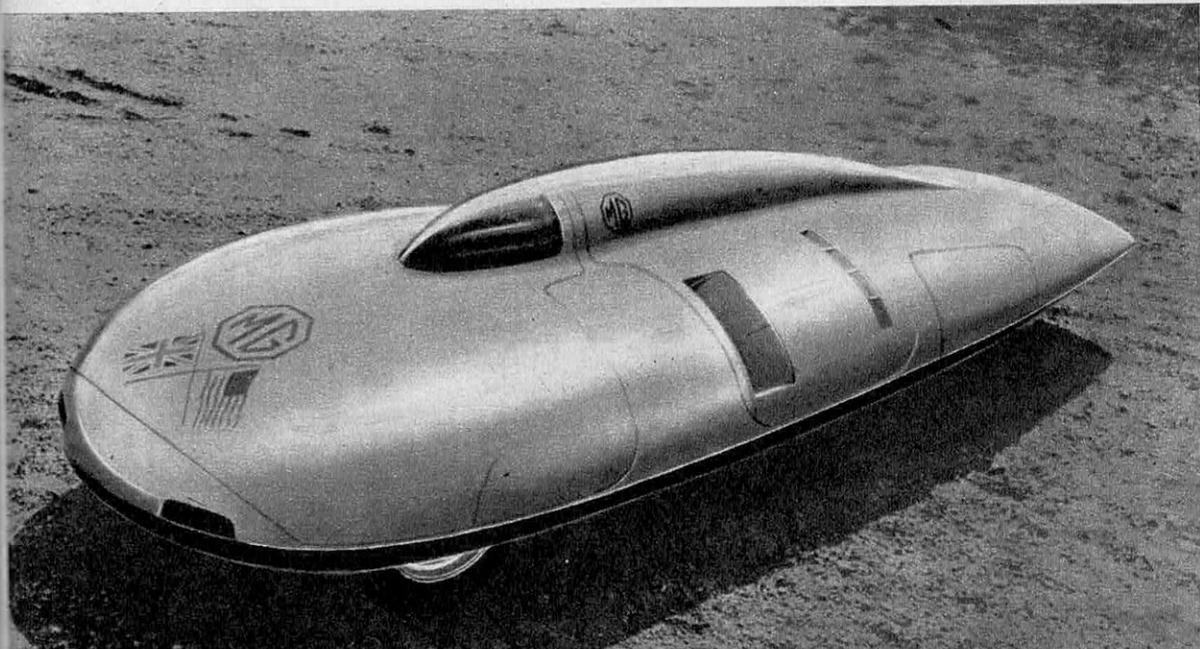
On tend cependant actuellement à revenir à la solution classique de la carène unique. Pour les voitures de très petite cylindrée, on peut prévoir que toutes les ressources des règlements seront mises à profit. Ils imposent, en particulier, la présence de quatre roues, mais non leur répartition en deux essieux; rien n'empêche de les disposer en losange.

On peut alors concevoir un fuseau central contenant le pilote, le moteur et deux roues axiales, avec deux carénages latéraux couvrant les deux autres roues. Le gain sur le maître-couple est énorme et le Cx, qui dépend de l'allongement, est également amélioré.

Il n'est pas inutile d'insister enfin sur la nécessité d'utiliser correctement la puissance. Le moindre pignon doit évidemment être rectifié avec le plus grand soin et les suspensions jouent un rôle non moins important car on ne peut tolérer le moindre rebond des roues, en particulier des roues motrices; les amortisseurs ont un rôle ingrat à remplir en assurant le contact permanent des roues avec le sol.

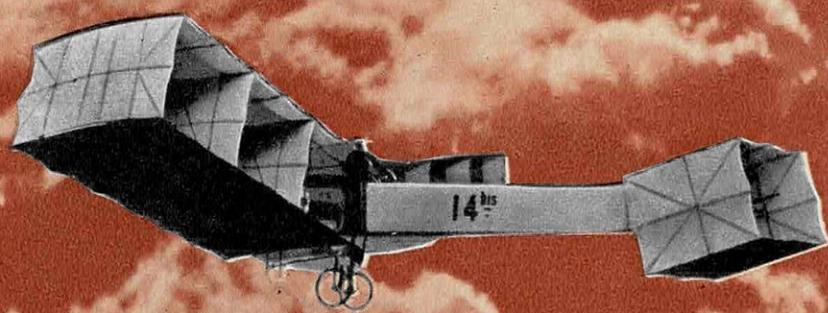
Tous ces problèmes se retrouvent sur les voitures normales, mais leur solution exige ici de véritables acrobaties techniques. Ceux qui les abordent doivent posséder une grande maîtrise dans tous les domaines. Ils sont à la pointe du progrès dont la construction normale doit bénéficier en définitive. Les records d'aujourd'hui préparent les performances normales des voitures de demain.

Jean BERNARDET

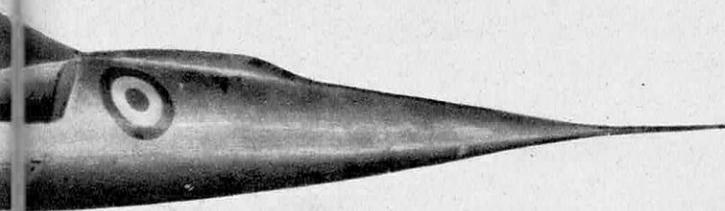




FAIREY/DELTA 2



SANTOS-DUMONT



**De l'hélice, au réacteur
et au moteur-fusée**

AVIONS RECORDS

LE 12 novembre 1906, à la prairie de Bagatelle, Santos-Dumont parcourait 220 m à 41 km/h sur son biplan historique à ailes cellulaires et établissait ce qu'on peut regarder comme le premier record de vitesse pour appareils plus lourds que l'air. Près d'un an s'écoula avant que Farman couvrit 771 m à 52,7 km/h, mais sept années plus tard, à la veille de la première guerre mondiale, le Déperdussin de Maurice Prévost atteignait 200 km/h. La vitesse avait quintuplé alors que la puissance du moteur avait seulement triplé. Ce succès est donc à rapporter surtout au perfectionnement des formes, très rudimentaires à l'origine et qui s'affinaient rapidement.

Ainsi l'avion, au début de la guerre de 1914, avait à peine franchi le cap de 200 km/h. En 1920, la puissance ayant seulement doublé, le record n'avait gagné que 72 km/h. Puis la progression est remarquable et, en moins de cinq ans, en doublant une nouvelle fois la puissance, on passe de 275 à près de 450 km/h, avec le record célèbre de l'adjudant Bonnet et de son « Ferbois ».

Le règne de l'hydravion

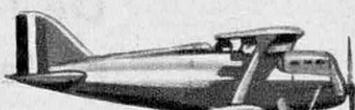
Ces progrès furent-ils trop rapides ? Toujours est-il qu'à partir de 1924, l'avion n'améliore pas sa performance et que de 1927 à 1934, il subit une éclipse de sept années au profit de l'hydravion. L'avantage de ce dernier résulte de ce qu'il peut se permettre de quitter l'eau et d'y revenir à des allures interdites à l'avion, tenu de décoller et d'atterrir sur des terrains en herbe imparfaitement nivelés.

En sept années, l'hydravion atteint un peu plus de 700 km/h. Mais à quel prix ! Le Supermarine S-6 anglais de 1929 avait

LES RECORDS DES AVIONS A HÉLICE

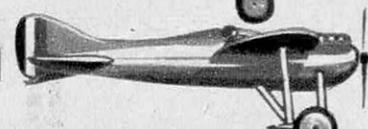
358,836 km/h 13 octobre 1922

CURTISS R-6, pilote: Général B. C. Mitchell



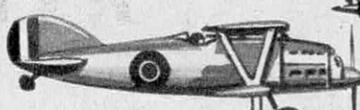
341,233 21 septembre 1922

NIEUPORT Sesquiplan, pilote: Sadi-Lecointe



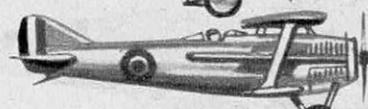
302,529 20 octobre 1920

NIEUPORT 29, pilote: Sadi-Lecointe



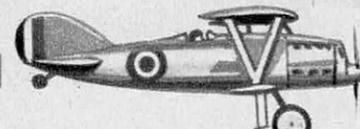
283,864 28 février 1920

SPAD 20 bis, pilote: Casale



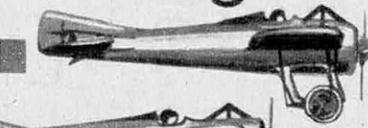
275,862 7 février 1920

NIEUPORT 29, pilote: Sadi-Lecointe



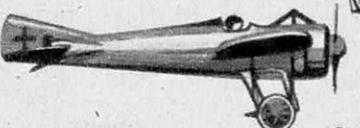
203,850 29 septembre 1913

DEPERDUSSIN, pilote: Prévost



145,161 13 janvier 1912

DEPERDUSSIN, pilote: Védrines



133,136 21 juin 1911

NIEUPORT, pilote: Nieuport



106,508 10 juillet 1910

BLERIOT XI, pilote: Morane



76,985 28 août 1909

BLÉRIOT XII, pilote: Blériot



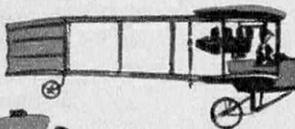
69,821 23 août 1909

GLENN-CURTISS, pilote: Glenn Curtiss



52,700 26 octobre 1907

FARMAN-VOISIN, pilote: Henri Farman



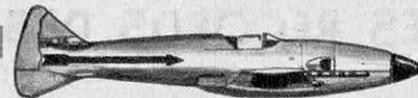
41,292 km/h 12 novembre 1906

SANTOS-DUMONT, pilote: Santos Dumont



755,138 km/h 29 avril 1939

MESSERSCHMITT 109 R, pilote : Wendel



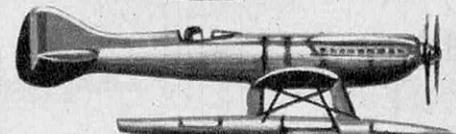
746,664 30 mars 1939

HEINKEL HE 112 U, pilote : Dieterle



709,209 23 octobre 1934

MACCHI MC 72, pilote : Lt Agello



682,078 10 avril 1933

MACCHI MC-72, pilote : Lt Agello



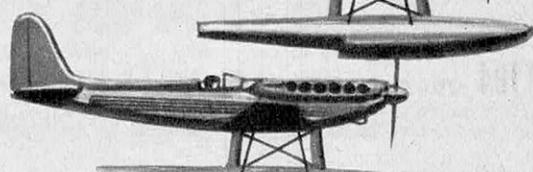
655,000 29 septembre 1931

SUPERMARINE S-6 B, pilote : Stainforth



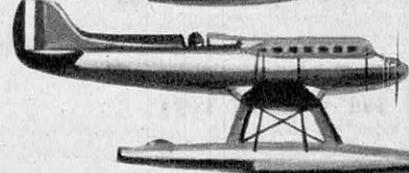
575,700 12 septembre 1929

SUPERMARINE S-6, pilote : Orlebar



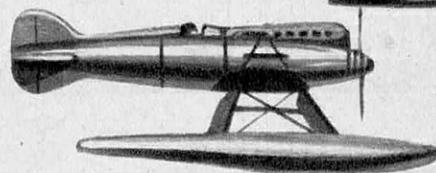
541,100 10 septembre 1929

GLOSTER VI, pilote : Stainforth



512,776 30 novembre 1928

MACCHI M 52 bis, pilote : De Bernardi



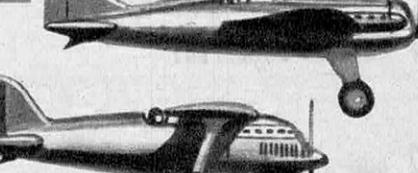
448,171 11 décembre 1924

BERNARD V2, pilote : Adj.-chef BONNET



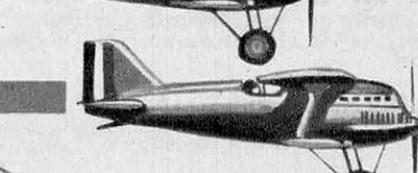
429,025 4 novembre 1923

CURTISS R2C - 1, pilote : Lt Williams



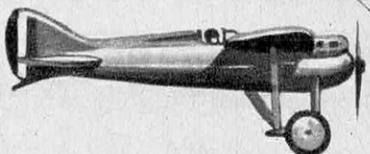
417,078 2 novembre 1923

CURTISS R2 C-1, pilote : Lt Bron



375,000 km/h 15 février 1923

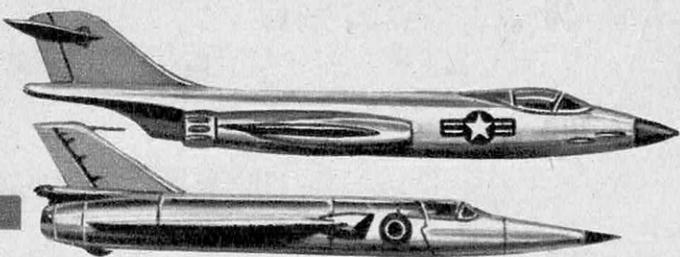
NIEUPORT Sesquiplan, pilote : Sadi-Lecointe



LES RECORDS DES AVIONS A RÉACTION

1943,000 km/h 10 décembre 1957

Mc Donnell F 101 « Voodoo » pilote : Drew



1822,000 10 mars 1956

Fairey F D 2 pilote : P. Twiss

1323,000 20 août 1955

North Amer F 100 C « SUPER SABRE » pilote : Hanes

1251,000 29 octobre 1953

Nth Amer YF 100 SUPER SABRE piloté : Everest

1211,000 3 octobre 1953

Douglas F 4D - 1 « SKYRAY » pilote : J. Verdin

1184,000 25 septembre 1953

Supermarine « SWIFT » F 4 pilote : Lithgow

1171,000 7 septembre 1953

Hawker « HUNTER » F 3 pilote : Neville F. Duke

1151,798 16 juillet 1953

North American F. 86-D « SABRE » pilote : Barnes

1124,137 19 novembre 1952

North American F. 86-D « SABRE » pilote : J. S. Nash

1079,841 15 septembre 1948

North American F.86 A « SABRE » pilote : Johnson

1047,000 25 août 1947

Douglas-D-558-1 « SKYSTREAK » pilote : Marion Carl

1002,000 19 juin 1947

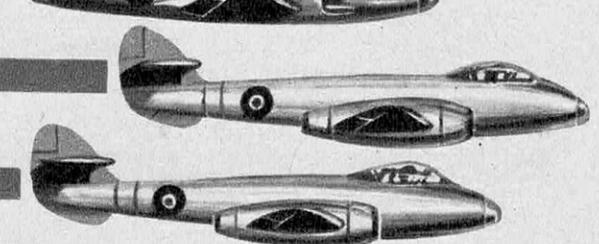
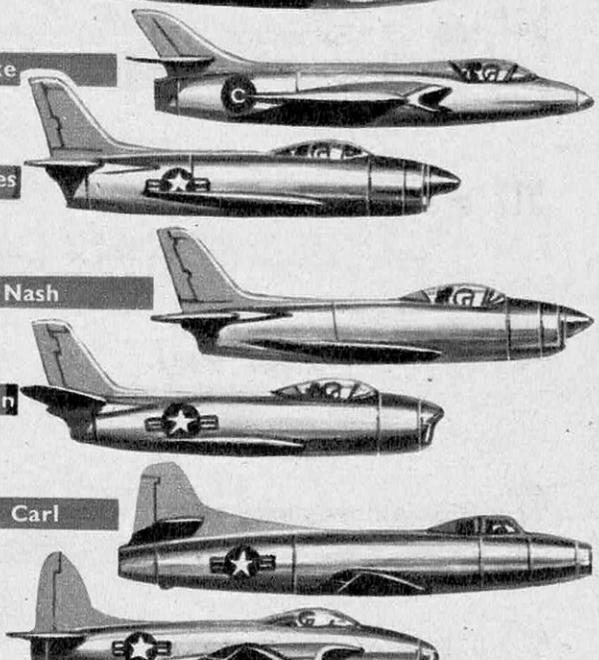
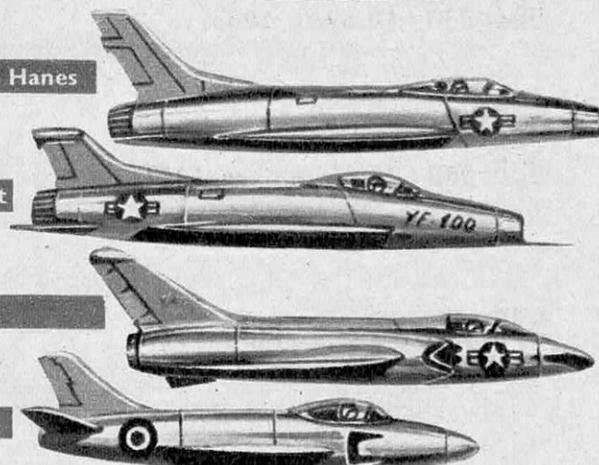
Lockheed P 80 R pilote : Colonel A. Boyd

991,000 7 novembre 1946

Gloster « MÉTÉOR » IV pilote : E. M. Donaldson

969,000 km/h 7 septembre 1946

Gloster « MÉTÉOR » IV pilote : J. Wilson



besoin de 1900 ch pour voler à 575 km/h, alors que l'avion de l'Américain Howard Hughes ne demandait en 1935 que 700 ch pour une vitesse presque égale (567 km/h). Mieux, le Macchi M-52 bis de 1928 disposait de 1000 ch et affichait 512 km/h, alors que pour une vitesse du même ordre il ne fallait au Caudron C-460 de l'ingénieur Riffard que 370 ch en 1934.

C'est que l'avion, peu à peu, s'améliore, et c'est sur lui que s'accomplissent les étapes du véritable progrès technique. La mise au point des dispositifs hypersustentateurs (volets d'intrados, volets de courbure, etc.) permet d'augmenter la portance à l'atterrissement et au décollage, et par conséquent autorise une réduction de la surface alaire qui se traduit par de meilleures performances de vitesse en vol pour une même puissance. L'adoption de l'hélice à pas variable permet de tirer le meilleur parti de cette puissance dans toutes les phases de vol (décollage et montée plus aisées au petit pas; vitesse maximum accrue au grand pas). Enfin, la recherche de la traînée minimum conduit à l'amincissement des profils que l'hypersustentation autorise sans nuire à la vitesse d'atterrissement, et à l'escamotage en vol du train d'atterrissement, ce train qui ne sort qu'au début et à la fin du vol et que l'avion devait « traîner » durant tout ce vol. Il n'était pas question pour l'hydravion d'escamoter ses volumineux flotteurs.

La réaction entre en ligne

Au début de la deuxième guerre mondiale, l'avion à hélice plafonnait à 755 km/h avec 2 300 ch. A peine est-elle terminée que le chasseur à réaction affiche 990 km/h, mais avec l'équivalent de 12 000 chevaux.

Des 600 chevaux du « Ferbois » de 1924 aux 2 300 ch du Messerschmitt de 1939, l'avion à hélice avait exigé une puissance presque quadruplée pour passer de 450 à 750 km/h. Pour les 1000 km/h, la puissance doit être multipliée par vingt. Pour satisfaire ce besoin de puissance toujours accru, les ingénieurs se livrent à un travail acharné. La poussée des turboréacteurs gagne sans cesse, en particulier par l'adoption de la post-combustion. Aussi l'avion se trouve bientôt devant un redoutable problème aérodynamique posé par la compressibilité de l'air au voisinage de la vitesse du son. Les règlements de la Fédération Aéronautique Internationale imposant toujours dangereusement l'altitude maximum de 75 mètres pendant les passages sur la base de 3 km, les pilotes se contentent de battre

le record précédent avec une marge tout juste suffisante, sans prendre de trop grands risques.

Par contre, dès que l'altitude de la tentative est laissée au choix du concurrent, le record fait un bond, gagnant en deux ans et demi près de 600 km/h, passant de 1 251 km/h à 1 822 km/h avec une puissance sensiblement doublée. La Fédération Aéronautique Internationale enregistre ainsi officiellement que la barrière sonique est vaincue, et même doublement puisque le record du Fairey FD-2 s'établissait au nombre de Mach 2,05 en altitude. En réalité, on pouvait affirmer qu'il était régulière-

LES CONDITIONS DES RECORDS

LES premiers records ne furent que la constatation d'une performance réalisée en cours d'essai puis en compétition. Une réglementation officielle s'avéra vite nécessaire, mais elle ne fut édictée que le 6 janvier 1920 par la Fédération Aéronautique Internationale.

Il fallait parcourir une base d'une longueur de 1 km deux fois dans chaque sens pour éliminer toute influence du vent; le chiffre retenu était la moyenne des quatre vitesses obtenues. L'avion ne devait pas dépasser une altitude de 75 m au-dessus de la base, ni s'élever à plus de 300 m au cours des virages de nouvelle présentation. La longueur de la base fut portée à 3 km en 1930, sans changement dans les exigences de hauteur maximum.

Jusqu'au 1^{er} janvier 1930, tous les records étaient considérés comme « records du monde ». A partir de cette date, on distingua les « records internationaux » (avec charge et sur certaines distances remarquables) des « records du monde » absolus, au nombre de sept : vitesse, durée, distance en circuit fermé et en ligne droite, altitude, distance et durée avec ravitaillement en vol. A partir du 1^{er} avril 1933, il n'y eut plus que quatre « records du monde » : distance en ligne droite, en circuit fermé, altitude, vitesse pure.

Pour le record de vitesse, le règlement prévoit maintenant une base de 15 ou 25 km à parcourir une fois dans chaque sens. L'altitude est laissée au choix du pilote, sous réserve de moyens de contrôle suffisants. Une entrée de base de 5 km est prévue, dans laquelle l'altitude est rigoureusement contrôlée pour éviter toute fraude pouvant résulter d'un piqué préalable.

ment battu par plusieurs avions en essai dont les performances étaient tenues secrètes. Faire état des vitesses atteintes par des prototypes d'appareils militaires, était renseigner le voisin sur les possibilités de son matériel, et les impératifs de la défense nationale s'y opposent. Il a fallu attendre le 10 décembre 1957 pour que le McDonnell F-101 revendique le record avec 1943 km/h, performance certainement déjà dépassée par d'autres types d'appareils plus poussés.

Les records officieux

Encore ne s'agit-il pas de ce que l'on appelle les records officieux qui sont le fait d'appareils expérimentaux propulsés par moteurs-fusées, records chiffrés, mais que la Fédération ne peut homologuer.

Plus l'avion va vite, et plus son pilote recherche la sécurité de l'altitude, et d'ailleurs l'altitude seule permet d'atteindre les vitesses sensationnelles.

Aux hautes altitudes, le turboréacteur perd une partie de son prestige au profit de la fusée, capable d'y fournir la poussée indispensable. Comme sa durée de fonctionnement est limitée, on retarde le plus possible l'instant de sa mise en action en faisant transporter l'avion qui en est équipé par un autre avion porteur qui le largue entre 7 000 et 10 000 mètres. Le vol n'est pas homologable puisque l'avion n'a pas quitté le sol par ses propres moyens comme l'exige le règlement officiel.

Le premier record officieux est celui du grand pilote américain Charles Yeager qui, en octobre 1947, vola à 1 150 km/h, alors que le record officiel était de 1 047 km/h. Cette différence peut sembler peu de chose;

MCDONNELL F-101

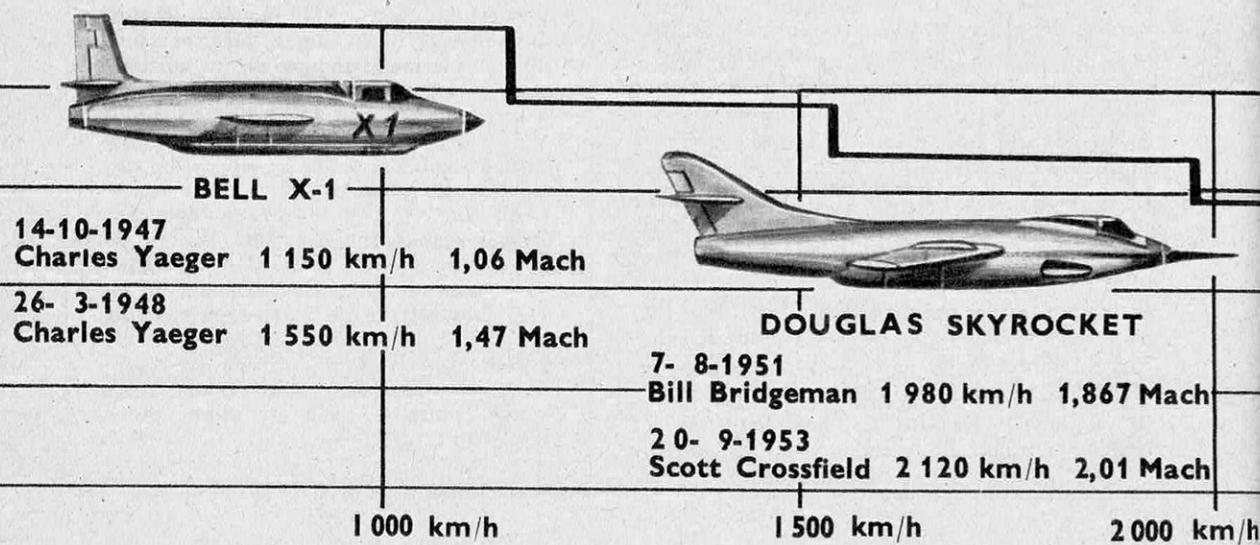
Piloté par le Major Adrian E. Drew, ce chasseur de l'U. S. Air Force a atteint officiellement la vitesse record de 1 943 km/h. C'est un biréacteur avec post-combustion. Le prototype avait, dès 1954, dépassé Mach 1 lors de son premier vol



en fait, elle marque une date dans l'histoire de l'aviation, car Yeager, pour la première fois, venait de dépasser la vitesse du son, moins grande en altitude qu'au voisinage du sol.

La voie était tracée et le record officieux monte en flèche. En août 1951, le Douglas D 558-2 de Bridgeman atteint 1 980 km/h à 25 000 m d'altitude, puis, le 21 novembre 1953, 2 120 km/h à seulement 11 000 m, doublant pour la première fois le cap de Mach 2. Moins d'un mois plus tard, Yeager obtient 2 640 km/h de son Bell X-1 A volant à 21 350 m. Enfin, le capitaine Apt, le 27 septembre 1956, porte son Bell X-2 à plus de 3 520 km/h à 11 000 m, avant que son appareil se désintègre en l'air.

Toutes ces performances furent accomplies par des avions-fusées, délicats à piloter, et il fallait bien les 15 km de la piste de





Muroc, par exemple, pour leur permettre de reprendre contact avec le sol après une descente en vol plané. L'emploi de combustibles extrêmement dangereux augmente le risque et les accidents ne manquent pas. Un des trois Bell X-1 construits est détruit pendant les opérations de remplissage des réservoirs par une explosion provoquée par une erreur de manipulation. La rencontre de produits réagissant aussi brutalement que l'acide nitrique et le monoéthylaniline ou l'alcool éthylique et l'oxygène liquide a des effets catastrophiques hors de la chambre de combustion spécialement prévue pour cela. L'unique Bell X-1 A est détruit aussi en août 1955 par une explosion de même origine au moment où il va être largué de son avion porteur. Le Bell X-1 D connaît le même sort en vol, immédiatement

après son largage. Quant aux deux Bell X-2, le premier est pulvérisé en vol, toujours par une explosion, au mois de mai 1954, et le second se désintègre comme nous l'avons dit, le 27 septembre 1956, victime d'un phénomène d'aéroélasticité, à l'époque mal connu.

Ces catastrophes n'ont pas empêché North American d'accepter un contrat pour la construction d'un appareil encore plus révolutionnaire, l'X-15 qui doit pouvoir monter à plus de 75 000 mètres et atteindre une vitesse de Mach 10. Quel que soit le succès de cette entreprise, il semble qu'il est grand temps que, dans ce domaine si particulier de l'emploi de l'avion, l'engin autopiloté et autoguidé vienne relayer l'homme.

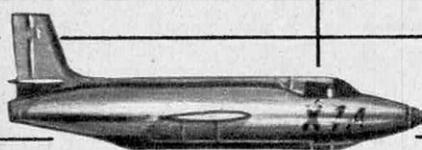
J. GAMBU

Les records « officieux » des avions à moteur-fusée

BELL X-1 A

12-12-1953

Charles Yaeger 2 640 km/h 2,5 Mach



2 500 km/h

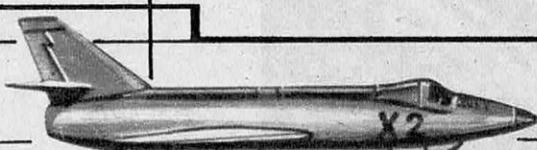
BELL X-2

25- 7-1956

Frank Everest 3 040 km/h 2,9 Mach

27- 9-1956

Milburn Apt 3 520 km/h



3 000 km/h

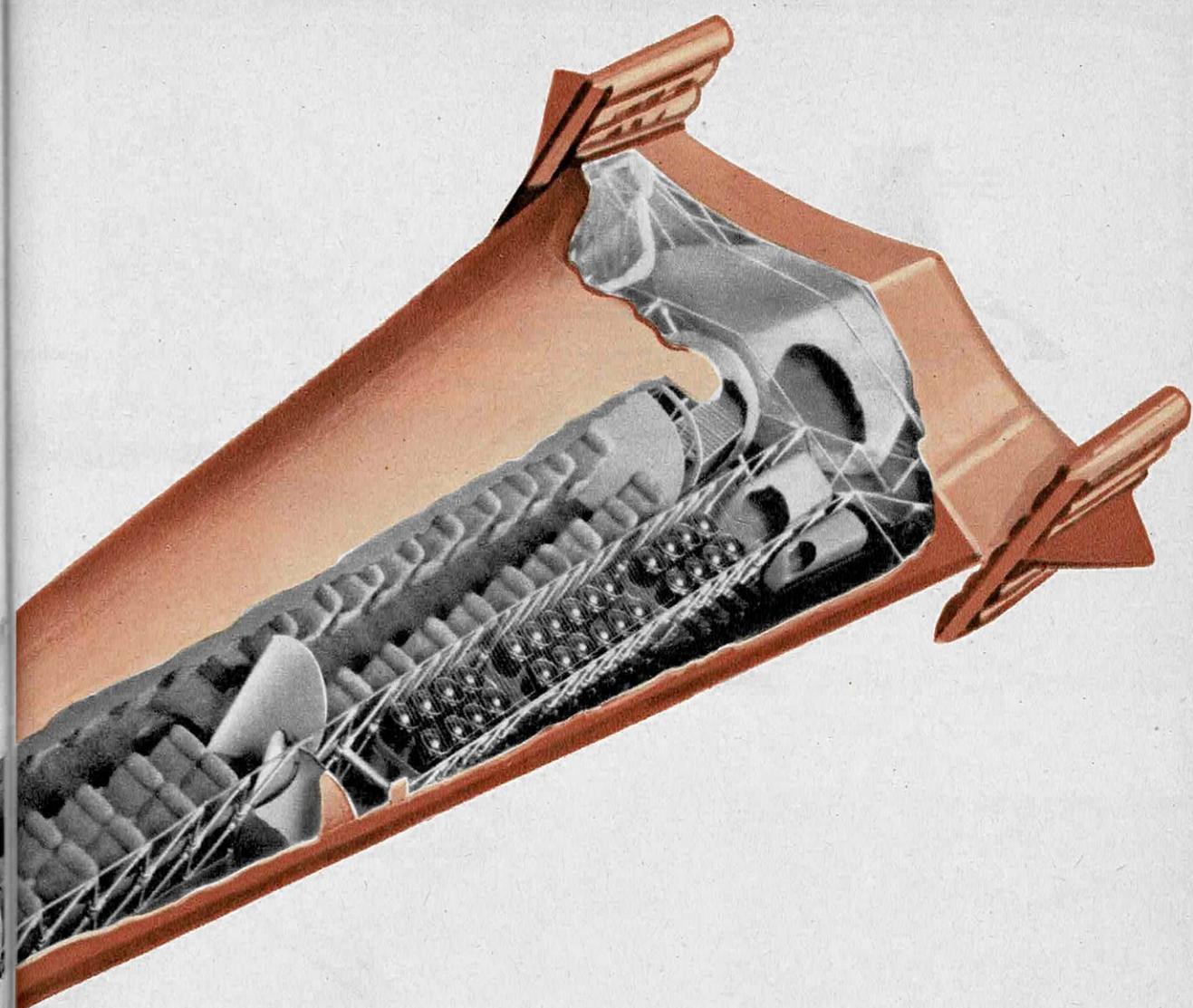
3 500 km/h

LE TRANSPORT SUPERSONIQUE

Le projet d'appareil de transport supersonique présenté en août 1957 par Sir Miles Thomas, président du Comité spécial de la Ligue Aérienne de Grande-Bretagne, est un avion atteignant une vitesse de 2 800 km/h, naviguant à 18 000 m, et qui transporterait 135 passagers de Londres à New York en 2 h 30 mn. Le décollage et l'atterrissement à la verticale seraient demandés à un ensemble de turbo-réacteurs verticaux dont on aperçoit une double rangée dans le fuselage-voilure en delta ; les réacteurs propulsifs sont logés dans la double dérive.

Pour le transport aérien : L'AVION RAPIDE EST LE PLUS ECONOMIQUE





L'AVION, privé, commercial ou militaire, ne cesse d'accroître sa vitesse. Aux 280 km/h des avions commerciaux de 1939 ont succédé les 450 km/h de 1946, les 600 km/h de 1958 ; des centaines de longs-courriers à 900-925 km/h vont entrer en service en 1959. Dans l'aviation militaire d'aujourd'hui, l'ère du transsonique n'a duré que quelques années ; le bombardier supersonique suit aujourd'hui dans sa course de chasseur de Mach 2 ; les Mach 3 seraient rapidement atteints par l'un et par l'autre si les engins balistiques de Mach 20 à 25 leur laissaient quelque espoir de survie.

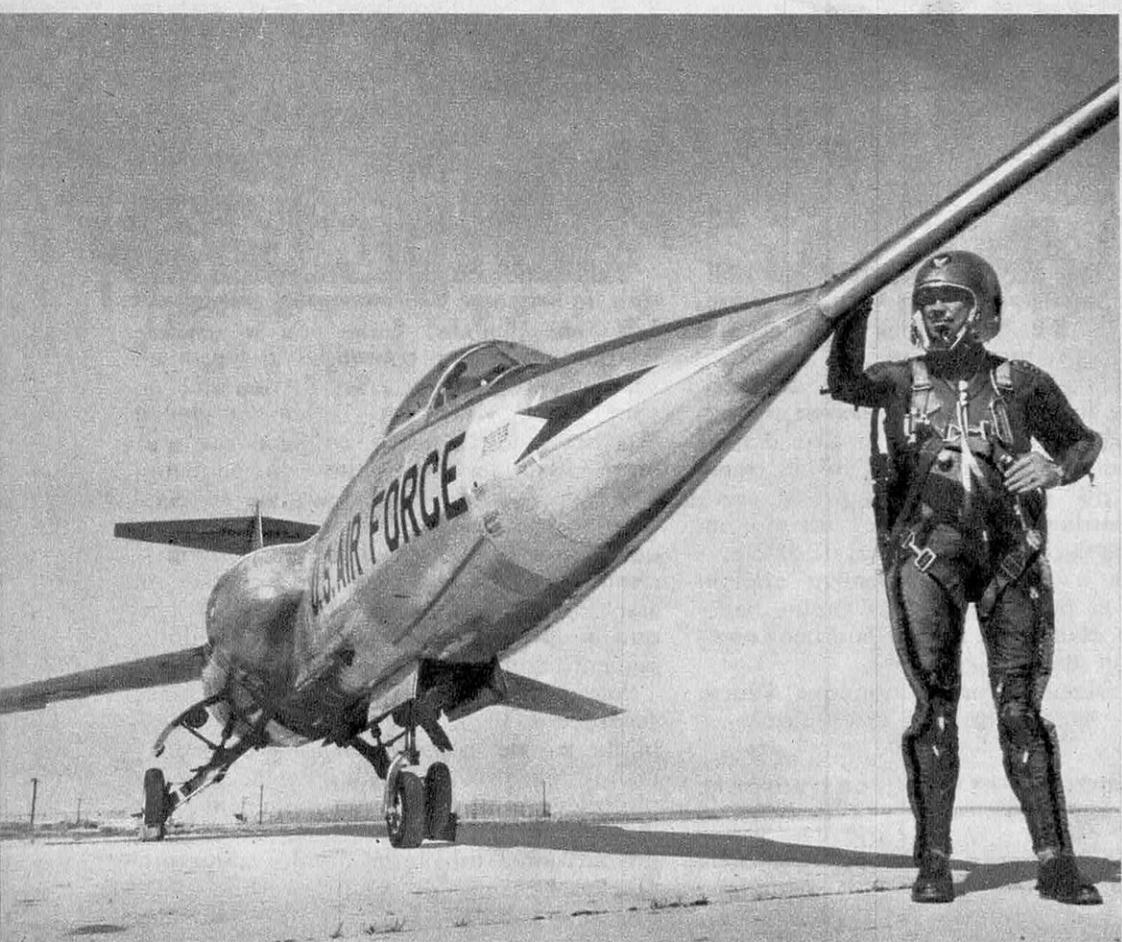
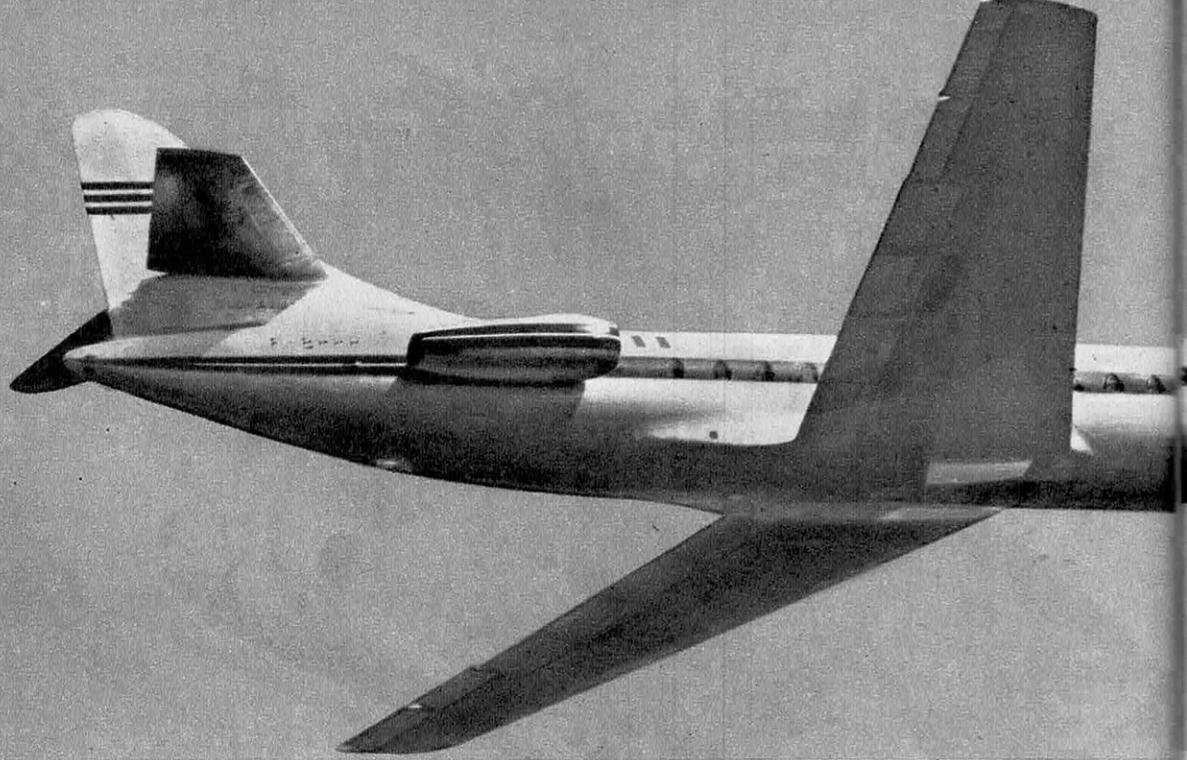
Deux facteurs, l'un économique, l'autre technique expliquent cette croissance.

