

EXAMEN MÉDICAL POUR FUTURS ASTRONAUTES

Le service médical de l'U.S. Air Force utilise des méthodes nouvelles et souvent brutales pour sélectionner des hommes d'une santé exceptionnelle qui seront peut-être un jour les premiers Américains à prendre pied sur la Lune.

Par K.V. BROWN

UN profane pourrait prendre cela pour une chambre de torture. On y voit une tête d'homme qui ressemble à une pelote d'épingles. Des aiguilles sont piquées dans son crâne, portant des fils qui se perdent dans l'obscurité à l'autre bout de la salle. Des pinces métalliques portant également des fils sont fixées sur les lobes de ses oreilles. Un projecteur de photographie éclaire sa figure de face d'une distance de 60 cm. Son nez est fortement pincé et il est obligé de respirer par un tube placé dans la bouche.

Dans une autre salle, un homme est couché sur le dos, ses paupières sont maintenues ouvertes et un objet métallique est appliqué directement sur l'œil. La tête d'un autre homme est maintenue tournée sur le côté, sur une table, et de l'eau glacée est versée dans une oreille.

Dans une autre salle encore, un homme est obligé de marcher sur une plateforme mobile jusqu'à épuisement. Il ne peut toucher l'appui qui se trouve devant lui et, s'il marche trop lentement, il tombe de la plateforme en arrière. A chaque minute passée, la plateforme se soulève légèrement de sorte que vers la fin, il monte une pente de plus en plus forte qui exige un effort de plus en plus grand.

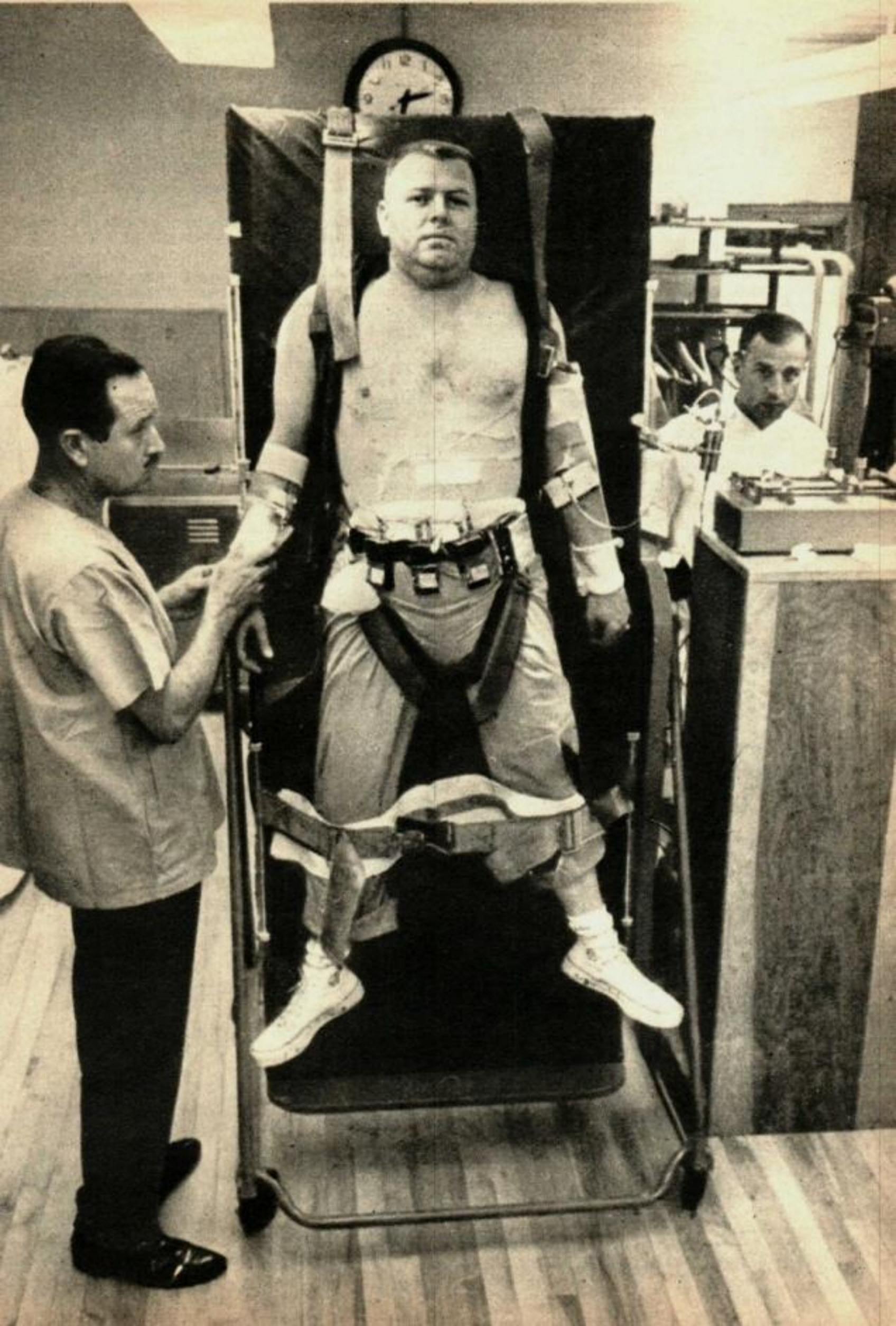
On voit du sang partout. Les bras sont lacérés de piqûres d'aiguille et les vêtements sont tachés de sang. On prend un peu de sang dans des fioles d'aspect sinistre et on fait aussi couler le sang par des tubes introduits dans les veines. De temps en temps, des solutions de corps étrangers sont introduites dans les tubes par des hommes en blanc à mine rébarbative. Ces liquides entrent dans le corps d'un côté et sortent de l'autre.

