

MÉCANIQUE POPULAIRE

FÉVRIER 1948

MAGAZINE ÉCRIT POUR TOUS
VOL. 4 N° 2



Quelle vitesse l'homme peut-il supporter ?

LORSQU'UN avion se déplace à la vitesse du son qu'arrive-t-il au pilote? L'onde de choc lui est-elle pénible? Qu'est-ce que le « mal supersonique »?

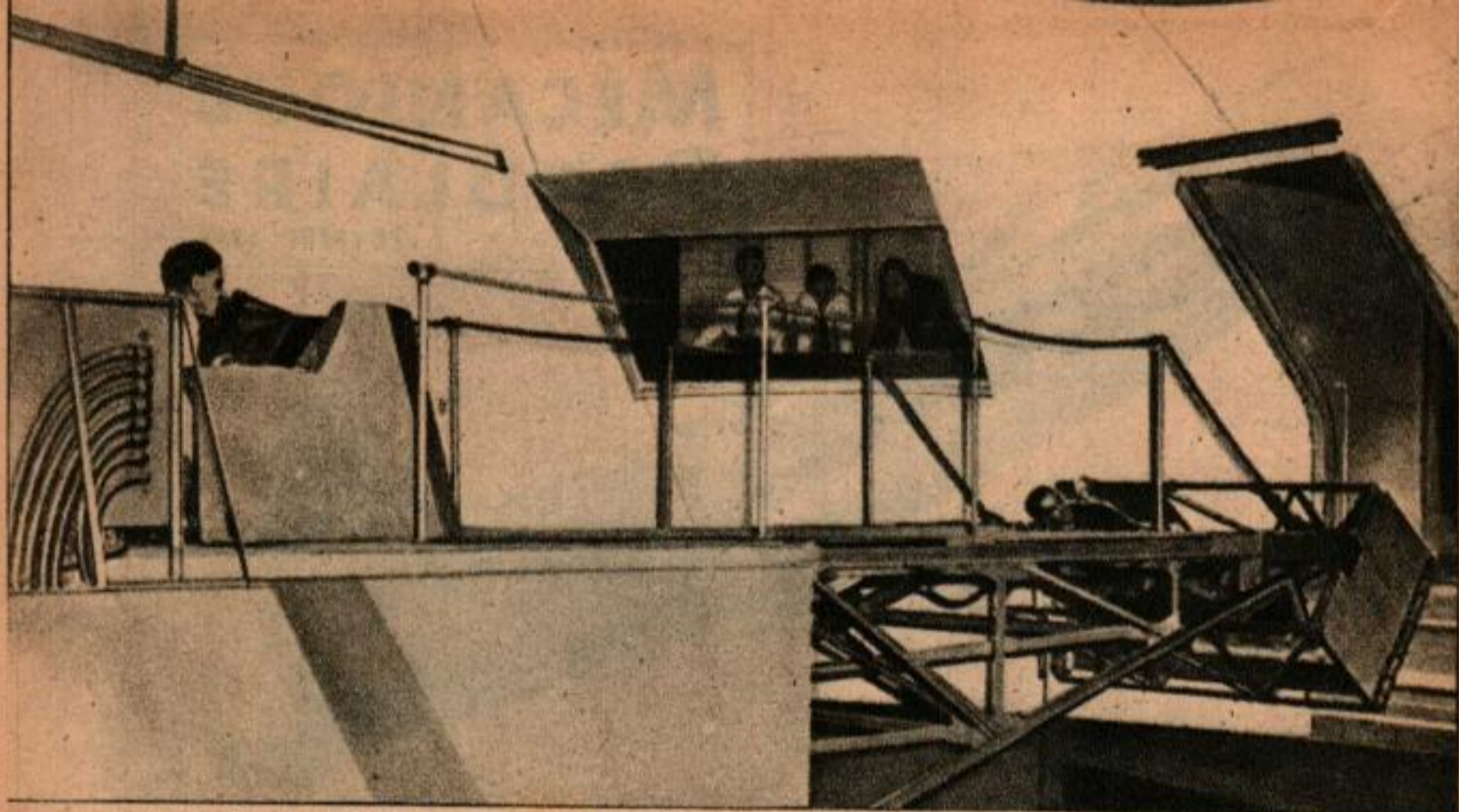
L'aviation a besoin de connaître toutes les réponses à ces questions, car on est en train de construire des avions destinés à se déplacer plus vite que le son. La sécurité du pilote est une des inconnues dans le vol supersonique.