Le gain de temps et le coût de transport

Si « le temps est de l'argent », il est normal que l'usager mette en balance le coût d'un transport et le gain de temps.

Telle était bien, jusqu'en 1939, la justification de la course à la vitesse des paquebots. L'homme d'affaires pressé ou le touriste fortuné pouvaient consentir de payer un supplément pour traverser l'Atlantique en cinq jours, alors que l'émigrant devait accepter une traversée en sept ou huit jours. Mais les possibilités du paquebot s'arrêtaient là. Les armateurs ne se déclinaient pas à commander le « paquebot de quatre jours », craignant de ne pouvoir le remplir par des passagers assez pressés ou assez riches pour payer l'économie du cinquième jour. L'avion a, depuis, définitivement enterré ce projet.

Sur de nombreuses routes, la préférence accordée à l'avion sur le paquebot s'explique par des considérations de ce genre ; malgré un prix de passage généralement plus élevé, il s'impose non seulement pour l'homme d'affaires pressé, mais aussi pour du personnel subalterne ou des émigrants. Quelques exemples le préciseront.

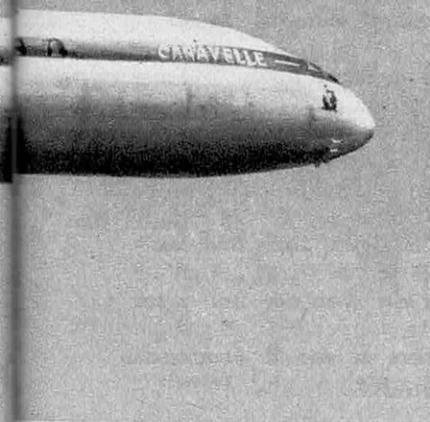


Starfighter

Shooting Star

◀ LA « CARAVELLE » moyen-courrier français à réaction

Commandé par Air-France et de nombreuses compagnies étrangères, la «Caravelle» de Sud-Aviation, qui vole depuis mai 1955, entrera en service en 1958. C'est un appareil de 41 000 kg équipé de deux turboréacteurs Rolls-Royce «Avon» dont la disposition à l'arrière du fuselage assure à la fois un confort parfait et une excellente finesse de la voilure. Il doit transporter 70 passagers à 740 km/h.



« SHOOTING STAR » ET « STARFIGHTER » du transsonique au supersonique

Premier chasseur à réaction allié de la seconde guerre mondiale, le Lockheed «Shooting Star», construit dans le temps record de 143 jours, volait en janvier 1944 et atteignait 970 km/h; la version biplace est encore produite en série cette année. Le «Starfighter», autre Lockheed, fut le premier intercepteur à dépasser Mach 2; il vola pour la première fois en février 1954 et c'est toujours le plus rapide des intercepteurs actuellement en service; il marque le triomphe de la voilure droite extra-mince pour les vitesses du haut supersonique.



Sur les lignes de l'Union française comme Paris—Tombouctou ou Paris—Fort Lamy, un employeur peut-il se permettre de payer le salaire d'un personnel, même subalterne, pendant les deux à trois semaines que représente le voyage combiné par terre et par mer, quand l'avion fait le même parcours en quelques heures ? Ici, le bénéfice kilométrique en faveur de l'avion s'ajoute au gain de vitesse pour écarter presque complètement le passager des lignes maritimes. Les conséquences d'un tel état de choses s'observent, bien qu'à un moindre degré, jusque dans le trafic France-Maroc, où il a fallu retirer récemment des lignes le plus important des paquebots qui les desservaient jusqu'ici.

Un problème analogue va se poser pour le « transport de masse », seul espoir de rentabilité pour les centaines d'avions destinés aux lignes transatlantiques pendant les prochaines années. La croissance continue du revenu américain, en même temps que le prix du passage aérien qui se maintient ou diminue, permet au salarié moyen de passer ses vacances en Europe. Mais la durée limitée de son congé annuel lui interdit d'en passer la moitié sur un paquebot.

La meilleure démonstration de l'intérêt du transport aérien, lorsqu'on fait entrer en compte le salaire du personnel transporté, est fournie par les armateurs eux-mêmes. On voit continuellement, dans les revues

spécialisées, l'annonce de l'affrètement d'un avion pour transporter une équipe de Calcutta ou Karachi en Europe, ou vice versa, par un armateur qui ne se soucie pas de lui régler son salaire au cours d'un voyage en mer.

La même question se pose en matière de transports militaires. La Deuxième Guerre mondiale a montré que l'entretien d'un corps expéditionnaire lointain, avec la chaîne de dépôts et de magasins indispensables, les convois et les escortes, absorbe beaucoup plus de personnel et de matériel qu'il n'en est engagé directement sur le front. Aujourd'hui l'avion peut livrer en vingt-quatre heures, à l'autre bout du monde, le soldat formé et l'obus sortant de l'atelier de chargement. Le choix entre les transports de surface et le transport aérien dépend certainement du type des unités terrestres engagées. Une guerre conduite par divisions aéroportées et engins atomiques tactiques s'accommoderait du transport aérien intégral.

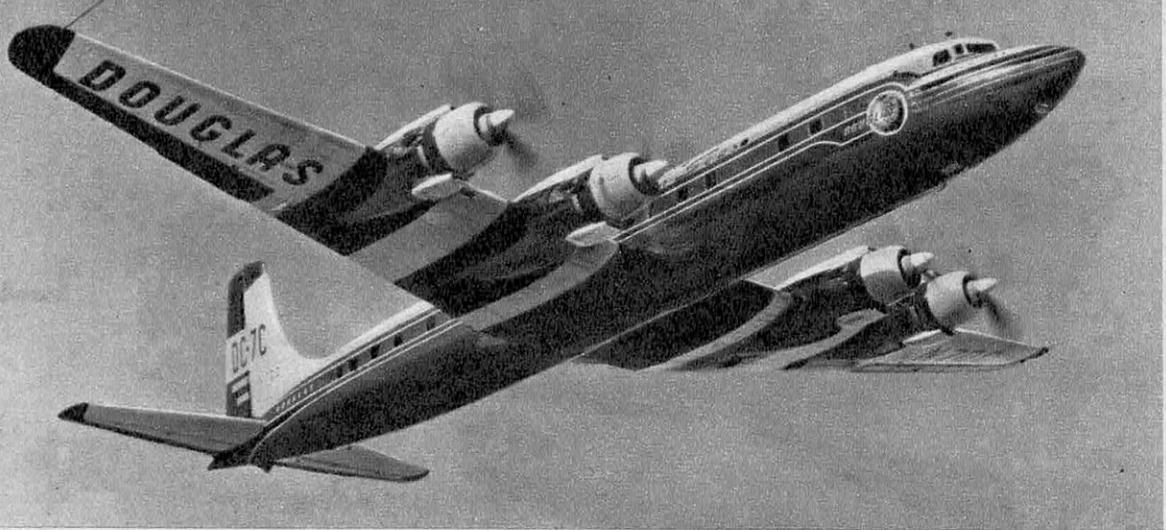
Vitesse et altitude

Sur la terre et sur l'eau, pour l'automobile, le train ou le navire, aux plus fortes des vitesses commerciales réalisées à ce jour, la résistance à l'avancement varie sensiblement comme le carré de la vitesse et réclame un moteur dont la puissance varie comme

Avions longs-courriers équipés de moteurs compounds

Les Douglas DC-7 et les Lockheed Super-Constellation étaient jusqu'ici les appareils les mieux adaptés aux plus difficiles des lignes de longs-courriers. Ce





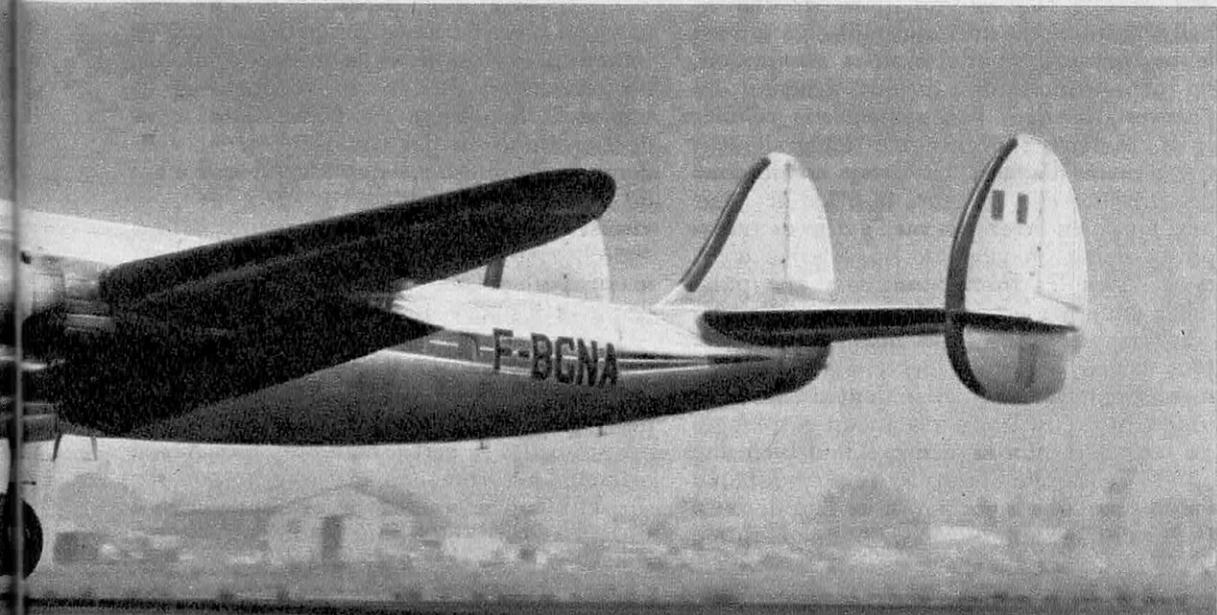
DC-7C

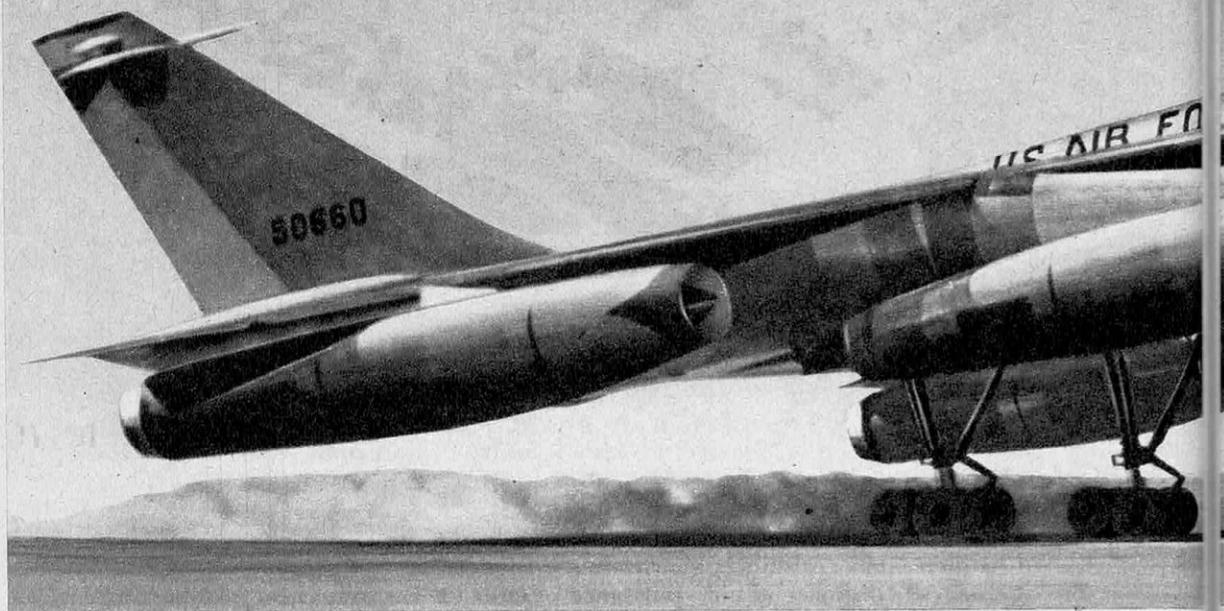
son cube. Pour aller deux fois plus vite, il faut vaincre une résistance quatre fois plus grande et disposer d'une puissance huit fois plus forte. L'avion échappe entièrement à cette servitude. Il n'est pas astreint à demeurer au voisinage du sol et, à mesure que sa vitesse de croisière augmente, il peut relever son altitude de navigation. Sa résistance aérodynamique, sa « trainée », croît bien comme le carré de la vitesse, mais elle décroît aussi proportionnellement

à la densité ; les deux variations en sens inverse se compensent, jusqu'aux vitesses actuelles des avions de transport à réaction du moins ; la portance suit la même loi que la trainée. Si, à 12 000 m, un Douglas DC-8 peut naviguer deux fois plus vite qu'un DC-4 à faible altitude, c'est parce qu'il se déplace dans de l'air quatre fois moins dense ; s'il peut se soutenir dans de l'air aussi léger, c'est parce qu'il navigue deux fois plus vite.

n'est cependant que sur leurs dernières versions DC-7 C (ci-dessus) et Superstar-Constellation (ci-dessous) dotées de voilures à grand allongement et mi-

ses respectivement en service en 1956 et 1957, que ces appareils sont parvenus à des rayons d'action atteignant 9 000 à 10 000 km par vent nul.





CONVAIR « HUSTLER » bombardier supersonique

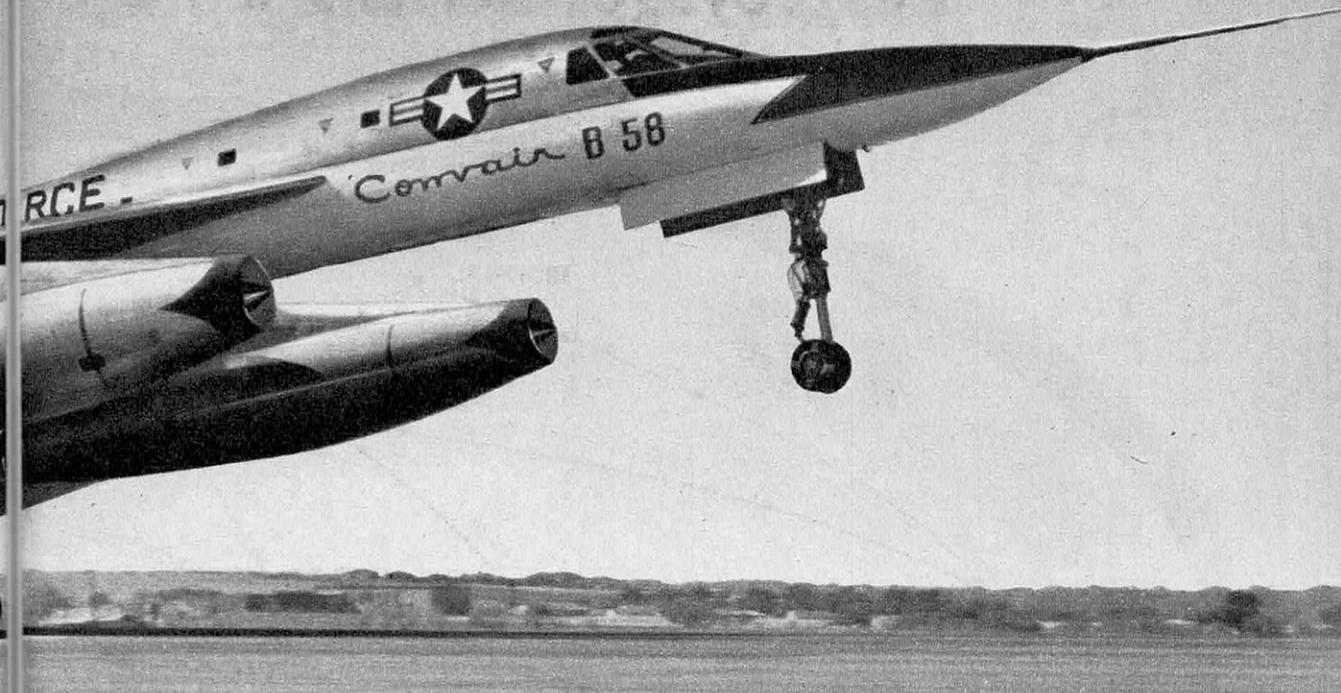
Un peu moins rapide que le « Starfighter », ne dépassant pas Mach 1,85 (2 000 km/h), le « Hustler » est le premier bombardier supersonique à être construit en série. C'est un quadrireacteur, équipé des mêmes J-79 que le « Starfighter ». Sa voilure en delta, dont la portance maximum n'est obtenue qu'à une grande incidence, explique sa position cabrée au décollage.

Tant que la consommation par cheval-heure reste à peu près constante, ce qui est le cas aujourd'hui du moteur compound, du turbopropulseur et du turboréacteur, les progrès faits dans l'allégement des cellules et des moteurs se répercutent intégralement sur le rayon d'action. La vitesse est obtenue de surcroît ; elle est gratuite. Rien ne serait plus faux que de concevoir l'avion de transport comme un véhicule où, à force d'en-tasser dans les fuseaux-moteurs une puissance toujours accrue et de consentir une consommation de combustible toujours plus élevée, on atteint des vitesses dont les esprits économies se demandent si elles sont vraiment utiles. Il n'y a là aucun gaspillage. La traînée restant la même, il faut bien une puissance double pour la vaincre lorsque l'avion navigue à 900 km/h au lieu de faire seulement 450 km/h. Mais, comme la durée

de trajet est réduite de moitié, la consommation totale ne varie pas. Telle est, sans calcul, la plus simple des démonstrations qu'on puisse donner de la formule établie voici bientôt un demi-siècle par Bréguet, où le rayon d'action s'exprime en fonction de la finesse de l'avion, du rendement du moteur et de l'hélice (lorsqu'il y en a une), de la proportion du poids total consacré au combustible, sans que la vitesse intervienne à aucun titre.

Les considérations précédentes supposent, ce qui se vérifie assez exactement pour le moteur à explosions et le turbopropulseur, un rendement d'hélice indépendant de la vitesse. L'hypothèse est fausse dans le cas de la propulsion par réaction, où le « rendement propulsif », qui est l'équivalent de ce rendement d'hélice, croît avec la vitesse. C'est une raison majeure de rechercher sur l'avion à réaction la vitesse maximum permise par les voilures en flèche et les ailes minces.

La poussée du turboréacteur, à une altitude donnée, est sensiblement indépendante de la vitesse : la puissance utile, produit de la poussée par la vitesse, est alors proportionnelle à cette dernière. Le même réacteur qui donne ses 5 000 kg de poussée sur un avion de 800 km/h les donne encore sur un avion à 960 km/h et ne consomme



pas davantage de combustible à l'heure. Le gain de vitesse est alors tout bénéfice : il augmente à la fois la puissance, le rendement propulsif et le rayon d'action.

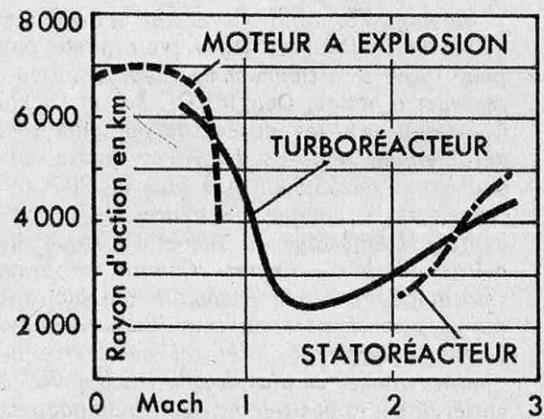
Vers le transport supersonique

Les études d'avions de transport supersoniques et les traversées de l'Atlantique en trois heures paraissent peut-être prématuées, alors que le premier des avions qui la fera en six heures n'entrera pas en service avant décembre 1958. Cependant ces études se multiplient en plusieurs pays. Lockheed, le seul grand constructeur américain qui n'ait pas bénéficié des commandes actuelles de quadriréacteurs, avait exposé dès 1955 les possibilités du transport à 1 600 km/h dans l'intention non dissimulée de faire l'impasse au Boeing 707 et au Douglas DC-8. Peu après, certains constructeurs britanniques, groupés pour une étude du

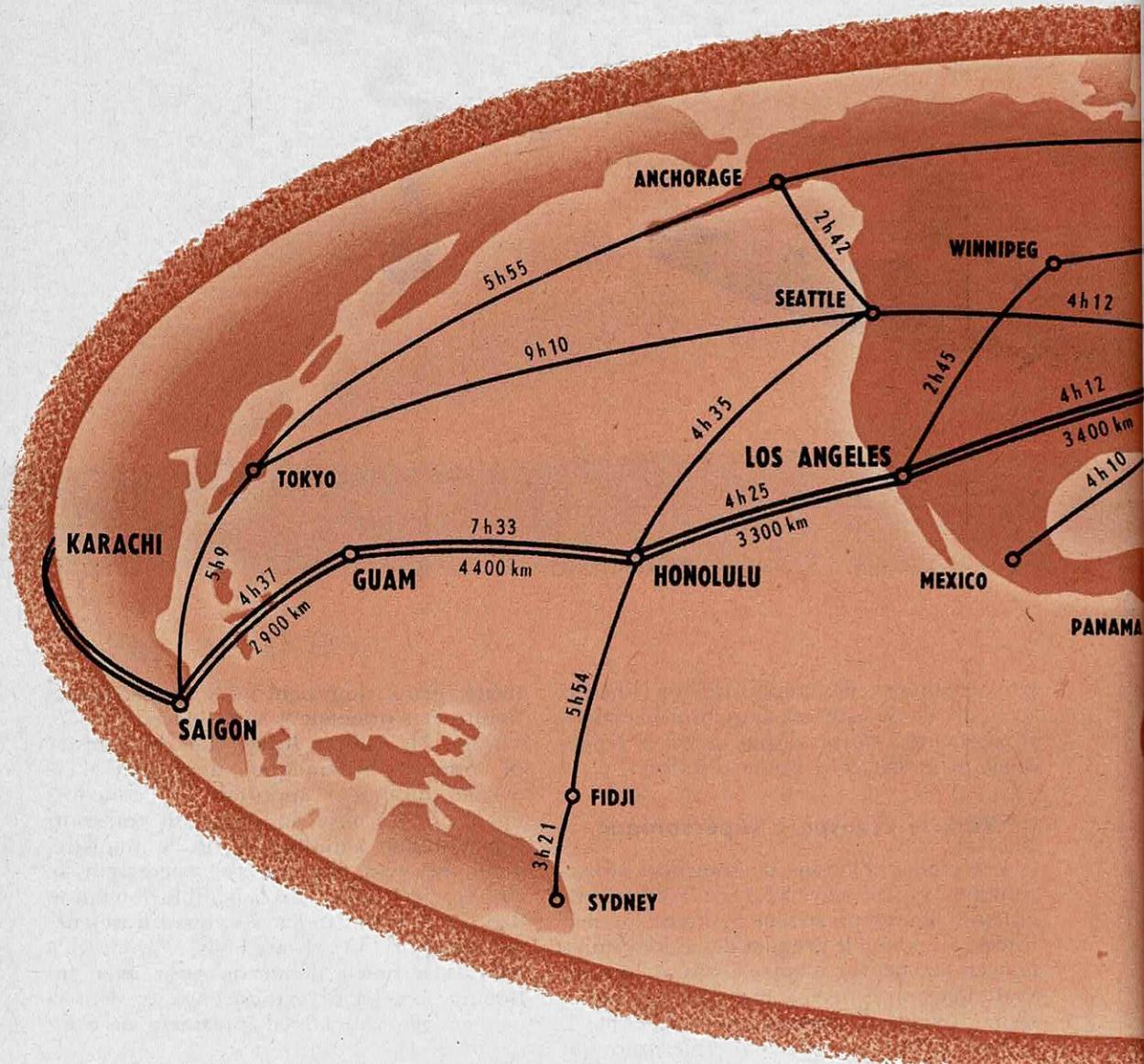
même genre, jugeaient cette vitesse insuffisante et s'orientaient vers Mach 2 (2 130 km/h) ; M. Aubrey Jones, chef du Ministry of Supply britannique, annonçait l'été dernier qu'il leur apportait son concours financier. La mise au point du transport supersonique s'impose, a dit le ministre, à qui ne veut pas que son successeur se trouve, vers 1962, dans la pénible obligation d'avoir à commander ses quadriréacteurs de transport aux États-Unis, comme il a fallu le faire au début de 1957 avec les Boeing 707. La France est engagée dans la même voie ; M. Héreil, président de Sud-

PROPELLION ET RAYON D'ACTION

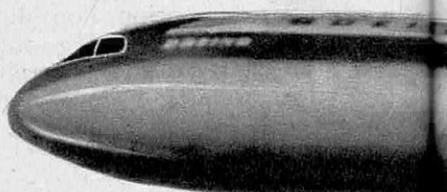
Le rayon d'action possible d'un avion de transport, maximum pour l'avion subsonique à hélice, décroît pour l'avion transsonique (mur du son), mais augmente à nouveau dans le domaine supersonique grâce à un meilleur rendement propulsif des réacteurs.



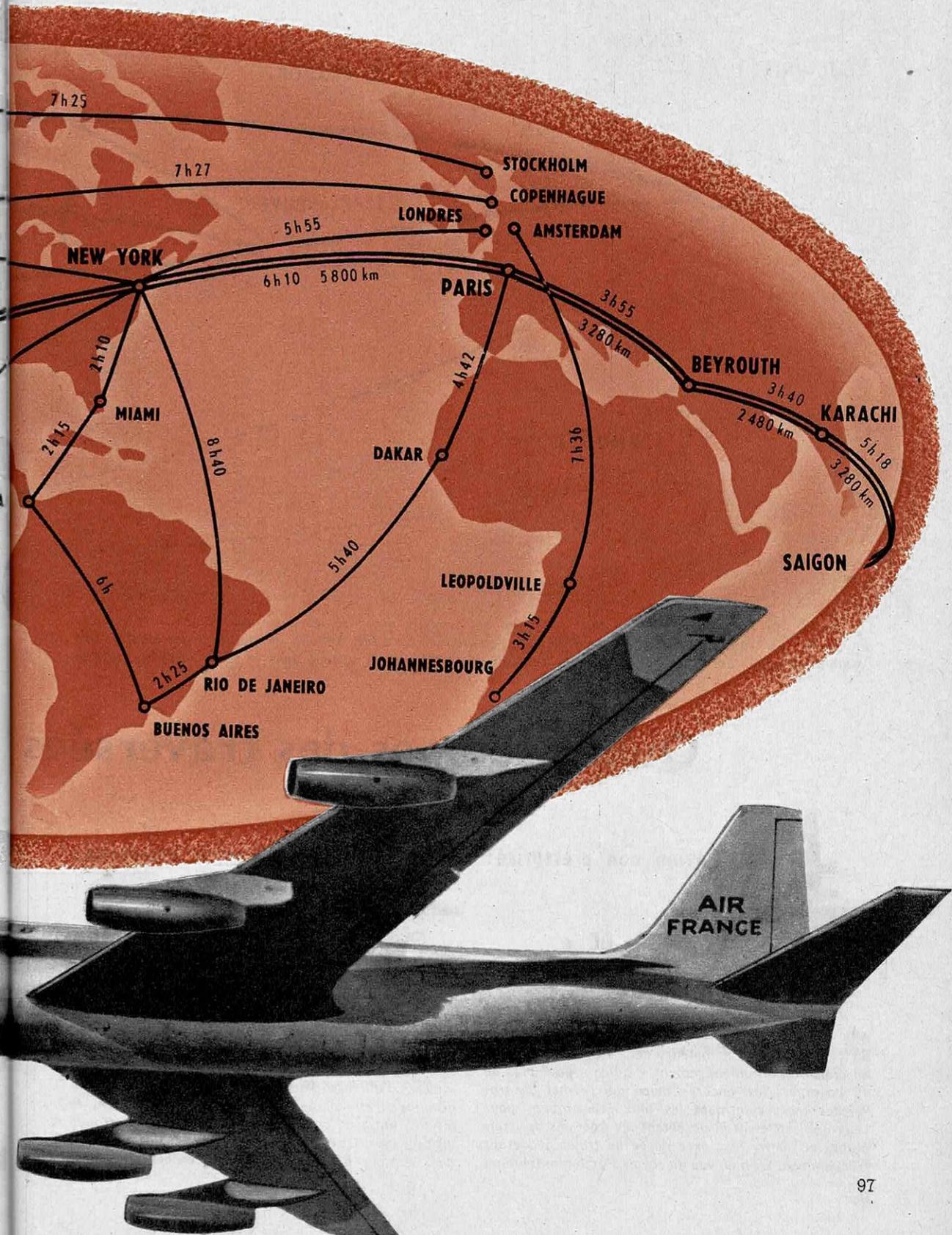
Les voyages aériens à l'âge

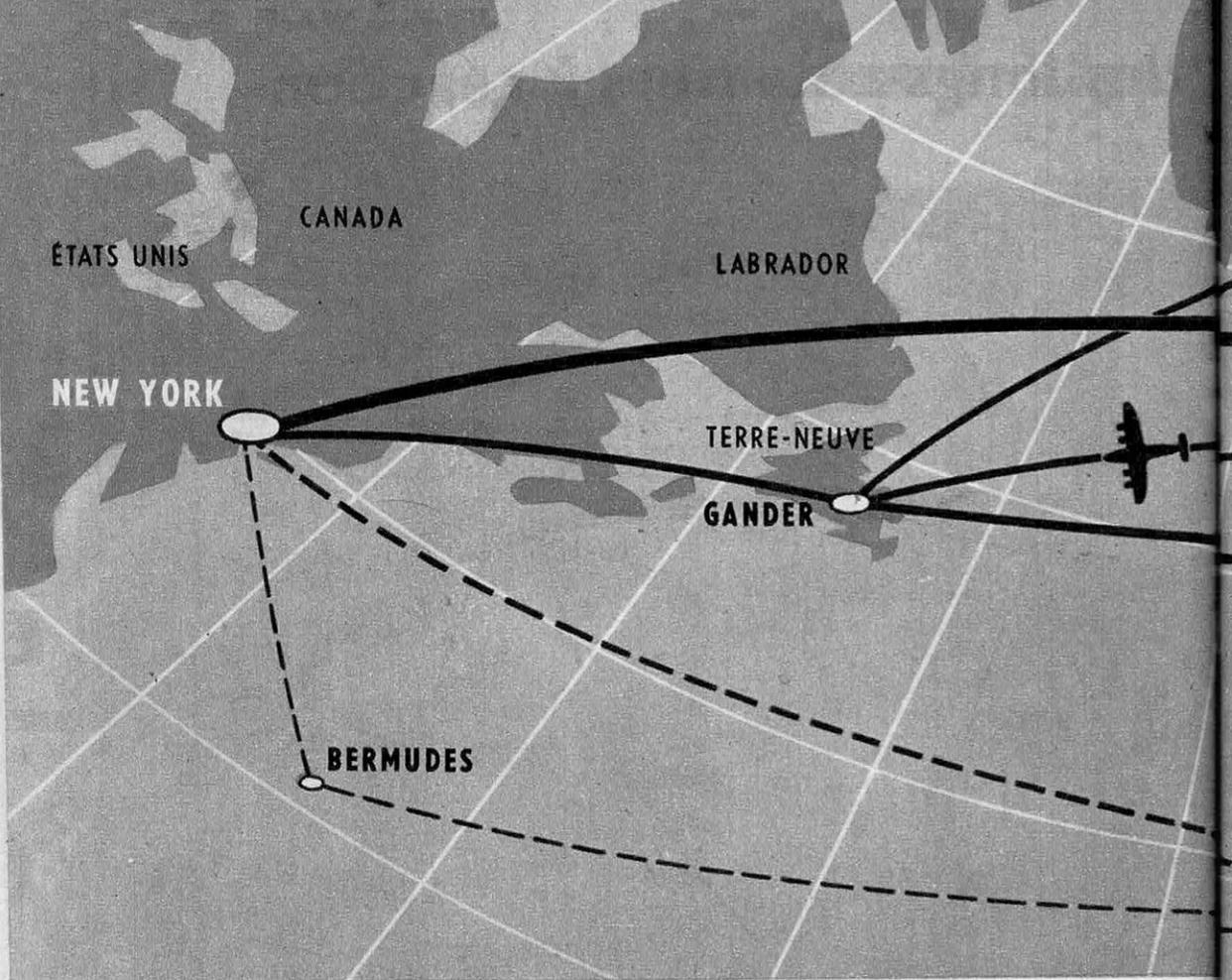


*S*Si les deux premiers longs-courriers à réaction, le Boeing 707, qui va entrer en service en décembre 1958, et le Douglas DC-8 (voir photo page 101), prévu pour 1959, s'en tiennent au rayon d'action de leurs prédecesseurs à hélice, Douglas DC-7 C et Lockheed «Superstar Constellation», les durées de parcours seront déjà considérablement réduites. La vitesse passe, en croisière, d'un peu moins de 550 km/h à plus de 900 km/h, ce qui met New York à quelque six heures de vol de l'Europe occidentale, l'Amérique du Sud et l'Afrique du Sud à un peu moins de douze heures. Comme ce progrès en vitesse s'accompagne d'une économie d'exploitation de près de 40 % par rapport aux meilleurs des avions actuels à moteurs compounds, l'entrée en service au cours des prochaines années de plus de 300 DC-8 et 707 doit bouleverser entièrement la position respective du paquebot et de l'avion.



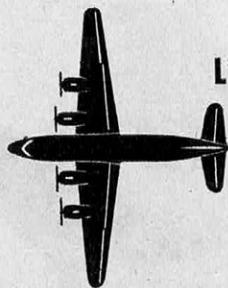
des longs-courriers à réaction





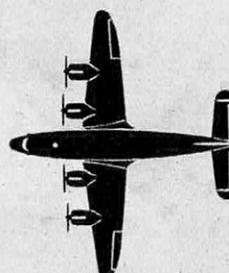
Les lignes de l'Atlantique Nord sont celles qui ont toujours demandé les performances les plus grandes des avions de transport, tant en rayon d'action qu'en vitesse. En effet, à moins de multiplier les escales, par l'Islande et même par le Groenland, l'étape centrale reste longue et, surtout dans le sens Ouest-Est, l'avion

Quatre étapes des traversées



L'avion non pressurisé :

le DC-4

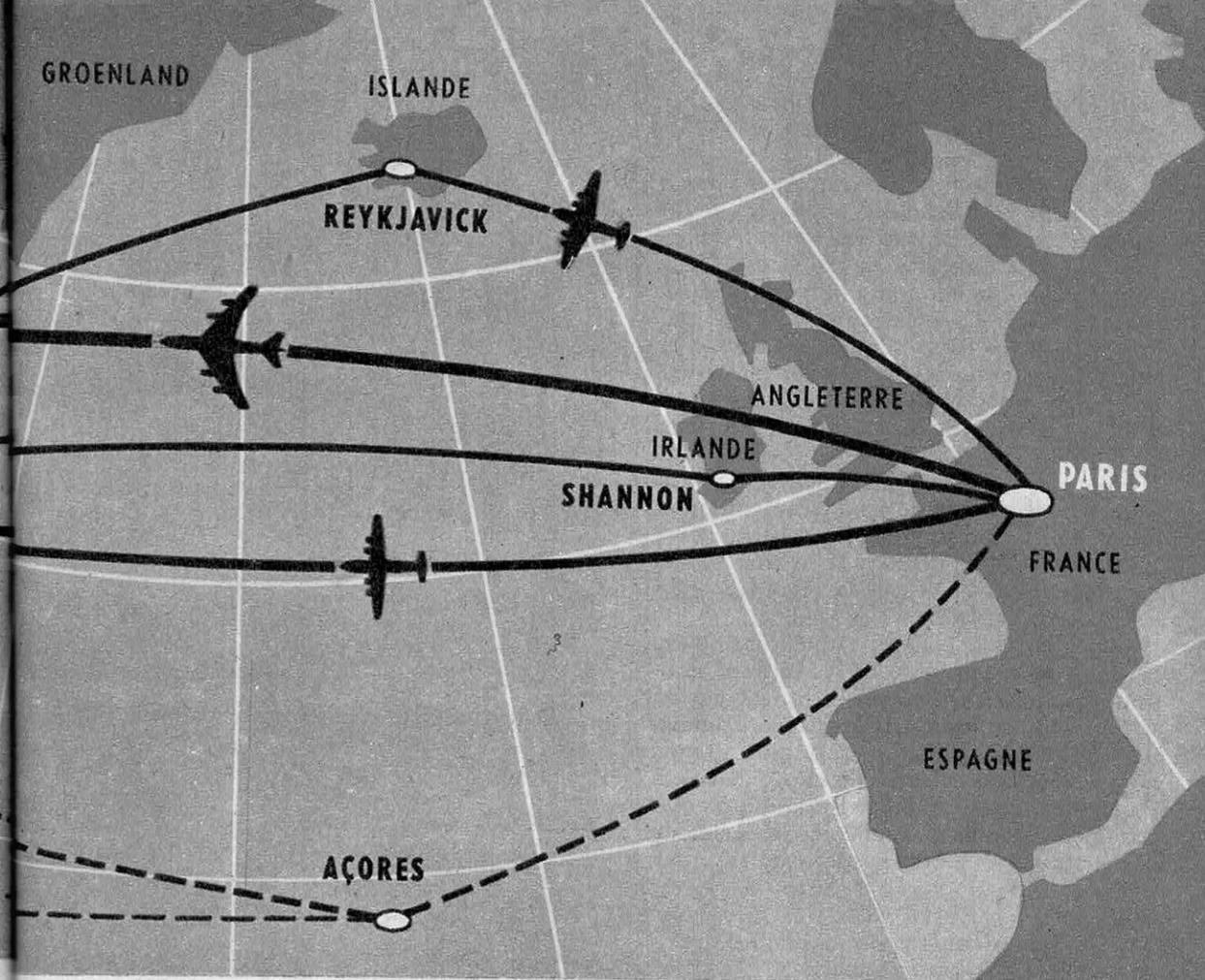


L'avion pressurisé :

le « CONSTELLATION »

Mis en service dès 1945, le Douglas DC-4, avec 33 t au décollage, 4 moteurs de 1 450 ch, 360 km/h en croisière, un aménagement « coach » pour plus de 70 passagers, est encore l'avion qui permet les traversées transatlantiques les plus économiques pour ceux qui l'affrètent et acceptent les sujétions des trois étapes et du vol lent avec durée de trajet dépassant fréquemment 20 h en vue du rayon d'action maximum.

Le Lockheed « Constellation » a été le premier avion pressurisé mis en service sur l'Atlantique après 1945; les Boeing « Stratoliner » des premières traversées étaient d'ailleurs déjà pressurisés. Avec 42,6 t au décollage (version 649), 4 moteurs de 2 500 ch, et les 525 km/h en croisière permis par le vol à grande altitude, les traversées durent encore plus de 15 h dans le sens Est-Ouest, avec une escale au moins.