Le candidat « crucifié » vient de revenir de son évanouissement, un peu avant que cette photo ait été prise. Il est resté suspendu pendant plus de 20 minutes pour découvrir comment son cœur fonctionnerait sans activité physique pour stimuler la circulation.

Des compteurs Geiger enregistrent le passage de l'eau radioactive à travers les reins. Les courbes des graphiques permettent de découvrir toutes les anomalies. Les deux reins doivent fonctionner au diapason.

Le fluoroscope à circuit fermé donne au médecin une vue cinématographique du système digestif du candidat. Ce dernier a bu une solution spéciale pour rendre le tube digestif bien visible.





La vue la plus terrifiante, c'est celle d'un homme attaché par les bras, les jambes et le corps à une table. La table est dressée et il reste ainsi suspendu avec les pieds en l'air jusqu'au moment où il perd connaissance au bout d'une demi-heure environ. C'est une véritable crucifixion.

Tout cela, ce n'est pas du sadisme pur, dit-on au visiteur, mais des expériences indispensables pour apprécier la résistance extrême de l'organisme humain. Car ces suppliciés sont des candidats au voyage spatial et les méthodes employées pour les mettre à l'épreuve sont peut-être les plus brutales qu'on ait jamais inventées. Et pourtant, chaque épreuve répond à un but scientifique bien défini.

Il ne faut pas oublier que ces candidats sont déjà sélectionnés pour la santé. La plupart d'entre eux sont des pilotes d'essais ou des pilotes d'avion à réaction en service et leur aptitude physique leur permet de voler tous les jours sur des avions supersoniques. Les examens physiques ordinaires ne donneraient sur eux aucune indication particulière.

Pour mieux dire, les épreuves pour lesquelles ces hommes se préparent — les alunnissages, par exemple — n'ont plus aucun rapport avec tout ce que l'homme a entrepris jusqu'à présent. Des missions aussi extraordinaires exigent des hommes extraordinaires et des méthodes extraordinaires pour les découvrir.

Les épreuves ont lieu à l'école de médecine aérospatiale, sur la base aérienne de Brooks, près de San Antonio (Texas). Lorsque les vols spatiaux devinrent courants, la S.A.M. (School of Aerospace Medicine) devint l'organisme officiel chargé d'évaluer, comme on dit, tous les candidats aux entreprises spatiales de la N.A.S.A. Ces programmes englobent le Gemini et l'Apollo ainsi que l'école des pilotes de l'espace de l'U.S. Air Force de la base aérienne d'Edwards (Californie).

La personne chargée de ces évaluations est le lieutenant-colonel David Simons, qui a lui-même une mission extraordinaire à son actif. En 1957, le savant (qui est aussi médecin) a passé trente-deux heures dans la nacelle d'un ballon qui a battu un record d'altitude en montant à plus de 30 000 m.