Certaines personnes pensent que les vibrations provenant de l'onde de choc, en pénétrant dans le poste de pilotage, donneront au pilote des nausées et des malaises. D'autres soutiennent que des vibrations ultrasonores telles que celles qui sont employées pour homogénéiser les liquides et détruire les bactéries, vont s'établir et viendront désorganiser les sens du pilote.

Les chercheurs en matière d'aéromédecine ne pensent pas que de tels phénomènes soient vraisemblables, mais ils cherchent à prévoir toutes les possibilités de façon à prendre les

Les pilotes du Skystreak (ci-dessus) portent un casque absorbant les chocs, un harnachement spécial, des vêtements protégeant le corps contre l'action des accélérations et un inhalateur d'oxygène.





Afin d'évaluer leur résistance aux accélérations, les pilotes sont soumis dans ce manège à des forces centrifuges élevées.

mesures contre les dangers qui peuvent menacer le pilote.

Déjà des faits curieux ont été remarqués par les pilotes qui se déplacent très rapidement. Ils ont atterri avec les oreilles enflées et la tête couverte de bleus. Certains ont contracté une fièvre intense, d'autres ont perdu du poids par déshydratation.

Quoique ces symptômes paraissent mystérieux, ils sont aisés à comprendre et à éviter. Les oreilles enflées ainsi que les bleus proviennent des coups que le pilote reçoit lorsqu'il vole à grande vitesse dans un air agité. La sangle le retient sur le siège, mais sa tête est remuée dans tous les sens et vient heurter les différentes parties du fauteuil y compris l'appuie-tête. Par suite, les oreilles et le crâne reçoivent des chocs nombreux.

Un remède possible a été proposé sous forme d'un casque absorbant l'énergie des chocs grâce à la couche épaisse d'acétate de cellulose cellulaire qu'il contient. Cette matière s'écrase sous le choc brutal et rebondit sous l'action de chocs plus faibles au lieu de transmettre les efforts. Un autre procédé consiste à creuser l'appuie-tête en forme de coupe.

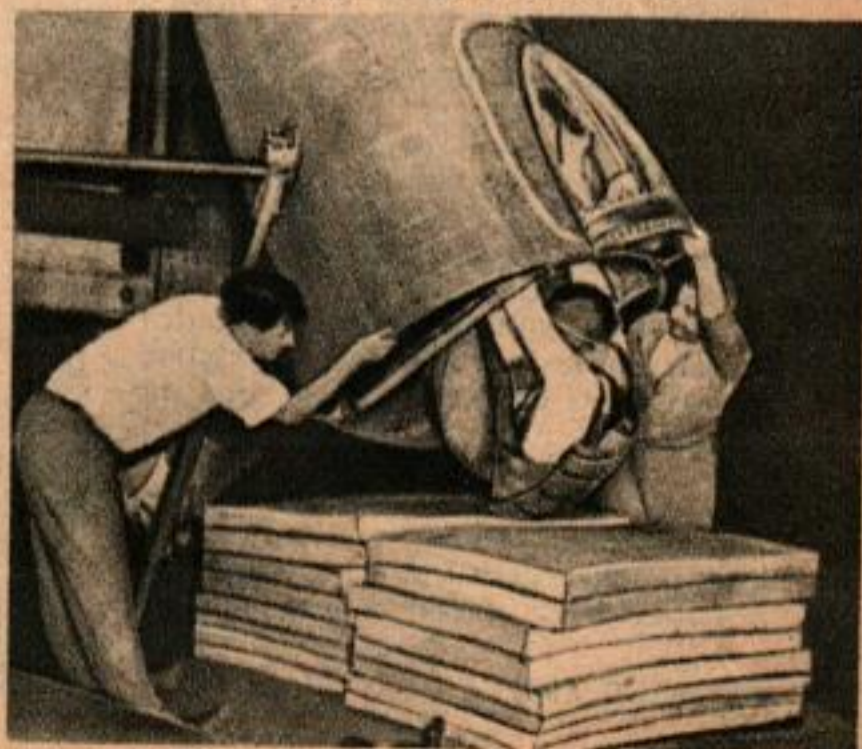
La fièvre provient de la température élevée à laquelle le poste de pilotage est porté par suite du frottement de l'air. On a observé des fièvres de $40,5^{\circ}$. De même, la déshydratation a été observée lorsque l'atmosphère est chaude et sèche et que l'air de ventilation qui entre dans le poste de pilotage fait évaporer trop vite l'humidité du corps du pilote. Ces inconvénients sont éliminés aujourd'hui par l'emploi de l'air conditionné qui conserve la température et le degré hygrométrique de l'air de la cabine aux valeurs convenables pour assurer le confort de l'être humain.