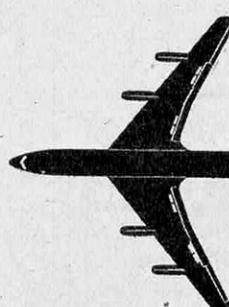
y rencontre fréquemment des vents contraires qui le gênent beaucoup. Telle fut la raison du choix des lignes par le Sud, aujourd'hui abandonnées, avec escales aux Açores et même à certains moments aux Bermudes, qui allongeaient beaucoup le trajet mais qui offraient l'avantage d'éviter les plus violents de ces vents contraires.

de l'Atlantique Nord



Les grands allongements :

DC-7 C
SUPERSTAR



Les avions à réaction :

DC-8
BOEING 707

Le Douglas DC-7C, dès l'été 1956, suivi en 1957 du Lockheed « Superstar Constellation » 1649 permettent la traversée sans escale de l'Atlantique dans les deux sens. Le gain sur la traversée est de 3 h environ (traversée inaugurale d'Air-France sur Paris-New York en 13 h 25 mn). Il est dû, non pas tant à la vitesse de croisière de 550-560 km/h qu'au rayon d'action accru avec l'allongement, qui évite l'escale.

Le Boeing 707 en décembre 1958, le Douglas DC-8 en 1959, introduiront sur les lignes transatlantiques les vitesses de croisière d'environ 900 km/h. Les poids au décollage varient de 120 à 130 t. Les rayons d'action, bien qu'un peu inférieurs à ceux des DC-7C et des 1649, garantissent la traversée sans escale dans les deux sens, en raison de l'influence moindre des vents contraires sur le trajet Est-Ouest.

Aviation, annonçait en octobre dernier qu'à la « Caravelle » succéderait une « Super-Caravelle » supersonique.

A la base de tous les raisonnements précédents, pour justifier l'économie de l'avion rapide, se trouve l'hypothèse que sa traînée varie comme le carré de la vitesse. Elle devient entièrement inexacte au delà de la « vitesse critique » où apparaissent les phénomènes liés à l'approche de la vitesse du son. Or, toutes les ressources des ailes extraminceuses et des voilures en flèche porteront difficilement cette vitesse critique au delà de 960 km/h.

Une fois le « mur du son » franchi, la traînée de l'avion varie à nouveau comme le carré de la vitesse. Malheureusement, le « coefficient de traînée » prend une valeur nettement plus élevée et le rayon d'action s'en ressent.

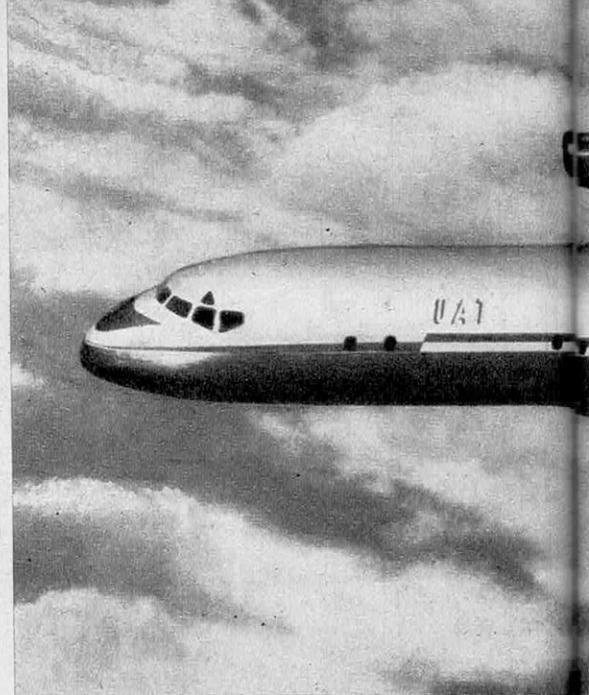
Cependant, là encore, l'amélioration du rendement propulsif avec la vitesse continue à jouer en faveur du turboréacteur et, si l'on accepte les sujétions en consommation du vol supersonique, la plus grande vitesse sera la meilleure ; le choix de Mach 2 par les constructeurs britanniques est certainement plus convenable que celui de Mach 1,5 prêté à Lockheed.

Vitesse et rayon d'action

La manière la plus parlante pour traduire en chiffres l'effet de ces facteurs agissant en sens contraire est d'établir un avant-projet pour diverses vitesses. Le calcul a été fait par M. R. F. Creasey, ingénieur en chef à l'English Electric. Il montre que le rayon d'action aux vitesses du Boeing 707 et du Douglas DC-8 subit une chute très sensible dans le transsonique et le bas supersonique et remonte rapidement à partir de Mach 2 ; au delà, surtout pour l'avion de transport qui maintiendrait cette vitesse de manière continue, on rencontrerait les grosses difficultés tenant à l'approche de la barrière thermique.

Il faudra certainement quelques années encore pour digérer les 900 à 950 km/h des avions de transport à réaction actuellement en construction. Mais l'évolution ultérieure vers le haut supersonique est certaine, et le NACA américain, toujours un peu en avance, a déjà commencé l'étude des problèmes posés par l'avion de transport hypersonique, lancé par fusée et continuant sa route en vol plané.

Camille ROUGERON



Douglas DC - 8, commandé par l'U.A.T.





pour ses lignes de l'Union Française

Convair 880, moyen-courrier, commandé pour les lignes intérieures des U.S.A.



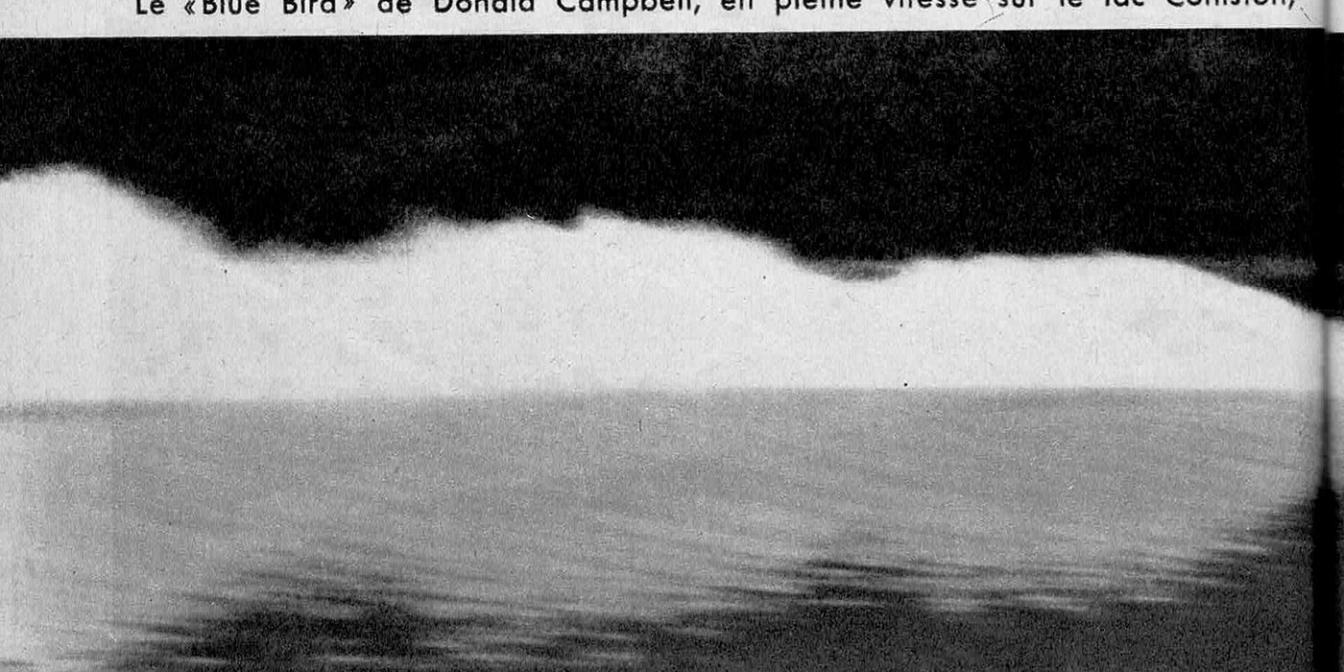
LES RECORDS ABSOLUS SUR L'EAU

JUSQU'A la première guerre mondiale, les canots de compétition appartenaient à deux catégories :

— Les « racers » qui, réglementairement, possédaient une coque dont la partie immergée ne présentait aucune solution de continuité ni de courbe à double inflexion. Toute adjonction de surfaces auxiliaires était interdite. La sustentation de ces bateaux était purement statique, c'est-à-dire que le volume d'eau déplacé était sensiblement identique en marche et à l'arrêt : l'embarcation fendait l'eau sans déjauger et l'on constatait une vague d'étambot impressionnante qui révélait une énorme perte de puissance.

— Les « hydroplanes », dont la partie immergée présentait soit une ou plusieurs solutions de continuité, soit une courbe à double inflexion, soit des surfaces auxiliaires fixes ou mobiles. La sustentation était dynamique, c'est-à-dire assurée par l'uti-

Le « Blue Bird » de Donald Campbell, en pleine vitesse sur le lac Coniston,





L'hydroglisseur Farman de 1924

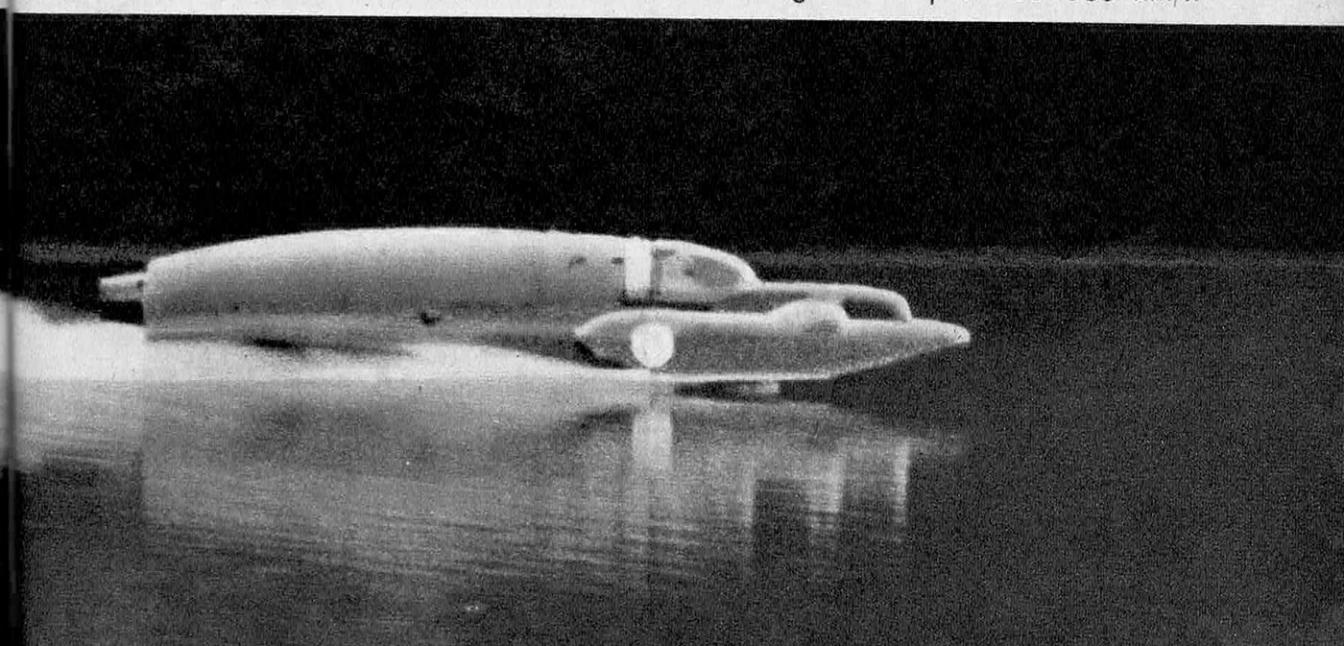
lisation de la composante verticale des filets d'eau contre des surfaces portantes inclinées.

Depuis la guerre de 1914-1918, les canots de vitesse résultent d'un compromis de forme et de principe entre ces deux types. Le bateau à fond plat s'impose rapidement avec ses surfaces portantes faisant partie intégrante de la coque et réduites à deux plages séparées par un redan situé en avant du centre de gravité. L'amélioration du déjaugeage se traduit par une réduction des résistances de frottement et des perturbations engendrées sous forme de vagues. En même temps, on accroît la largeur de la coque, ce qui, à égalité de volume immergé, améliore la stabilité latérale. Le volume disponible dans la coque permet ainsi l'installation de l'appareillage mécanique sans augmentation excessive de la longueur, au détriment soit du poids total, soit de la résistance aux efforts subis.

Dans ce type de canot, l'amélioration des performances est obtenue par une augmentation continue de la puissance motrice : Gar Wood équipe son « Miss America » VII (1928) de deux moteurs Packard de 900 ch chacun, le « Miss America » IX (1931) de deux moteurs Packard de 1600 ch, et le « Miss America » X (1932) de quatre moteurs de 1 600 ch. Tous ces bateaux comportent deux hélices tournant en sens inverse.

La première rupture avec la conception jusqu'alors en faveur apparaît, dès 1928, avec le « Miss England » I dû à Hubert Scott-Paine. A ce moment, le record appartient au « Miss America » VII de Gar Wood avec près de 150 km/h. A ce racer de 4 tonnes, Scott-Paine oppose un canot également classique par sa forme, mais beaucoup plus léger (1 800 kg) et moins puissant (un seul moteur Napier de 900 ch). Piloté par Segrave, il atteint sur base une vitesse inférieure seulement de 2 km/h à celle de son

porte le record du monde de vitesse toutes catégories à près de 385 km/h



18-9-34 H. Scott Paine
● MISS BRITAIN III
VENISE, Italie

178, 81

23-9-33 H. Scott Paine
● MISS BRITAIN III
POOLE, G.B.

153, 01

20-10-32 Gar Wood
MISS AMERICA X
ALGONAC, U.S.A.

200, 93

18-7-32 Kaye Don
MISS ENGLAND III
LOCH LOMOND, Ecosse

192, 71

18-7-32 Kaye Don
MISS ENGLAND III
LOCH LOMOND, Ecosse

188, 98

5-2-32 Gar Wood
MISS AMERICA IX
MIAMI, U.S.A.

179, 77

9-7-31 Kaye Don
MISS ENGLAND II
LAC DE GARDE, Italie

177, 47

2-4-31 Kaye Don
MISS ENGLAND II
BUENOS AIRES Argentine

166, 54

20-3-31 Gar Wood
MISS AMERICA IX
MIAMI, U.S.A.

164, 55

13-6-30 H. O. D. Segrave
MISS ENGLAND II
LAC WINDERMERE, G.B.

158, 93

13-9-29 H. O. D. Segrave
MISS ENGLAND I
VENISE, Italie

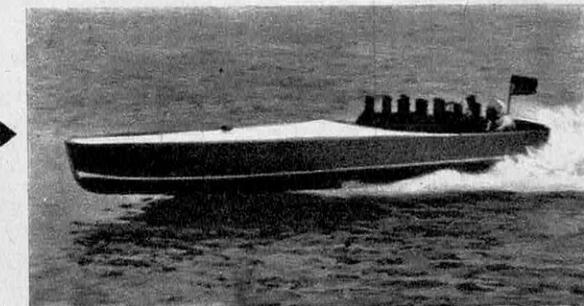
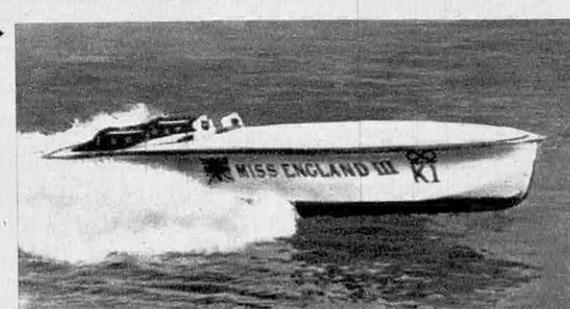
147, 91

4-9-28 Gar Wood
MISS AMERICA VII
DETROIT, U.S.A.

149, 44

9-11-24 Jules Fisher
HYDROGLISSEUR FARMAN
SARTROUVILLE, France

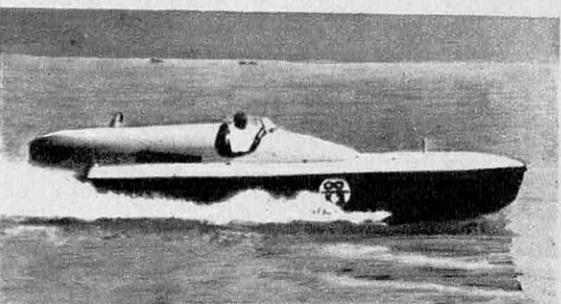
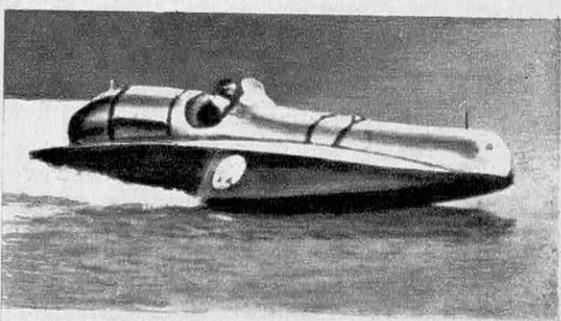
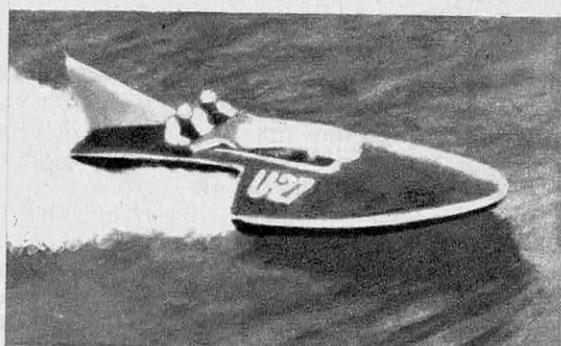
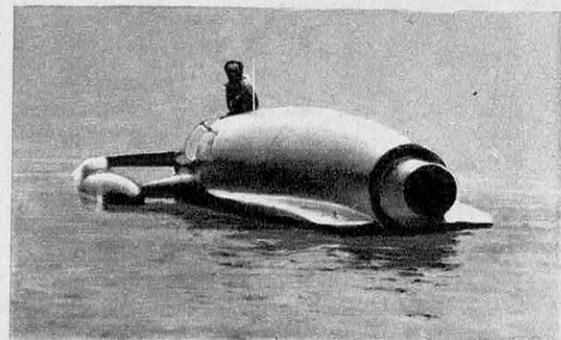
134, 86



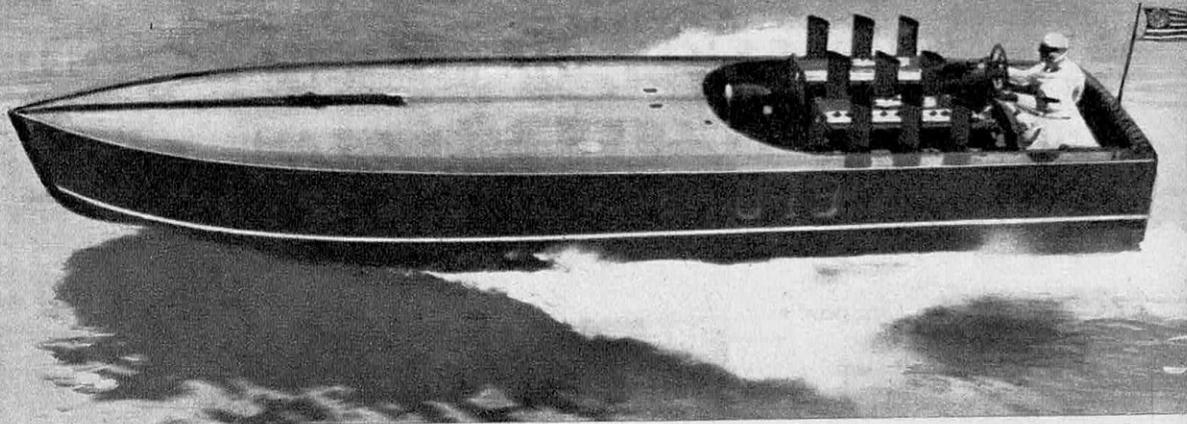
● Record non absolu, seulement pour monomoteurs

LA PROGRESSION DU RECORD ABSOLU DE VITESSE SUR L'EAU

7-11-57	Donald Campbell	384, 73
	BLUE BIRD III	
	LAC CONISTON, G.B.	
1-11-57	Art Asbury	296, 76
	MISS SUPERTEST II	
	PICTON BAY CANADA	
16-9-56	Donald Campbell	363, 11
	BLUE BIRD III	
	LAC CONISTON, G.B.	
16-11-55	Donald Campbell	347, 93
	BLUE BIRD III	
	LAC MEAD, U.S.A.	
23-7-55	Donald Campbell	325, 59
	BLUE BIRD III	
	LAC ULLSWATER, G.B.	
7-7-52	Stanley Sayres	287, 27
	SLO-MO-SHUN IV	
	LAC WASHINGTON U.S.A.	
26-6-50	Stanley Sayres	258, 00
	SLO-MO-SHUN IV	
	LAC WASHINGTON U.S.A.	
19-8-39	Malcolm Campbell	228, 10
	BLUE BIRD II	
	LAC CONISTON, G.B.	
17-9-38	Malcolm Campbell	210, 72
	BLUE BIRD I	
	LAC HALLVIL, Suisse	
2-9-37	Malcolm Campbell	208, 41
	BLUE BIRD I	
	LAC MAJEUR, Italie	
1-9-37	Malcolm Campbell	203, 29
	BLUE BIRD I	
	LAC MAJEUR, Italie	



■ Record non absolu, seulement pour canot à hélice



concurrent américain, mais bat celui-ci dans plusieurs compétitions importantes.

Le « Miss England » II (1930) est construit sur les plans de Fred Cooper et fait appel encore à une très grande puissance : deux moteurs Rolls-Royce de 1800 ch installés côté à côté. Son originalité réside en ce que les arbres moteurs convergent à l'avant dans une boîte de renvoi qui actionne un seul arbre porte-hélice, alors que jusque-là les bimoteurs de Gar Wood ont deux hélices tournant en sens inverse. C'est sur ce canot que Sir Henry Segrave bat le record du monde de vitesse en juin 1930.

Cependant, pour le « Miss England » III (1932), son auteur, John Thornycroft, revient aux deux hélices. La puissance totale est augmentée de 400 ch, le poids total réduit d'une centaine de kg. L'originalité essentielle de l'appareillage réside en ce que la commande des gaz se fait par une pédale unique, mais qui agit différemment sur les deux systèmes d'alimentation suivant la position du pied; c'est par le basculement latéral de la pédale que le pilote dose le rapport des puissances dans les virages.

En 1933, Hubert Scott-Paine réagit à nouveau contre l'augmentation de puissance et construit à ses frais le « Miss Britain » III, monomoteur de 1 325 ch, de construction légère. Le « Blue Bird » I de Sir Malcolm Campbell, dû à Fred Cooper, relève de la même conception générale. Ce canot est en fait le dernier canot de record classique.

La formule « trois points »

Dès lors, de nombreuses formules vont être expérimentées parmi lesquelles s'impose le système « trois points », dû à l'ingénieur Apel, dans lequel l'embarcation est

pourvue à l'avant de deux ballonnets latéraux, ou pontons, dont la partie inférieure est plus basse que la coque. En déjaugeant, le canot ne repose plus que sur l'extrémité arrière des pontons et sur la plage arrière. Comparé au canot classique, le « trois points » présente une meilleure stabilité latérale, tant en ligne droite qu'en virage et, qui plus est, la surface mouillée est plus faible, ce qui réduit la résistance hydrodynamique. L'excellence de la formule est mise en évidence en 1939 par Malcolm Campbell sur le « Blue Bird » II.

La « propulsion porteuse »

Après la transformation infructueuse de l'engin en hydroplane à réaction, Donald Campbell lui restitue en 1949 son moteur initial, allège l'ensemble, puis, en 1951, le fait à nouveau transformer selon une variante du système trois points, dite à « propulsion porteuse », où le point de contact arrière n'est plus, en vitesse, une fraction du fond de coque, mais l'organe de propulsion lui-même. Plus précisément, lorsque l'embarcation prend son assiette définitive, le dessous de la coque demeure constamment à plusieurs centimètres au-dessus de la surface de l'eau, et la moitié inférieure seule de l'hélice est immergée.

Le « Blue Bird » II ayant été accidenté

« MISS AMERICA X » ▶

C'est le dernier de ce que l'on a pu appeler les « monstres » et aussi le premier à avoir dépassé, avec Gar Wood, les 200 km/h. Ce canot était équipé de quatre moteurs Packard de 1 600 ch, mesurait 11,90 m de long et 3,05 m de large, pesait 7 500 kg.

«MISS AMERICA» IX

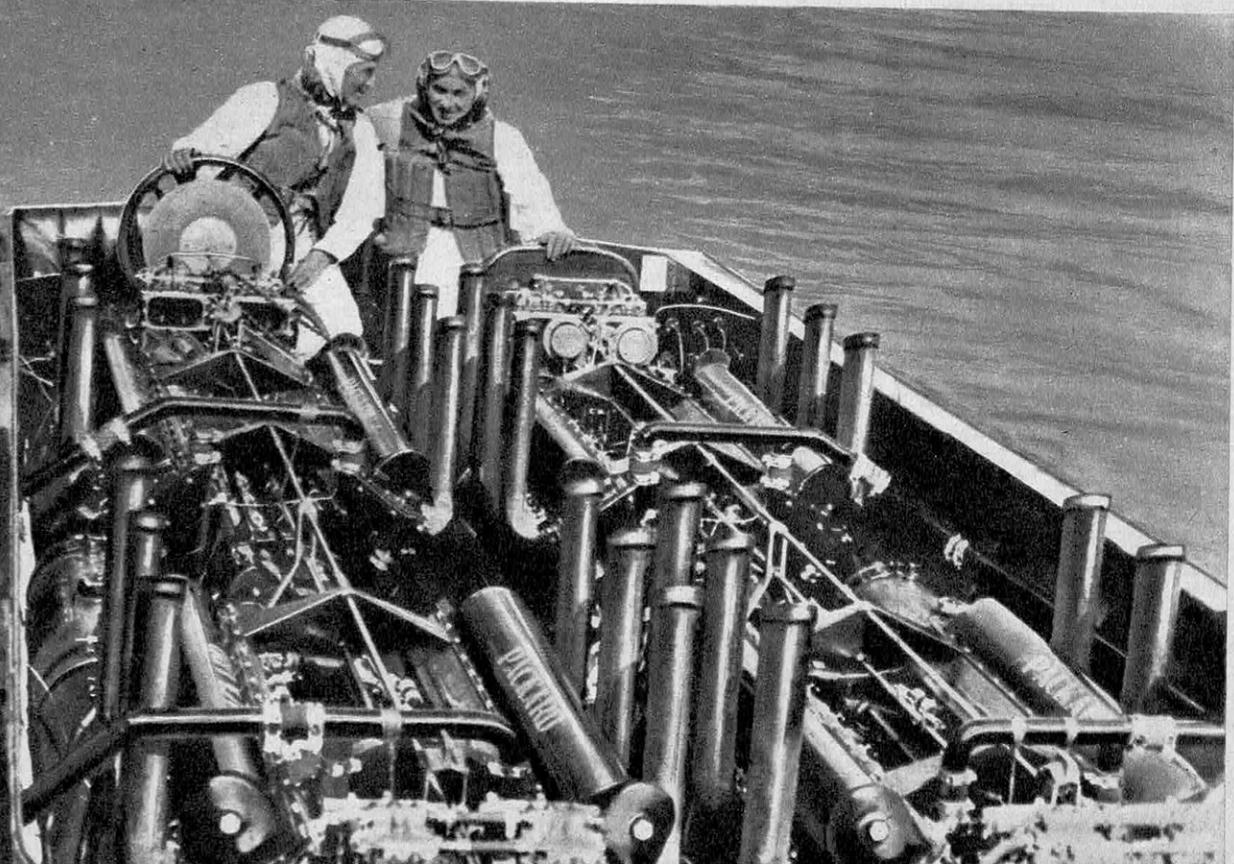
C'est sur ce canot que Gar Wood battit en 1931 le record établi l'année précédente par Segrave sur le « Miss England » II avec 159 km/h. Gar Wood atteignit à Miami, en Floride, la vitesse de 164,55 km/h. Le canot était équipé de deux moteurs 1 600 ch chacun et possédait deux hélices tournant en sens inverse.

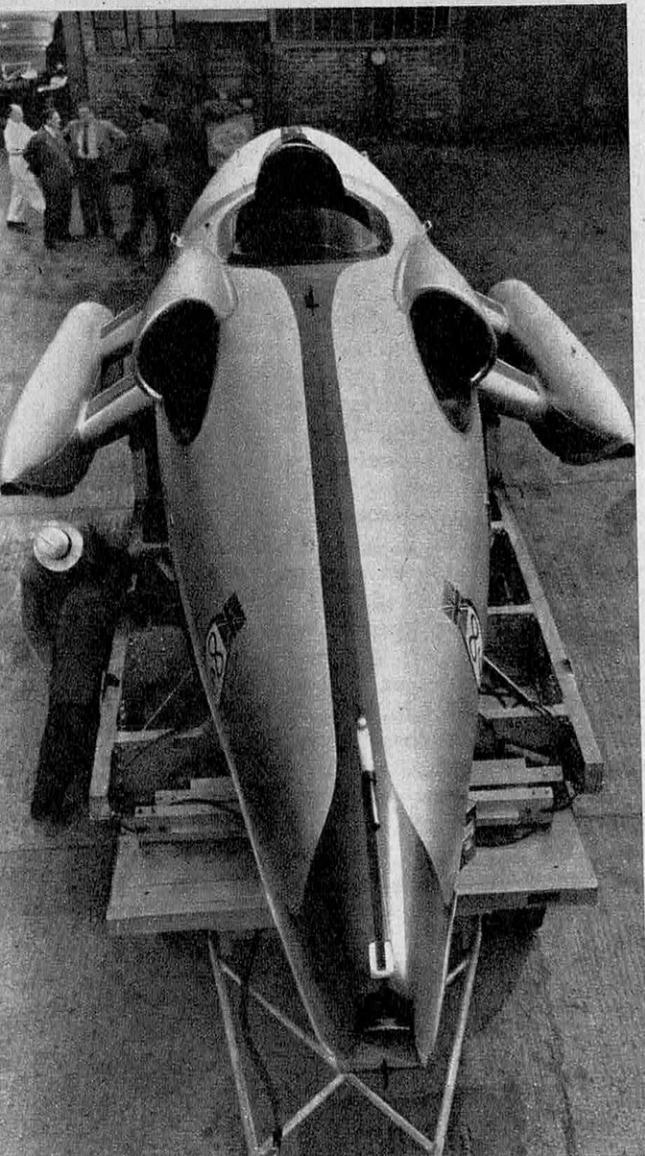
avant d'avoir pu donner la mesure de ses possibilités, c'est aux « Slo-Mo-Shun » IV et « Slo-Mo-Shun » V de l'Américain Stanley S. Sayres (le premier à moteur Allison de 1 500 puis 1 800 ch, le second à moteur Rolls-Royce « Merlin » de 1 760 ch), puis au « Shanty » de William Waggoner et au « Miss Thriftway » de Willard Rhodes (tous deux équipés d'un moteur de 2 000 ch), qu'il appartient de mettre en lumière les avantages remarquables de ce mode de propulsion. Ces bateaux qui, depuis 1930, ont remporté la quasi-totalité des grandes épreuves et dont les qualités ont stupéfié

les experts, ne résultent ni d'un apport révolutionnaire, ni de la conjonction heureuse de hasards favorables. Ils représentent l'aboutissement de plus de dix années de tâtonnements et d'essais effectués par Ted Jones, ingénieur de la Boeing Aircraft Company, sur des canots de petite cylindrée.

Un des principaux dangers que présente le fond de coque non mouillé des bateaux à propulsion porteuse réside dans l'augmentation de la portance aérodynamique en cas de cabrage, et même en assiette normale, par suite du passage en survitesse de l'air entre l'embarcation et l'eau. Pour éliminer cet inconvénient, Ted Jones a installé à l'avant du fond de coque une protubérance en forme de bulbe dont la surface inférieure se raccorde latéralement à celle des pontons à mi-longueur de ceux-ci, et dont l'extrémité arrière est constituée par un redan en V. Cette protubérance a pour rôle de perturber les filets d'air ; d'où le nom de « spoiler-step » ou « dégradateur de portance », bien connu en aviation, donné à ce genre d'organe. On peut attribuer à cette caractéristique importante l'extraordinaire tenue que conservent en toutes circonstances ces canots, notamment lors des épreuves mouvementées de la Gold Cup.

Malgré le succès des « Slo-Mo-Shun », les





▲ «CRUSADER»

On voit ici de l'avant l'hydroplane à réaction réalisé en 1952 pour John Cobb. Long de 9,50 m et large de 4 m, il était équipé d'un turboréacteur De Havilland « Ghost » de 2 270 kg de poussée. Il sombra à 380 km/h.

«BLUE BIRD» II ▶

On voit ici le dernier aspect du canot avec lequel Sir Malcolm Campbell détint le record du monde en 1939, et qui, plusieurs fois modifié, fut finalement transformé en 1951 en « trois points à propulsion porteuse ».

canots à coque large conservent d'ardents zélateurs. Les meilleurs d'entre eux: « My Sweetie », « Miss Pepsie », « Miss Canada », appartiennent toutefois à une variante du type classique, dotée de plusieurs redans.

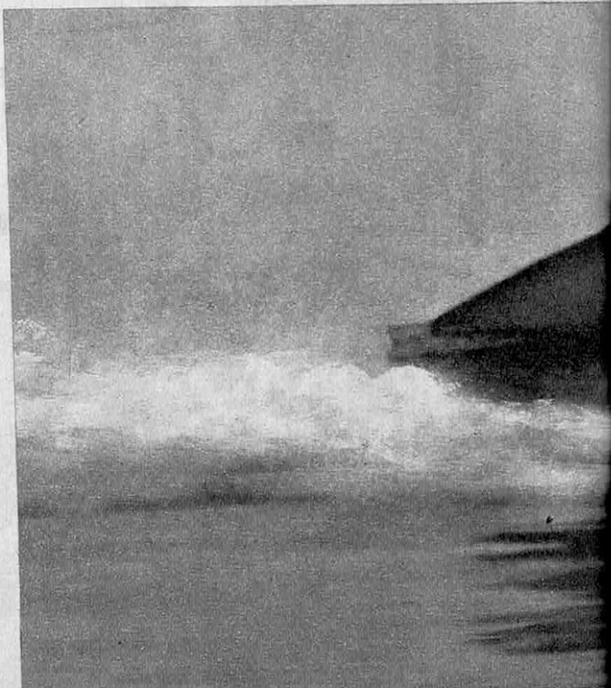
Les hydroplanes à réaction

La transformation en 1947 du « Blue Bird » II en engin à réaction s'était principalement traduite par le remplacement d'un moteur à pistons par un turboréacteur d'un poids identique (740 kg avec ses accessoires), la charpente générale de la coque demeurant inchangée, mais avec une sous-structure remaniée à la suite d'essais systématiques en soufflerie pour éliminer la portance aérodynamique en cas de cabrage.

Lorsque, à la demande de John Cobb, Rail Railton étudia un nouvel hydroplane à réaction, il eut l'idée d'une coque d'hydravion aussi bien carénée que possible et reposant soit sur trois skis, soit sur trois flotteurs disposés en triangle, la pointe en avant.

Sur les bases suggérées par Railton, Peter du Cane, ingénieur en chef de Vosper, fit étudier de nombreuses maquettes tant au bassin des carènes de Haslar qu'à la soufflerie Fairey, et parvint au type définitif : flotteurs latéraux portés par des jambes très courtes et ski avant faisant partie intégrante de la coque. En juin 1950, un modèle au sixième, équipé d'une fusée de 14 kg de poussée atteignit 157 km/h en parcours libre.

C'est à la suite de ces essais satisfaisants que fut décidée la construction du « Cru-



sader». Celui-ci fut équipé d'un turbo-réacteur De Havilland « Ghost » de 2 270 kg de poussée statique. A la vitesse de 380 km/h, la poussée de ce réacteur est d'environ 2 000 kg.

C'est à bord de cet engin que John Cobb trouva la mort alors qu'il évoluait à quelque 380 km/h sur le Loch Ness. On a beaucoup épilogué sur les circonstances et les causes de l'accident. Les prises de vues des actualités cinématographiques ont montré qu'après avoir franchi de petites rives, le « Crusader » a soudain piqué en appuyant sur sa gauche, s'est enfoncé, puis a fait explosion. Comme le « Crusader » était soumis en vitesse à des oscillations de tangage de faible amplitude mais de fréquence élevée (5 cycles par seconde) il est possible que les chocs de l'engin contre l'eau aient affaibli certains de ses éléments.

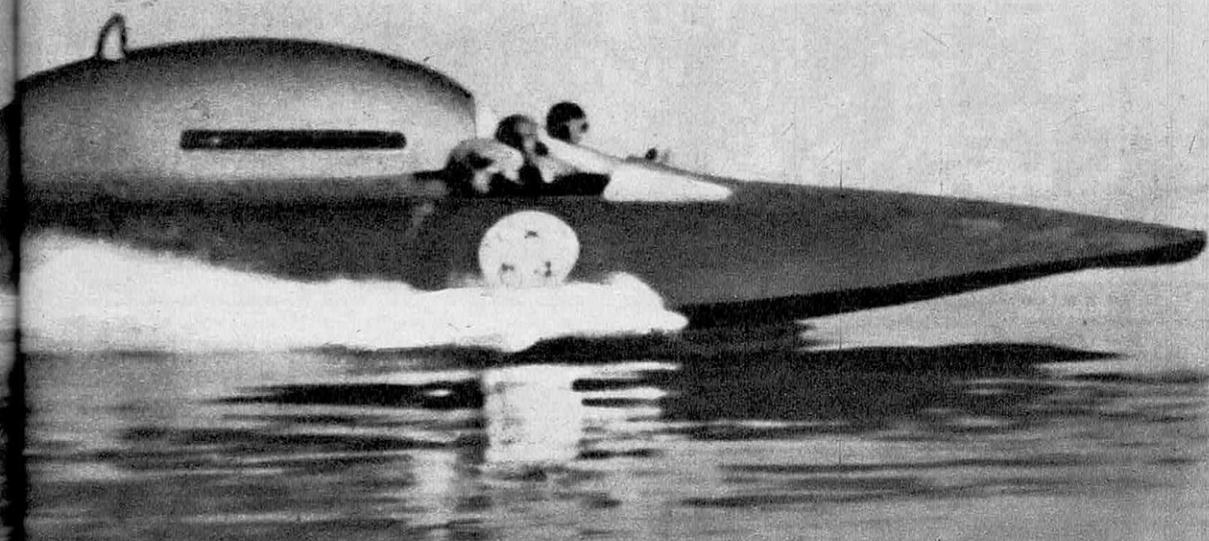
Le « White Hawk »

En même temps que le « Crusader », un autre engin à réaction a été réalisé, le « White Hawk » de M. et Mme F. E. Hanning-Lee, appareil fondé sur le principe de « l'hydrofin » imaginé par M. Christopher Hook. Dans cette catégorie de glisseur, le déjaugeage total de la coque est assuré par des profils d'aile, calés en incidence positive, immergés à l'arrêt et qui, lorsque l'engin se déplace, engendrent une portance proportionnelle au carré de la vitesse. Ce principe a été utilisé dès 1927 par M. Pegna pour le déjaugeage de l'hydravion Piaggio Pc. 7 destiné à la Coupe Schneider, et en 1952 pour celui de l'hydravion de chasse biréacteur Convair « Sea Dart » sous forme d'hydro-skis retriables.