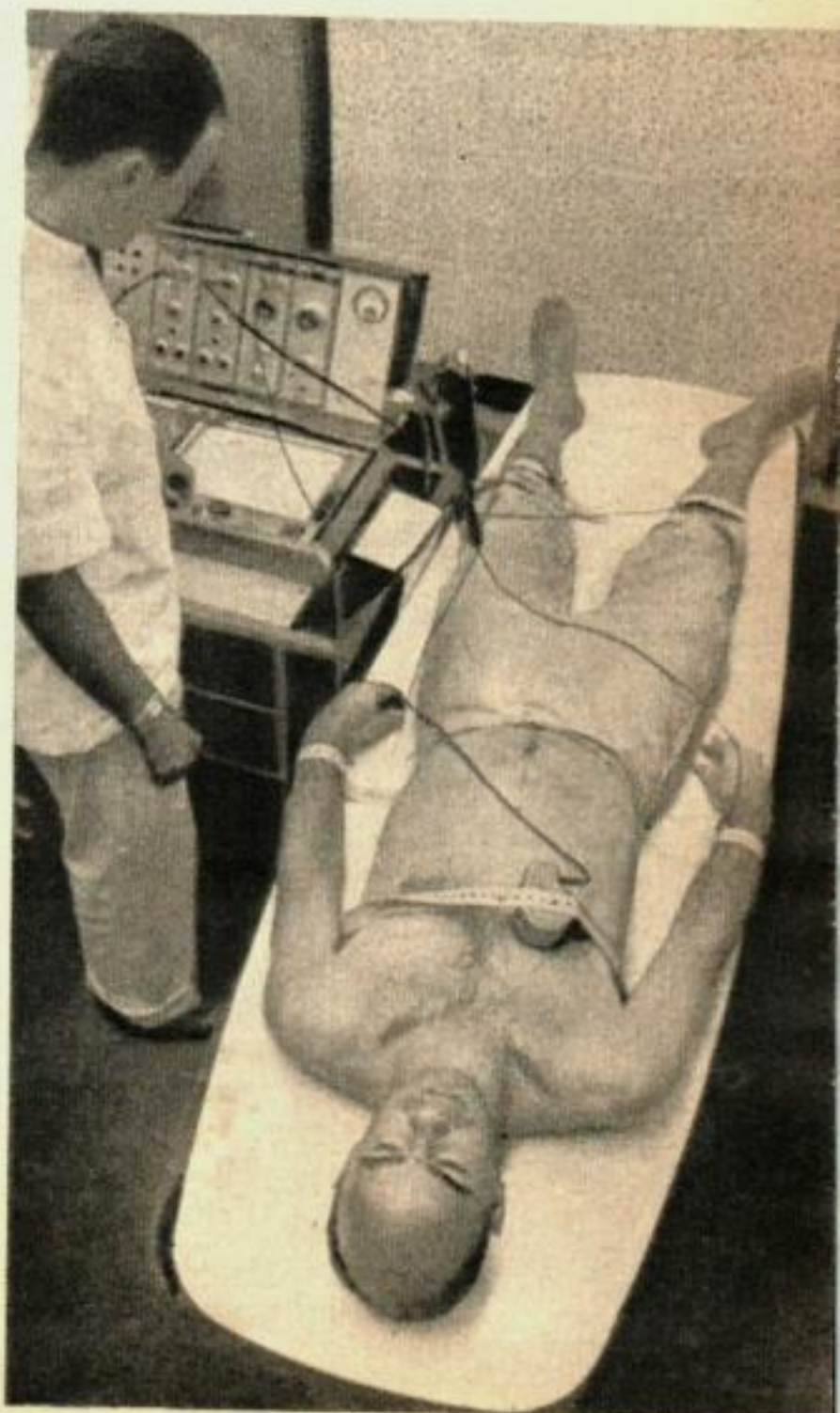
Exposant les principes de base du programme, Simons a déclaré : « Pendant la deuxième guerre mondiale, nous pouvions nous contenter d'environ onze épreuves de laboratoires pour la sélection des pilotes. Mais lorsque des avions à réaction de grande vitesse furent mis en service, les examens physiques durent être perfectionnés. Maintenant que nous entreprenons des vols dans l'espace, il faut relever encore une fois les critères. Nous avons déjà mis au point quarante-quatre tests, mais nous ne sommes pas encore satisfaits. »

Une différence fondamentale, souligne Simons, c'est qu'il y a, de nos jours, des « épreuves dynamiques » plus poussées. Autrefois, les examens physiques ordinaires étaient effectués sur un candidat au repos,

debout, assis ou couché. Tout au plus on lui demandait de faire vingt sauts sur place ou de monter les marches d'un escalier deux par deux, surtout pour obtenir un battement plus rapide du cœur. A la S.A.M. les candidats sont « stimulés » par tous les moyens possibles, même les plus brutaux, pour découvrir leurs ressources de santé non seulement quand ils sont immobiles mais aussi sous l'action de l'accélération, quand ils sont épuisés, quand ils sont mal alimentés en oxygène, dans le froid et la chaleur, et dans les plus fortes tensions mentales. En se basant sur ces épreuves, on compte pouvoir apprécier l'aptitude de ces candidats d'ici quelques années à exécuter un voyage vers la Lune.

C'est pourquoi on leur a fait subir les supplices de l'eau dans les oreilles, du projecteur dans les yeux, de la marche jusqu'à l'évanouissement et de la « crucifixion ».