Récemment, un pilote faisant un vol d'en-

traînement à faible altitude dans un avion Douglas Skystreak afin de battre un record, trouva que ses commandes étaient devenues tellement chaudes qu'il ne pouvait plus y toucher. La température était montée à 77° parce qu'il avait arrêté accidentellement le fonctionnement du conditionneur d'air. Dans ces 77° une contribution de 27° était due à l'air extérieur, $5,5$ à l'échauffement par le soleil, $5,5$ au chauffage fourni par le moteur à réaction et 39° étaient dus au frottement de l'air sur le fuselage.

La science établit que la vitesse n'est en rien dangereuse pour l'homme, aussi élevée soit-elle ; le danger provient des accélérations et décélérations et, incidemment, des formes d'énergie créées par le véhicule lui-même :

Dans un vol réel, le pilote, au lieu de tomber sur un matelas de caoutchouc-mousse, tomberait dans l'espace, car, pour faciliter la sortie en cas d'abandon de l'avion, la cabine se sépare du fuselage.





Effet sur le pilote d'un effort égal à 8 fois la pesanteur. L'appareil de prise de vues enregistre la façon dont les muscles de la face et les lèvres sont tirés vers le bas par la force. Ces essais sont faits sur le manège de l'Université de Californie du Sud.

Par suite de la chaleur dégagée par le frottement de l'air, le toit en matière plastique a été remplacé par un toit métallique muni de vitres épaisses.

chaleur, vibrations et bruit. Un pilote peut devenir incapable de manœuvrer s'il absorbe trop de ces énergies pendant trop longtemps. Lorsqu'elles sont réunies, elles créent le « mal supersonique ». Même sur un avion de transport qui n'atteint que des vitesses moyennes, les passagers deviennent nerveux et irritables s'il existe trop de vibrations ou de bruit au cours du vol.

Les ingénieurs qui conçoivent les avions ne peuvent guère changer cet état de choses, ni davantage les médecins spécialisés dans les questions d'aviation. Mais, lorsque ces 2 groupes de techniciens collaborent, on peut s'attendre à voir les problèmes de ce genre s'approcher de leur solution. La compagnie Douglas Aircraft, par ex., utilise comme ingénieur-conseil en mécanique humaine le Docteur Charles Lombard de l'Université de Californie (Section d'aéromédecine).

Comment protéger les pilotes contre les blessures qui proviennent d'un choc, comment éviter la détente explosive du corps humain lorsque le pilote est obligé de sauter à haute altitude de sa cabine à atmosphère à forte pression, comment augmenter et améliorer les conditions de vision lors des grandes vitesses, comment conserver au pilote toutes ses facultés malgré les accélérations très grandes et très soudaines, tels sont les aspects les plus typiques sous lesquels se présentent ces problèmes.

Malgré toutes les recherches qui ont été tentées au sujet de l'influence de l'accélération, de nombreuses informations sont encore nécessaires. Le problème est complexe. En plus de l'accélération au décollage, et de la décélération au freinage, existent ce que l'on appelle l'accélération positive de manœuvre et



Pour mesurer le temps de réaction du pilote sous l'action de forces très élevées, on évalue la vitesse avec laquelle il réagit devant les scènes de vol projetées sur un écran placé dans la partie avant de la cabine.

l'accélération négative de manœuvre. La 1^{re} donne lieu à une force sur le corps du pilote qui aveugle ce dernier en vidant la tête de son sang, ceci se produit par exemple dans un looping intérieur.