Le « White Hawk » porte latéralement des tronçons d'aile aérienne aux extrémités desquelles sont fixées d'une part celles du plan porteur hydrodynamique en dièdre (dont le milieu passe ainsi sous le ventre du fuselage), d'autre part les dérives avec les jeux de volets sustentateurs latéraux superposés. Les tronçons d'aile, bien que de faible envergure et de faible profondeur, confèrent à l'engin un aspect très voisin de celui d'un avion, ressemblance accrue par la présence d'une dérive aérienne à l'arrière du fuselage. Malgré leur faible surface, ces tronçons paraissent, en cas de cabrage, capables de provoquer un décollage total, d'autant plus redoutable que la stabilité transversale est dès lors inexistante et que le pilote ne dispose d'aucun moyen de contrôle aérodynamique. Par ailleurs, la fragilité des minces dérives latérales en porte-à-faux semble peu compatible avec un déplacement à grande vitesse. Ces deux inconvénients expliquent sans doute que le « White Hawk », qui fut équipé d'un réacteur Rolls-Royce « Derwent V » de 1 600 kg de poussée statique, n'ait pas donné les résultats qu'on en escomptait.

Le « Blue Bird » du dernier record

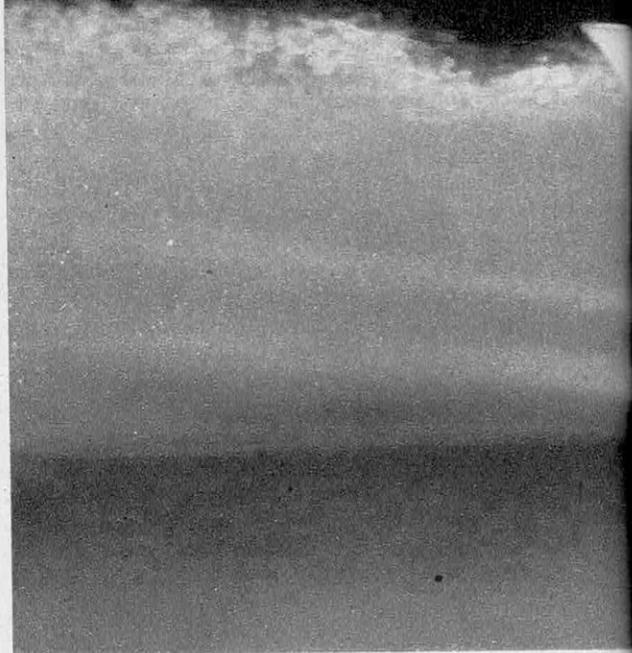
Quant au nouveau « Blue Bird », il représente pour Donald Campbell et les ingénieurs responsables de l'hydroplane, Kenneth et Lewis Norris, l'aboutissement de trois années d'études au cours desquelles



l'utilisation du moteur Rolls-Royce « Griffon » 65 de 2 200 ch, du turbopropulseur Bristol « Proteus » de 3 500 ch et du turbo-réacteur Rolls-Royce « Avon » RA.3 de 2 700 kg de poussée statique, a été successivement envisagée. Comme pour le « Crusader », on fit de nombreux essais au tunnel aérodynamique et au bassin de carènes avec des modèles tractés et autopropulsés. Le « Blue Bird » III en diffère essentiellement par un retour à la disposition classique du « trois points », en triangle la pointe en arrière, disposition dans laquelle la stabilité directionnelle est renforcée par l'installation du gouvernail à l'étambot.

L'engin, réalisé par la Samlesbury Engineering Ltd, est équipé d'un turboréacteur Metropolitan Vickers « Beryl » I de 1 750 kg de poussée statique, à régime maximum relativement faible (7 750 t/mn). A la vitesse de 380 km/h, la poussée est de l'ordre de 1 500 kg, soit environ 2 100 ch. La tenue de l'appareil en vitesse est en tous points parfaite.

Après avoir battu une première fois le record du monde de vitesse en juillet 1955 sur le lac Ullswater en Grande-Bretagne et l'avoir élevé en novembre de la même année sur le lac Mead aux États-Unis, Donald Campbell fit apporter à l'appareil quelques modifications dont la plus importante est l'installation d'un capotage de cockpit mieux profilé qui, réduisant la turbulence, assure une meilleure admission de l'air dans le réacteur. En septembre 1956, il atteignait la moyenne de 363,11 km/h sur le lac Coniston en Grande-Bretagne, franchissant le parcours aller à 461,53 km/h. On sait que cette année Campbell, après avoir effectué aux États-Unis diverses ten-



Le « White Hawk » de

tatives que les conditions défectueuses du temps et des plans d'eau ne lui ont pas permis de mener à bien, a porté son record à 384,738 km/h sur le lac Coniston le 7 novembre dernier.

Quelques jours plus tôt, le 1^{er} novembre, le Canadien Art Asbury sur « Miss Super-test » II élevait de son côté le record de vitesse pour canots à hélice à 296,763 km/h à Picton Bay, dans l'Ontario. Ce « trois points », qui appartient à M. Gordon Thompson, est équipé d'un moteur Rolls-Royce « Griffon » de plus de 2 000 ch.





WHITE HAWK

Hanning-Lee dans la phase initiale de son déjaugeage lors d'un essai en 1952

L'avenir du record

Ainsi les deux grands records de vitesse — canot à hélice et hydroplane à réaction — appartiennent à des engins dont les qualités d'assiette, de stabilité et de rendement sont si remarquables que l'on est tenté de penser qu'ils ne peuvent être battus que par des embarcations conçues selon les mêmes formules, c'est-à-dire en faisant appel une fois encore à une augmentation de puissance.

Mais ne serait-il pas sage de s'orienter vers d'autres solutions ? Dans le

domaine de la réaction, l'existence de petites turbomachines permet de concevoir des engins nautiques légers qui seraient aux monstres du genre « Crusader » ce que le Fouga « Magister » ou le Morane-Saulnier « Fleuret » (700 km/h avec 800 kg de poussée) sont aux avions de chasse (1000 km/h avec 3 000 kg de poussée) ?

Dans le domaine de l'hélice, le mauvais rendement de l'hélice subaquatique incline à se souvenir de l'hydroglisseur, dont l'hélice aérienne a un rendement qui dépasse 80 %. On conçoit sans grand effort d'imagination un engin de grande vitesse constitué par un fuselage contenant poste de pilotage et groupe-moteur à hélice propulsive, porté par une paire de flotteurs en catamaran, disposition dont les qualités d'assiette et de stabilité sont bien connues.

Si l'on songe que le record actuel de vitesse pour hydroglisseurs est détenu depuis 1924 avec 134,86 km/h, par M. Jules Fisher sur un appareil Farman à 12 places équipé d'un moteur Lorraine de 450 ch, si l'on songe par ailleurs au choix de puissance qu'offre la gamme des moteurs et des turbopropulseurs actuels, on voit que ce domaine délaissé est riche de perspectives, et rien n'interdit de penser que le record de vitesse toutes catégories puisse être battu par un bolide à hélice aérienne.

LES HORS-BORD DE COMPÉTITION

De très nombreuses classes existent dans cette série, mais les plus populaires sont celles qui utilisent les moteurs de 500 cm³, strictement de série et sans aucun gonflage. Dans l'une de ces classes, dites utilitaires, la classe C u, le record du monde appartient, avec 80,774 km/h à O. Rocca que l'on voit ci-contre pilotant la coque en matière plastique sur laquelle il a réalisé sa performance. Signalons que, dans cette même classe C, mais avec moteur gonflé, le record est détenu par l'Allemand D. Koenig depuis 1955 avec 118,450 km/h, tandis qu'en classe X, 1 000 cm³, puissance libre, la vitesse de 161,510 km/h a été atteinte par l'Italien Leto Di Triolo.

René MAURER

PLUS DE 50 km/h EN BATEAU A VOILE

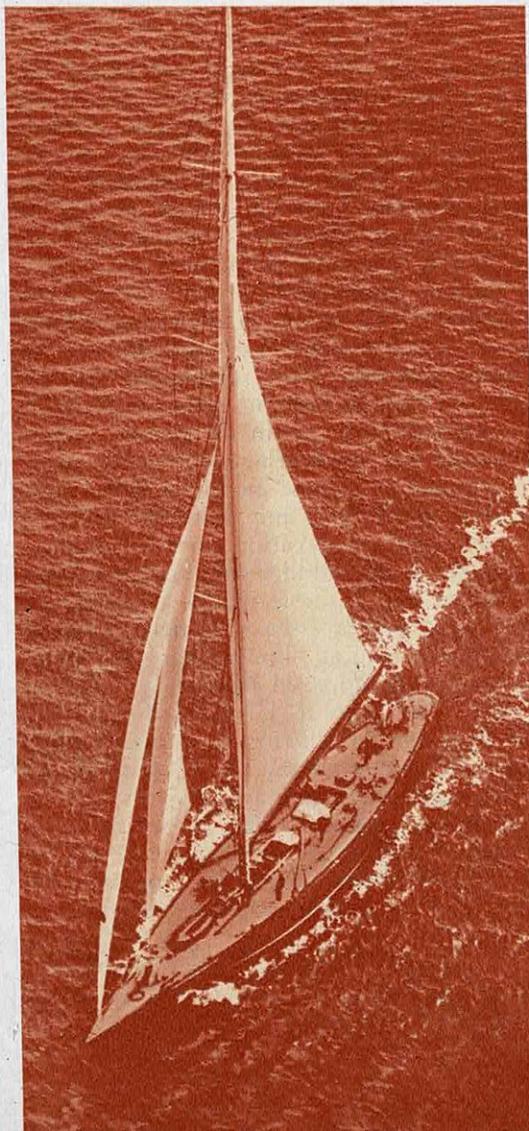
Ce titre peut sembler une gageure lorsque l'on sait que les coques de dinghies munies d'un moteur hors-bord Evinrude de 30 ch plafonnent à 60 km/h. Il faut évidemment que le vent soit favorable : force 7, voire même 8. Et c'est là l'énorme avantage du Shear Water III représenté ci-contre : plus léger (104 kg sans gréement) que bien des dériveurs modernes, il peut utiliser des vents très violents grâce à la grande stabilité que lui assurent ses deux coques. D'autre part sa faible surface mouillée lui permet de déjauger très facilement, donc d'offrir une moindre résistance à l'avancement dès qu'il atteint une vitesse relativement faible.

Toutes ces conditions lui ont valu d'être chronométré officiellement à Burnham en septembre 1957 à 22 nœuds (40,77 km/h) sur un parcours de 1 mile (1 853 m) et de finir, en juin 1956, dans la traversée de la Manche, Folkestone-Boulogne, avec près d'une heure d'avance sur le plus rapide des bateaux monocoques. C'est sur l'étang de Narbone, où on le voit évoluer, qu'il a atteint les 28 nœuds (51,89 km/h).

Les bateaux survoilés de la fameuse coupe America, qui se courut pour la dernière fois en 1937, entre l'Endeavour II du côté britannique et le Ranger du côté américain, maintenaient déjà, par bons vents, des vitesses de l'ordre de 13,5 à 14 nœuds (24 à 26 km/h). Cette dernière course, entre des voiliers dont les mâts atteignaient 52 m, confirma d'ailleurs la supériorité des voiliers et des skippers américains qui ne furent jamais battus. Depuis, aucun défi ne leur a été lancé et les milieux du yachting commencent tout juste à se rappeler de l'existence de cette coupe. Ils pensent cependant à y faire admettre des unités plus petites.

En dehors du domaine de la compétition pure, la marine à voile de commerce a elle aussi réalisé des performances étonnantes. Les célèbres Clippers américains réalisaient en leur temps des vitesses de l'ordre de 16 à 17 nœuds. Le quatre mâts barque Lancing, ex-paquebot Pereire, construit par la Compagnie Générale Transatlantique, maintint 18 nœuds de New York à Melbourne en 1890. Ces chiffres prennent toute leur valeur lorsqu'on les compare aux 12 nœuds d'un cargo actuel et même aux 16 nœuds d'un bananier moderne comme le Fort Dauphin.

La seule infériorité de la marine à voile vient de l'irrégularité des vents. On s'en rend compte dès que l'on considère les vitesses moyennes qui tombent facilement à 5 nœuds, et actuellement le voilier qui réalise 7 nœuds est un bon marcheur.



L'ENDEAVOUR I, concurrent britannique de la coupe America qui manqua de peu de remporter l'avant dernière épreuve en 1934 gagnant les deux premières manches et battu de justesse dans les trois autres.

LE CATAMARAN SHEAR WATER III

Ce bateau, dérivé des catamarans polynésiens, est le résultat de longues expériences sur différents types. Bateau le plus rapide qui existe actuellement, il peut aussi être considéré comme le bicoque le mieux réussi : virant aisément et remontant bien au près, il n'a pas les défauts jusqu'ici habituels à ce genre de voiliers. Insubmersible et pratiquement inchavirable, il présente une extraordinaire sécurité. Des déflecteurs judicieusement placés ont réduit de 80 % par grand vent, et de 100 % par vent moyen, la projection des embruns sur les équipiers, déflecteurs qui n'étaient pas encore en place sur le prototype ci-contre.



PAQUEBOTS D'HIER ET DE DEMAIN

LA mise en chantier du paquebot *France*, destiné à la ligne Le Havre — New York, a de nouveau attiré l'attention sur les rivalités opposant, depuis plus d'un siècle, sur l'Atlantique Nord, les grandes Compagnies d'armement.

La vitesse était déjà l'objet principal de ces luttes, même au temps où les derniers grands voiliers commençaient à être en concurrence avec les premiers navires à vapeur. Ceux-ci ne prirent d'ailleurs pas immédiatement l'avantage.

Vapeurs contre voiliers

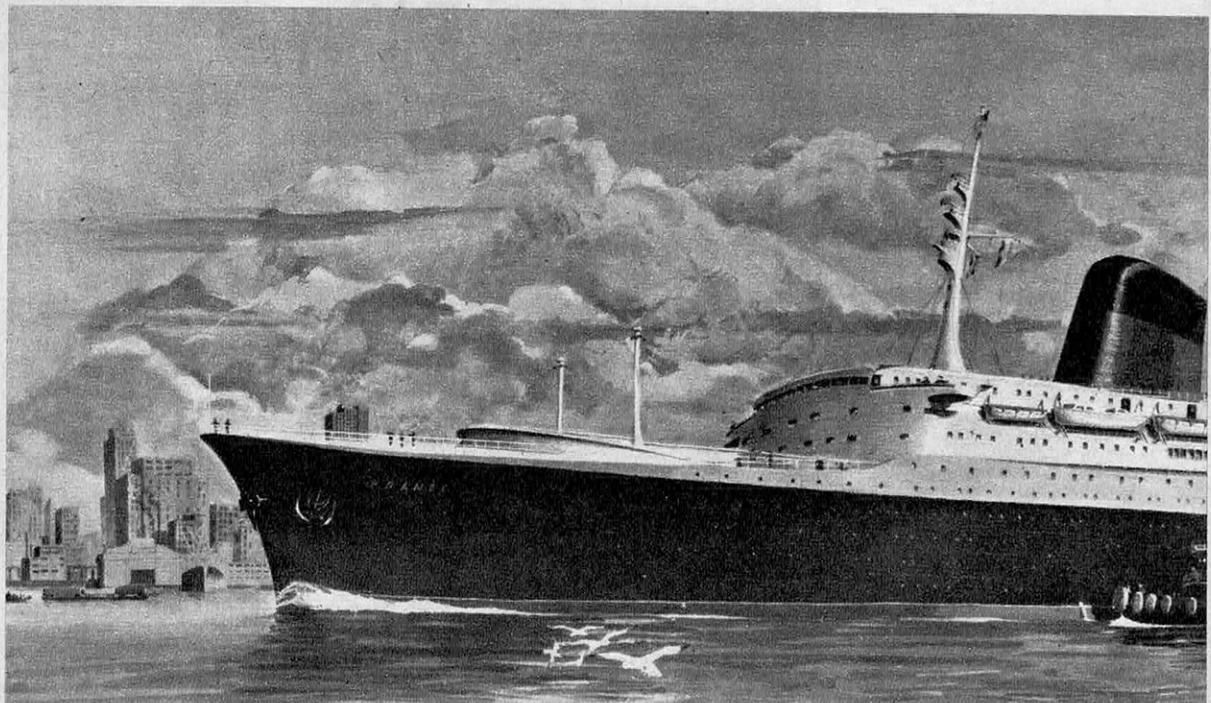
En 1838, le *Great Western*, malgré ses roues à aubes de 8,50 m de diamètre et les quelque 450 tonnes de charbon consommées pendant la traversée Liverpool—New York, égalait péniblement, avec 15 jours et 5 heures, les temps Est-Ouest des meilleurs voiliers. Ces derniers, par contre, favorisés par les vents dominants, étaient plus rapides dans le sens Ouest-Est, qu'ils parcourraient en moyenne en 13 jours et 6 heures.

Ce n'est guère qu'à partir de 1850, que les navires à vapeur affirmèrent leur supériorité. L'*Atlantic*, l'*Artic*, le *Baltic* et le *Pacific*, appartenant à la Collins Line américaine, se ravirent tour à tour le record, jusqu'à ce que la Cunard Line anglaise, avec le *Persia*, les mit d'accord en les battant tous les quatre. En 1856, la traversée New York—Liverpool fut accomplie par ce navire en 9 jours, 1 heure, 45 minutes et, en 1857, la traversée inverse, en 9 jours, 13 heures, 41 minutes.

Ces deux années marquent à la fois l'inscription de la Cunard au palmarès du parcours et l'adjonction des minutes au calcul des temps. Au regard de ceux des bâtiments modernes, ces temps n'ont rien d'exceptionnel. Il faut considérer, pourtant, qu'ils furent accomplis avec des bâtiments d'un type nouveau ne bénéficiant pas encore de la longue expérience acquise dans la construction des voiliers. Le remplacement des roues à aubes par les hélices ne permit pas, non plus, d'améliorer notablement le record.

Ce tournant décisif a été dû au remplace-

Le futur



ment des machines à vapeur à simple, puis à double expansion, par les turbines à vapeur, accouplées chacune à une ligne d'arbre porte-hélice.

Le premier paquebot rapide

Le *Mauretania*, de la Cunard Line, fut le premier paquebot ainsi équipé. Il comportait quatre turbines et quatre hélices. Malgré ses lignes, qui le faisaient ressembler à un grand yacht, c'était un bâtiment de dimensions imposantes. Il mesurait 228,60 m de long et 26,40 m de large, il avait un déplacement de 30 700 tonnes et transportait 1 580 passagers.

Les ingénieurs qui en avaient conçu les plans et ceux qui en avaient dessiné les machines s'accordaient à penser qu'en service normal sa vitesse devait être presque le double de celle du *Persia* d'illustre mémoire, c'est-à-dire 25 nœuds ou, pour parler le langage des terriens, 46,300 km/h.

Les essais de recette confirmèrent leurs prévisions. Mais la Cunard Line décida que, pendant les premiers mois, il était sage de ne pas essayer de « pousser » les turbines. Lors de la première traversée, de Liverpool à New York, le 16 novembre 1907, le *Mauretania* tint facilement une vitesse moyenne de 22,21 nœuds. Il n'y avait là non plus, rien de particulièrement extraordinaire car son « jumeau », le *Lusitania*, appartenant à la même compagnie, avait

traversé l'Atlantique, deux mois plus tôt, à 24,25 nœuds de moyenne. Ce dernier paquebot, en 1909 atteignit 25,85 nœuds, record qui lui fut presque aussitôt ravi par le *Mauretania* qui réalisa 26,06 nœuds.

Ce bâtiment devint ainsi le premier paquebot rapide sur l'Atlantique Nord, en réduisant la durée du passage à 4 jours, 10 heures et 51 minutes, pour une distance de 2 784 marins.

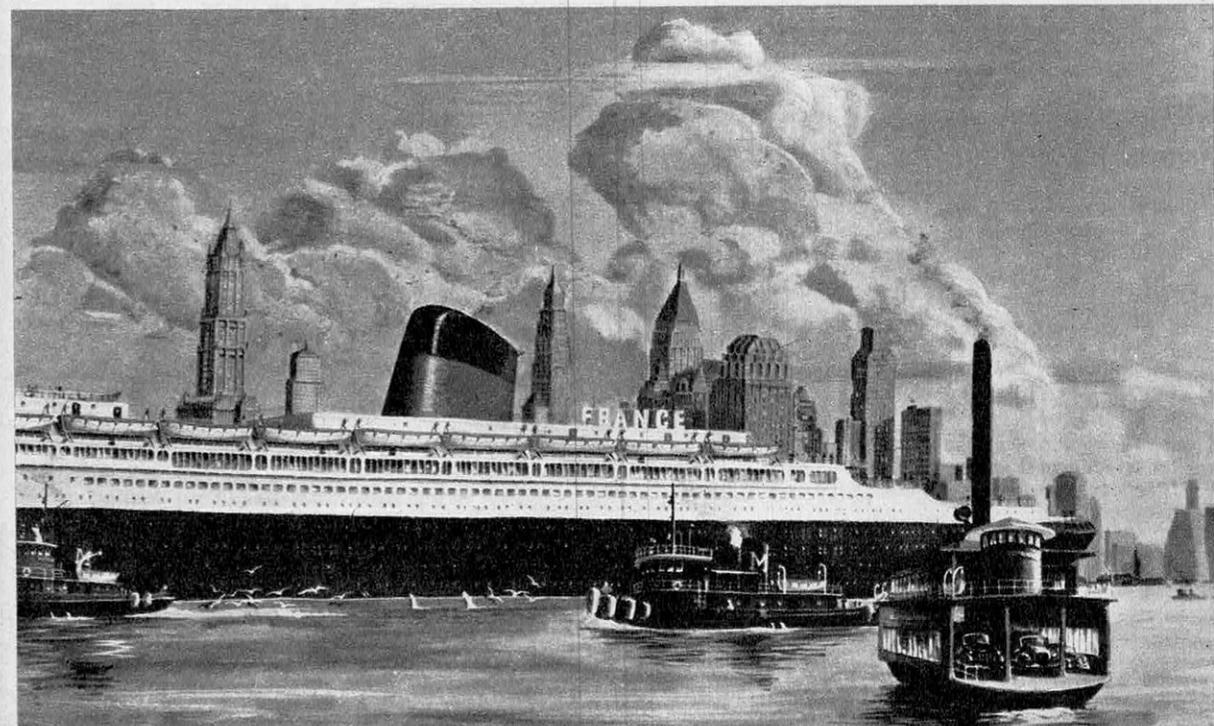
Un record tenu 20 ans

Cette performance devait rester inégalée pendant vingt années. Entre-temps, il y eut la première guerre mondiale, pendant laquelle le *Lusitania* fut coulé en 1915; et le *Mauretania* servit comme transport de troupes. Rendu à ses armateurs en 1921, ce vaillant navire fut reconvertis en paquebot et on en profita pour remplacer la chauffe au charbon par la chauffe au mazout.

Dès sa remise en service, en 1922, il laissa prévoir ce dont il était encore capable. En août 1929, il connut son plus grand triomphe, alors que son précédent record venait d'être battu par le tout nouveau paquebot allemand *Bremen*, en réalisant 27,22 nœuds.

Entre les deux guerres mondiales, le « banc d'essai » des techniques navales modernes resta l'Atlantique Nord. Après les turbines à attaque directe, du type *Mauretania*, disposition qui constituait un

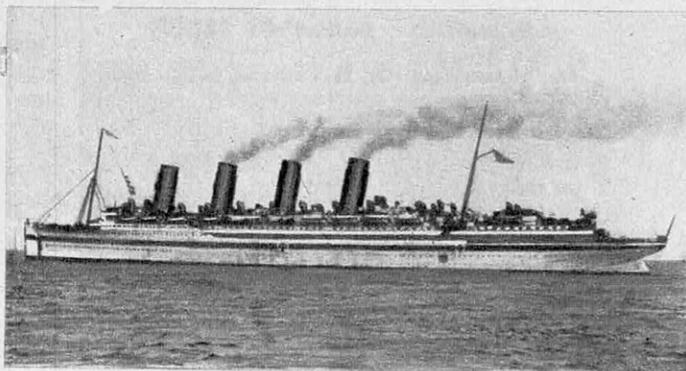
paquebot « France » pour l'Atlantique Nord: 55 000 tonnes, 31 nœuds (57 km/h)



LES GRANDS CHAMPIONS

MAURETANIA

Mis en service en 1905, il détint le record pendant 20 ans avec 26,06 nœuds. Malgré son âge, il faillit en 1929 reprendre le record au Bremen avec 27,22 nœuds.

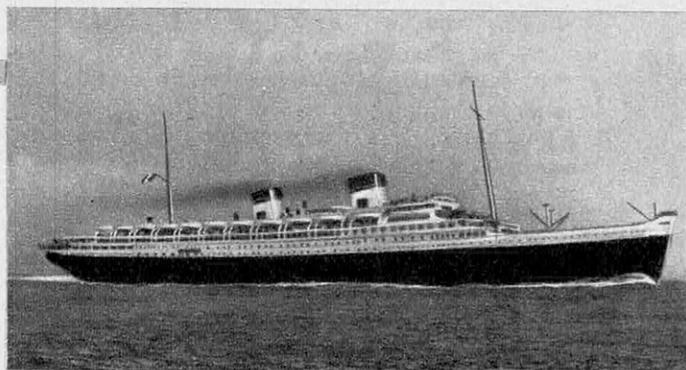


BREMEN

Les deux paquebots allemands Bremen et Europa ont détenu tour à tour le record de 1929 à 1933, le portant progressivement de 27,91 à 27,99 puis 28,51 nœuds.

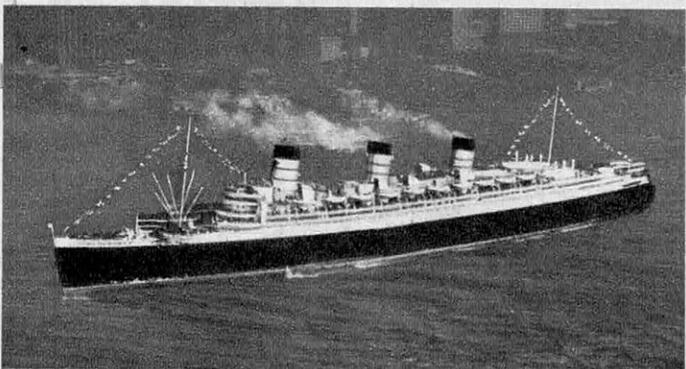
REX

Pour ce paquebot italien de 54 000 t, affecté à la ligne Gênes-New York, le record de 28,92 nœuds a été établi en 1933 sur le parcours Gibraltar-New York.



NORMANDIE

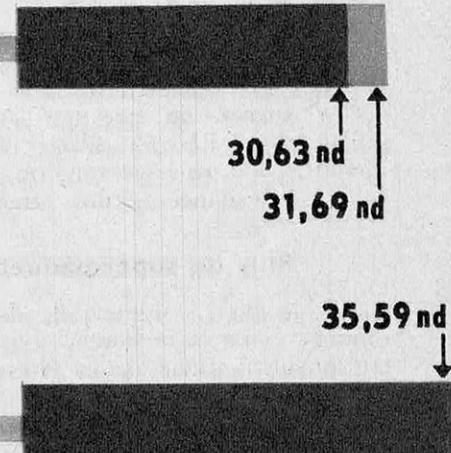
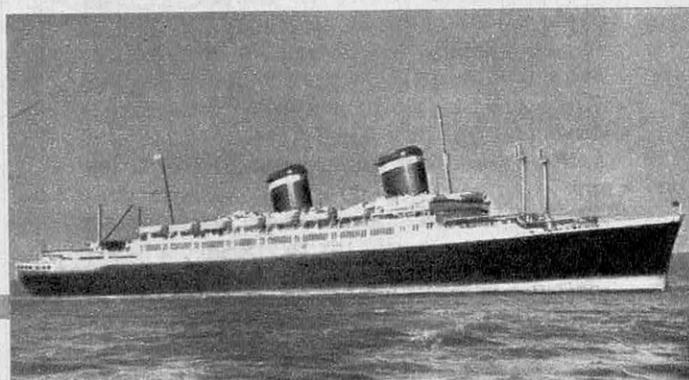
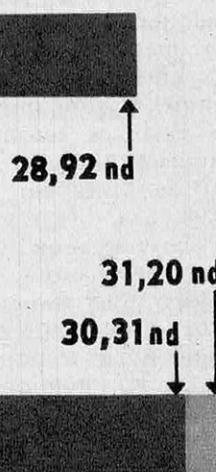
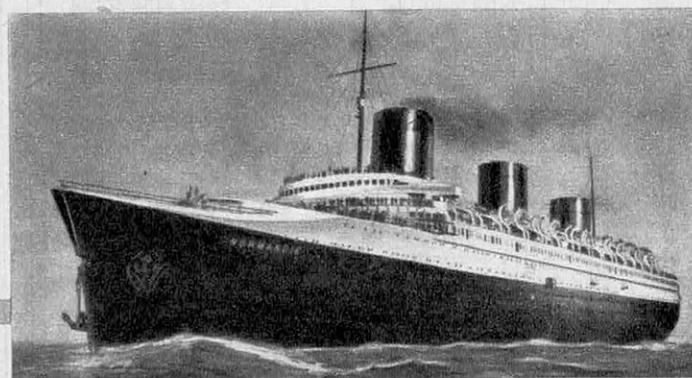
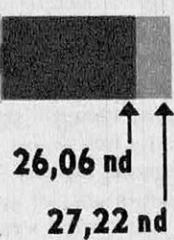
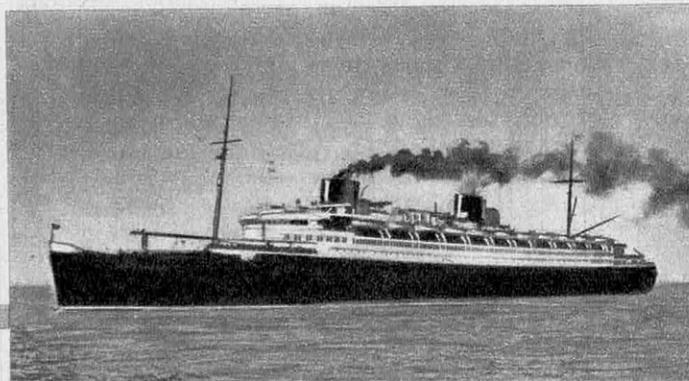
Le paquebot français Normandie réalisa 30,31 nœuds en 1935, record battu en 1936 par la Queen Mary qu'il battit à son tour en 1937 avec 30,99 puis 31,20 nœuds.



UNITED STATES

C'est le premier super-paquebot qui ait été construit en Amérique. En 1952, il a réalisé sur la traversée de l'Atlantique Nord la vitesse record de 35,59 nœuds.

DE L'ATLANTIQUE NORD



compromis fâcheux entre la turbine, qui s'accommode des régimes rapides et l'hélice, de meilleur rendement aux régimes lents, les ingénieurs accepteraient l'introduction à bord du réducteur à engrenages qui laisse à chacun son régime optimum. Certains constructeurs, dont les Français pour *Normandie*, imaginèrent de remplacer la réduction par engrenages par une réduction électrique, en combinant des groupes électrogènes à régime rapide avec des moteurs électriques lents entraînant les hélices. Cette solution, qui préfigurait celle des groupes diesel-électriques de moindre puissance, utilisés sur les chalutiers et les locomotives, fut finalement abandonnée.

Le paquebot « France »

Aujourd'hui, on en est revenu au réducteur simple ou double, tandis qu'on utilise des turbines à deux et même trois étages à haute pression et haute surchauffe.

Le paquebot *France*, dont la puissance totale sera supérieure à 150 000 ch, comportera quatre hélices. Chaque ligne d'arbres sera entraînée par un groupe de quatre turbines à haute, moyenne et basse pression. Ces turbines seront alimentées par huit chaudières timbrées à 70 kg/cm² et produisant de la vapeur surchauffée à 480° C.

Est-ce à dire que ce paquebot et ceux que les compagnies étrangères projettent de mettre en chantier, réaliseront des performances supérieures, au point de vue vitesse, à celles enregistrées jusqu'ici ? Certainement pas et, pour autant que l'on puisse prévoir les intentions des compagnies d'armement, la compétition s'exercera dans d'autres domaines.

Après les hostilités, la situation s'est modifiée profondément. Les passagers pressés peuvent prendre l'avion. Même contre les premiers services, relativement lents, les Compagnies de navigation maritime ne pouvaient lutter sur le plan de la vitesse. Le « Ruban Bleu » n'est plus qu'un succès de prestige et lorsqu'en juillet 1952, l'*United States* réalisa 35,59 nœuds et 3 j 10 h 40 mn, on n'accorda à cette performance qu'une attention polie.

Plus de super-paquebot

Sur le plan commercial, deux raisons rendent vain la recherche d'une augmentation substantielle de la vitesse. La première est d'ordre économique. Les paquebots rapides modernes, surtout sur l'Atlantique Nord, même lorsqu'ils emmènent

le maximum de passagers, ont une exploitation déficitaire si on tient compte de la valeur du navire, généralement couverte par d'importantes subventions. Tout gain de vitesse, sans parler des incidences sur le prix de construction du navire, se solderait par un déficit supplémentaire.

La seconde raison est d'ordre pratique. Pour qu'une réduction de la durée de traversée soit sensible, en particulier à cause des heures de départ et d'arrivée où il faut tenir compte de la différence des fuseaux horaires, c'est un jour qu'il faudrait gagner. Or, dans l'état actuel de la technique, même l'adoption de l'énergie nucléaire ne résoudrait pas le problème.

Des informations de presse à caractère sensationnel et généralement d'origine imprécise, annoncent périodiquement que des groupes financiers internationaux se préparent à faire construire un super-paquebot destiné à accueillir plusieurs milliers de passagers et devant traverser l'Atlantique en un temps jamais approché. Outre que ces informations ne sont jamais confirmées, la simple réflexion montre qu'elles émanent de gens n'ayant pas la moindre idée des conditions normales d'exploitation des lignes à passagers.

Les exigences de la vitesse

La limitation des vitesses, pour un navire de surface, tient à des causes techniques qui apparaissent aussi bien sur les bâtiments de commerce que sur les bâtiments de guerre.

Si l'on s'en tient aux déplacements comparables à ceux des grands paquebots, la vitesse des navires de ligne de 35 000 t est restée fixée aux environs de 32 nœuds; celle des porte-avions dont le déplacement fut porté en 1939-45 à 45 000 t, atteignait 34 nœuds; celle de leurs successeurs type *Forrestal* en 60 000 t ne dépasse pas 36 nœuds. Cette relation apparente entre la vitesse et le déplacement est, en réalité, une relation entre vitesse et longueur. C'est parce que la Marine américaine a accepté successivement les longueurs de quelque 260 et 300 m qu'elle a pu demander de telles vitesses à ses porte-avions. C'est pour la même raison qu'il a fallu donner à l'*United States*, pour qu'il puisse faire 35,59 nœuds, une longueur comparable à celle du *Forrestal* et certainement assez coûteuse en poids de coque sur un navire de déplacement aussi modéré que le paquebot américain.

Pourquoi donc, alors, construit-on —

ou construisait-on jusqu'en 1939, car on en est revenu — des croiseurs légers italiens de 5 000 t et de 170 m qui donnaient plus de 40 nœuds aux essais ? C'est qu'on acceptait une puissance de plus de 100 000 ch, voisine de celle qu'on montait sur un bâtiment de ligne de déplacement sept fois plus élevé. Cette différence illustre le coût en puissance d'une augmentation de vitesse au delà de celle qui convient à la longueur précédemment définie (1). Poussé à une vitesse plus grande, le navire « déjauge » ; la résistance, qui croissait jusqu'alors comme le carré de la vitesse, croît comme la puissance quatre ou cinq de celle-ci ; la coque de l'*United States*, si on la poussait à 40 nœuds, demanderait dans les 300 000 ch. Il n'est qu'une solution techniquement acceptable pour faire un paquebot de 40 nœuds : lui donner 360 m de longueur, avec, pour l'économie d'ensemble du bâtiment, un déplacement de plus de 100 000 t, l'aménagement pour 4 000 passagers « touristes » et la certitude d'une exploitation déficitaire devant la concurrence de l'avion.

Il n'y a donc plus grand'chose à espérer du progrès en vitesse du grand navire de surface.

Les ressources du sous-marin

La navigation maritime serait-elle donc le seul moyen de transport n'offrant aucune perspective d'amélioration sensible des vitesses actuelles ? C'est vraisemblable, tant qu'on s'en tiendra aux conceptions actuelles qui imposent au navire marchand d'être un bâtiment de surface.

Pourtant, l'exemple fourni par les sous-marins a commencé à faire réfléchir.

Ils ont montré que les vitesses en plongée peuvent être plus grandes qu'en surface : 18 nœuds contre 16 pour les unités modernes du type *Narval*. Sans parler, bien entendu, des sous-marins américains à propulsion atomique et des sous-marins britanniques à propulsion par eau oxygénée où l'on s'oriente vers des vitesses dépassant largement les 25 nœuds en plongée.

Comment se fait-il que le sous-marin puisse atteindre économiquement les vitesses de 25 à 30 nœuds, alors que sa longueur dépasse à peine les 100 m et que la règle précédemment indiquée limiterait sa vitesse à 22 ou 23 nœuds ? C'est que la résistance qui justifie cette limitation,

celle qui est due à la formation des vagues, n'intervient pas pour le sous-marin naviguant à grande profondeur. Le déjaugeage et la croissance corrélatrice de la résistance suivant une puissance élevée de la vitesse n'ont pas d'équivalent pour le sous-marin ; la résistance de frottement, qui est pour lui le terme principal, continue à croître un peu moins vite que le carré de la vitesse. Contrairement à ce que l'on imaginait à l'époque des vitesses de plongée de 8 à 10 nœuds, qui s'expliquaient seulement par l'énorme poids d'accumulateurs, c'est aux vitesses difficilement accessibles aux navires de surface que le sous-marin doit manifester sa supériorité.

Vers les super-submersibles

Prévoir que les flottes marchandes de l'avenir seront composées, tout au moins pour le transport des marchandises, de super-submersibles, ne relève donc pas de la science-fiction. Et s'il fallait se retrancher derrière l'opinion d'un éminent spécialiste, une conférence, prononcée en 1957 par M. Clarence G. Morse, chef de l'Administration maritime américaine, est symptomatique.

Certes, son auteur, parlant comme le ferait un historien de l'an 2000, envisage avec esprit les perfectionnements qui doivent logiquement intervenir d'ici là. Mais il n'en reste pas moins, d'autant que ses auditeurs étaient les membres de la très sérieuse Steamship Historical Society of America, qu'il s'agit de perspectives fort plausibles.

« A cette époque (1959/60), dit Clarence G. Morse, on n'imaginait rien d'autre que le navire de surface et, seuls, quelques paquebots étaient munis de stabilisateurs de roulis, mais aucun cargo. En fait, les stabilisateurs annonçaient les navires sous-marins d'aujourd'hui, que nous utilisons non seulement comme pétroliers mais encore pour les marchandises solides. »

« Les gens de ce temps-là n'étaient pas encore familiarisés avec le contrôle à distance. Nous qui voyons un seul homme diriger, d'une tour de contrôle à terre, toute une flotte de navires en mer, nous nous étonnons que des navires aient pu être armés par des équipages de quarante-cinq et cinquante hommes. Des vitesses de 50 à 60 nœuds sous la mer sont aujourd'hui monnaie courante, alors qu'à cette époque les navires de guerre les plus rapides en étaient encore loin. »

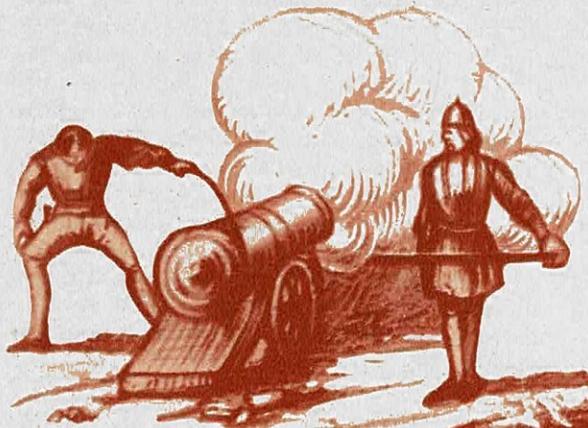
(1) La vitesse possible dans des conditions économiques ne dépasse pas, en nœuds, 2,1 fois la racine carrée de la longueur en mètres.