Cette table qui flotte sur un coussin d'air permet au corps de réagir aux battements du cœur. Les courbes diffèrent de celles qui sont tracées pour un corps immobile.



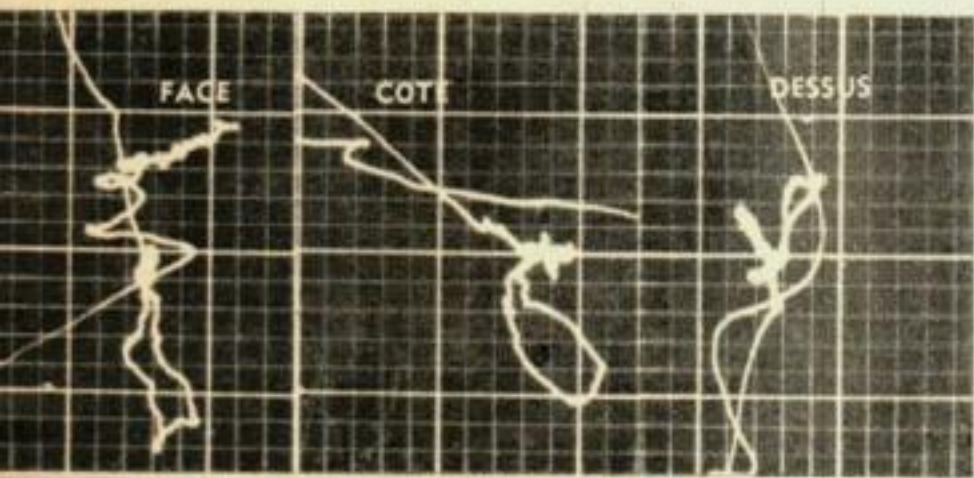
Les évaluations sont généralement réparties en quatre domaines principaux de recherche, bien que ces domaines ne soient pas exactement délimités. Un certain test peut servir à plusieurs fins.

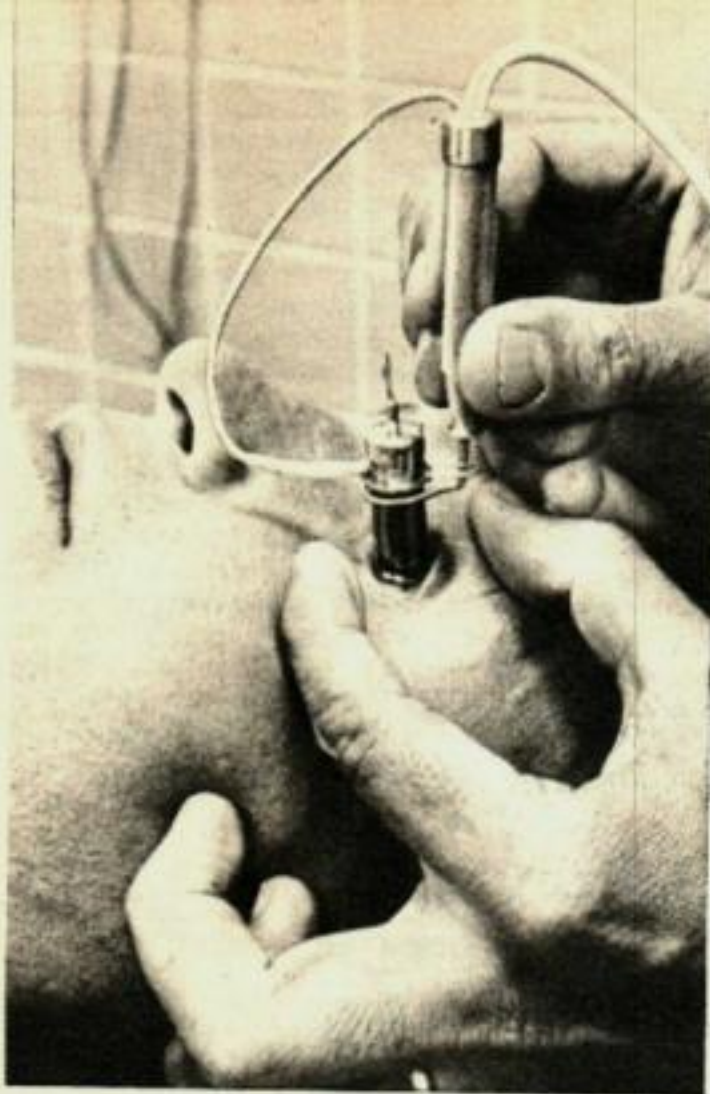
Le premier domaine est la découverte de toute maladie ou anomalie latente. Bien qu'il soit rare qu'une telle découverte soit faite chez un candidat aux voyages spatiaux, il existe au moins un cas où ces épreuves si sévères ont provoqué l'élimination d'un homme en apparence très sain, non seulement du groupe des cosmonautes mais aussi de son statut de pilote à la suite de la découverte d'une affection ignorée. Parmi les défauts secondaires découverts par ces épreuves parmi les pilotes de réacteur, une forte proportion d'entre eux ont des hémorroïdes, peut-être à cause des accélérations auxquelles ils sont soumis. Mais c'est extrêmement grave au point de les éliminer.