La 2^e accélération donne naissance à une force qui envoie le sang dans la tête et dans la poitrine, ce qui se produit dans un looping extérieur. Un des problèmes actuels de l'aéromédecine est de protéger le pilote contre l'effet des accélérations négatives de la même manière qu'on le protège contre celui des accélérations positives au moyen de vêtements spéciaux.

Un pilote assis dans la position normale supporte des accélérations positives considérables mais ne peut supporter que de faibles



1. Accélération au décollage



3. Accélération négative (extérieur de la boucle), la sang s'écoule à la tête du pilote



4. Décélération au moment du freinage

Valeur des accélérations qui peuvent être tolérées en toute sécurité pendant 10 s par un pilote muni de tout le matériel de protection actuel, lorsqu'il se tient dans différentes positions. Les accélérations supportables indiquées correspondent aux manœuvres figurées ci-dessus. Elles sont exprimées en G ($G = 9,81 \text{ m/s}^2$, accélération de la pesanteur).



Assis

- 1. 12 G
- 2. 7 "
- 3. 2½-3 "
- 4. 12 "



Incliné en arrière

- 1. 3 G
- 2. 8-9 "
- 3. 3-3½ "
- 4. 10 "



Couché en arrière

- 1. 2 G
- 2. 12 "
- 3. 12 "
- 4. 6-7 "



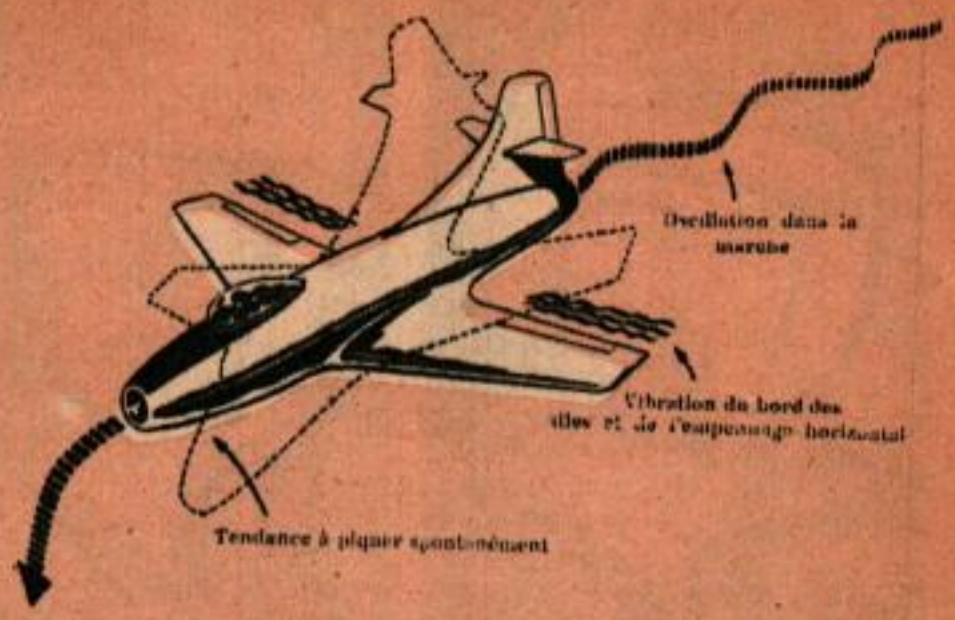
Incliné en avant

- 1. 8-9 G
- 2. 10 "
- 3. 3½ "
- 4. 10 "



Couché en avant

- 1. 7 G
- 2. 12 "
- 3. 12 "
- 4. 2½-3 "



Effets de la compressibilité sur la charpente de l'avion au moment du franchissement de la vitesse sonique. On pense que ces mouvements disparaissent pour des vitesses plus grandes.

accélérations négatives. Couché sur le ventre, il supporte des accélérations positives et négatives assez fortes mais résiste mal aux décélérations qui se produisent lors du passage des grandes vitesses aux petites ou lors d'un atterrissage brutal.