DE LA FRONDE A L'ENGIN BALISTIQUE

« COMBATTRE de loin est naturel à l'homme; du premier jour toute son industrie n'a tendu qu'à obtenir ce résultat, et il continue. » Cette formule d'Ardant du Picq, valable pour des millénaires, va devenir inexacte à partir de 1958. En accédant aux portées de l'engin balistique intercontinental et du satellite artificiel, l'homme atteint la limite utile pour ses projectiles; il les perfectionnera sûrement, mais n'aura plus à augmenter leur portée.

A l'époque où il n'était encore ni pasteur ni agriculteur, l'homme armé d'un bâton ou d'un épieu se sentait quelquefois en infériorité pour l'attaque des animaux nécessaires à sa subsistance, ou pour sa défense contre d'autres, dont ses semblables n'étaient pas les moins dangereux. Le projectile suppléait à sa faiblesse; la fronde de David venait à bout de la puissance d'un Goliath; l'arc d'Ulysse valait la lance d'Achille.

La faiblesse du jet direct par les muscles du bras, sans aide mécanique, tient à l'insuffisance de vitesse initiale, donc de portée.



C'EST A CRÉCY, EN 1346,
que les canons parurent pour
la première fois dans l'his-
toire sur un champ de bataille.



Une championne de l'arc à double courbure, demeuré classique en Chine.



BOOMERANGS, ARMES DE JET AUSTRALIENNES

Il existe deux types de boomerangs, avec et sans retour. Les boomerangs 1 et 2 sont des armes de jet sans retour; les formes 3, 4 et 5 permettent le retour au lanceur. La supériorité du boomerang tient pour partie à sa longueur, de 50 cm à 1 m, qui permet une vitesse initiale accrue pour une même vitesse de la main, pour partie à l'effet de planeur d'un profil d'aile mis en rotation. Des deux indigènes de gauche, l'un est armé de boomerangs, l'autre tient une lance et un «propulseur» pour le lancement d'une sagaie.

Lourds ou légers, aux formes aérodynamiques ou grossières, les projectiles lancés par la main de l'homme dépassent difficilement la portée de 50 à 70 m : c'est le cas du javelot et de la sagaie, de la pierre plate de 60 g comme du disque réglementaire de 1,972 kg.

Pour augmenter la vitesse de quelque 25 m/s qu'il imprime ainsi à son arme, il faut à l'homme une rallonge, un avant-bras supplémentaire, le « propulseur » que l'on trouve déjà dans l'outillage de l'homme préhistorique. Les 150 m de portée du boomerang tiennent pour partie à l'augmentation de vitesse initiale permise par sa longueur, comme les 330 m atteints par une baguette de saule autour de laquelle on enroulait une corde, lors des concours de lancement qui se pratiquaient encore dans le Yorkshire à la fin du siècle dernier. Mais, pour ces projectiles comme pour la flèche, l'effet de planeur, sur lequel nous reviendrons, intervient également.

La fronde et l'arc

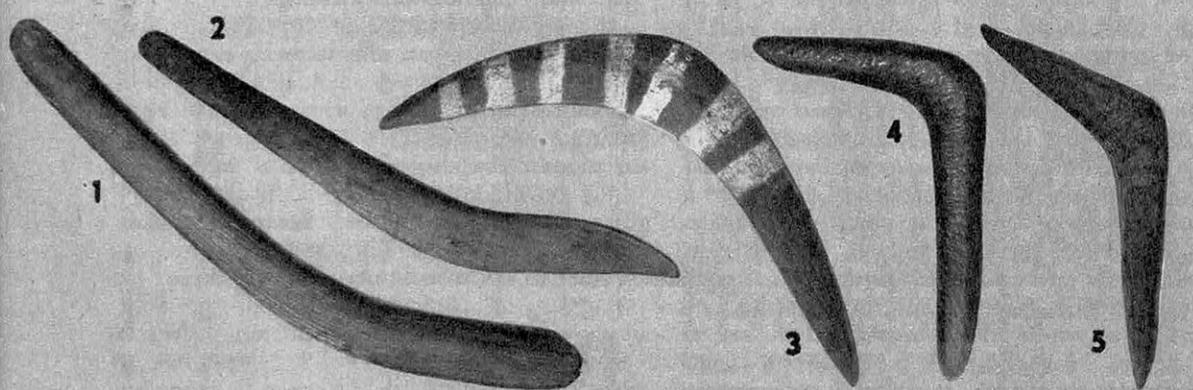
Si l'on en croit Végèce, les frondeurs des Baléares tuaient leur homme à 600 pieds romains, donc à 178 m.

Sans mettre la portée en doute, le calcul interdit d'accepter les témoignages historiques les plus anciens sur sa précision. La portée de 178 m exige une vitesse initiale de plus de 44 m/s, donc 7 tours par seconde environ d'une fronde de 1 m; si le frondeur lâche sa corde avec 1/100 de seconde de retard, son angle de tir augmente de 25°. Les frondeurs des Baléares tuaient bien leur homme à 600 pieds mais, comme le Parthe avec sa flèche, en faisant du tir sur zone.

La précision de l'arc est, au contraire, aussi indiscutable que sa portée. Les prouesses de Guillaume Tell n'en donnent qu'une pâle idée. Un archer crevait l'œil de Philippe de Macédoine avec une flèche dont une inscription précisait qu'elle était destinée à son œil droit. Le général-baron Thiébaut, qui visitait en 1807 le camp des archers Bachkirs près de Tilsitt et doutait de leur adresse, perdit, sur quatre coups, trois écus piqués sur une baguette qu'il avait offerts à celui qui les abattrait à cent pas.

La composition de l'arc et sa forme influent beaucoup sur sa portée. En moyenne, celle de l'arc de guerre anglais en usage jusqu'au XVIII^e siècle, arc droit en bois d'if, ne dépassait pas les 150 m déjà atteints dans l'antiquité. Les archers de vigueur exceptionnelle tiraient à 250 m; le record de portée est de 310 m. Mais les simplifications introduites par les fabrications occidentales ont fâcheusement influé sur les performances de l'arme telle que l'exécutaient Chinois, Turcs et Persans. La Chine construisait depuis des milliers d'années l'arc « composé », faisant appel à des matériaux résistant mieux à la compression pour la concavité de l'arc et à la traction pour la convexité; le principe a été retrouvé au XIX^e siècle pour le béton armé. La corne — de chèvre de l'arc d'Ulysse — est employée du côté comprimé; les ligaments animaux du côté tendu. Corne et ligaments sont collés sur une latte de bois; le tout est verni contre l'humidité.

La contre-courbure est celle de l'arc traditionnellement attribué à Cupidon. La tension de la corde, au lieu de varier linéairement avec son élongation comme dans l'arc droit (c'est-à-dire droit dans son état naturel non fléchi) est presque constante;



elle permet à l'homme qui bande l'arc d'y emmagasiner l'énergie maximum, en même temps qu'elle diminue l'encombrement et facilite le tir à cheval. Avec un arc corne-ligaments à contre-courbure de 1,20 m de longueur développée, pesant 0,250 kg, les Turcs atteignaient jusqu'à 650 m, quand l'arc anglais en bois d'if, de 0,750 kg, ne dépassait pas 300 m.

Mais, en passant de la traditionaliste Angleterre, où elle s'était figée, aux États-Unis, la technique de l'arc va pouvoir s'améliorer. Au pays des Algonquins et des Sioux, l'arc en verre stratifié est le complément de la Cadillac. 200 000 permis pour gros gibier y sont délivrés annuellement : 600 000 autres archers poursuivent lapins, oiseaux, poissons même.

Le trébuchet et la baliste transposaient les principes de la fronde et de l'arc aux premiers matériels d'artillerie. D'autres machines, plus compliquées encore, lançaient des projectiles de plusieurs centaines de kilogrammes jusqu'à près d'un kilomètre.

L'arme à feu

La découverte des propriétés propulsives de la poudre enfermée dans un tube fixe et lançant un projectile a suivi assez rapidement son introduction en Occident. Mais les progrès furent extrêmement lents. Les matériels restaient lourds, de faible portée, sans aucune précision, aussi dangereux pour leurs servants que pour l'ennemi. L'opinion de Montaigne affirmant que « sauf l'étonnement des oreilles, à quoi désormais chacun est apprivoisé, c'est une arme de peu d'effet dont j'espère que nous quitterons un jour l'usage », ne s'explique pas seulement par son hostilité aux nouveautés; deux siècles et demi après l'apparition des premières armes à feu, elle traduisait une opinion générale, assez fortement motivée par leurs résultats. A la fin du XVIII^e siècle, la discussion sur les mérites respectifs de l'arc et du fusil n'avait pas cessé en Angleterre. Jusqu'à 75 m, l'arc l'emportait à la fois en précision et en vitesse de tir : six flèches contre une balle.

La véritable supériorité de l'arme à feu, pendant près de cinq siècles, a porté sur la puissance. Le canon de près d'un mètre de diamètre que Mahomet II fit construire par Urban demandait 400 hommes, 60 bœufs et deux mois pour sa mise en batterie, mais ses boulets de pierre ouvrirent la brèche dans les remparts de Constantinople. Quarante ans plus tard, les forteresses italiennes

tombaient devant l'artillerie plus aisément transportable de Charles VIII.

Les progrès extraordinaires de l'arme à feu aux XIX^e et XX^e siècles l'ont établie, sans discussion possible, au premier rang des matériels de guerre; le projectile cylindro-ogival stabilisé par rotation, chargé en explosif brisant, organisé pour la perforation par effet de charge creuse, propulsé par une poudre sans fumée, tiré à la cadence des armes automatiques d'aujourd'hui, était devenu aussi efficace contre le personnel que contre le matériel; le chargement en explosif atomique ou thermonucléaire ôte désormais toute inquiétude à cet égard.

Le calibre ne jouera donc plus le rôle qu'il a tenu autrefois. Il n'intervient plus guère que par les qualités balistiques qu'il procure en réduisant l'effet de la résistance de l'air; l'expérience des grosses Bertha de 1918 montre ce qu'on peut atteindre avec un calibre de 210 mm.

La vitesse initiale reste le point faible de l'arme à feu de petit comme de gros calibre. On dépasse difficilement avec des tubes de très grande longueur les 1 500 à 1 600 m/s en gros calibre; des artifices comme le canon conique ou le sous-calibrage donnent plus aisément les mêmes résultats en petits calibres; ils ont été employés au cours de la Deuxième Guerre mondiale, mais leur intérêt a déclu avec l'introduction de la charge creuse, dont la puissance de perforation est indépendante de la vitesse.

Les premières fusées

L'invention de la fusée est certainement antérieure à celle de l'arme à feu; elle apparaît dans le célèbre manuscrit de Marcus Graecus aux côtés de la poudre et du feu grégeois, et aucun de ceux à qui l'on attribue l'introduction de la poudre en Occident, Albert le Grand, Roger Bacon ou le moine Schwartz, ne l'ignorait. Bien avant Byzance, elle était connue des Chinois.

Employée en Italie, en 1379-1380 contre Mestre et Chioggia, elle apparaît en France au siège d'Orléans en 1428, de Pont-Audemer en 1449, mais son utilisation reste sporadique jusqu'au XVII^e siècle; elle est complètement abandonnée au XVIII^e siècle.

Le retour en faveur de la fusée est dû à Congreve qui en avait vu l'emploi en Inde par les troupes de Tippo-Sahib et qui persuada le gouvernement britannique de l'essayer, en 1806, contre Boulogne. Elle joua un rôle assez important jusqu'à Waterloo, notamment contre Copenhague. Pendant la guerre de Crimée, la fusée de

9 pouces portait jusqu'à 7 km l'obus de 15 cm. Les progrès de l'artillerie rayée devaient l'éliminer une deuxième fois de l'armement; en 1872, les dernières unités françaises de « fuséens » furent dissoutes.

Les deux reproches faits à la fusée étaient son imprécision et son insécurité.

Deux gros progrès apparurent entre les deux guerres mondiales. Les débuts du téléguidage résolvaient d'abord le problème de la précision. L'alimentation par un mélange de liquides, l'un combustible, l'autre comburant, proposée dès 1900 par Tsiokolwski, et mise au point par les techniciens allemands et américains Oberth, Valier, Goddard... transformait ensuite la fusée en un « moteur-fusée » de fonctionnement moins dangereux et donnait une vitesse d'éjection des gaz, donc une poussée, très supérieure à celle de la poudre noire. L'expérimentation, poursuivie longtemps à des fins scientifiques ou astronautiques, aboutit en 1944-1945 à la mise en service du V-2, qui battait à la fois les records de portée et de charge utile.

Les bombes-fusées

Ce n'est cependant pas sous cette forme que la fusée fut réintroduite pour la troisième fois dans l'armement, mais bien sous celle de la fusée à poudre, dans une application ne prêtant à aucune objection du point de vue précision. Nous l'avions préconisée dès 1936 pour le tir précis d'avion contre objectif terrestre. Le facteur principal de la dispersion qui est l'action du vent sur un projectile partant sans vitesse initiale disparaissait; le choix suggéré de la balistite, à base de coton-poudre et de nitroglycérine, évitait d'autre part tout risque d'explosion. Il n'en fut pas jugé ainsi, la dispersion paraissant inséparable du principe de la fusée quelle que fût sa vitesse initiale; la loi de combustion théorique alors admise pour la balistite devait entraîner, croyait-on, l'explosion du corps de fusée. Malgré une expérience contraire en 1936, la bombe-fusée ne fut pas retenue. Mais, reprise en U.R.S.S., l'expérimentation aboutit à la mise en service, en décembre 1941, des premières bombes-fusées contre les chars allemands devant Moscou. Les applications ultérieures se multiplièrent: armes légères antichars (Bazooka, Panzerschreck), artillerie de campagne (orgues de Staline, Nebelwerfer), fusées pour combat aérien... Le progrès des poudres étend aujourd'hui l'emploi de la fusée à combustible et comburant solides: aux poudres

classiques, au sens vulgaire du mot, dont la poudre noire est le prototype, et aux poudres genre balistite et cordite où l'on malaxe deux éléments, l'un solide, l'autre liquide, contenant chacun combustible et comburant, commencent à succéder des poudres coulées « à double base », dont l'une est le combustible et l'autre le comburant. Le malaxage de nitrate d'ammonium et d'un caoutchouc synthétique est une des premières réalisations. Mais d'autres suivent, à base de lithium, de bore, etc.

Engins à liquides (« Atlas », « Thor », « Jupiter »...) et engins à poudre (« Polaris » de la marine américaine) se développent aujourd'hui concurremment; après les portées « intermédiaires » de quelque 2 400 km, les portées intercontinentales de 8 800 km permettent pratiquement l'attaque du plus éloigné des objectifs.

Le satellite artificiel

La limite de portée de l'engin propulsé par fusée, infinie au sens de la balistique, est aujourd'hui atteinte avec le satellite artificiel, lancé pour la première fois en U.R.S.S. le 4 octobre 1957.

L'idée première est due à Kurt Laszwitz, professeur de mathématiques à Gotha. Le livre où il l'exposait en 1897 se classerait aujourd'hui dans la « science-fiction », mais le principe ne prêtait à aucune objection. Il manquait cependant un mode de propulsion pour l'astronautique, qui en était toujours au canon de Jules Verne. Le mérite d'avoir préconisé le premier, en 1903, la fusée pour la navigation interplanétaire revient à Constantin Tsiokolwsky. En 1923, dans un ouvrage devenu classique, Oberth combinait satellite et moteur-fusée pour créer la « station-relais », indispensable aux voyages interplanétaires.

Introduit en décembre 1948 dans les préoccupations officielles par James V. Forrestal, alors ministre de la Défense des États-Unis, le satellite dut cependant attendre jusqu'en juillet 1955 la décision du président Eisenhower de préparer un lancement au cours de l'Année Géophysique Internationale. Presque aussitôt, à Copenhague, au 6^e Congrès de la Fédération Astronautique Internationale, les professeurs Sedov et Ogorodnikov, délégués soviétiques, annonçaient que l'U.R.S.S. mettait à exécution un projet semblable, qui aboutit au lancement du 4 octobre.

La vitesse nécessaire au maintien du satellite sur son orbite se calcule aisément en exprimant l'égalité de la pesanteur et de

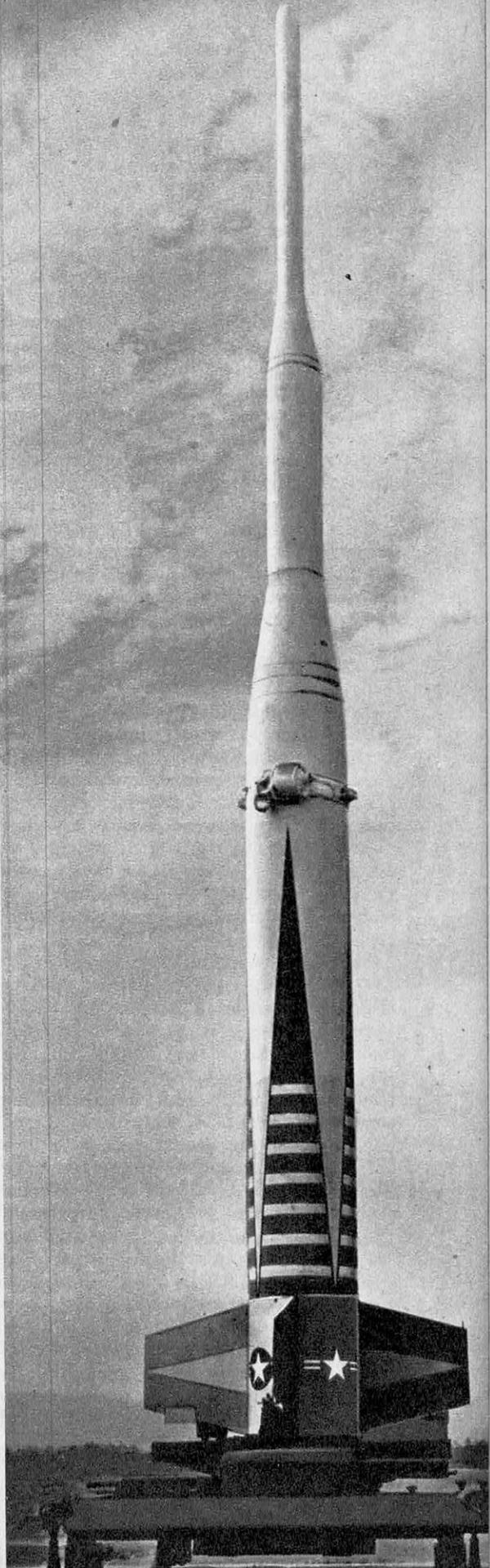
la force centrifuge; elle décroît à mesure que l'orbite est plus éloignée de la Terre; pour une trajectoire exactement circulaire, elle est d'environ 7 650 m/s à 500 km, 7 350 m/s à 1 000 km, et dépasse à peine les 1 000 m/s pour ce satellite naturel qu'est la Lune, à 384 000 km. Ces vitesses, qui sont celles d'un satellite sur son orbite, ne doivent pas être confondues avec celles qu'il est nécessaire de leur imprimer à partir d'un point de la Terre entraîné dans sa rotation sur elle-même.

La correction est importante, puisque la vitesse de rotation de la Terre à l'équateur est de 460 m/s. La vitesse nécessaire au lancement dépend donc de la latitude et de la direction du lancement.

La vitesse totale qu'il est nécessaire d'imprimer au satellite pour le mettre en place sur son orbite à partir de la Terre est d'ailleurs notablement supérieure aux chiffres indiqués précédemment. Rien que pour le hisser verticalement à 500 km, même en négligeant la résistance de l'air, il faudrait lui imprimer au départ une vitesse de plus de 3 000 m/s; il arriverait à cette altitude à une vitesse nulle et devrait recevoir à ce moment sa vitesse orbitale. La décomposition précédente en deux trajectoires, l'une horizontale, l'autre verticale, n'est d'ailleurs pas la solution la plus avantageuse. Depuis Oberth, qui a étudié le premier les trajectoires « synergiques » demandant le minimum d'énergie pour quitter une planète, on connaît celle-ci de manière précise. Le satellite doit décoller verticalement, de manière à traverser le plus rapidement possible la basse atmosphère résistante; on incline ensuite sa trajectoire pour accélérer dans une direction de plus en plus proche de l'horizontale.

Le projectile planant

La première proposition d'un projectile planant, utilisant une voilure dont n'étaient dotés ni le projectile d'artillerie stabilisé par rotation ou par empennage, ni la bombe d'avion ordinaire, est due au général Crocco; on y trouve l'avantage d'un relèvement considérable de portée. Mais la flèche et le boomerang étaient déjà des projectiles planants, dont la portée n'a d'égale que la précision. La démonstration n'a pas besoin d'être répétée pour la flèche. Pour le boomerang, le record de portée est actuellement détenu par l'Australien Frank Donnellan, qui ramène le projectile à ses pieds après lui avoir fait faire le tour d'un arbre à 125 m; il renouvelle la prouesse de Guille-

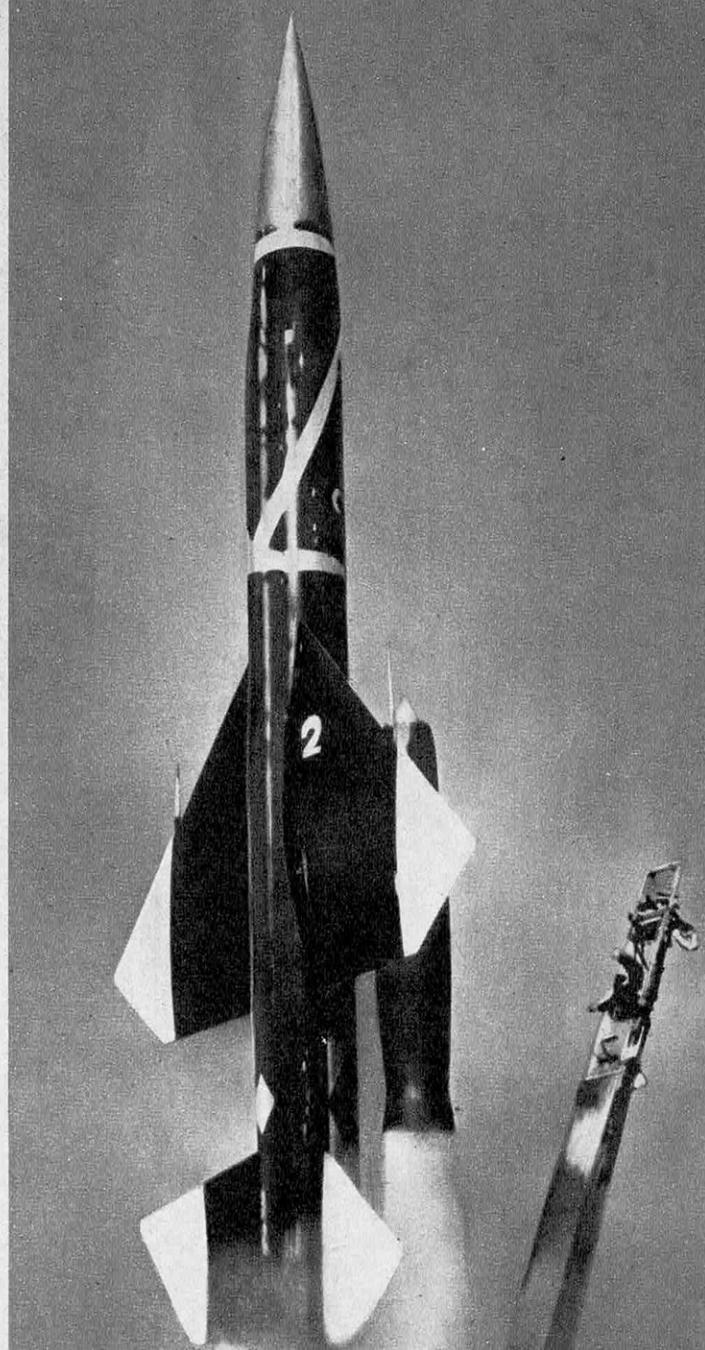


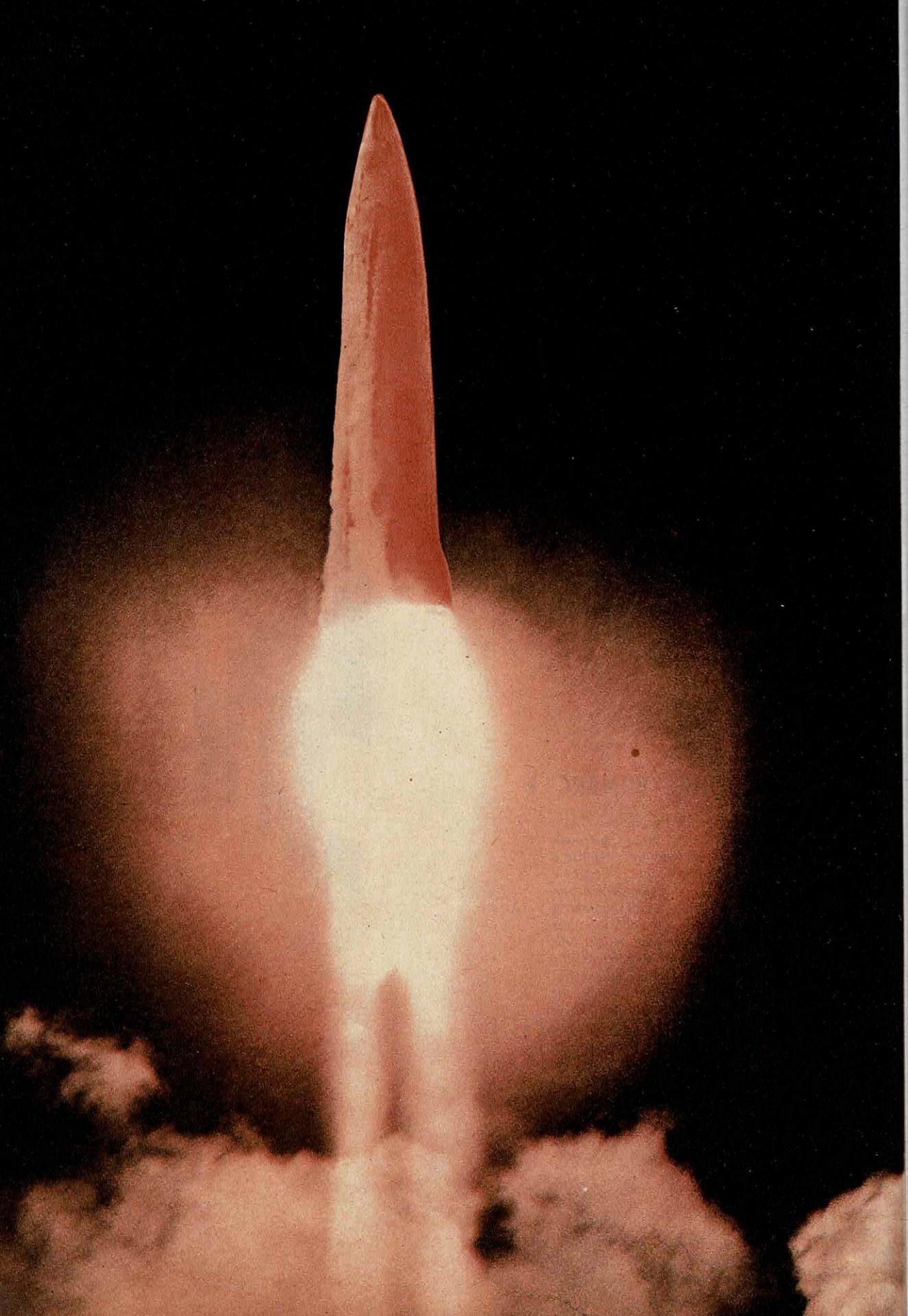
◀ LOCKHEED X-17

C'est un engin de recherche destiné spécialement à l'étude de la « rentrée » dans l'atmosphère aux vitesses hypersoniques. Propulsé par poudre, il est à trois étages. Il a servi notamment à la mise au point des formes d'ogive arrondies pour les cônes de charge des engins balistiques américains de portée intercontinentale et intermédiaire. On a indiqué qu'il avait atteint la vitesse de 15 000 km/h et l'altitude de 960 km à la base de Patrick de l'U.S. Air Force, en Floride.

BOEING "BOMARC" ▶

C'est le plus récent des engins sol-air américains. C'est aussi le premier engin de défense à grand rayon d'action, destiné à la défense « régionale » à plusieurs centaines de kilomètres de distance par opposition aux engins de défense locale type « Nike » qui ne portent qu'à quelques dizaines de kilomètres. C'est un véritable avion, de 7 000 kg, à propulsion mixte par fusée et statoréacteur, dépassant 3 000 km/h. Il peut emporter une charge d'explosif classique ou atomique.





◀ CONVAIR "ATLAS"

C'est le premier engin balistique intercontinental, de 8 800 km de portée, mis à l'étude en Amérique. Son poids est d'une centaine de tonnes et il peut emporter une charge thermonucléaire. Il possède un propulseur principal, fusée à combustibles liquides développant une poussée de plus de 100 t, et deux propulseurs auxiliaires largables. La vitesse atteinte par l'engin en fin de combustion doit dépasser 25 000 km/h.

laume Tell dans des conditions certainement plus difficiles, en plaçant la pomme sur sa propre tête.

On précisera le gain de portée sur un exemple, en supposant qu'on imprime au départ une vitesse de 200 m/s au projectile. Si son poids est suffisant pour qu'on puisse négliger la résistance de l'air, le tir à 45° lui assurerait une portée de 4 km. Lancé à la verticale, il atteindrait une altitude de 2 km; s'il est équipé d'une voilure de « finesse » 8 (portance huit fois plus grande que sa résistance aérodynamique), il atteindra au cours de sa descente une portée de 16 km. Or, la finesse des voitures en vol subsonique peut sans difficulté dépasser 8. Telle est la justification des bombes planantes employées dès 1943 par l'aviation allemande contre les navires alliés en Méditerranée; complétées par un guidage, mais sans propulsion, elles permettaient une attaque hors de portée des projectiles de D.C.A.

L'engin semi-balistique

L'idée fut reprise en 1945 pour le bombardement transatlantique par une fusée à deux étages. La trajectoire balistique se complétait, après retour dans la stratosphère, par une trajectoire planante qui devait permettre d'atteindre l'Amérique à partir des bases d'Allemagne.

Aux grandes distances, l'engin planant présente cependant deux faiblesses.

D'abord le gain n'est pas proportionnel à la portée, car l'engin ne peut planer utilement que dans la stratosphère, et même, dans une fraction de celle-ci. Or, en raison de la courbure de la Terre, la portée de l'engin balistique croît plus vite que le carré de la vitesse initiale et devient même pratiquement infinie aux vitesses des satellites; dès les 8 800 km de l'engin intercontinental, le gain est considérable. Ainsi la formule de l'engin planant est beaucoup plus intéressante pour les portées « intermédiaires »

de 2 000 à 3 000 km, où le supplément de portée de plusieurs centaines de kilomètres permet un relèvement important de charge utile; l'engin « semi-balistique » actuellement étudié en France y fait appel.

D'autre part, l'engin planant, serait-il supersonique, est beaucoup plus exposé aux engins défensifs à charge thermonucléaire qu'un engin balistique. A son arrivée, celui-ci se présentera sous une forme voisine d'un projectile d'artillerie à parois épaisses, aussi insensible à l'effet de souffle qu'à l'effet thermique; celui-là, sous la forme d'un petit avion qui perdra ses ailes au voisinage des « boules de feu » de la défense.

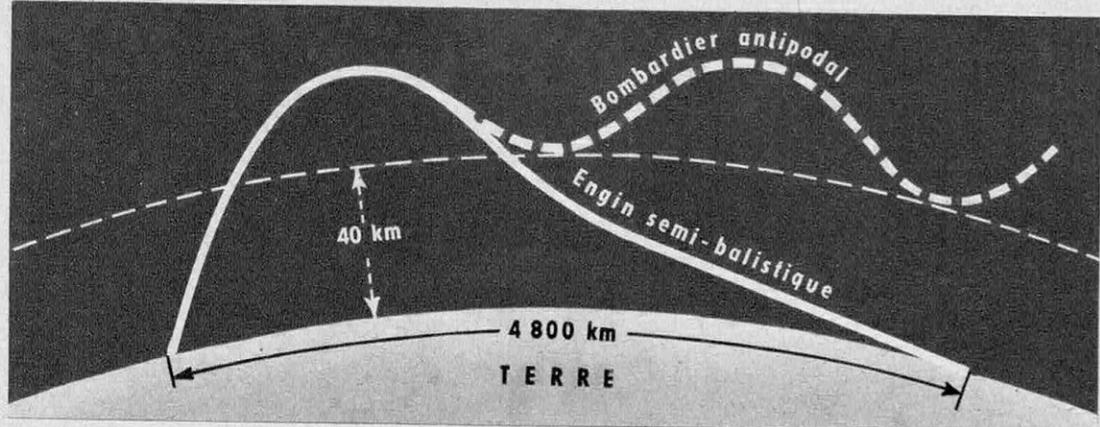
Le projectile à tuer: masse ou vitesse

En première approximation, l'effet du projectile sur l'homme ou sur l'animal est lié à son énergie cinétique; la blessure légère correspond, chez l'homme, à 5 kilogrammètres, la blessure mortelle à 10 kilogrammètres.

L'évolution de l'arme à feu portative vers les faibles calibres et celle du projectile vers les formes cylindro-ogivales s'explique suffisamment par cette liaison entre l'effet meurtrier et l'énergie cinétique.

Tout d'abord, pour alléger l'arme et passer de celles qu'on pouvait à peine qualifier de portatives aux fusils allégés ou aux mitrailleuses d'aujourd'hui, il était indispensable de réduire le calibre. Il n'est pas indifférent, en effet, d'agir sur la masse ou sur la vitesse pour augmenter l'énergie cinétique, qui est proportionnelle à la première et au carré de la deuxième. Or, le recul, lui, est fonction non de l'énergie cinétique du projectile à la bouche, mais de sa « quantité de mouvement », produit de la masse par la vitesse. A énergie cinétique égale, on réduira donc cette quantité en réduisant le poids du projectile et en augmentant sa vitesse; on pourra employer une arme plus légère. C'est ainsi qu'on est passé de l'arquebuse, tirant des balles de plus de 60 g et pesant 10 kg, au mousquet de 6 kg avec des balles de 40 g, puis aux fusils modernes de moins de 4 kg avec une balle de moins de 10 g. La réduction des calibres a suivi celle des poids, favorisée en outre par la substitution de la balle cylindro-ogivale à la balle sphérique.

Cette évolution du projectile vers ces formes aérodynamiques était indispensable pour la conservation du pouvoir meurtrier à distance. Pour d'aussi petits calibres, l'effet de la résistance de l'air sur les projectiles sphériques est énorme; la chevrotine



LE BOMBARDIER SEMI-BALISTIQUE ANTIPODAL

L'idée de l'engin semi-balistique, qui combine la trajectoire balistique avec celle d'un planeur lorsque l'engin retombe dans la basse atmosphère a été présentée pour la première fois en 1945 par les techniciens allemands de Peenemunde comme solution du

bombardement intercontinental. Elle est reprise aujourd'hui par l'Armée française pour ses engins de portée intermédiaire. Sur ce principe, le bombardier « antipodal » doit pouvoir atteindre tout objectif jusqu'à 20 000 km par une série de rebondissements.

de 8 mm, tirée à 375 m/s, tombe à 200 m/s vers 100 m, à 150 m/s vers 150 m.

Enfin, l'augmentation de vitesse initiale au détriment de la masse du projectile améliore la précision et la justesse du tir, en réduisant l'effet du vent, celui du mouvement de l'objectif, celui d'une appréciation erronnée de la hausse.

Puissance vulnérante et puissance d'arrêt

Jusqu'à quelle limite peut-on descendre ? Cela dépend de l'importance qu'on attache à la « puissance vulnérante », qui exige simplement un projectile de plus de 6 mm pour la mise hors de combat, et à la « puissance d'arrêt », qui relève à 8 mm le calibre minimum pour l'arrêt rapide. C'est ainsi que la puissance d'arrêt du pistolet courant de 7,65 mm est très inférieure à celle d'un Parabellum de 9 mm ou d'un Colt de 11,25 mm, bien que les trois armes impriment à leurs projectiles la même énergie cinétique d'environ 45 kilogrammètres.

Enfin, le nombre d'atteintes, même à énergie totale donnée, n'est pas sans importance. Ce n'est pas sans raison que certains préfèrent, dans le combat contre l'homme à faible distance, le fusil de chasse chargé à chevrotines au fusil de guerre tirant la balle; l'arrêt rapide de l'homme par une rafale de mitrailleuse repose sur le même principe. L'expérience du gros animal est bien con-

nue. Théodore Roosevelt, rapportant une statistique exceptionnellement fournie dans « Mes chasses en Afrique », indique qu'il faut couramment 7 balles contre le rhinocéros, 5 à 9 balles pour venir à bout d'un éléphant. On a fréquemment vu des lions, des sangliers et même des cerfs n'être arrêtés qu'à la dixième ou onzième des balles qui les traversaient.

Peut-être trouvera-t-on qu'il n'y a guère de rapport entre la réduction de la masse des projectiles, l'augmentation de leur vitesse, la multiplication des blessures et les effets des armes nucléaires. Le plus petit de tous les projectiles est cependant bien le neutron, si l'on élimine les diverses radiations qu'il est difficile d'assimiler à un projectile. Il faut beaucoup de neutrons pour tuer un homme, un million de milliards d'après les estimations américaines pour neutrons rapides. Mais leur poids total reste faible, un peu plus d'un millionième de milligramme, compensé par une vitesse de quelques dizaines de milliers de kilomètres à la seconde.

Destructions stratégiques

L'idée de s'attaquer aux richesses de l'adversaire au lieu de lutter contre ses combattants n'est certainement pas nouvelle; la Deuxième Guerre mondiale n'a fait que consacrer un état de choses acquis en baptisant les objectifs et les missions, suivant les cas, de stratégiques et de tactiques.

Mais, jusqu'au début du xx^e siècle, l'attaque ne disposait pas de projectiles de portée et de puissance convenant aux objectifs stratégiques. Pendant toute l'Antiquité, l'assiégé qui avait pris la précaution d'amasser des vivres pouvait narguer l'assiégeant des années durant. L'introduction de la poudre, ajoutant à ses propriétés explosives celles d'un des meilleurs produits incendiaires qui soit, même aujourd'hui, devait modifier la situation. Effectivement, on signalait quelques incendies de villes à l'époque où Byzance détenait l'exclusivité des variantes de feu grégeois, que l'on projetait sur l'assiégé par les machines en usage à l'époque. Cependant, en Occident, ce n'est qu'à la fin du xvii^e siècle que le principe réapparut, lorsque l'électeur de Brandebourg, dans ses opérations contre la Suède, s'attacha le premier à incendier les villes au lieu de faire brèche à leurs fortifications.