Le second domaine de recherche est la découverte de tout processus de dégénérescence pouvant créer, par la suite, un état imposant leur élimination. Les candidats ayant un excès de poids par exemple sont plus vulnérables à certaines maladies que les candidats maigres, tandis que les cas de diabète marginal sont à éliminer d'office. Le but final de ces évaluations, c'est de désigner les hommes qui ont les plus grandes chances de conserver une santé sans défaut pendant toute la durée de leur formation qui peut prendre plusieurs années, et surtout pendant le voyage spatial qui en sera l'aboutissement. Ce n'est pas le moment de tomber malade quand on est en route vers la Lune. On se base sur la théorie que personne ne tombe subitement malade, que la tendance ou la vulnérabilité à une certaine maladie a commencé plusieurs années avant la crise.

Il faudrait peut-être préciser ici que Deke

Des vues à trois dimensions des pulsations électriques du cœur sont prises sur l'écran de l'oscilloscope avec une camera polaroïde. Ces vues de face, de côté et du haut (voir cartouche) permettent de découvrir plus sûrement toutes les anomalies de fonctionnement du cœur.





Le tonomètre électronique placé contre le globe oculaire, mesure la pression à l'intérieur. Le taux d'écoulement du fluide oculaire permet de détecter éventuellement un futur glaucome.



15 aiguilles sont enfoncées dans la peau du crâne de cet homme pour mesurer l'activité cérébrale en fonction d'une respiration de moins en moins oxygénée pour simuler les effets de l'altitude.

Slayton, l'un des premiers cosmonautes du projet Mercury, qui fut éliminé par la suite parce qu'on avait découvert chez lui des irrégularités du rythme cardiaque, n'avait pas passé ses épreuves d'admission à Brooks. La S.A.M. ne devint l'organisme officiel de sélection qu'après le choix des sept cosmonautes de Mercury. Mais ce cas est typique. Si le processus qui a abouti chez Slayton à un rythme cardiaque irrégulier avait été découvert plus tôt, cela aurait pu lui épargner une déception.

La santé mentale est le troisième domaine de recherche, et nous ne parlons pas de l'équilibre normal. La plupart des candidats cosmonautes ont généralement un indice élevé d'agilité mentale (une moyenne supérieure à 130), mais il importe de sélectionner ceux qui possèdent une stabilité affective plus grande, une motivation d'ordre plus élevé, une plus grande confiance en soi et une aptitude plus grande à tenir leur rôle aussi bien comme membre d'une équipe qu'en solitaire. Certains des sondages psychanalytiques portent sur des questions aussi excentriques que l'attitude de l'épouse du candidat vis-à-vis du projet spatial. Des problèmes affectifs n'ayant rien à voir avec la mission peuvent agir sur le comportement au moment critique des hommes les mieux qualifiés.

Le test dynamique est également appliqué sur le plan psychologique. On donne au candidat des problèmes à résoudre : par exemple,

écouter des signaux codés émis dans un ordre quelconque et reconnaître chaque fois qu'un signal a été entendu pour la troisième fois. Les problèmes se suivent pendant une heure. On voudrait surtout découvrir à partir de quel moment un homme perd ses moyens. D'autres problèmes cherchent délibérément à induire en erreur, pour voir avec quelle rapidité une solution logique peut être découverte avant que la panique soit la plus forte.

Mais les épreuves dynamiques les plus pénibles — qui forment le quatrième domaine de recherche — sont d'ordre purement physique et sont réalisées dans les « chambres de torture » qui ont été décrites plus haut. Certaines des épreuves systématiques sont déjà assez pénibles sans le handicap dynamique. Voici quelques exemples typiques des méthodes utilisées par l'U.S. Air Force pour scruter l'état de santé actuel, l'état de santé futur et l'état de santé en cours d'épreuve des hommes qui sont peut-être destinés à aller sur la Lune.

Même les préliminaires sont pénibles. Les épreuves durent une semaine. Les trois premiers jours, les candidats ne prennent pas de petit déjeuner le matin et n'ont qu'un très léger petit déjeuner le quatrième. Ils ne dînent pas un soir et l'alcool est interdit pendant toute la durée des épreuves. Le but de tout cela, c'est de purifier l'organisme pour certains tests, particulièrement des tests sanguins.