Ces études du comportement humain sont compliquées par l'influence du facteur temps. Des forces qui pourraient tuer un homme si elles agissaient sur lui pendant quelques secondes, n'ont que peu d'effet si elles agissent pendant une fraction de seconde. Une décélération terrible telle que celle qui résulte du choc lors d'un atterrissage brutal, impose au pilote une pression égale à 40 ou 50 fois son poids ou même davantage. Mais elle n'existe que pendant quelques 1/1000 de seconde ; aussi, le pilote qui est protégé par un casque et des vêtements spéciaux, est souvent capable de se tirer d'affaires.

Quelques données fondamentales sur les accélérations diverses et sur leur influence ont été fournies par le docteur Lombard et ses collaborateurs utilisant le manège à force centrifuge de 100.000 dollars construit à l'Université de Californie pendant la guerre. Les pilotes sont soumis à différentes accélérations sur ce manège, pendant des temps variables, dans différentes positions et différentes conditions. Pendant ces essais, la pression du sang, le temps de réaction, les réflexes, l'examen des organes aux rayons X et autres observations intéressantes sont enregistrés automatiquement. Naturellement, ce manège sert également à l'étude des vêtements spéciaux et autres inventions pour protéger le corps humain contre les effets des accélérations.

Certains problèmes de sécurité et de confort ne peuvent être complètement résolus à terre. Ils sont donc étudiés dans l'avion Skystreak et 2 autres avions identiques, aménagés en laboratoires volants, pour l'étude du comportement humain à grande vitesse, et du fonctionnement des machines et des inventions diverses.

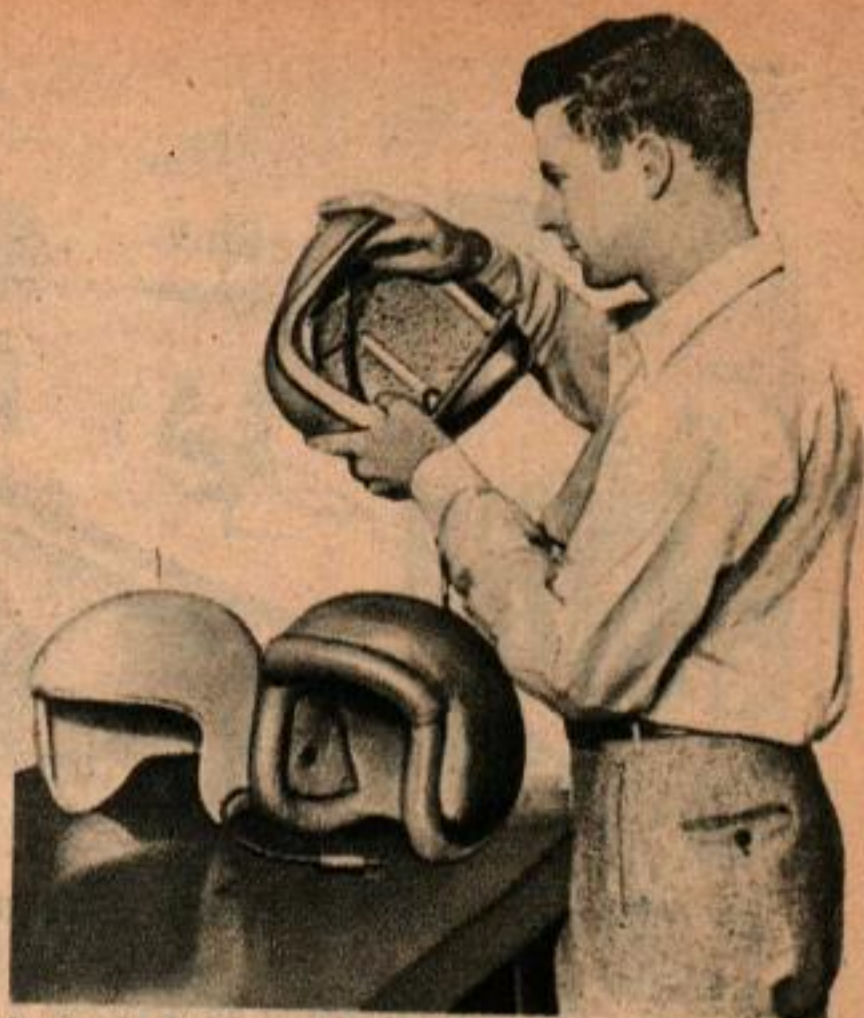
Lorsque la maison Douglas construisit le Skystreak, elle y introduisit toutes les nouveautés en matière de sécurité humaine. Les parties saillantes et les boutons de manœuvre furent éliminés de la cabine du pilote. Le siège a été dessiné pour mettre le pilote dans la position moitié couché sur le dos, les talons presque à la hauteur des hanches, ce qui per-