Portée du bombardement

Les succès ainsi demandés à la pression que les habitants pouvaient exercer sur le gouverneur de la place furent assez nombreux pour imposer une transformation du système de défense. Les forts détachés commencèrent à remplacer, dès le xviii^e siècle, la ligne de remparts continus; ils rejetaient l'artillerie de siège à une distance où elle ne put menacer la ville; telle était encore la situation en 1914.

L'augmentation de portée de l'artillerie que traduisait le bombardement de Dunkerque et de Paris au cours de la Première Guerre mondiale, les progrès de l'aviation et la généralisation du bombardement lointain au cours de la Deuxième, enfin, aujourd'hui, la mise au point d'engins balistiques transportant la bombe thermonucléaire à toute distance désirable, ont complètement transformé les données du problème. Les destructions stratégiques peuvent être appliquées dorénavant non plus à quelques grands centres démographiques et industriels, mais à l'ensemble des objectifs agricoles, si profondément enfouis soient-ils dans le plus étendu des continents.

La mécanique des projectiles

L'adresse incontestable d'un archer ou d'un lanceur de boomerang n'est pas une science. La balistique ne pouvait naître avant que Galilée découvrît les lois de la chute des corps et posât les principes de la dynamique. Mais, malgré son élève Torri-

celli qui voyait dans l'application de la mécanique aux projectiles « le fruit suprême des travaux de Galilée et sa suprême gloire », les tables de tir déduites de la théorie ne valaient pas celles de Tartaglia. Ce mathématicien, qui régna sur la balistique pendant tout le xv^e siècle, sans d'ailleurs avoir tiré un coup de canon, enseignait que la trajectoire se composait de deux droites raccordées par un arc de cercle; la première correspondait au « mouvement violent » imprimé au projectile à la sortie de la bouche; la dernière au « mouvement naturel »; le raccordement au « mouvement mixte ».

Il fallut attendre Newton et sa publication de la loi de résistance de l'air suivant le carré de la vitesse pour qu'on pût améliorer les trajectoires paraboliques de Galilée.

Malheureusement, la loi de la résistance de l'air n'avait pas la belle simplicité que lui attribuait Newton. Deux cents ans furent nécessaires pour la préciser sur le boulet sphérique, le plus simple des projectiles, en apparence. Ce fut l'œuvre des aérodynamiciens, Eiffel et Prandtl, aux premières années de ce siècle.

La balistique nouvelle

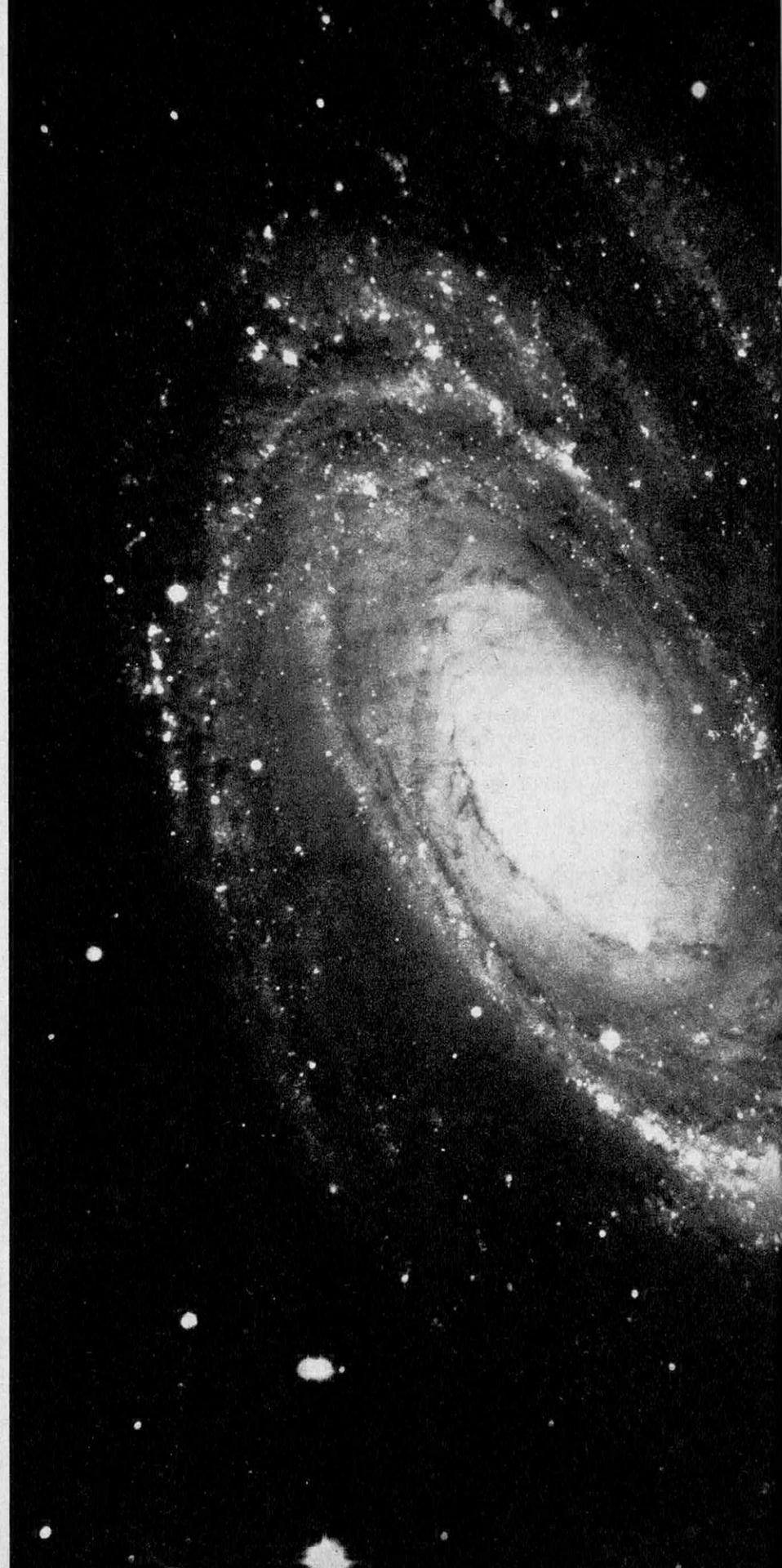
Aujourd'hui, tous les problèmes de la balistique des armes à feu, théorique et expérimentale, sont résolus. Aux semaines et aux mois de calculs des trajectoires par arcs successifs ont succédé les machines électroniques qui les débitent en quelques minutes. Les méthodes photographiques permettent, sur un « polygone de tir » en chambre de cinquante mètres de longueur, parfaitement climatisé, des mesures d'une précision impossible à atteindre à l'air libre.

Les difficultés sont reportées aux domaines de la fusée, où elles s'amoncellent. La proportionnalité de la résistance à la densité n'a plus de sens dans les régions de l'atmosphère où le libre parcours des molécules est de l'ordre des dimensions du projectile. Aux températures provoquées par son passage, les réactions chimiques de l'oxygène et de l'azote compliquent les écoulements. L'ionisation et ses effets sur la conductivité thermique, la conductivité électrique, la viscosité, perturbent encore les phénomènes. Mais les milliards de dollars qu'on applique à leur étude nous en donneront la maîtrise, et la balistique classique, à l'époque des engins thermonucléaires de 8 800 km de portée, nous paraîtra aussi démodée que les trajectoires de Tartaglia.

Camille ROUGERON

LA NÉBULEUSE SPIRALE MESSIER 81

Avec ses deux bras qui s'enroulent en spirales autour du noyau, cette nébuleuse suggère immédiatement l'idée d'une rotation rapide. Elle se trouve à une distance de 6,45 années-lumière, dans la constellation de la Grande Ourse et ressemble beaucoup par sa forme à notre propre Galaxie. Au lieu de s'éloigner de nous, comme la plupart des grandes nébuleuses, celle-ci se rapproche au contraire avec une vitesse de l'ordre de 30 km/s.





Les vitesses DU MONDE PHYSIQUE

LES records que l'homme parvient péniblement à battre paraissent bien dérisoires quand on les compare à certaines vitesses du monde physique. Que sont 500, 1 000 ou 2 000 kilomètres à l'heure, alors que le mouvement de la Terre autour du Soleil nous fait parcourir 107 000 kilomètres en une heure ? Cette vitesse de la Terre est, elle-même, bien faible devant celle de la lumière ou de certains corpuscules.

Presque tous les phénomènes naturels se présentent à nous dans de telles conditions que nous ne pouvons nous fier à nos yeux pour estimer leur vitesse. Les exemples ne manquent pas dans tous les domaines. C'est ainsi que, pendant bien longtemps, les glaciers ont été considérés comme des masses rigoureusement immobiles ; il n'y a qu'une centaine d'années que l'on sait qu'ils progressent lentement vers les vallées où ils fondent, tandis que les chutes de neige les renouvellent incessamment à leur partie la plus haute. C'est que leur progression est très lente et ne dépasse pas en général quelques mètres par an, bien qu'on en connaisse de nombreux qui s'écoulent à une vitesse de plusieurs centaines de mètres par an.

Les courants marins ne se prêtent à aucune appréciation visuelle dès qu'on se trouve hors des côtes, et même les mesures sont délicates tant il est difficile de faire abstraction de l'effet du vent sur les corps flottants. Les résultats sont parfois surprenants. Nous ne citerons que le Gulf Stream pour lequel les calculs donnent une vitesse, en surface, de 120 à 140 cm/s, soit entre 4 et 5 km/h au moment où il s'éloigne de la côte américaine. Le débit, en supposant une vitesse nulle à 2 000 m de profondeur, est estimé entre 74 et 93 millions de mètres cubes par seconde. C'est un véritable fleuve géant qui traverse l'Atlantique nord.

La vitesse du vent

Une personne non exercée se trompe fréquemment quand elle cherche à estimer la vitesse du vent. Les marins utilisent encore fréquemment, pour cette évaluation, une échelle (échelle de Beaufort) établie d'après la description des effets observés sur terre et sur mer, au large et près des côtes. Lorsque le vent, par exemple, est perçu au visage, que les vaguelettes au large ne déferlent pas encore et que la voilure des barques se gonfle doucement, il s'agit d'une « légère brise » de 6 à 11 km/h (numéro 2 de Beaufort). Ce sera « grand frais » (50 à 60 km/h, numéro 7 de Beaufort), quand la marche contre le vent est pénible, que l'écume des lames déferlantes est soufflée et que les barques regagnent leur mouillage. Un vent de 100 km/h souffle en « tempête » (numéro 10 de Beaufort); dans nos régions, cette vitesse est rarement atteinte heureusement

car, pour peu qu'elle persiste, elle produit de véritables ravages.

On saisit facilement l'effet destructeur que peuvent avoir les typhons où la vitesse du vent atteint parfois 300 km/h.

Les « jet streams »

On a cru pendant longtemps que dans la haute atmosphère, dans la stratosphère en particulier, l'air demeurait sinon au repos, du moins beaucoup plus calme que dans la troposphère, siège principal des phénomènes météorologiques.

Depuis quelques années, des études poussées ont démontré l'existence au voisinage de la stratosphère de courants aériens extrêmement violents, étroits, sinuex et irréguliers, dont la direction générale est toujours d'ouest en est. Les Anglo-Saxons les ont appelés « jet streams ». Leur longueur peut atteindre 4 000 km sur une largeur de seulement quelques centaines de kilomètres. Ils se développent verticalement sur 7 ou 8 km. Quant à leur vitesse, on l'estime en moyenne à 250 km/h, parfois à 350 ou même 550 km/h.

La vitesse de chute de la pluie dépend de la grosseur des gouttes, mais ne dépasse guère 8 mètres par seconde, car au-delà les grosses gouttes se fragmentent. Les grêlons sont plus gros et leur vitesse dépasse fréquemment 100 km/h.

On est loin de la vitesse avec laquelle une décharge orageuse s'effectue entre nuages ou entre un nuage et la Terre. C'est un phénomène complexe dans le détail duquel nous n'entrerons pas, indiquant seulement ici que dans une première phase désignée sous le nom de « trait-pilote », une décharge à quelque 100 km/s prépare la voie que suivra le « trait-flèche » à 20 000 km/s.

ÉCHELLE ANÉMOMÉTRIQUE BEAUFORT

CHIFFRE BEAUFORT	TERME DESCRIPTIF	VITESSE KM/H
0	Calme	1
1	Très légère brise	1 — 5
2	Légère brise	6 — 11
3	Petite brise	12 — 19
4	Jolie brise	20 — 28
5	Bonne brise	29 — 38
6	Vent frais	39 — 49
7	Grand frais	50 — 61
8	Coup de vent	62 — 74
9	Fort coup de vent	75 — 88
10	Tempête	89 — 102
11	Violente tempête	103 — 117

La vitesse du son

La vitesse de propagation du son dans l'air joue un rôle important dans le développement de l'aéronautique moderne. Il ne pouvait échapper, même aux premiers hommes, ne fut-ce que par l'observation des échos, qu'elle était relativement faible. Il a fallu cependant attendre 1738 pour que la première mesure un peu précise, par des échanges de coups de canon (à blanc) entre la butte Montmartre et Montlhéry, donnent la valeur approchée de 337,18 m/s à 6°. On admet maintenant que la vitesse du son dans l'air à 0° est de 330,07 m/s; elle augmente avec la température. Les liquides et les solides transmettent aussi les vibrations sono-

VITESSES DE CHUTE DES GOUTTES DE PLUIE ET DES GRÈLONS

Diamètre des gouttes (en mm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2	3	4	5
Vitesse de chute (en m/s)	0,32	1,3	2,7	3,2	3,5	4,4	5,7	5,9	6,9	7,7	8
Diamètre des grêlons (en cm)	2,5		5		7,5		10		12,5		
Vitesse de chute (en m/s selon la densité des grêlons)	20 à 28		30 à 40		42 à 55		65 à 85		85 à 110		

res, l'eau douce à 1 435 m/s, l'eau de mer, plus dense, à 1 500 m/s environ, et la fonte, par exemple, à 3 170 m/s.

La vitesse relativement faible du son dans l'air permet de constater aisément à l'oreille un phénomène d'ailleurs très général dans le domaine vibratoire et connu sous le nom d'effet Doppler-Fizeau. Quand une source sonore se rapproche d'un observateur, la hauteur du son augmente; quand elle s'éloigne, la hauteur diminue. Tout le monde a pu le remarquer au passage d'une locomotive rapide quand son sifflet est en action. C'est que, lorsqu'elle s'approche, l'oreille reçoit, par seconde, plus de vibrations que le sifflet n'en émet; l'oreille en reçoit moins lorsque la locomotive s'éloigne. Ce phénomène trouve de nombreuses applications en optique et en astronomie où il permet de mesurer, par le déplacement des raies spectrales, la vitesse des astres qui s'éloignent ou se rapprochent de la Terre.

Télécommunications

La vitesse de propagation des ondes de la radio est celle de la lumière (en gros 300 000 km/s) puisqu'il s'agit dans les deux cas d'ondes électromagnétiques. Les transmissions qui les utilisent sont donc pratiquement instantanées à l'échelle terrestre. Mais la technique des télécommunications fait appel à des appareillages parfois très complexes où l'« information » est transmise à des vitesses souvent bien inférieures. On peut citer pour les câbles, par exemple, suivant leur constitution, une vitesse de transmission allant de 20 000 km/s à 175 000 km/s. Les câbles coaxiaux, de meilleur rendement, vont de 120 000 à 280 000 km/s, les guides d'ondes de 230 000 à 270 000 km/s. Si on admet le chiffre moyen de 200 000 km/s, il faut donc 20 millièmes de seconde environ pour le trajet Paris-New York, durée non négligeable si l'on veut réaliser des transmissions ultra-rapides exigeant une synchronisation poussée des

appareils aux deux extrémités de la ligne.

Indiquons enfin, à l'intention des amateurs de la télévision, que les électrons qui excitent la fluorescence de leurs écrans y sont précipités, dans un tube alimenté normalement sous 14 000 volts, à la vitesse de 72 000 km/s.

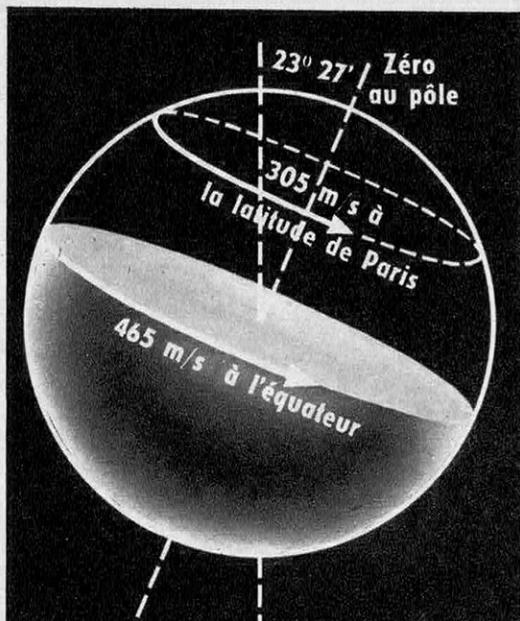
Les mouvements de la Terre

La Terre tourne sur elle-même en 24 heures et décrit en un an, autour du Soleil, une ellipse, qui diffère très peu d'un cercle ayant 149 675 000 km de rayon.

Par l'effet du mouvement de rotation, un point situé à l'équateur parcourt 465 mètres par seconde, vitesse comparable à celle qui anime la balle d'un fusil. A mesure que l'on s'approche des pôles, la vitesse diminue et tend vers zéro. A Paris, elle est encore de 305 m/s ou 1 100 km/h. Un avion qui se dirigerait vers l'ouest à cette vitesse en suivant le parallèle de Paris verrait donc constamment le Soleil dans la même direction et à la même hauteur au-dessus de l'horizon.

C'est sur la rotation de la Terre que repose la détermination du temps. On a pourtant reconnu que cette rotation n'est pas rigoureusement uniforme. Les marées des océans exercent un freinage qui n'est pas négligeable; il en résulte un ralentissement séculaire; il est mis en évidence par le fait que les éclipses de Soleil ou de Lune se produisent de nos jours avec une avance de quelques heures par rapport aux instants que l'on déduirait des observations d'éclipses rapportées dans l'antiquité. A cet effet se superposent de très faibles variations irrégulières, tantôt avance, tantôt retard, (de 1920 à 1950, avance d'une demi-seconde par an), certainement liées à des modifications de la structure interne de la Terre. On a réussi également à déceler des changements périodiques, dont les causes ne sont pas bien élucidées.

Quant au mouvement de la Terre autour du Soleil, il est déterminé par l'attraction



← ROTATION DE LA TERRE →

La Terre tourne autour de la ligne des pôles en 24 heures. De ce fait, un point situé à l'équateur est animé d'une vitesse de 465 m/s, alors qu'à la latitude de Paris la vitesse atteinte n'est que de 305 m/s. L'axe de rotation n'est d'ailleurs pas perpendiculaire au plan de l'ellipse décrite par la Terre autour du Soleil; il fait un angle de 23° 27' avec la verticale à ce plan.

← ORBITE DE LA TERRE →

La Terre décrit autour du Soleil une orbite qui diffère très peu d'un cercle de 150 millions de kilomètres de rayon. Aux extrémités du grand axe de cette ellipse la Terre atteint des vitesses de 30,27 km/s au solstice d'hiver, de 29,27 km/s au solstice d'été. Solstices et équinoxes divisent l'orbite en quatre parties qui correspondent aux quatre saisons; les variations de la quantité de chaleur reçue par le Soleil résultent de l'inclinaison de l'axe de la Terre sur le plan de l'orbite.

de ce dernier. Comme l'exigent les lois de la mécanique, il est un peu plus rapide vers la position la plus proche du Soleil et un peu plus lent vers la position la plus éloignée. La vitesse est de 30,27 km/s vers le 2 janvier et seulement de 29,27 km/s vers le 2 juillet.

Si, à un moment quelconque, en un point de son orbite actuelle, la Terre s'était trouvée animée d'une vitesse bien différente, elle aurait décrit une autre trajectoire. La vitesse qu'elle possède la fait mouvoir sensiblement sur un cercle. Pour une vitesse plus faible, elle irait passer plus près du Soleil, tandis qu'une vitesse un peu plus grande donnerait une ellipse extérieure au cercle. Une vitesse de 42 km/s correspondrait à une parabole et une vitesse encore plus grande à une hyperbole.

Vitesses des météorites

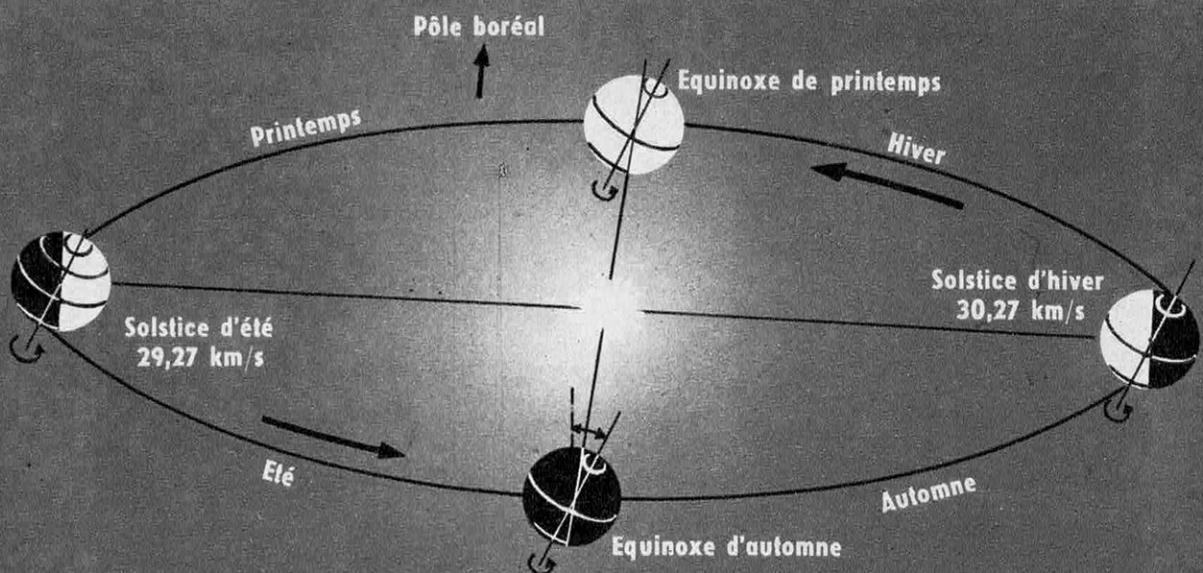
On peut calculer qu'un corps solide venant de l'infini et capté par le Soleil aurait, du fait de l'attraction solaire, précisément la vitesse de 42 km/s au moment où il atteindrait la position de la Terre. Cette vitesse intervient lorsque l'on étudie l'origine des météorites. (Rappelons que l'on appelle météorites les corps solides qui arrivent de l'espace sur la Terre, quelle que soit leur masse. Quant au mot *météore* il désigne le phénomène lumineux produit par la météorite pendant son passage à travers l'atmos-

phère; il remplace l'expression populaire d'*étoile filante*, que l'on n'admet plus dans le langage scientifique, puisqu'il ne s'agit pas d'étoiles). Puisque la vitesse de la Terre sur son orbite est de 30 km/s, des météorites arrivant à la vitesse parabolique auraient, par rapport à la Terre, des vitesses comprises entre $42 + 30 = 72$ km/s et $42 - 30 = 12$ km/s. Des vitesses supérieures à 72 km/s correspondent à des orbites hyperboliques et indiqueraient que ces corps n'appartenaient pas au système solaire, mais qu'ils proviennent de l'espace interstellaire. Des milliers d'observations n'ont donné jusqu'ici que des vitesses elliptiques ou quasi paraboliques,

On trouve aussi des orbites elliptiques, très allongées ou paraboliques parmi celles que décrivent les comètes. Au moment où elles passent au voisinage du Soleil, ces dernières ont des vitesses qui atteignent 40 à 50 km/s. Par contre, leur mouvement tend à devenir très lent aux grandes distances.

Les mouvements du Soleil

Jusqu'ici, nous avons rapporté le mouvement de la Terre au Soleil. Or, celui-ci se déplace, comme toutes les étoiles. La théorie de la relativité montre que, contrairement à ce que l'on pensait autrefois, il n'est pas possible de définir le mouvement du Soleil — ou de tout autre objet — par rap-



port à un espace absolu. On le compare donc à certains repères.

Par rapport aux étoiles proches, formant une sorte d'essaim, le Soleil se meut à la vitesse de 20 km/s vers un point situé dans la constellation d'Hercule. Il entraîne avec lui la Terre et tout le cortège des planètes, de sorte que leur mouvement orbital se combine au déplacement rectiligne du Soleil pour donner des trajectoires en forme d'hélices. D'autre part, cet essaim des étoiles proches participe au gigantesque mouvement de rotation de la Galaxie autour de son centre. La Galaxie ne tourne pas en bloc, à la manière d'une roue; elle se déforme, car la rotation angulaire est plus rapide vers le noyau que sur les bords. Pour la région voisine du Soleil, la vitesse de rotation atteint 220 km/s. Malgré cette vitesse, le Soleil met environ 250 millions d'années pour accomplir un tour autour du noyau de la Galaxie.

La fuite des Galaxies

Les dimensions de la Galaxie nous confondent par leur grandeur. Elle n'est pourtant, rappelons-le, qu'une toute petite portion de l'Univers. Les télescopes de grande ouverture ont permis d'apercevoir un nombre sans cesse croissant, déjà supérieur à cent millions, d'objets analogues à notre Galaxie, contenant comme elle des millions ou des milliards d'étoiles. Après

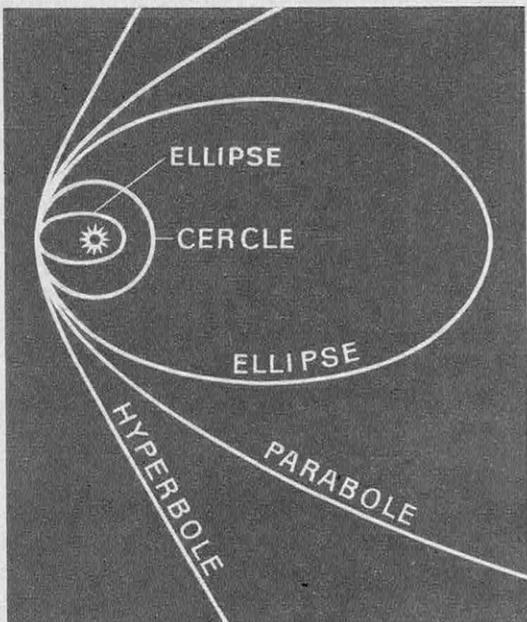
les avoir appelés des « nébuleuses extragalactiques », la tendance actuelle est de désigner ces objets sous le nom général de galaxies, pour rappeler leurs analogies avec notre propre Galaxie. Elles possèdent une propriété singulière : les raies de leurs spectres sont décalées vers le rouge et ce décalage est d'autant plus important qu'il s'agit d'objets plus lointains. La célèbre théorie de l'*expansion de l'Univers*, encore disputée mais admise par la majorité des astronomes, interprète ce déplacement par un mouvement de récession. Les vitesses qui interviennent sont incomparablement plus

VITESSES MOYENNES DES PLANÈTES SUR LEURS ORBITES

MERCURE	47,1
VÉNUS	35,0
LA TERRE	29,8
MARS	24,1
JUPITER	13,1
SATURNE	9,6
URANUS	6,8
NEPTUNE	5,4
PLUTON	4,7

(en kilomètres par seconde)

←MOUVEMENTS AUTOUR DU SOLEIL



Cercles, ellipses, paraboles, hyperboles, sont autant de trajectoires possibles pour les corps du système solaire. La vitesse de 29,8 km/s de la Terre lui fait sensiblement parcourir un cercle. Une vitesse plus faible, en un point quelconque de son orbite actuelle, lui ferait décrire une ellipse intérieure au cercle; une vitesse supérieure, une ellipse extérieure au cercle. A une vitesse de 42 km/s correspondrait une parabole et, à une vitesse encore plus élevée, une hyperbole, le Soleil restant toujours un des foyers de ces courbes.

cette vitesse a une importance primordiale en physique.

La mécanique classique admet qu'il existe un espace absolu et un temps absolu, valable pour tous les observateurs. Il en résulte notamment que la distance de deux points dans l'espace a aussi un caractère absolu; elle est la même pour tous les observateurs, quel que soit le moyen employé pour repérer la position des deux points. On a cherché à mettre en évidence un mouvement par rapport à cet espace absolu. Puisque la Terre se déplace dans l'espace — puisqu'elle se meut, en particulier, autour du Soleil, à la vitesse moyenne de 30 km/s — on a pensé que la vitesse de la lumière devait être plus grande dans le sens du mouvement que dans le sens opposé, de la même façon que, par exemple, la vitesse d'un canot sur une rivière est plus grande dans le sens du courant. Or, l'effet prévu n'a pas été observé. Dans toutes les directions, la vitesse de la lumière est la même. Pendant plus de vingt ans, les théoriciens ont tenté vainement d'expliquer cette énigme. Einstein a eu l'idée géniale de chercher la solution dans une révision fondamentale des notions d'espace et de temps.

La théorie de la relativité

Einstein a posé en principe que la vitesse de la lumière dans le vide est toujours la même, quelle que soit la direction de la propagation ou le mouvement de la source de lumière par rapport à l'observateur. Ce postulat affirme une propriété de la lumière en accord avec l'expérience. Mais ses conséquences sont très importantes.

La notion de simultanéité à distance paraît évidente. Il est pourtant nécessaire de la préciser. Pour apprécier cette simultanéité, il faut disposer, en deux points éloignés, de deux horloges synchrones. Il faut donc pouvoir échanger des signaux

grandes que toutes celles citées jusqu'ici. En 1928, le record de vitesse observé pour une galaxie était de 1 240 km/s; il est passé à 20 000 en 1931, puis à 42 000 en 1936. Enfin, le télescope géant du Mont Palomar de 5 mètres d'ouverture, a enregistré une vitesse de 61 000 km/s pour un amas de galaxies situé dans la constellation de l'Hydre, dont la distance doit dépasser un milliard d'années-lumière.

La vitesse de la lumière

Savants et philosophes ont longtemps discuté si la lumière a ou non une vitesse finie. En 1676, d'après les observations sur les éclipses des satellites de Jupiter, qui se reproduisent souvent mais pas avec une période régulière, l'astronome danois Römer tira la conclusion célèbre que la vitesse de la lumière dans le vide est d'environ 300 000 km/s (un peu plus d'un milliard de kilomètres à l'heure). Depuis lors, cette vitesse a été mesurée par plusieurs méthodes, notamment par celle de la roue dentée, celle du miroir tournant et, plus récemment, par emploi du radar (car les ondes de radio se propagent dans le vide à la même vitesse que la lumière). La valeur qui est considérée actuellement comme la plus probable est $299\ 792,9 \pm 0,8$ km/s. On remarquera l'extraordinaire précision de cette détermination, puisque l'incertitude est seulement de 0,0003 %.

La théorie de la relativité a montré que

pour assurer ce synchronisme. Or, les signaux les plus rapides sont les signaux lumineux ou, de manière générale, électromagnétiques. On dira que deux événements se produisent simultanément en A et B si leur signalisation parvient en même temps au point M, milieu de A B.

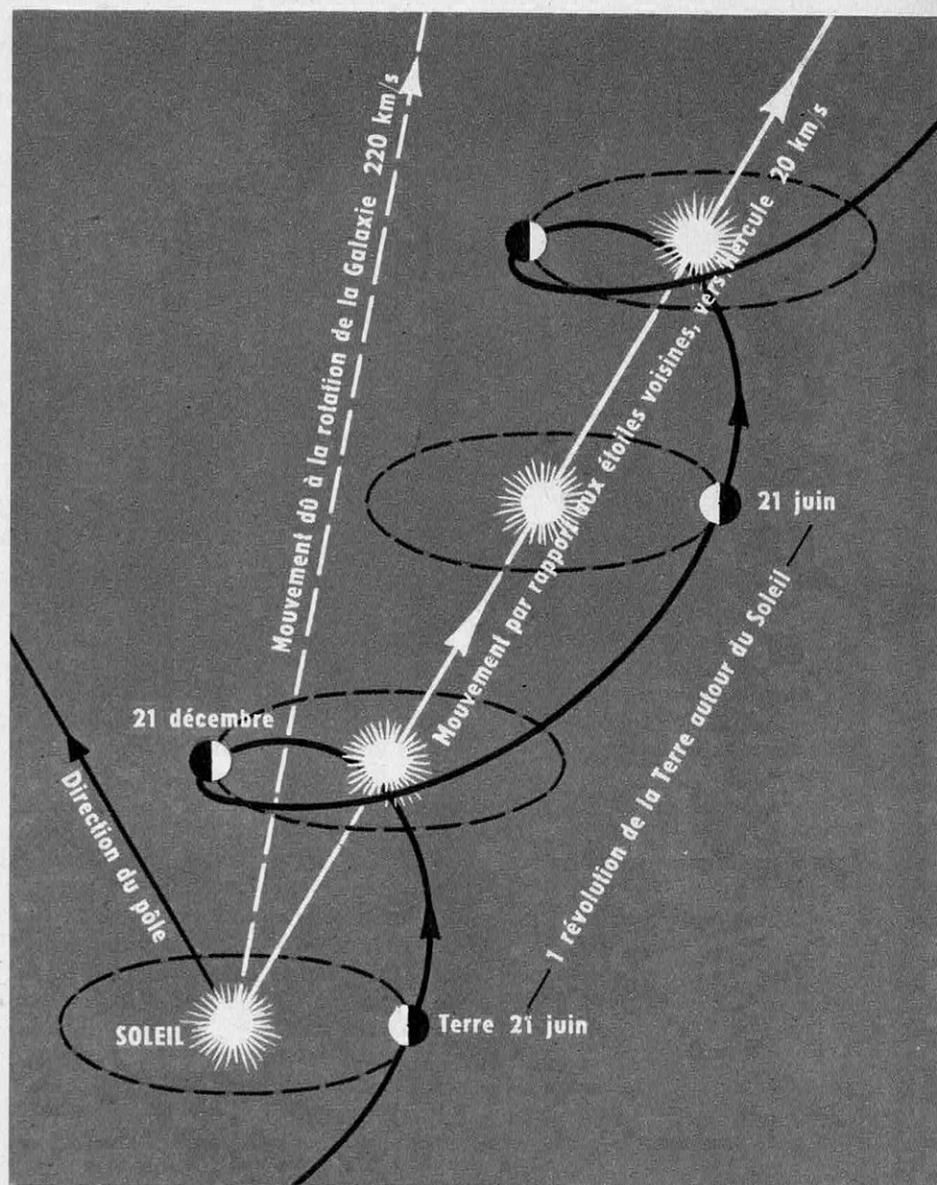
Mais que se passe-t-il pour un observateur en mouvement ? Reprenons l'exemple classique proposé par Einstein. Supposons que AB est une ligne toute proche, parallèle à une voie ferrée sur laquelle se déplace un train A'B', à la vitesse v . A un certain instant, A' passe juste en face de A et B' en face de B. Le milieu M' de A'B' se trouve

alors en face du milieu M de AB. L'observateur M recevra en même temps deux signaux émis « simultanément » en A et B. Mais l'observateur M' qui s'avance vers B, percevra le signal de B avant celui de A.

En raison de leur importance, exprimons les faits sous une autre forme. Admettons que l'on ait réalisé la synchronisation des horloges d'une part dans le train et d'autre part dans les gares le long de la voie ferrée, les unes défilant devant les autres. Au moment où toutes les horloges du train marquent midi, l'observateur A' constate, par exemple, que l'horloge A marque midi, tandis que celle de B, dont la lumière met

MOUVEMENTS DU SOLEIL ET DE LA TERRE

Le Soleil se déplaçant avec tout son système planétaire, à la vitesse de 20 km/s, vers un point situé dans la constellation d'Hercule, la combinaison du mouvement giratoire de la Terre autour du Soleil avec cette translation engendre une spirale où la vitesse atteinte est nécessairement plus élevée. En outre, la rotation générale de notre Galaxie autour de son centre, situé dans la direction de la constellation du Sagittaire, entraîne le Soleil à 220 km/s vers la constellation du Cygne.



LA FUITE DES NÉBULEUSES ▶

Ces spectres de nébuleuses mettent en évidence le déplacement des raies vers le rouge, déplacement d'autant plus grand que la nébuleuse est plus éloignée. Les vitesses de fuite ainsi évaluées atteignent plusieurs milliers et même plusieurs dizaines de milliers de kilomètres par seconde. Sous les nébuleuses correspondantes, placées à droite des spectres, les distances sont chiffrées en années-lumière. (L'année-lumière vaut environ 10 000 milliards de kilomètres.)

un certain temps à lui parvenir, n'indique pas encore exactement midi. Poussons les choses à l'extrême et imaginons que la vitesse du train puisse devenir égale à la vitesse de la lumière. Dans ce cas, le voyageur A' continuera à voir midi à l'horloge A, tandis que le train avancera et que son chronomètre dépassera midi. Ainsi la mesure du temps se trouve modifiée si l'horloge a un mouvement relatif par rapport à l'observateur. Einstein a montré que cette conséquence inattendue tient au fait qu'il est impossible d'opérer la synchronisation à l'aide de signaux transmis avec une vitesse supérieure à celle de la lumière. En même temps, il a mis en évidence une autre propriété remarquable de cette vitesse; elle apparaît comme une *limite supérieure* qui ne peut être dépassée ni dans le mouvement d'un corps, ni dans la propagation d'une action physique à travers l'espace, ni dans le mouvement relatif de deux systèmes.

Espace et temps

Ces propriétés inattendues en entraînent d'autres, aussi surprenantes, par exemple la suivante : un corps en mouvement par rapport à un observateur paraît plus court dans la direction du mouvement que s'il était au repos.

On a souvent présenté les conséquences de la théorie de la relativité sous une forme paradoxale, qui frappe vivement l'imagination. En fait, les changements qu'elle fait intervenir sont négligeables tant que les vitesses sont faibles, plus exactement tant que les vitesses en jeu ne sont qu'une petite fraction de la vitesse de la lumière. Prenons par exemple la vitesse de 30 km/s, qui est celle de la Terre dans son mouvement autour du Soleil. Elle produit une diminution de l'année qui est de 0,16 seconde par comparaison au temps qu'indiquerait les horloges n'ayant pas de mouvement par rapport au Soleil. Si un observateur immobile parvenait à mesurer le diamètre de la Terre, il lui trouverait un raccourcissement de 6 centimètres dans le sens de son mouvement. Mais les effets deviennent importants lorsque les vitesses se rapprochent de celle de la lumière. De plus, l'introduction d'un temps relatif a conduit à une nouvelle dynamique, qui a permis d'expliquer ou de découvrir d'autres propriétés. Une des plus imprévues et des plus riches de conséquences est l'équivalence de l'inertie et de l'énergie. Tout accroissement d'énergie d'un système entraîne un accroissement de sa masse et inver-

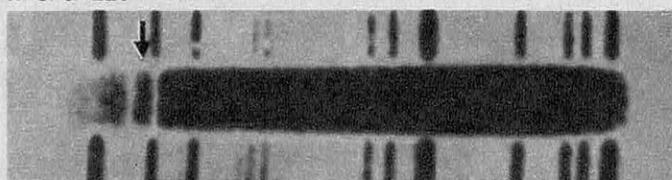
tement. La masse d'un corps matériel tend vers l'infini quand sa vitesse tend vers la vitesse de la lumière dans le vide; ainsi apparaît à nouveau l'impossibilité de communiquer à un corps une vitesse égale ou supérieure à celle de la lumière.