La chambre acoustique, montée sur ressorts et abondamment garnie de saillies absorbantes permet de juger de l'acuité de l'ouïe à l'aide d'un casque à écouteurs et aussi de vibreurs placés contre l'apophyse mastoïde en arrière des oreilles.



Le siège vestibulaire tourne sur lui-même tout en s'inclinant de part et d'autre. Cette photo est une pose parce que les tests proprement dits ont lieu dans une obscurité complète et produisant une désorientation terrifiante.

Le spectacle le plus « horrible » dans les « chambres d'horreur », c'est probablement une armoire pleine de rangées de dents, sans crâne ni squelette ; seulement des rangées de dents bien rangées. Tous les candidats passent une visite dentaire avec radiographie et empreintes des deux mâchoires. Ces pièces sont classées dans l'armoire de sorte qu'à chaque nouvel examen de la bouche dans les années qui suivent, on peut comparer l'état présent avec l'état initial pour découvrir toute tendance dégénérative. C'est là un exemple des méthodes de saturation appliquées aux examens physiques.

Les candidats sont généralement d'accord que les vingt secondes les plus pénibles de la semaine, c'est quand on leur verse de l'eau glacée dans les oreilles. Ils disent que c'est insupportable. Quelques instants après que l'eau ait été versée, les yeux du candidat papillotent sans qu'il puisse les empêcher. Même quand l'eau s'est écoulée et quand il est de nouveau debout, il est encore sous l'effet d'un étourdissement. L'effet de l'eau glacée est de stimuler la circulation thermique de l'eau dans l'oreille intérieure, qui contrôle l'équilibre, produisant une sensation de rotation. Le but est d'éprouver le sens de l'équilibre du candidat et sa réaction à la stimulation.

Une épreuve associée, le siège vestibulaire, n'a rien de pénible ; mais elle est encore plus terrible par son effet de désorientation.

Le candidat est attaché sur le siège, sa tête immobilisée dans un appui capitonné, et des électrodes sont placées sur sa tête, et par-dessus le cœur et les yeux. L'éclairage de la salle est coupé et, dans une obscurité complète, on fait tourner le siège sur lui-même à la vitesse de 18 tr/mn. Il s'incline également de côté toutes les deux minutes. Pour compliquer encore les choses, on donne au candidat des problèmes à résoudre par l'intercom — généralement de simple arithmétique — pour occuper son esprit. Les électrodes montrent la rapidité avec laquelle il s'adapte à chaque changement d'inclinaison. Le délai moyen est d'environ 20 s, mais quelques « durs » ne prennent que 5 s.

Au bout de 18 mn, certains candidats ont presque la nausée. La transpiration abondante et la mine de « papier mâché » sont chose commune. La différence entre l'eau glacée et le siège, c'est que l'eau glacée fait tourner l'eau dans l'oreille, tandis que le siège fait tourner le candidat autour de l'eau. L'aptitude du cosmonaute à s'adapter rapidement aux sensations de gyration peut être vitale quand il est sans poids dans une capsule qui tourne sur elle-même ; aussi le siège vestibulaire, ou un autre appareil du même genre, pourrait servir à l'entraînement aussi bien qu'à l'épreuve.

On met à l'épreuve l'ouïe dans une chambre anéchoïque (anti-écho), une cellule isolée sur

(Suite page 113)

Examen médical pour futurs astronautes

(Suite de la page 47)

ressorts et tamisée par des garnitures pour amortir toutes les réverbérations acoustiques. Un technicien se tenant à l'extérieur envoie des tonalités pures et des mots prononcés avec un volume contrôlé avec précision à l'intérieur de la cellule. Le seuil d'audibilité du candidat, entre 125 et 8 000 pér./s est contrôlé à la fois par la conduction de l'air (à travers un casque d'écoute) et par la conduction des os (des vibreurs placés sur le mastoïde, derrière l'oreille). Chaque fois qu'il entend une tonalité pure, le candidat presse un bouton placé dans sa main droite ; chaque fois qu'il entend un mot prononcé, il le répète. On utilise des mots à une seule syllabe tels que « hull », « fake », etc., ou des mots à deux syllabes monotones tels que « sunset », « doormat ». On diminue progressivement le volume jusqu'au moment où l'on atteint le seuil d'audibilité du candidat.

Comment reconnaître le haut et le bas ?