met de supporter les accélérations positives sans aveuglement. A la place de la ceinture, il porte un équipement qui consiste en un harnais d'épaules, une ceinture de sécurité et des courroies sur les jambes. Il a un vêtement de protection rembourré, contre les accélérations et un inhalateur d'oxygène à alimentation variable pour pouvoir respirer à des altitudes qui atteignent 13.000 m. La cabine est à air conditionné et à surpression.

Il est impossible de sortir à grande vitesse d'un avion de ce genre. Si le pilote doit abandonner l'avion, il agit sur un levier qui provoque la séparation de la cabine et de la partie avant d'avec le reste de l'avion, puis, lorsque la partie avant est animée d'une vitesse assez faible, il l'abandonne et saute en parachute. A très haute altitude, le pilote serait exposé à la détente explosive (éclatement des organes vitaux) au moment où la partie avant se sépare du fuselage, car l'atmosphère en surpression s'échappe dans le vide. Pour éviter cet accident, lorsque le pilote agit sur le levier de séparation, une soupape est mise en action qui fait baisser la pression dans la cabine. Ceci dure un peu plus d'une seconde, après quoi, la séparation a lieu. Ce délai suffit à préparer le pilote à la variation de pression.

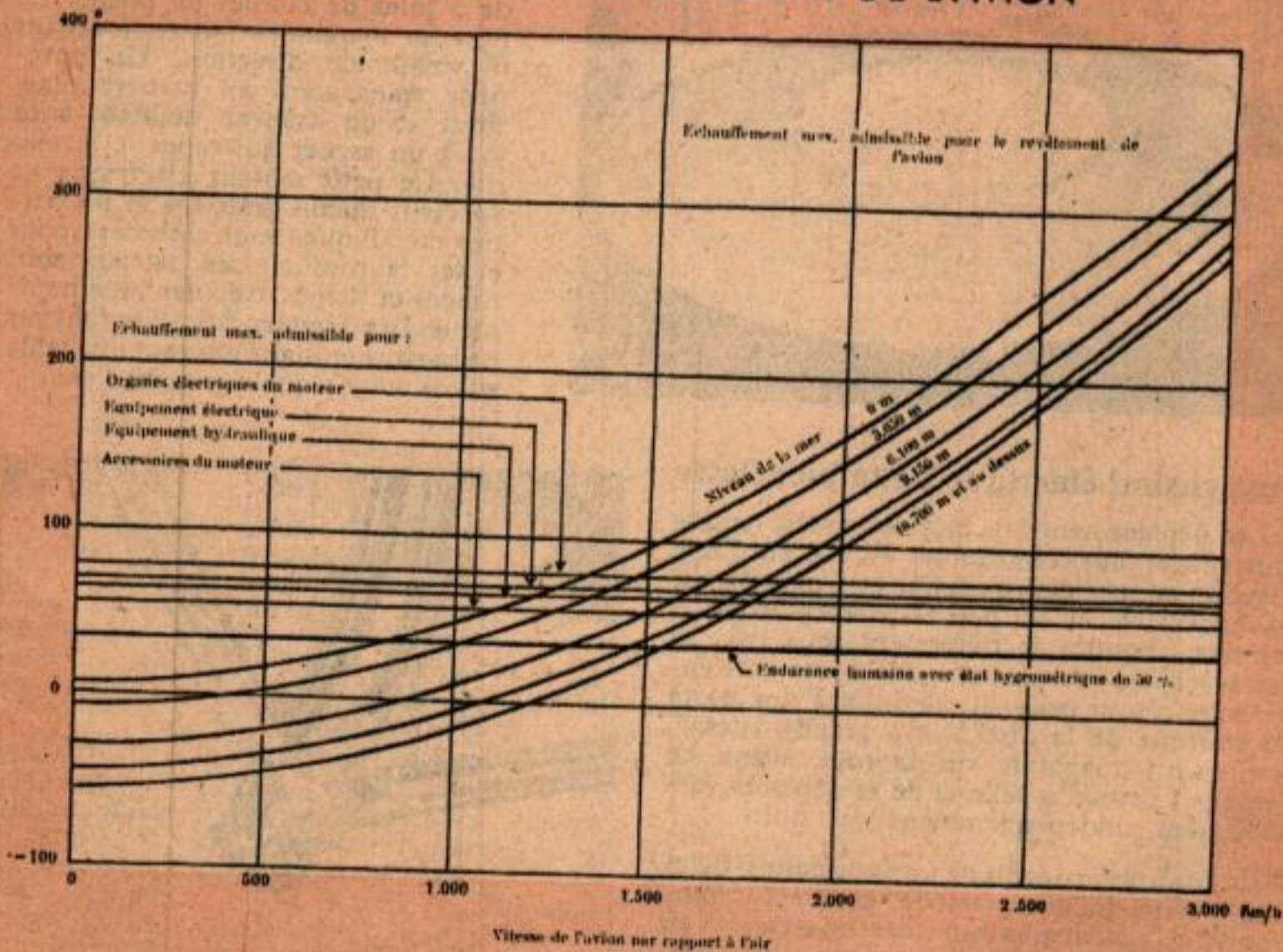
Lorsque le Skystreak établit son record mondial de vitesse de 1050 km/h en août 1947,