Einstein a développé en deux étapes principales sa théorie de la relativité; nous ne ferons qu'évoquer la deuxième étape, celle de la « relativité généralisée » qui a introduit une nouvelle conception de la gravitation. D'après cette théorie, Einstein avait conclu que notre Univers devait être fini et « sphérique ». Mais on a bientôt prouvé que cette conception correspond à un équilibre instable, et que logiquement les équations conduisent à un Univers en expansion ou en contraction. C'est l'expansion qui donne le déplacement observé des raies spectrales vers le rouge.

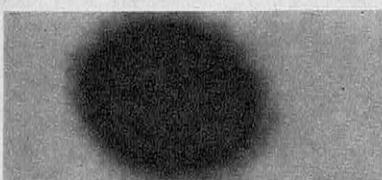
Les vitesses des corpuscules élémentaires

Un gaz est formé d'un nombre prodigieusement grand de particules très petites, que l'on appelle des molécules. La plupart des molécules sont formées elles-mêmes de particules plus ténues encore, les atomes, qui représentent la plus petite partie du corps simple susceptible d'entrer en combinaison.

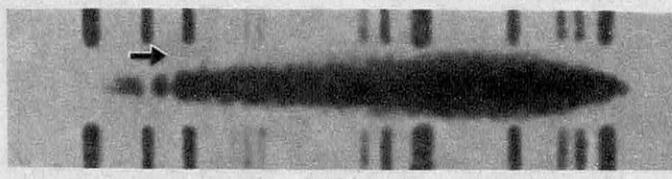
La théorie cinétique des gaz a permis d'évaluer les dimensions des molécules ou des atomes et d'obtenir quelques précisions sur leurs mouvements. Une molécule d'hydrogène consiste en deux atomes, qui tourbillonnent l'un autour de l'autre. On assimile, très grossièrement, une molécule d'hydrogène à une sphère ayant un rayon égal à un dix-millionième de millimètre; autrement dit, il faudrait pouvoir mettre bout à bout dix millions de molécules pour obtenir une chaîne d'une longueur égale à un millimètre. Et pourtant le nombre de molécules contenues dans un centimètre

N. G. C. 221

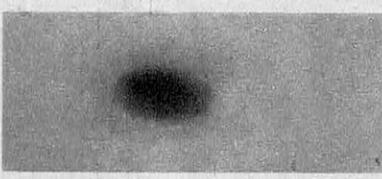
- 200 km/s



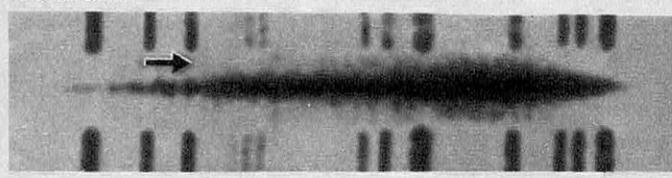
800 000 années-lumière

N. G. C. 4473

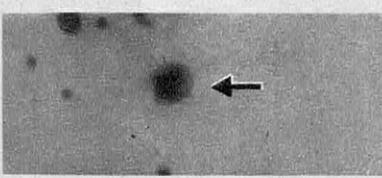
+ 2300 km/s



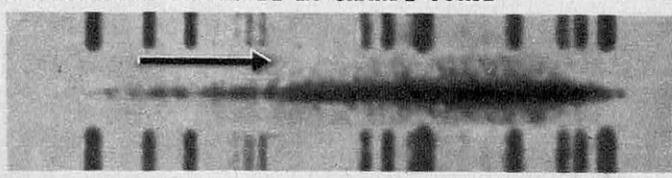
6 200 000 années-lumière

N. G. C. 379

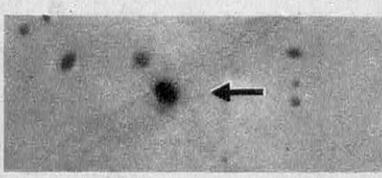
+ 5 500 km/s



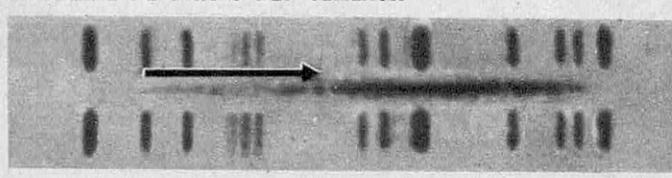
23 000 000 années-lumière

NEBULEUSE DE L'AMAS DE LA GRANDE OURSE

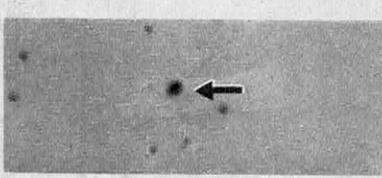
+ 15 400 km/s



78 000 000 années-lumière

NEBULEUSE DE L'AMAS DES GEMEAUX

+ 23 000 km/s



133 000 000 années-lumière

cube d'hydrogène (dans les conditions normales) est tellement grand, que leur chapelet atteindrait, cette fois, une longueur de 60 milliards de kilomètres, soit 400 fois la distance de la Terre au Soleil. En raison de ce nombre, une molécule subit, dans les conditions normales, environ 10 milliards de chocs par seconde. La vitesse et la direction du mouvement varient donc à chaque instant et il semble paradoxal que l'on puisse décrire un tel chaos. Mais, précisément parce qu'intervient un très grand nombre de molécules et de chocs, il est possible d'étudier leur ensemble à l'aide du calcul de probabilités. On obtient ainsi des lois de moyenne, qui

ont un grand degré d'exactitude et qui sont souvent très simples. Tel est le cas pour le problème des vitesses. On montre facilement que, malgré les chocs, l'énergie cinétique d'une molécule reste toujours voisine d'une valeur moyenne, qui est proportionnelle à la température absolue. Rappelons que la température absolue est celle qui est comptée à partir du zéro absolu (-273°), c'est-à-dire de la température pour laquelle l'agitation thermique cesse complètement, atomes et molécules restant au repos. (Notons, en passant, un caractère essentiel de la théorie : la chaleur n'est plus considérée comme une variété d'énergie distincte de l'énergie mécanique). Les vitesses



Ph. Leprince-Ringuet Lab. de l'Éc. Polytechnique

trouvées sont comparables à celle d'une balle de fusil; ainsi à 0° C, la vitesse la plus probable est de 1 630 m/s pour des molécules d'hydrogène et de 375 m/s pour celles d'oxygène. Les molécules sont tellement nombreuses que le parcours en ligne droite entre deux chocs est à peine de l'ordre d'un dix-millième de millimètre, à la pression ordinaire. Dans le vide le meilleur que l'on sache réaliser au laboratoire, vide bien relatif puisqu'il y a encore 4 millions de molécules par centimètre cube, le parcours entre deux chocs ou « libre parcours moyen », est de 500 km; les molécules ne se rencontrent pratiquement plus dans le récipient.

Il semble bien surprenant que l'air que

nous respirons contienne des particules animées d'une telle vitesse. Heureusement, elles sont extraordinairement légères. La pression exercée par un gaz est précisément due à l'action moyenne des chocs innombrables des molécules sur les objets environnants.

La vitesse moyenne est plus faible pour les molécules les plus lourdes. D'autre part, elle décroît en même temps que la température; pour l'oxygène, par exemple, elle devient inférieure à 200 mètres par seconde à — 200° C. Au voisinage du zéro absolu, l'énergie cinétique des molécules est si petite qu'elle n'arrive pas à vaincre les forces de cohésion agissant entre ces molécules;

◀ UNE GERBE COSMIQUE

Ce cliché, pris à l'aide de la chambre de Wilson à champ magnétique fonctionnant au Pic du Midi de Bigorre, montre une gerbe de particules diverses (électrons, mésons, etc.), due à une particule énergique du rayonnement cosmique (de l'ordre de 30 milliards d'électronvolts) frappant un bloc de plomb.

tous les corps sont solides; l'agitation moléculaire se réduit à un frémissement de chaque molécule, autour d'une position moyenne. A une température qui dépend des forces de cohésion, l'agitation brise l'état solide. Les molécules restent cependant agglomérées, à l'état liquide, parce que la cohésion fait obstacle à leur évaporation dans toutes les directions. Le passage à l'état gazeux par ébullition se produit à une température qui dépend, cette fois, de la pression s'exerçant sur le liquide, car, évidemment, la pression extérieure aide les forces de cohésion à maintenir ensemble les molécules.

L'éparpillement des molécules ne représente pas le dernier effet de la chaleur. Quand la température s'élève encore, les chocs deviennent tellement violents qu'ils sont capables de briser les molécules en atomes. Certaines molécules, par exemple celles de nombreux composés organiques, se fragmentent déjà pour des températures de quelques centaines de degrés; pour celle de l'eau, il faut dépasser 1000° C; quand la température atteint plusieurs milliers de degrés, aucune molécule ne subsiste.

Dislocation des atomes

Si l'énergie cinétique des atomes devient suffisante, les chocs mutuels commencent à disloquer les atomes eux-mêmes. Rapelons qu'un atome comprend, autour de son noyau, un certain nombre d'électrons périphériques. Ces électrons, qui ne sont pas très fermement attachés au noyau, sont peu à peu arrachés par les chocs. On donne à ce mécanisme le nom d'*ionisation thermique*, parce que l'atome devient un ion, dont la charge positive est égale à celle des électrons perdus, mais de signe contraire. Aux températures de quelques millions de degrés, bien supérieures à celles que l'on sait réaliser au laboratoire, mais communes à l'intérieur des étoiles, l'ionisation est à peu près complète pour tous les atomes, c'est-à-dire

qu'ils ont perdu tous leurs électrons. A ce moment, la vitesse des noyaux est devenue stupéfiante; ainsi celle des noyaux d'hydrogène atteint vers le centre du Soleil environ 500 km/s. La matière stellaire est donc formée d'un mélange de noyaux et d'électrons libres, se ruant les uns vers les autres et se heurtant avec une violence épouvantable. La matière garde cependant ses propriétés fondamentales, étant donné que les noyaux atomiques restent intacts. La forte valeur de l'énergie cinétique des noyaux leur confère une très importante propriété: elle est suffisante pour vaincre les forces de répulsion qu'en raison de leurs charges électriques de même signe les noyaux exercent les uns sur les autres. Grâce à ces chocs entre noyaux, des réactions de transmutation se réalisent spontanément. Ainsi, à l'intérieur du Soleil et de la plupart des étoiles, l'hydrogène se transforme lentement en hélium. C'est à ces réactions nucléaires que l'on doit attribuer l'énorme énergie rayonnée par les étoiles et, en particulier, par le Soleil, sous forme de lumière et de chaleur.

Si la température s'élevait beaucoup plus encore et atteignait au moins quelques milliards de degrés, elle ferait éclater les noyaux atomiques eux-mêmes. On ne rencontre pas ces températures à l'intérieur des étoiles, même les plus chaudes. Mais des savants pensent qu'elles ont dû exister, il y a quelques milliards d'années, dans notre Univers.

Nous venons de voir qu'à l'intérieur des étoiles l'agitation thermique communique aux noyaux atomiques une vitesse de plusieurs centaines de kilomètres par second. On observe sur la Terre — tout à fait exceptionnellement, il est vrai — des corpuscules ayant des vitesses aussi grandes ou supérieures. C'est ce qu'a révélé notamment l'étude récente de deux chapitres de la physique, celui qui concerne la radioactivité et celui des rayons cosmiques.

Rayons alpha et bêta

Les corps radioactifs émettent des «rayons» de trois espèces. Les rayons alpha et bêta sont des corpuscules très rapides, noyaux d'hélium pour les premiers, électrons pour les seconds. La nature des rayons gamma est toute différente; ce sont des rayons électromagnétiques de très courte longueur d'onde et comme tels ils se déplacent à la vitesse de la lumière. La vitesse des rayons alpha est de l'ordre de 10 000 km/s pour le radium, celle des rayons bêta est beaucoup plus grande en-

core et atteint parfois les 95 centièmes de celle de la lumière. Les mesures de masses confirment la théorie de la relativité : pour les électrons dont la vitesse est voisine de celle de la lumière, on trouve une masse qui est plusieurs fois supérieure à la masse au repos.

Les rayons cosmiques

Quant aux rayons cosmiques qui paraissent venir des espaces interstellaires, leur étude a ouvert, depuis quelques années, un vaste champ de recherches, tant expérimentales que théoriques, tout à fait aux frontières des connaissances actuelles.

Le problème de leur nature physique est resté, pendant des années, une véritable énigme. On a maintenant reconnu que ces rayons n'arrivent pas, tels quels, à travers l'atmosphère, jusqu'à la surface de la Terre. Ils heurtent, avec une extrême violence, les noyaux des atomes de l'atmosphère, qu'ils pulvérissent. Parmi les fragments ainsi produits, quelques-uns traversent l'atmosphère et arrivent jusqu'au sol.

Le rayonnement primaire est constitué par des noyaux atomiques, entièrement dépourvus de leurs électrons, et dont la vitesse est très grande, souvent voisine de celle de la lumière. Jusque vers 1948 on a cru qu'il s'agissait uniquement de noyaux d'hydrogène ou de protons. Mais, en plus de ceux-ci, on a décelé, grâce aux effets intenses d'ionisation qu'ils produisent, des noyaux lourds.

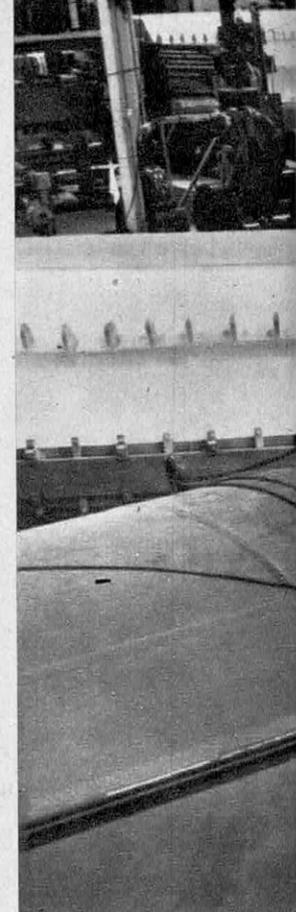
Les chocs extrêmement violents des rayons cosmiques primaires contre les atomes de l'atmosphère terrestre provoquent des phénomènes complexes, tels que les célèbres « gerbes ». Ils ont permis de découvrir plusieurs particules instables, notamment l'électron positif et les mésons dont certains ont un extraordinaire pouvoir de pénétration.

Les accélérateurs

La première expérience de transmutation artificielle a été réalisée en 1919 en profitant, pour bombarder d'autres atomes, de l'énergie cinétique des particules alpha émises par les corps radioactifs. Pour augmenter le rendement, il y a évidemment intérêt à obtenir un faisceau dirigé de particules aussi dense que possible et à donner à celles-ci une très grande vitesse. Les accélérateurs de particules que l'on utilise dans ce but sont de plusieurs types. Les uns accélèrent directement les particules au moyen d'une très forte différence de poten-

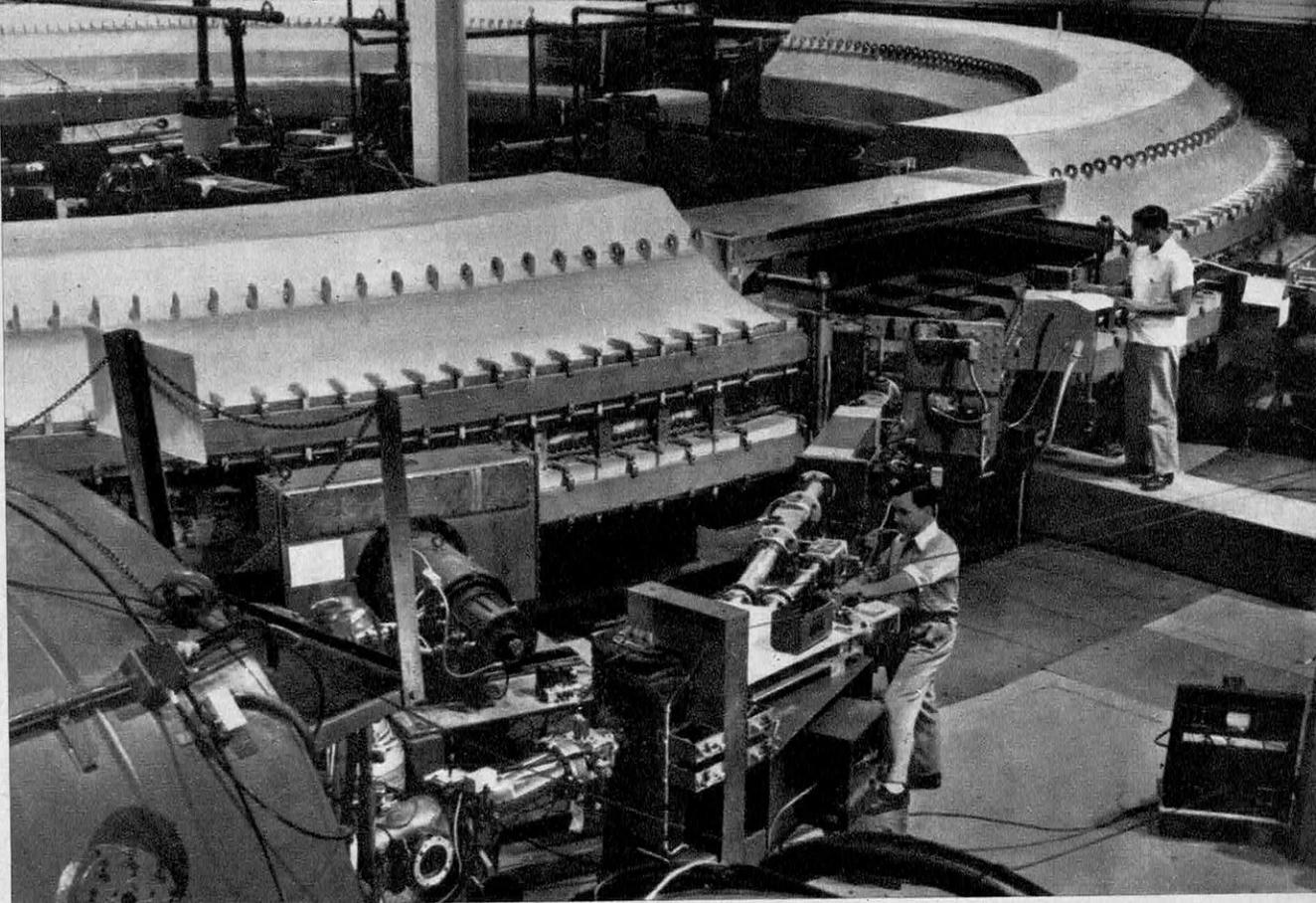
COSMOTRON DE BROOKHAVEN

Cet accélérateur géant est un synchrotron à protons livrant des particules dont l'énergie atteint 3 milliards d'électron-volts. Les protons sont injectés par un générateur électrostatisique type Van de Graaff avec une énergie de 36 millions d'électronvolts, soit à une vitesse égale à 0,08 fois celle de la lumière. A la fin de la période d'accélération, la vitesse de ces particules atteint 95 % de celle de la lumière.



iel (machine de Van de Graaff, par exemple) ; d'autres leur communiquent une série d'impulsions sur leur parcours en ligne droite (accélérateurs linéaires) ou circulaire (cyclotrons et machines dérivées) jusqu'à ce qu'elles viennent frapper avec une énergie élevée la cible qui leur est offerte.

Les vitesses ainsi obtenues sont considérables ; cependant le physicien atomiste ne chiffre pas ses succès dans ce domaine en kilomètres ou centaines de milliers de kilomètres par seconde, mais en unités d'énergie, en millions d'électronvolts (MeV) ou en milliards d'électronvolts (BeV), l'électronvolt étant l'énergie cinétique acquise par un électron qui franchit une différence de potentiel de 1 volt. C'est que cette énergie dépend essentiellement de la masse de la particule, qui varie avec la vitesse comme le veut la théorie de la relativité. A 3,5 MeV le proton est un peu plus lourd qu'au repos, de 0,4 % ; à 3 BeV, sa masse est multipliée par 4,2. C'est pour tenir compte de l'augmentation relativiste de la masse des particules avec la vitesse qu'ont été imaginés le synchrotron et le synchro-cyclotron.



On obtient déjà avec les grands cyclotrons des rayons alpha artificiels (noyaux d'hélium) de 32 MeV, alors que les rayons alpha naturels des éléments radioactifs ne dépassent pas 10 MeV.

On a fait des synchrotrons pour électrons donnant 500 MeV, des synchro-cyclotrons accélérant des protons jusqu'à 450 MeV; on a obtenu au synchrotron des protons de 6,3 BeV. Des accélérateurs encore plus puissants sont à l'étude et permettront d'atteindre 25 BeV, tels le Cosmotron de Brookhaven et le Bevatron du CERN à Genève.

Indiquons seulement, pour donner un ordre de grandeur, que dans le bétatron, appareil spécialement conçu pour l'accélération des électrons, un électron effectue 448 000 tours soit 280 km en un millième de seconde, d'où une vitesse moyenne de 280 000 km/s.

Les neutrons de fission

Il n'est pas sans intérêt, enfin, d'évoquer pour terminer les neutrons libérés par la fission de l'uranium. Dans une pile ato-

mique, la réaction est entretenue par les neutrons dits « thermiques » parce que leur énergie (0,025 électronvolt) est voisine de celle d'une particule en équilibre thermique avec le milieu qu'elle traverse. Ils ont une vitesse de l'ordre de 2 200 m/s. Ils ont naturellement été émis à une vitesse bien supérieure lors des fissions et ralentis ensuite par un passage dans le « modérateur », blocs de graphite ou eau lourde.

En l'absence de « modérateur », ce sont les neutrons « rapides », dont la vitesse est de l'ordre de 10 000 km/s, qui provoquent dans un bloc homogène d'uranium 235 la fission des atomes qu'ils rencontrent et l'émission de nouveaux neutrons en nombre accru à chaque « génération ». On a pu calculer que les fissions successives se produisent dans ces conditions à des intervalles de 5 cent-millionièmes de seconde, de sorte qu'il faut quelque 4 dix-millio-nièmes de seconde pour désintégrer 1 kg d'uranium 235. Tel est l'ordre de grandeur de la durée de l'explosion d'une bombe atomique.

J. GAUZIT

Le rythme DU MONDE MODERNE

Le voyageur qui accomplit de nos jours le tour du monde, ne peut manquer d'être frappé par l'étonnante diversité du rythme de vie des hommes. De Manhattan dont la fièvre ne cesse jamais, même la nuit, à Bénarès où mendiants et pèlerins conservent une immobilité presque végétale, il rencontre toute une série d'intermédiaires. Dans un même pays, il constate que les habitants des campagnes vivent à une cadence généralement moins rapide que les ouvriers des villes. Plus les nations s'industrialisent, plus leurs cités deviennent gigantesques et plus rapide est le tourbillon dans lequel chaque individu est entraîné.

Un voyage dans le temps nous révélerait la raison de ces contrastes et le rôle du progrès technique dans la série de petites ou de grandes révolutions qui ont marqué l'accélération des rythmes de vie. Ces révolutions ont affecté inégalement les diverses régions du globe : on peut dire que certaines, de plus en plus restreintes cependant, demeurent encore en pleine préhistoire : d'autres traversent aujourd'hui leur «Moyen Age».

Si certaines inventions, moyens de transmission ou de transport ultrarapides affectent l'humanité tout entière, d'autres ne touchent qu'un corps de métier, une catégorie sociale, une région géographique.

Plusieurs révolutions ont transformé dans nos pays



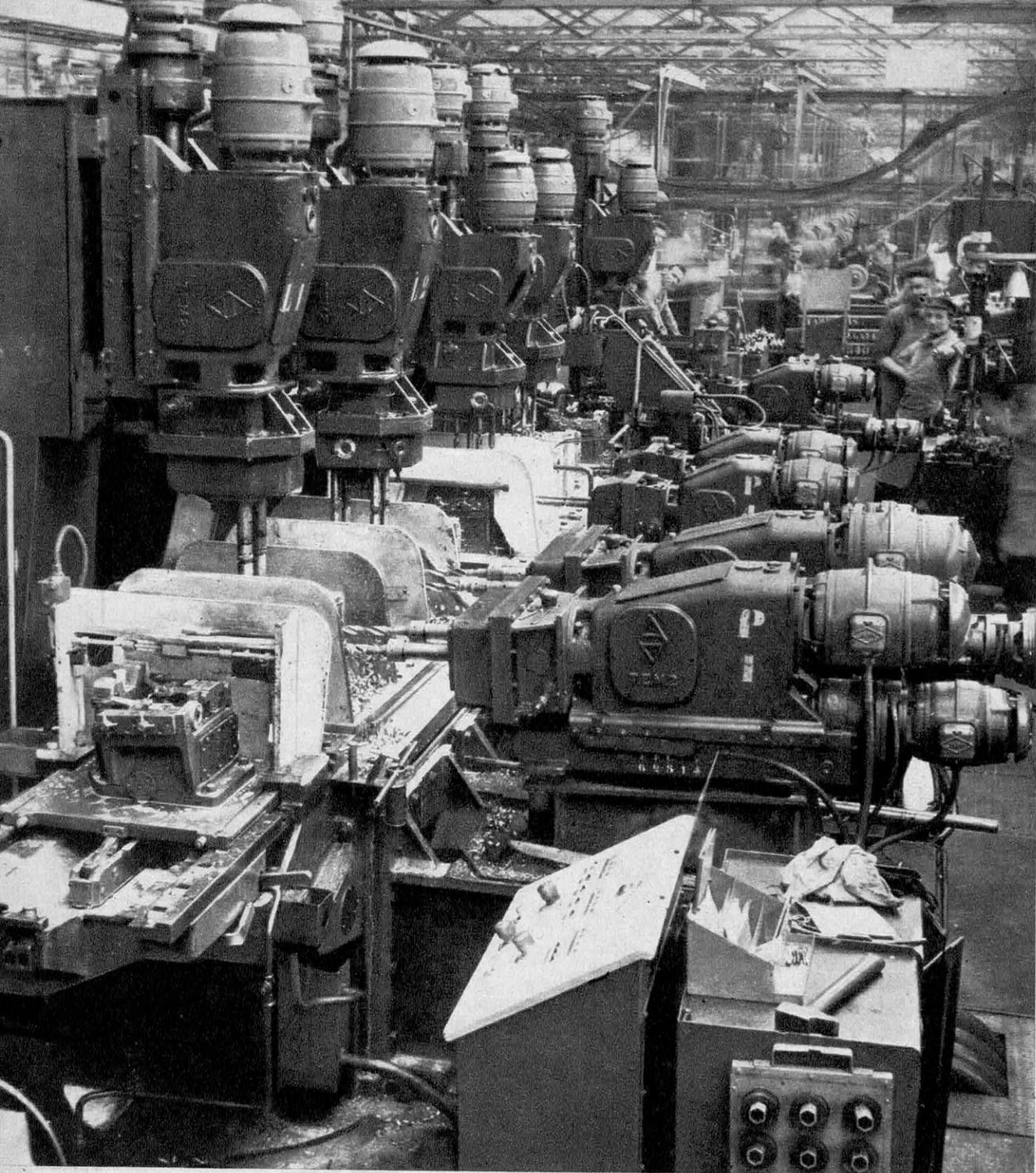
Des machines



Doc. Ets Richier

géantes tracent de larges routes comme en se jouant

Dans un ballet minutieusement réglé de pelles hydrauliques, de niveleuses, de bennes basculantes, de rouleaux à pneus, d'épandeurs automoteurs travaillant sur quatre rubans parallèles, 60 m de route en remblai ont été construits dans le temps record de 90 minutes au Moulin d'Orgemont près d'Argenteuil.



Sans les hommes qui la menaient, la machine travaille 10 fois plus vite

Cette machine-transfert des Usines Renault remplace une longue chaîne de fabrication du type classique, et travaille à une cadence bien supérieure. Sans qu'aucun ouvrier ait à intervenir, les blocs progressent automatiquement et, à chaque poste, sont usinés par plusieurs outils travaillant simultanément.

la vie des habitants des campagnes qui, à l'époque des jachères, ne cultivaient chaque année qu'un tiers de leurs champs, laissant « reposer » les deux autres tiers. L'introduction de cultures nouvelles, mais, pomme de terre, la substitution de cultures fourragères à la jachère dans les assoulements hivernaux, l'emploi des engrains, ont multiplié les tâches par la mise en exploitation intensive des terres labourables. Puis la mécanisation de l'agriculture a permis d'accomplir plus rapidement et avec moins de peine les diverses opérations culturelles.

C'est dans la grande industrie que le processus de l'accélération s'est manifesté de la façon la plus frappante. Son histoire est à la fois trop longue et trop complexe pour être retracée ici dans le détail; du moins pouvons-nous en indiquer les étapes les plus importantes.

La naissance des métiers

L'homme préhistorique menait une vie précaire. Un travail exténuant lui permettait tout juste de subsister, bien qu'il dût, sous peine de mort, montrer dans la vie de chaque jour beaucoup plus d'habileté que la plupart des citadins les plus évolués de notre époque. Ceux-ci frottent une allumette pour faire du feu; l'homme préhistorique devait faire tourner à grande vitesse un morceau de bois contre une pierre jusqu'à ce que l'échauffement l'enflammat. Il devait savoir presque tous les métiers. Sans doute existait-il déjà ce qu'on appellerait de nos jours une « industrie lourde »; d'importants ateliers taillaient et polissaient les outils de pierre, qu'ils expédiaient parfois à des milliers de kilomètres, mais la plupart des métiers spécialisés n'existaient pas.

Dès que se constituèrent les grands empires du début des temps historiques, il exista, au contraire, des métiers : les artisans étaient dotés d'outils bien adaptés à leur travail particulier, et les techniques étaient souvent codifiées en règles strictes qui évitaient les tâtonnements inutiles dans l'exécution des différentes tâches.

Malheureusement les progrès techniques de l'Antiquité furent entravés par le manque de sources d'énergie : on ne connaissait que l'énergie musculaire humaine. Ces énormes montagnes artificielles que sont les Pyramides d'Égypte furent édifiées par des milliers d'esclaves. Les navires eux-mêmes, s'ils utilisaient parfois la voile comme moteur d'appoint, ne savaient pas naviguer

contre le vent et étaient propulsés par des rameurs.

Mais les plus grandes conquêtes de la technique furent les découvertes successives de sources d'énergie bien supérieures à celle du muscle humain, et qui vinrent progressivement en assurer la relève.

La conquête de l'énergie

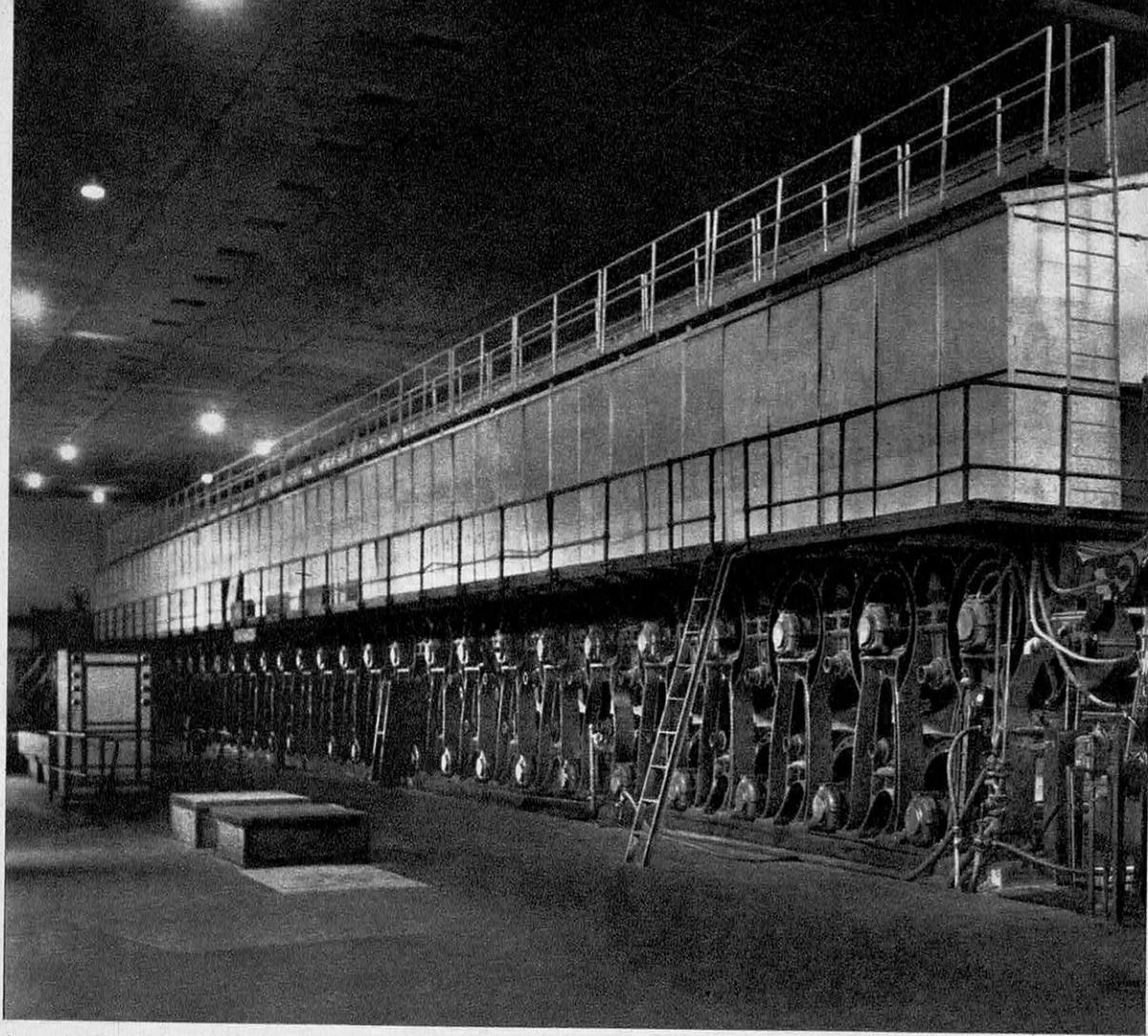
Ce fut d'abord l'énergie animale. Le cheval utilisé comme monture donnait à ceux qui l'avaient maîtrisé une mobilité très supérieure à celle des hommes à pied. C'est lui qui permit, en Asie, la constitution d'empires immenses par les cavaliers mongols. Comme animal de trait, il fallut attendre le Moyen Age pour qu'un attelage rationnel lui permit de fournir toute sa puissance et de remorquer les charges les plus lourdes. C'est également à la fin du Moyen Age et au début de la Renaissance que l'utilisation du vent fit des progrès décisifs.

Du Moyen Age date également l'utilisation systématique de l'énergie des rivières de faible débit par des roues à aube qui entraînent des moulins à céréales ou des scieries mécaniques. Mais ce furent surtout l'avènement de la machine à vapeur, du moteur électrique et du moteur à explosions, trois inventions qui se complètent admirablement, qui bouleversèrent les conditions d'existence des hommes et provoquèrent ce qu'on a appelé la « révolution industrielle.

Les progrès les plus spectaculaires furent, ici encore, accomplis dans le domaine de la locomotion. Le steamer, le chemin de fer, l'automobile, l'avion, réduisirent les distances. Entraînées par des millions d'« esclaves mécaniques », les machines se mirent à tourner de plus en plus vite, infatigablement. Avec le développement des techniques, la demande d'énergie est allée sans cesse croissant, et c'est le rythme même de cette croissance qui exprime la loi inéluctable du développement de notre civilisation technique. Celle-ci serait menacée, par exemple, si l'apport d'énergie électrique ne doublait pas tous les dix ans environ. Aussi la relève des sources traditionnelles d'énergie par l'énergie atomique est-elle attendue, aussi bien par les vieilles nations d'Europe que par les pays sous-développés, comme un miracle nécessaire.

La fabrication en série

Grâce à la conquête de l'énergie, l'événement qu'Aristote considérait comme une utopie, s'est accompli : les navettes marchent



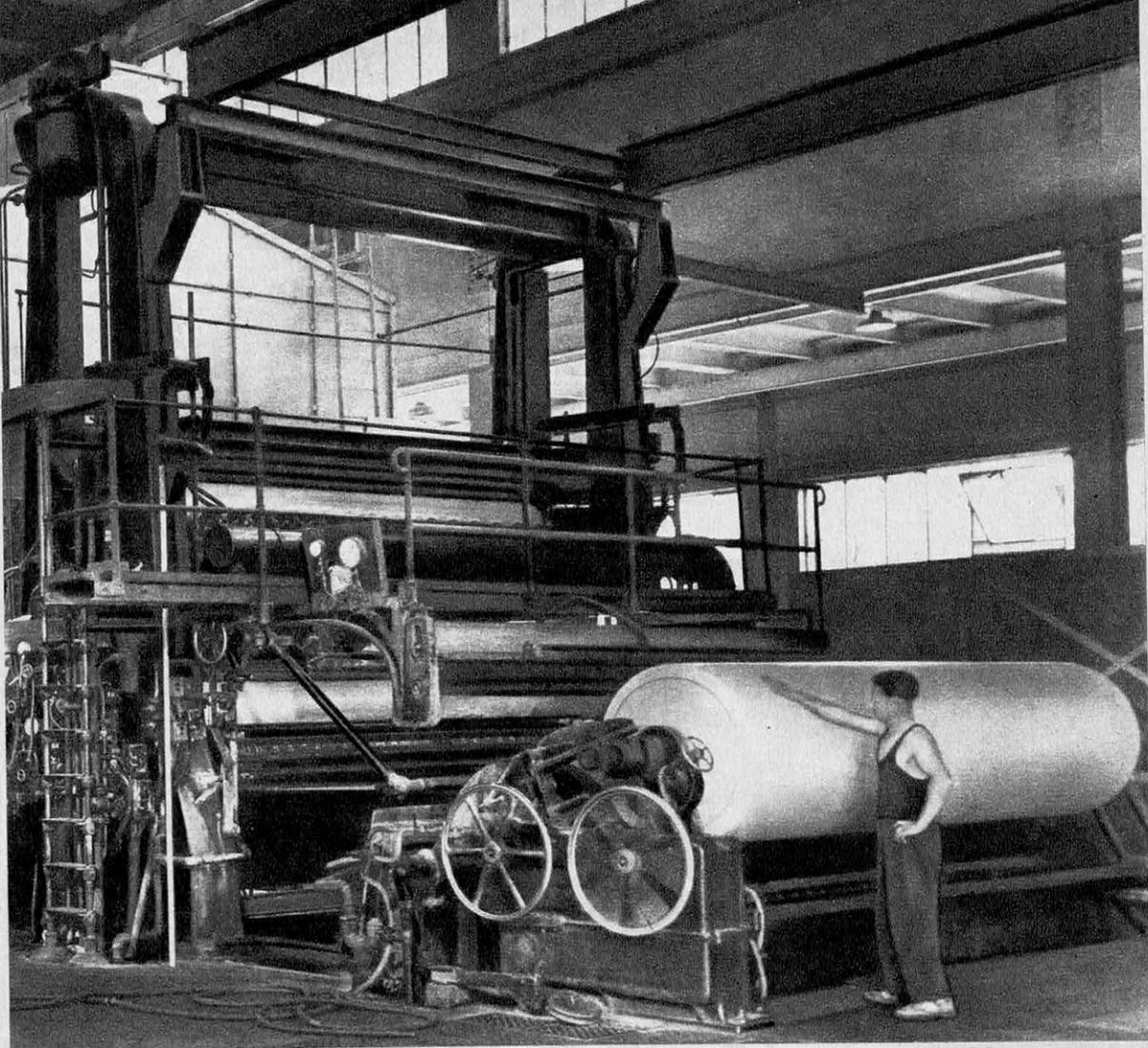
La production industrielle de masse s'oriente de plus en

Les procédés continus, qui suppriment les temps morts entre les diverses phases d'une fabrication et permettent de les rendre complètement automatiques atteignent à des vitesses de production vertigineuses. Aux Papeteries de la Chapelle, un ruban de papier de 3,6 m de largeur sort de la machine à plus de 25 km/h.

toutes seules et avec elles, tous les outils qui servent à travailler le bois, les textiles et les métaux.