Les yeux, qui jouent un rôle si important dans l'aviation, seront encore plus importants dans l'espace où l'horizon n'existe pas, ni les repères donnés par la pesanteur pour aider l'orientation. Deux appareils qui scru-

Intégralement télécommandé auto**MALIK**

304

- Ambisecteur 110x220 V
- Objectif **VARIMALIK** 85/135
- Ventilation par turbine jusqu'à lampe 500 W
- Prise de synchronisation magnétique
- Editor pour repositionnement d'une vue en cours de projection
- Utilise plusieurs types de paniers-classeurs

480^F + lampe

CLAVIER DE TÉLÉ COMMANDE

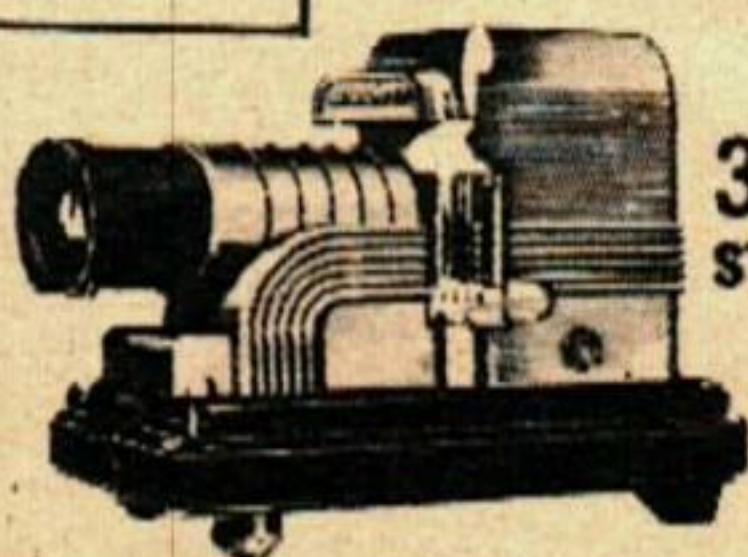
- Changement de vue
- Marche avant ou arrière
- Mise au point
- Allumage lampe de salle



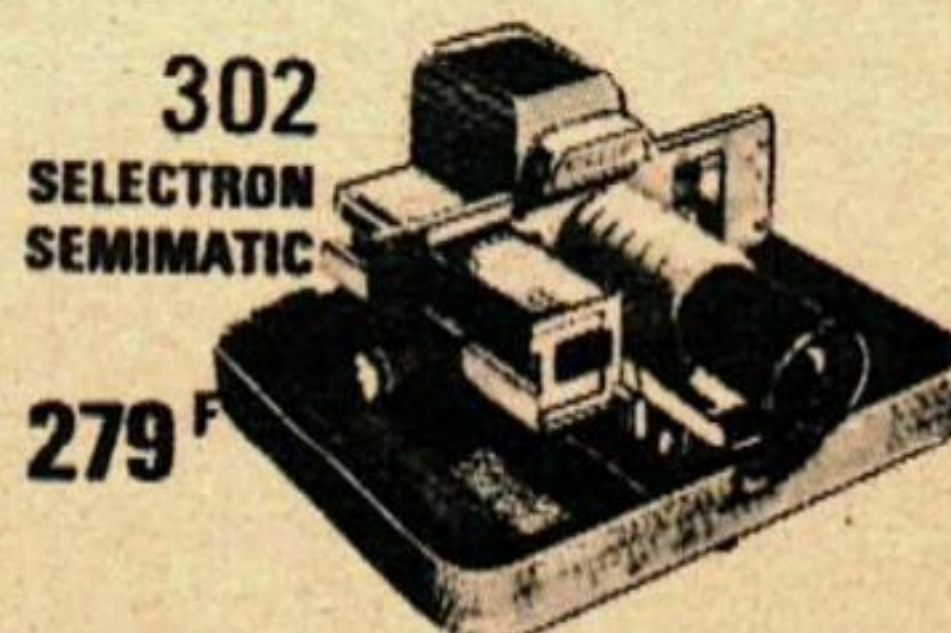
PUBLI-CITÉ-PHOT

MALIK

CONSTRUIT PAR L'USINE **MALIK** DE LIBOURNE LA PLUS FORTE PRODUCTION DANS LA SPÉCIALITÉ) L'**AUTOMALIK 304** BÉNÉFICIE DE L'EXPÉRIENCE TOTALE **MALIK**. IL EST, EN TOUS POINTS, L'IGNÉ DE SES AINÉS QUI POURSUIVENT LEUR TRIOMPHALE CARRIÈRE.