(Suite page 139)



Ce casque d'un modèle nouveau est muni de couches d'acétate de cellulose cellulaire qui absorbent les chocs au lieu de les transmettre. Le casque est doré afin de réfléchir la lumière solaire.

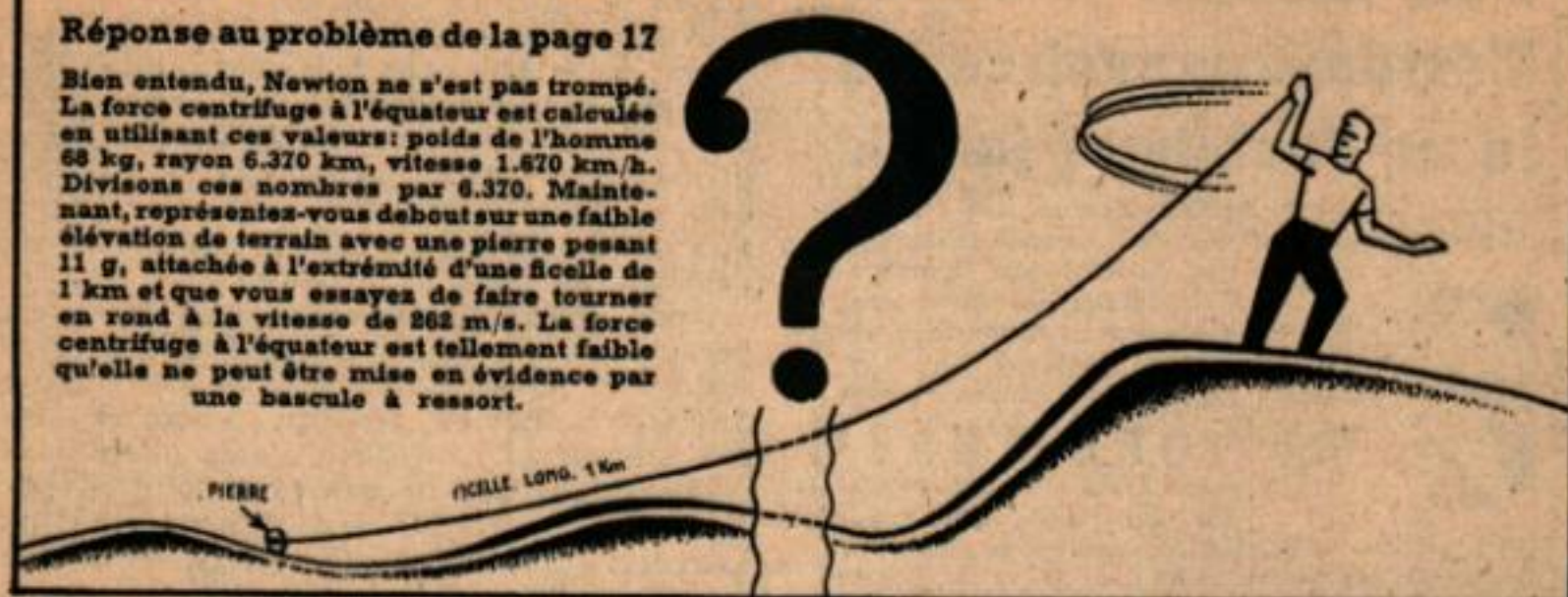
VITESSE MAXIMUM ADMISSIBLE PAR SUITE DE L'ÉCHAUFFEMENT DE L'AVION



ÉPROUVEZ VOS CONNAISSANCES

Réponse au problème de la page 17

Bien entendu, Newton ne s'est pas trompé. La force centrifuge à l'équateur est calculée en utilisant ces valeurs: poids de l'homme 68 kg, rayon 6.370 km, vitesse 1.670 km/h. Divisons ces nombres par 6.370. Maintenant, représentez-vous debout sur une faible élévation de terrain avec une pierre pesant 11 g, attachée à l'extrémité d'une ficelle de 1 km et que vous essayez de faire tourner en rond à la vitesse de 262 m/s. La force centrifuge à l'équateur est tellement faible qu'elle ne peut être mise en évidence par une bascule à ressort.



Quelle vitesse l'homme peut-il supporter?

(Suite de la page 5)

sur la base de Muroc, certaines pièces de l'avion se trouvèrent soumises à des vitesses dépassant celle du son. Au-dessus de l'aile, la vitesse atteignit alors 1290 km/h. On ne constata pas d'effets dangereux de compressibilité et le pilote ne fut pas soumis à des vibrations excessives. Par contre, il fut terriblement secoué lors du passage à la vitesse de record par suite de la turbulence que l'air présente dans ces conditions. Cette turbulence est assez forte pour pouvoir être mise en évidence dans un avion à faible vitesse, elle produit des chocs égaux à environ 6 fois la pesanteur lors du passage à la grande vitesse. Les observateurs sur le sol remarquèrent que le bruit produit par le passage de l'avion était comparable au claquement d'une lourde porte.