Mais les machines ne savent pas accomplir des gestes aussi compliqués et aussi nuancés que la main de l'homme. L'outil qu'elles entraînent n'effectue que des déplacements (rotation, translation) assez peu variés. Sa supériorité réside dans la précision et la rapidité de son travail. Chaque opération, pour passer de la main à la machine doit donc être « repensée ». Ainsi les points de la machine à coudre sont très différents de ceux que réalise la couturière,

parce que la machine ne peut pas faire passer l'aiguille alternativement de part et d'autre du tissu. Alors que la main d'un bricoleur habile peut multiplier presque à l'infini les tâches qu'elle accomplit, la machine simple ne doit faire qu'une seule opération, et une opération très simple. Il a donc fallu diviser la fabrication des objets complexes en opérations élémentaires dont chacune était confiée à une machine, et imaginer un enchaînement rationnel de ces opérations. Chaque objet, chaque appareil que l'on fabrique en série est constitué d'un certain nombre de pièces,



plus vers les procédés continus

fabriquées séparément, puis assemblées, et ces pièces doivent être interchangeables, ce qui a exigé des machines d'une grande précision et un contrôle constant de la fabrication. La méthode a été poussée à l'extrême dans la construction de l'automobile, d'abord artisanale, et qu'Henry Ford a transformée en une industrie géante en imaginant le principe des chaînes de fabrication et de montage sur lesquelles les manutentions, complètement automatiques, sont rigoureusement minutées. Sur chacune des opérations élémentaires, les ingénieurs se sont efforcés de gagner des secondes. Ainsi

Taylor, étudiant la coupe des métaux pour permettre aux machines-outils de travailler de plus en plus vite, passa 20 ans de sa vie à rechercher les meilleurs angles d'attaque et à mettre au point les meilleurs aciers à coupe rapide. Aujourd'hui encore, les ingénieurs ne s'estiment pas satisfaits, et ils ont réalisé des outils de coupe en oxydes frittés plus durs que l'acier, qui permettront d'accélérer encore les vitesses de travail.

Dans des métiers complexes comme le bâtiment, il a pendant longtemps été impossible de bénéficier des avantages de la fabrication en série, parce que les éléments

de la construction n'étaient pas standardisés, et que, par conséquent, chaque édifice nouveau posait des problèmes nouveaux. La reconstruction des régions dévastées par la guerre a fait naître une industrie des éléments préfabriqués : blocs-d'eau, fenêtres, voire éléments de cloisons ou de murs, qui permettent un montage rapide.

Du discontinu au continu

L'ambition des ingénieurs, dans un grand nombre de domaines de la technique, est de remplacer les procédés discontinus par des

procédés continus qui font gagner du temps : ainsi, au lieu de couler l'acier en lingots, puis de le réchauffer avant de le travailler, ils cherchent à obtenir directement des produits semi-finis par coulée continue. De même, la fabrication des glaces est devenue continue dans les grandes usines modernes et, dans les aciéries, les trains à bande débitent la tôle à 90 km/h. On pourrait rapprocher de ces exemples la rotative qui imprime les journaux sur de longs rubans de papier qui se dévident à une vitesse vertigineuse et qui sont ensuite automatiquement coupés et pliés.

Les robots prennent en charge de nombreuses opérations

Ci-dessous, l'ordinateur I.B.M. 704 qui effectue 41 666 opérations à la seconde, met à jour en 2 heures un fichier de 100 000 comptes. A droite, le Mémophone permet d'appeler 30 correspondants au téléphone, en appuyant sur le bouton qui leur correspond et un appareil de la Bell Telephone « lit » des chiffres écrits à la main.



Les procédés continus facilitent et simplifient considérablement la manutention des produits, ils suppriment des opérations intermédiaires inutiles. Mais ils supposent en général, une production à une échelle beaucoup plus vaste que les procédés discontinus et, pour cette raison, leur emploi a été, dans un grand nombre de domaines, un facteur de concentration industrielle.

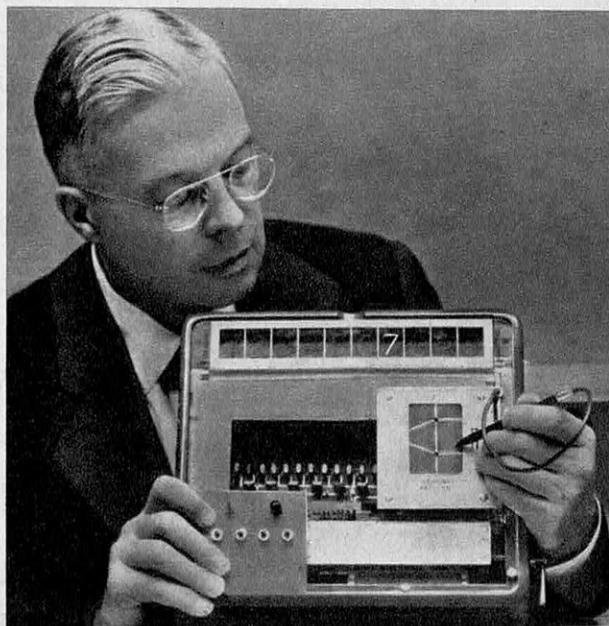
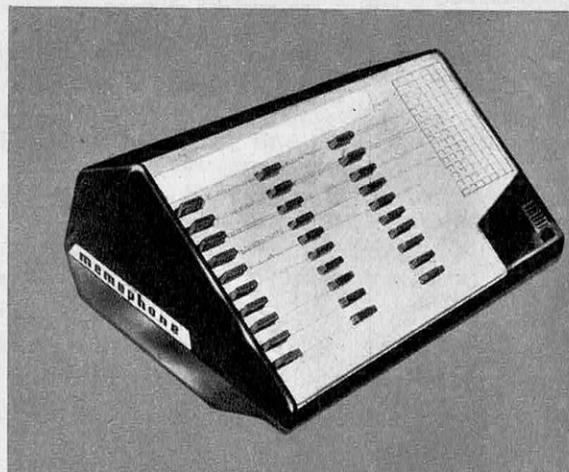
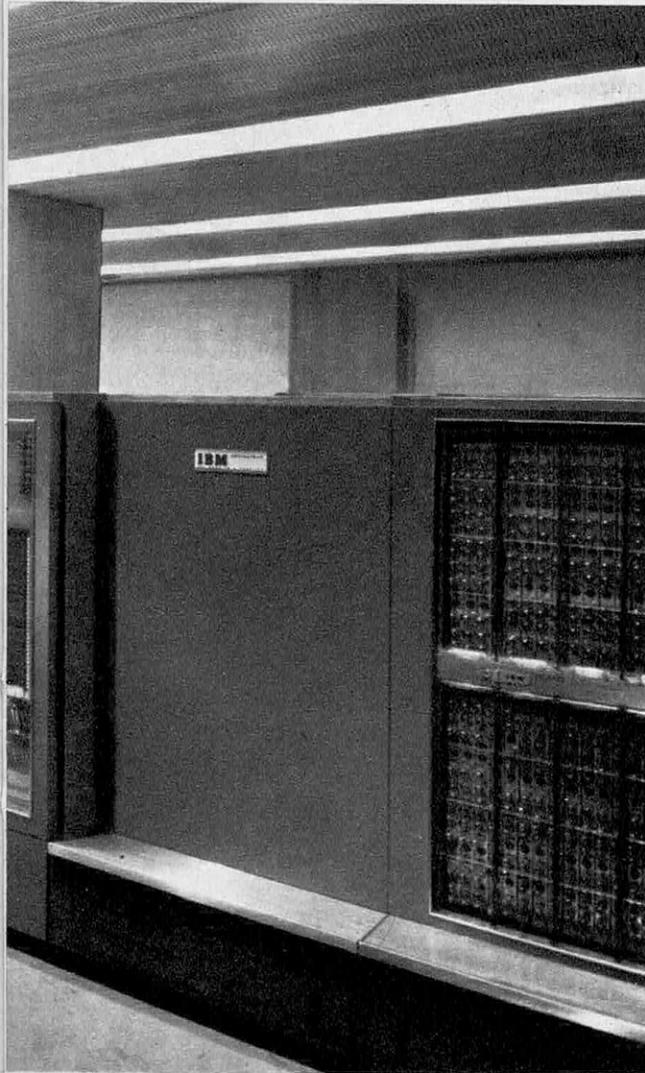
L'automation

Un grand nombre de phases de la fabrication et du contrôle sont entièrement auto-

matiques et le personnel qui sert ces machines est extrêmement réduit.

Les progrès de l'électronique, de l'électromécanique et de l'automatisme, évoluant d'une manière spectaculaire, ont conduit à forger un mot nouveau pour décrire ce phénomène : ainsi nous sommes entrés dans l'ère de l'*« automation »*. L'automation constitue une seconde révolution industrielle, et après la relève du muscle humain par les grandes sources d'énergie, nous assistons à la relève de l'intelligence humaine, au moins dans ses activités les plus routinières, par des machines dotées

complexes d'intelligence et de mémoire



d'une certaine « intelligence ». Parmi ces machines, on en trouve qui sont capables de s'adapter dans une certaine mesure aux conditions variables dans lesquelles elles fonctionnent grâce à des dispositifs de rétroaction, qui ne sont pas sans rapport avec les réflexes de notre système nerveux.

De tels dispositifs peuvent contrôler les caractéristiques d'un produit et corriger le réglage des machines en fonction des résultats de ces contrôles.

D'autres machines répètent infailliblement la même opération ou la même série d'opérations suivant un programme enregistré une fois pour toutes sur un organe de mémoire, tel qu'une bande magnétique. D'autres sont capables de copier une pièce d'après un modèle qu'elles « palpent » pour en connaître les cotes.

Mais l'aspect le plus spectaculaire de l'automation est fourni par les machines-transfert. Celles-ci sont en réalité des grands ensembles de machines, des chaînes à travers lesquelles les pièces à usiner progressent automatiquement. Mais la chaîne est considérablement raccourcie, car sur chaque machine un grand nombre d'opérations sont accomplies simultanément par des outils répartis autour de la pièce, et qui l'usinent sous des angles divers. La vitesse de travail de ces machines-transfert est prodigieuse : elles effectuent toutes les opérations autrefois confiées à une longue chaîne de machines surveillées par des dizaines d'ouvriers.

Les cerveaux électroniques

L'organisation et la bonne marche de ces géants industriels, ou même d'usines plus petites mais produisant une grande variété d'articles, posent des problèmes complexes d'administration. Les bureaux qui constituent le cerveau de l'entreprise doivent pouvoir répondre presque instantanément à une foule de questions : quel est l'état des stocks ? quel est le prix de revient de telle ou telle fabrication ? est-elle rentable ? où trouver tel spécialiste parmi le personnel ? Des tonnes de papier, des bureaux pléthoriques seraient incapables de répondre avec précision et dans des délais raisonnables à toutes ces questions d'une direction qui ne veut pas être aveugle.

La seconde guerre mondiale a accéléré la mise au point de cerveaux électroniques capables de résoudre en se jouant tous ces problèmes. Ils combinent des organes de calcul qui ne sont autres que des machines à additionner ultrarapides, avec des orga-

nes de classement et de tri appliquant le principe des cartes perforées. Grâce aux tubes électroniques et transistors qui effectuent en un millionième de seconde des opérations qui, avec des organes mécaniques, exigent plusieurs dixièmes de seconde, ils atteignent une virtuosité surhumaine.

D'abord réservés aux grands services officiels, puis aux très grandes entreprises, les cerveaux électroniques se sont multipliés et allégés et sont devenus accessibles à des entreprises de moyenne importance. On ne compte déjà plus le nombre de calculateurs électroniques employés dans les banques, les compagnies d'assurances, les magasins à succursales multiples, etc., où ils effectuent dans un temps record les calculs d'intérêt, de primes d'assurance, de réserves mathématiques, de prix de revient, de bulletins de paye, arrêtent les comptes bancaires, rédigent factures et quittances, dressent l'état des stocks, etc.

La recherche scientifique

Mais il est un autre domaine où ils sont appelés à jouer un rôle non moins important. C'est la recherche scientifique et technique. Un grand nombre de problèmes sont de nature si complexe que, même lorsque le mathématicien parvient à les mettre en équations, il lui faut renoncer à les résoudre rigoureusement. Souvent le nombre de paramètres qui entrent en jeu est tel que les méthodes d'approximation deviennent inapplicables. Par les procédés classiques, certains calculs exigeraient plusieurs vies humaines pour être menés à bien. Aujourd'hui, les savants et les ingénieurs, avec les calculatrices électroniques, ne reculent plus devant leur complexité. Ils peuvent aborder méthodiquement des recherches sans être obligés de recourir à des expériences coûteuses et longues, par exemple : résoudre des problèmes d'aérodynamique sans faire appel à une soufflerie, prévoir le comportement d'une pile atomique avant sa construction, calculer les trajectoires d'engins téléguidés ou autoguidés.

Si pourtant on effectue des expériences, les machines à calculer permettent d'en interpréter les résultats de façon beaucoup plus précise et surtout plus rapide. La naissance des cerveaux électroniques est un des plus puissants facteurs d'accélération du progrès scientifique et technique que l'humanité ait jamais découvert. Si l'on songe que les grandes inventions et découvertes ont été plus nombreuses au cours des cent der-

nières années que pendant tout le reste de l'histoire de l'humanité, on ne peut s'empêcher d'éprouver une sorte de vertige en pensant que le processus est encore appelé à s'accélérer.

Naissance des grandes villes

Le progrès technique, dont nous venons de retracer les étapes les plus importantes, a fait apparaître une humanité nouvelle, que ses ancêtres reconnaîtraient à grande peine.

Les industries des anciens temps étaient assez dispersées, comme l'étaient les sources d'énergie qu'elles utilisaient. Avec l'avènement de la machine à vapeur et du haut fourneau utilisant le coke de houille, d'énormes concentrations industrielles sont apparues.

Les campagnes, réserves de main-d'œuvre, se sont dépeuplées au profit des régions industrielles, des villes en croissance continue.

A mesure que les grandes villes se développaient, les problèmes du ravitaillement en matières premières et en denrées alimentaires et de transport des citadins entre leur domicile et leur lieu de travail se multipliaient. Mais, en même temps, le progrès technique en fournissait la solution. Les chemins de fer, l'automobile, le navire permirent aux grandes villes de recevoir des régions toujours plus éloignées des produits toujours plus variés.

Les banlieues

Chaque jour le citadin accomplit pour aller à son travail, à ses loisirs, pour rentrer chez lui, des déplacements qui auraient autrefois exigé toute la journée. Il ne manque pas de Versaillais qui travaillent à Paris. Les chemins de fer électrifiés les y amènent en un peu plus d'une demi-heure; il fallait autrefois 5 heures pour effectuer le même voyage. Londres est encore plus étendu que Paris et la migration quotidienne des travailleurs vers la banlieue s'étend jusqu'à 40 km et au delà.

L'empiettement des grandes villes sur la région qui les environne ne s'arrête pas à leur banlieue proprement dite: la « banlieue-dortoir » est prolongée par une « banlieue du dimanche » où les citadins vont deux jours par semaine chercher un air plus pur, le calme d'une maison de campagne. Enfin, à ces courants quotidiens ou hebdomadaires s'ajoutent depuis une vingtaine d'années les grandes migrations des vacances qui dispersent les citadins jusqu'à des centaines de kilomètres de leur domicile.

La transmission des idées

Une série de découvertes a puissamment aidé à résoudre les problèmes de circulation que pose la civilisation moderne, tout en accélérant encore notre rythme de vie et de pensée : les techniques de transmission des idées ont doté le monde entier d'un système nerveux aux réflexes presque instantanés, alors qu'autrefois les nouvelles, les ordres n'allait pas plus vite que le pas d'un cheval ou d'un coureur à pied.

Le télégraphe, optique puis électrique, les fit voyager, sur certains parcours à une vitesse voisine de celle de la lumière. Puis le téléphone réalisa le miracle auquel nous sommes trop habitués pour nous étonner comme il le faudrait: l'échange bilatéral instantané des idées et des informations qui permettent de traiter une affaire sans aucune des lenteurs du courrier. Autre miracle dont nous n'avons pas conscience : la possibilité de joindre le correspondant en quelques minutes, parfois en quelques secondes. La recherche du poste demandé est aujourd'hui effectuée par des relais électromécaniques, remplaçant les opératrices humaines et travaillant beaucoup plus vite qu'elles.

Cinéma, radio, journal

Le cinéma, en même temps qu'il constitue un admirable instrument pour l'étude des phénomènes très rapides ou très lents, a le premier offert des « actualités »; l'image animée des événements de la semaine. Par la facilité apparente avec laquelle la caméra se meut dans l'espace et le temps, il a donné aux spectacles un rythme nouveau que le théâtre ne pouvait leur donner.

En réalisant le transport à longue distance des informations, de la musique, des images, la radio et la télévision nous font vivre l'actualité au jour le jour et parfois même instantanément pour les grands événements sportifs ou politiques. Ils informent vite et superficiellement. Les artistes, les personnalités qui participent à l'émission sont présents et familiers à l'auditeur ou au spectateur. Des idoles se créent, et les hommes politiques acquièrent leur popularité par les mêmes moyens qui servent à lancer une marque de dentifrice.

Le journal a dû se moderniser pour lutter contre ces puissants rivaux. Il a été le premier bénéficiaire des techniques de transmission rapide, des informations et des images; télégraphie, téléphone, télex, bétalopéraphe. Il lui a fallu ensuite réduire



Machine à coudre...

Autocuiseur...

... Des centaines d'inventions

La ménagère est aujourd'hui une des grandes bénéficiaires du progrès technique. Elle était assujettie

le temps nécessaire pour composer les textes et imprimer les plus gros tirages. La linotype, la rotative ont résolu ces deux problèmes, mais le progrès dans ce domaine est loin d'être achevé. Une invention française, la « lumitype » permet de composer les textes beaucoup plus rapidement qu'avec les anciennes linotypes, parce qu'une calculatrice évalue et règle automatiquement les intervalles entre les lettres de chaque ligne. Le journal, même quotidien, adoptera sans doute des clichés en couleur pour donner une information que la télévision, sa rivale plus rapide, ne fournit pas encore. Sa présentation, son style se sont modifiés. Il doit être lu par des gens pressés et distraits dont il faut accrocher l'attention. On ne fait pas un journal de la même façon à l'époque de la télévision qu'à celle des omnibus.

Sommes-nous plus heureux ?

Vivre plus vite, est-ce vivre mieux ? Le rythme ultrarapide du travail à l'usine ou au bureau, les déplacements harassants,

une attention constamment sollicitée sont-ils sans inconvénients sur la santé physique et mentale des individus ? La vie accélérée comporte ses troubles et ses maladies particuliers, résultant de la fatigue nerveuse et aussi de l'insécurité créée par un monde en évolution perpétuelle.

Mais il est vain de se demander si cette évolution est souhaitable ; pourrait-elle être renversée ? L'image que nous offrent actuellement les pays sous-développés montre qu'il en résulterait une terrible régression de toute notre civilisation.

L'augmentation de la productivité du travail constitue sans aucun doute un des facteurs principaux du progrès humain. Au Moyen Age, le servage n'était encore qu'une forme d'esclavage. Les débuts du machinisme nous offrent des exemples extrêmes d'exploitation de l'homme par l'homme : des journées de 18 heures, des enfants mis au travail dès qu'ils savaient marcher. Grâce aux progrès techniques, la durée du travail a pu être réduite, en même temps que s'élevait considérablement le niveau de vie. La famine a disparu en Europe



Machine à tricoter...



Machine à laver...

ménagères ont aboli l'esclavage traditionnel de la femme

depuis des millénaires à une multitude de tâches diverses qui semblaient échapper à toute mécanisation.

Des robots l'en ont libérée en rendant plus aisés et surtout plus rapides des travaux sans cesse renouvelés.

alors qu'elle était toujours menaçante jusqu'à la Révolution française. C'est grâce à cet accroissement de productivité que les prévisions pessimistes de Malthus ont été infirmées par les événements. L'Amérique nourrit 200 millions d'hommes sur une terre qui nourrissait 400 000 Indiens avant la conquête, mais alors qu'en 1800 il fallait 9 paysans pour nourrir un citadin américain, un paysan suffit aujourd'hui à nourrir 14 citadins.

Il existe une autre forme d'esclavage que le progrès technique est en train de faire disparaître : celui de la femme, assujettie aux mille et une tâches quotidiennes du ménage. Tandis que les inventeurs multiplient les « gadgets » électriques ou électroniques qui lui permettent de moudre le café, de découper les tomates, de faire de la mayonnaise, en un temps record, les spécialistes de l'organisation du travail analysent tous ses gestes selon les plus pures méthodes de Taylor. Cherchant à les réduire au strict minimum, ils modifient la disposition, les dimensions, la forme de tous les instruments dont elle se sert.

Si un retour sur l'évolution des conditions de vie des hommes depuis 1800 est à beaucoup d'égards rassurant, il faut convenir qu'elle ne s'est pas produite sans heurts et sans des crises parfois terribles.

Aussi l'automation n'a-t-elle pas manqué de provoquer de nouvelles inquiétudes. Après avoir créé des robots qui travaillent plus vite que lui, l'homme se trouvera-t-il réduit au chômage par eux ?

Il est certain que l'automation brutallement appliquée pourrait entraîner des désordres. Mais il ne faudrait pas croire qu'elle va s'installer partout du jour au lendemain : elle coûte cher et n'est pas partout rentable. Elle exige souvent une refonte totale de tous les processus de fabrication et, partant, de très longues études.

Malgré les pessimistes, l'homme vit mieux en vivant plus vite. Peut-être l'âge d'or n'existera-t-il jamais sur la Terre, mais il serait vain de chercher derrière nous. Seul le progrès technique peut nous en rapprocher.

Henri FRANÇOIS

CHIMIE PHYSIQUE. Moore W. J. — Traduit de l'américain par Aberdam H. Description des systèmes physicochimiques. Le premier principe de la thermodynamique (dit de « la conservation de l'énergie »). Le second principe de la thermodynamique (dit « Principe de Carnot »). La thermodynamique et l'équilibre chimique. Changements d'état. Solutions et équilibres entre phases. La théorie cinétique. La constitution de l'atome. Physique et chimie nucléaires. Ondes et corpuscules. La structure des molécules. Statistique chimique. Les cristaux. États condensés de la matière autres que l'état cristallin (liquide, etc.). Electrochimie. Les phénomènes de surface. La cinétique chimique. Photochimie et chimie des radiations. 640 p. 16 × 25. 203 fig. Relié toile, sous jaquette. 1957 4 800

C'est la science de l'atome, autrement dit la physique (ou la chimie) nucléaire qui établit le lien le plus solide entre ces deux disciplines liées par la Chimie-Physique; aussi une partie appréciable de l'ouvrage est-elle consacrée à l'Atomistique. L'auteur y traite également des radiations et de leurs actions et interactions sur la matière, et a développé, en tenant compte des acquisitions les plus récentes de la science, l'étude de la photochimie, des spectres de rayons X, de la structure chimique par la diffraction des rayons X, aussi bien du point de vue physique que du point de vue mathématique. Ce livre suppose une connaissance préalable de mathématiques générales, mais W.J. Moore a su combiner des démonstrations rigoureuses et des explications par des analogies physiques ou mécaniques simples, de telle sorte que son ouvrage peut intéresser les lecteurs (surtout les étudiants) ayant une bonne culture mathématique et ceux (ingénieurs, chimistes), possédant une tourneur d'esprit plus concrète.

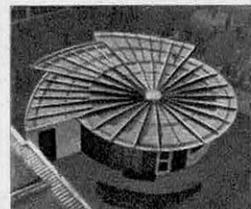
SOUUDURE DES PLASTIQUES. Haim G. — Traduit de l'anglais par Meyer M.
Tome II. Polyéthylène. Renseignements nécessaires au soudeur sur matières plastiques. Histoire et propriétés du polyéthylène. Formes commerciales du polyéthylène. Historique de la soudure des plastiques. Equipment. Description de l'opération de soudure. Types de soudures réalisables avec le polyéthylène. Installation d'un atelier de soudure de plastiques. Règles à observer pour l'usinage du polyéthylène. Revêtement des réservoirs à l'aide de polyéthylène. Canalisations. Les perspectives du polyéthylène et ses applications à l'industrie. Sélection des apprenants soudeurs. Données pratiques. 154 p. 16 × 25. 73 fig. Relié toile, sous jaquette. 1957 2 250
Rappel : Tome I. Généralités 1 180

Après le premier tome consacré aux généralités (Science et Vie n° 402, page 195), G. Haim traite plus spécialement, dans ce volume, de la mise en œuvre du polyéthylène pour la fabrication d'objets de grandes dimensions, non justifiables de la méthode de moulage par injection, mais composés d'éléments préalable-

ment usinés et soudés à l'aide d'un chalumeau à air chaud (outils, matériel, méthodes). Deux chapitres sont ensuite consacrés à l'habillage des cuves en bois ou métal destinées à l'industrie chimique et à la mise en place et au jointage des canalisations en polyéthylène. A un moment, où les nouvelles techniques mises au point pour la fabrication d'objets de grandes dimensions en matières thermoplastiques (fabriqués par compression, tranchage, extrusion), prennent l'importance que l'on sait, ce livre sera précieux pour les ingénieurs et les techniciens.

LES PLASTIQUES ARMÉS. Uzac R. et Laporte F. — Résines polyesters. Constitution chimique, fabrication. Caractéristiques. Autres résines pour stratifiés. Le renforcement. Le stratifié. Problèmes qui se posent. Propriétés des stratifiés. Essais non destructifs. Comparaison des plastiques armés façonnés avec différentes résines de contact. Sandwich. Les méthodes de façonnage. Les applications des plastiques armés. Liste des brevets. Aspect économique. 336 p. 14 × 22. Tr. nbr. fig. Relié toile, sous jaquette. 1957 3 300

L'apparition des résines polyesters et époxy (résines de contact) (premiers brevets en 1936; 30 t en 1953; 2 000 t en 1956), a permis l'essor extraordinaire, au cours de ces dernières années, des plastiques armés, notamment des fibres de verre. On peut penser que les caractéristiques du matériau, déjà remarquables, le deviendront encore plus et qu'on dépassera les résistances mécaniques des alliages légers, même de l'acier. Ce livre est vraiment un ouvrage neuf, à jour de nos connaissances actuelles, susceptible d'éviter aux chercheurs et aux utilisateurs des erreurs fréquentes. Il s'adresse à un vaste public et particulièrement aux techniciens, façonniers, étudiants et chercheurs. (Ci-dessous première maison française entièrement en plastiques.)



LE HORS-BORD DE PROMENADE OU DE CROISIERE. Boutin P. — Le moteur. La coque. La construction. La conduite et l'entretien. Quelques adresses utiles. 128 p. 13,5 × 18. 36 fig. 7 photos. 1956 .. 600

Peu d'ouvrages ont été consacrés au hors-bord. Cet exposé méthodique, concis mais complet, traitant aussi bien du moteur que de l'embarcation, permet d'étudier le rendement en distinguant la part du moteur de celle de la coque. De nombreux exemples facilitent le choix d'un propulseur.

ÉTIQUETTE NAVALE. PAVILLONS. COQUETERIE A BORD. D oliveux L. — 136 p. 14 × 18,5. 33 fig. 1 pl. hors-texte. 1956 700

L'observation de certains principes de courtoisie maritime facilite la vie à bord et les relations avec les autres plaisanciers. Les règles simples sont rappelées dans ce livre qui traite aussi de la question des pavillons, souvent ignorée, et du Code international des signaux. On y apprendra notamment comment deux pavillons du Code suffisent à signaler tous les incidents pouvant survenir dans la navigation.

DICTIONNAIRE DE CINÉMA, SON ET MUSIQUE en six langues : anglais-américain, allemand, espagnol, français, italien et hollandais. Préparé et classé d'après l'ordre alphabétique des mots anglais, par Clason W. E. — 950 p. 14 × 22, relié toile, sous jaquette, 1957 6 900

Ce dictionnaire, établi selon les principes préconisés par l'U.N.E.S.C.O., se révélera rapidement indispensable à tous ceux qui désirent exploiter facilement une documentation internationale sur le cinéma, le son et la musique. La première partie comprend une table-code de 3 200 mots : pour chaque mot en langue anglo-saxonne, accompagné de sa définition (et des nuances que prend ce mot selon les usages anglais ou américains), on trouve sur la même ligne sa traduction dans les cinq autres langues. La deuxième partie contient cinq tables alphabétiques (une pour chaque langue), où un numéro attribué à chaque mot renvoie au mot anglais correspondant.

LA RÉFRIGÉRATION ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE (de 1/6 à 3 ch). Guide du Monteur. Degoix P. — Fluides frigorifiques. Huiles incongelables. Cycles frigorifiques. Compresseurs. Canalisations. Condenseurs. Evaporateurs. Déteudeurs. Thermostats et pressostats. Appareillages divers. Chambres froides. Moteurs. Machines d'absorption. 271 p. 16 × 24, 110 fig. 4^e édition 1957 1 800

Cette nouvelle édition, revue et complétée, notamment par des indications sur les unités hermétiques, justifie pleinement son sous-titre de Guide du monteur. Toutes les applications d'installations courantes à une ou plusieurs températures, les tirages de bière, les installations de crème glacée, etc., y sont traitées. Des calculs de chambres froides, établissement de circulation d'air, etc., sont développés sous forme d'exemples concrets.

COURS D'AÉROTECHNIQUE. Serane G. R. — Fluides au repos. Fluides en mouvement. Résistance de l'air. Essais. Etude des corps simples dans le vent. L'aile. L'avion. La maquette. Les propulseurs. Mécanique du vol de l'avion. Equilibre de l'avion autour du centre de gravité. Performances d'un avion. Hydravion. Principaux instruments de bord. 300 p. 14 × 22. 354 fig. 2^e édition. 1957 1 950

Cet ouvrage concis donne une vue fort complète des problèmes généraux concernant la technique moderne de l'avion, et semble tout particulièrement destiné aux élèves des écoles d'aviation, aux navigants et aux techniciens ; il intéressera également tous ceux qui

désirent s'initier à l'aérodynamique et à la mécanique du vol ou se proposent de subir les épreuves des différents brevets de pilotage et de navigation aérienne. Après une vue d'ensemble sur les écoulements fluides et les notions fondamentales de la mécanique des fluides, l'auteur passe aux essais aérodynamiques et présente les divers types de soufflerie. L'étude aérodynamique de l'aile et des divers dispositifs hypersustentateurs l'amène à considérer également l'avion complet, une partie du texte étant réservée à l'autogire, le gyroptère, l'hélicoptère. Une étude des propulseurs, des performances et des instruments de bord termine l'ouvrage.

LES APPAREILS DE TRANSPORT ET DE MANUTENTION DANS LES USINES. Description et choix d'un appareil. Milhoud A. — Différents types de transpondeurs utilisés dans les usines : Classification des appareils. Les appareils de transport mobiles. Les chariots automoteurs à conducteur. Choix d'un appareil suivant le transport à effectuer : Caractères distinctifs et spécifications des appareils. Les différents modes de transport. Buts à atteindre dans le choix des appareils. Normalisation des palettes. La Fédération Européenne de la Manutention. 168 p. 15,5 × 24,5. 54 fig. 1957 ... 1 300

De l'alimentation à la métallurgie le problème des transports se pose à toutes les entreprises. Devant la multiplicité des engins mis en œuvre (fixes, demi-fixes ou mobiles), le choix de l'appareil le mieux adapté est souvent délicat. C'est pour permettre à l'ingénieur ou à l'usager de prendre la décision convenable que l'auteur a décrit tout d'abord les types offerts, puis indiqué les modifications de détail qui concernent plus spécialement le travail auquel ils sont destinés. (Ci-dessus, chariot électrique à fourche inclinable qui facilite toutes les manœuvres de manutention et d'emmagasinage.)



COURS DE MÉCANIQUE DU VOL. Turcat A. — Vol rectiligne en palier. Problème de sustentation et de propulsion. Avions à moteurs, à turboréacteurs et fusées, à statoréacteurs. Endurance et rayon d'action. Plafonds. Vol en montée. Montée des avions à moteurs et réacteurs. Énergie totale. Vol en virage. Limites de manœuvre. Influence de l'altitude et du nombre de Mach. Rayons et temps de virage. Décollage et atterrissage. Notes sur le vol dissymétrique et le vol en atmosphère agitée. 148 p. 16 × 25. 130 fig. 1957 1 800

Constamment appuyé sur le raisonnement le plus rigoureux mais au moyen de calculs simples et nécessaires, cet ouvrage rappelle l'action sur l'avion des forces aérodynamiques combinées avec le poids et les forces d'inertie dans tous les cas de vol. Conçu du point de vue des performances, cet exposé est particulièrement destiné aux navigants d'essais, pilotes, ingénieurs, mécaniciens. Il intéressera également les ingénieurs d'études et même les praticiens de l'aviation militaire, commerciale ou sportive.

ROUFFIGNAC OU LA GUERRE DES MAMMOUTHS. Nougier L. R. et Robert R. — 312 p. 13 × 20. 33 photos hors-texte. Relié toile. 1957. 1 180



La découverte, le 26 juin 1956, des deux mammouths gravés dans la grotte de Rouffignac, par Nougier et Robert, engagea une violente polémique sur l'ancienneté de ces gravures, qui ne prit fin que plusieurs mois après la confirmation de leur authenticité. Ce livre des « inventeurs » évoque la préhistoire de Rouffignac, la vie de cette grotte célèbre et relate enfin, parfois avec malice et humour, les phases de la « bataille des mammouths ». Les textes officiels qui la concernent terminent cet intéressant ouvrage. (Ci-dessus, admirable tête de cheval peinte en noir, trouvée dans la grotte.)

TECHNIQUE DE LA RÉCEPTION TÉLÉVISION DES CHAMPS FAIBLES (ou à grande distance). Raffin R. A. — Caractéristiques essentielles du montage prototype. Tête HF-CF. Chaines MF images et son. Réglage de chaines MF image et son et de la tête HF. Section BF. Vidéo-fréquence. Réparation de la synchronisation. Base de temps image. Base de temps lignes. Alimentation. Concentration. Antenne. Préamplificateur d'antenne. Résultats. Modifications pour repasser dans un champ normal. Section HF-CF. Chaines MF son et image. Section BF. Vidéo-fréquence. Séparation et base de temps image. Base de temps lignes. Alimentation. Réglage HF et MF. Antenne. Utilisation d'autres éléments. Construction et utilisation des préamplificateurs d'antenne. 70 p. 14,5 × 21. Nbr. fig. 1956 550

L'auteur a groupé un ensemble de notes techniques et pratiques qui permettent, soit d'établir un téléviseur à très haute sensibilité, soit d'améliorer un récepteur quelconque pour assurer une réception normale pour des champs très faibles (de 5 à 10 microvolts). Nombreux sont les amateurs avertis ou les professionnels défavorisés par leur situation géographique qui en tireront le plus grand profit.

SERVICE TÉLÉVISION. Les meilleures méthodes de dépannage de tous les circuits des téléviseurs. Juster F. et Lemeunier P. — 222 p. 13,5 × 21. Tr. nbr. fig. 1956 1 200

Le dépannage en télévision ne saurait être œuvre de bricoleur. La multiplicité des circuits, leurs interactions rendent difficile à un non spécialiste la découverte d'un défaut. Aussi ce livre ne s'adresse-t-il pas aux non initiés, mais constitue une base solide pour la recherche systématique de la panne en exposant les répercussions possibles des circuits anormaux ou accidentés.

LES RÉSINES ÉPOXY. Schrade J. — Constitution des résines époxy. Fabrication des résines époxy pures. Modification des résines époxy, leur durcissement, leur plastification. Application. Matières premières. Analyse et contrôle lors de la mise en œuvre. 182 p. 14 × 22. 13 fig. Relié toile, sous jaquette. 1957. 2 350

Les exigences croissantes de l'industrie, notamment en matière d'isolation électrique, ont amené les chimistes à rechercher sans cesse de nouveaux matériaux et récemment les résines époxy. Une large place est faite, dans ce livre, à leur préparation et à l'utilisation des époxydés résineux dont les applications futures paraissent des plus intéressantes par les qualités exceptionnelles qu'elles peuvent conférer à une autre résine. Chimistes et ingénieurs apprécieront l'examen complet des brevets et études dont les époxy ont fait l'objet.

LA PLONGÉE SOUS-MARINE ET LE DROIT. Dumas J. — Notions générales. Les différents modes d'acquérir la propriété. La réglementation de la chasse sous-marine. La plongée en scaphandre. Le sauvetage des épaves. Les choses du cru de la mer et autres épaves particulières. 192 p. 13,5 × 18,5. 1957 600

A la fois juriste et plongeur, l'auteur, au courant de toutes les difficultés de la plongée, a su extraire, d'une matière essentiellement touffue et complexe, tous les points pratiques susceptibles d'intéresser le chasseur sous-marin, qu'il s'agisse du poisson ou de la découverte d'épaves. De nombreuses infractions graves à la réglementation en vigueur seront ainsi évitées.

Tous les ouvrages signalés dans cette rubrique sont en vente à la

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, rue Chauchat, Paris-IX^e - Tél. : TAI. 72-86 - C.C.P. Paris 4192-26

•
Ajouter 10 % pour frais d'expédition.
Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

Une documentation indispensable :

Notre CATALOGUE GÉNÉRAL (5^e édition 1957), 5.000 titres d'ouvrages techniques et scientifiques sélectionnés et classés par sujets en 35 chapitres et 180 rubriques 425 pages, 13,5 × 21. Poids : 420 gr Franco 250 fr



nouveauté



l'aviation nouvelle

sous la direction de Camille ROUGERON,
ancien directeur du Service technique de l'Ar-
mement au ministère de l'Air.

**Camille ROUGERON, avec la collaboration
de spécialistes éminents, dresse un bilan
complet et parfaitement à jour de l'état
actuel des réalisations aéronautiques et
des recherches en cours.**

*Un volume relié (16,5 × 23 cm) sous jaquette en couleurs. 448 pages, 96 planches en
noir, 16 hors-texte en couleurs, nombreux dessins et schémas : 2 800 F (t. l. incl.)*

LAROUSSE 114 BOULEVARD RASPAIL, PARIS 6

LA PROSPECTION DE L'URANIUM

à la portée de tous

Avec le détecteur D.R.A. I à compteur Geiger-Muller

Détection auditive

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE LA PHYSIQUE

Alimentation par une seule pile de 1,5 volt
autonomie 500 heures — Le plus robuste
le plus léger (400 gr.) — Format 8 cm × 14 cm
Le meilleur marché

20 500 F. (franco t. t. c.)

EN VENTE à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

Téléphone TAI. 72-86 24, RUE CHAUCHAT - PARIS-9^e C.C.P. Paris 4192-26

Prospectus détaillé, expédié sur simple demande

**A l'heure précise
prévue par
l'horaire**



**Le Douglas
Super D.C. 6
vient de se poser sur
l'aire d'atterrissage**

Les passagers commencent
à descendre, échangeant
leurs impressions :

Traversée inoubliable !
disent-ils.

Et pour notre prochain voya-
ge... ce sera un voyage U.A.T.

A.O.F. A.E.F.
CAMEROUN
RHODÉSIE
AFRIQUE DU SUD

Voyagez



UNION AÉROMARITIME
DE TRANSPORT

arrivez reposé

RENSEIGNEMENTS ET BILLETS
dans toutes agences de voyages agréées

la plus importante compagnie privée Française de transport aérien

► 3, Boulevard Malesherbes - Paris 8^e - Anjou 78-04 ◀