Battre des records n'est qu'une occupation accessoire pour cet avion qui est destiné à rassembler des informations diverses relatives à la sécurité dans les vols à grande vitesse, bien que l'avion puisse continuer à battre de nouveaux records lorsqu'il sera muni d'un moteur plus puissant et d'un brûleur de récupération, et qu'il volera à des altitudes très élevées. Une des questions qui font l'objet du programme de recherches sur cet appareil est celle de savoir si, oui ou non, le pilote doit être installé sur une suspension antivibratoire comme le sont les instruments et les tableaux de bord.

L'étude de l'échauffement dû au vol à grande vitesse a déjà conduit à remplacer le toit de la cabine en matière plastique transparente par des fenêtres en verre épais. La matière plastique aurait été notablement déformée par la chaleur dégagée même aux vitesses plus faibles. D'autres matériaux employés dans la construction aéronautique perdent une partie de leur résistance mécanique sous l'action de la chaleur due au frottement de l'air à grande vitesse et les renseignements relatifs à ces questions seront fournis par l'expérimentation sur cet avion.

Les instruments montés sur l'avion comprennent entre autres, des dispositifs mesurant la pression en 400 points de l'aile et de l'empennage. Les enregistreurs de températures sont placés en des points bien définis et la charpente de l'avion comporte des strain-gauges qui mesurent les forces sur les ailes et les empennages. Malgré le nombre assez petit de vols accomplis par cet appareil, on a déjà recueilli suffisamment de renseignements sur le franchissement du mur sonique pour pouvoir influencer la construction des avions encore plus rapides qui sont en étude.