300
STANDARD
198^F



302
SELECTRON
SEMIMATIC
279^F

CHEZ TOUS LES CONCESSIONNAIRES AGRÉÉS

tent les yeux de plus en plus profondément, surtout pour découvrir les tendances dégénératives sont utilisés. Le tronomètre électronique, qui s'appuie sur le globe oculaire pendant 4 mn, mesure le taux d'écoulement du fluide oculaire (un écoulement insuffisant entraîne le glaucome), et le biomicroscope à fente d'éclairage qui donne des vues de tranches minces du globe oculaire sur toute son épaisseur. On recherche ainsi les processus pathologiques qui précèdent la cataracte ou la dystrophie cornéenne. On admet presque d'emblée, mais pas tout à fait, que les candidats cosmonautes ont une vue au-dessus de la normale. La plupart révèlent, à l'examen, une vue excellente.

Le cerveau subit un examen très poussé avec les aiguilles enfoncées dans la peau du crâne. Quinze de ces électrodes, plus deux placées sur les lobes de l'oreille, tracent les réflexes du cerveau et du système nerveux central pour vérifier, entre autres choses, la symétrie. Chaque hémisphère du cerveau devrait donner les mêmes réflexes. Le projecteur à éclairage braqué sur les yeux est un moyen pour stimuler le cerveau et observer ses réflexes. L'appareil respiratoire dans lequel la teneur d'oxygène est diminuée progressivement pour reproduire l'effet de l'altitude, mesure le seuil d'hypoxie : le moment où le cerveau cesse de fonctionner correctement à cause de l'insuffisance d'oxygène.

Les épreuves de glucose pour la recherche du diabète sont parmi les plus détestées des candidats. Après avoir jeûné pendant douze heures, ils boivent de l'eau sucrée au glucose. Dans les deux heures qui suivent, leurs bras sont piqués quatre fois pour des prises de sang qui servent à déterminer leur tolérance au sucre.

Encore moins savoureux, le « goop » ou pâté au baryum est absorbé après une autre journée à jeûn pour un examen fluoroscopique de recherche d'ulcères, hernies et autres lésions de l'appareil digestif.

Le fluoroscope de la S.A.M. peut non seulement prendre des vues instantanées (pour un examen minutieux), mais aussi donner un film sur un écran de TV à circuit fermé pour lui permettre de chercher les symptômes de trajet inversé ou autres anomalies, depuis le moment où le repas est avalé jusqu'à la fin de son parcours dans le tube digestif.

On fait boire encore au candidat de l'eau radioactive pour examiner ses reins. Deux détecteurs de radiation, un pour chaque rein, suivent le trajet de l'eau et inscrivent son activité sur des graphiques. Toute différence de fonctionnement entre les deux reins est ainsi signalée, ainsi que les infections et lésions anciennes.

Un coussin d'air pour le battement de cœur

Le cœur surtout est l'objet d'une attention particulière. Dans l'épreuve au balistocardiogramme, chaque candidat est placé sur une table ovale spéciale et des électrodes sont attachées sur sa poitrine, ses poignets et ses

chevilles. Puis, poussé par un compresseur installé au sous-sol, le haut de la table se soulève et flotte sur un coussin d'air. Cet appareil est basé sur le principe que toute action crée une réaction qui lui est opposée. Quand le cœur bat dans un sens, il pousse le corps dans le sens opposé. Les graphiques montrent le rythme et la durée des différentes phases du battement cardiaque, d'une façon qui n'aurait pas été possible si le corps était posé sur une base fixe. Bien que ce mouvement soit mesuré en fractions de millimètre, c'est suffisant pour découvrir les variations.

Dans l'épreuve au vectocardiogramme, des vues à trois dimensions des pulsations électriques qui traversent le cœur sont prises sur l'écran d'un oscilloscope. Le candidat, encore une fois bardé d'électrodes, est couché dans une cage de Faraday (pour l'isoler des champs électriques extérieurs) et des vues polarisées sont prises de face, de côté et du haut des mouvements de son cœur. Là aussi, ces photos n'indiqueraient pas grand-chose à un profane mais à un spécialiste, elles montrent les anomalies du fonctionnement sur trois plans différents.

De l'opinion générale, la table à bascule est le moment le plus désagréable de la semaine. C'est le seul endroit où l'on « crucifie » un brave et honnête Américain. De nouveau, on le couvre d'électrodes et on lui pique les deux bras. On le dresse ensuite sur la table et on le laisse pendre comme ça. Le but est de découvrir comment les réflexes qui contrôlent la circulation vont réagir dans une situation anormale sans aucune activité. Des matières colorantes sont injectées dans son bras droit et on prélève ensuite des échantillons sur son bras gauche. L'intensité de la matière colorante qui a traversé son corps indique l'intensité du débit cardiaque. Au bout de vingt minutes environ, avec presque tout le sang dans les jambes et très peu dans la tête, — et sans mouvement pour stimuler la circulation — les réserves du mécanisme cardiaque sont mises à l'épreuve. Certains s'évanouissent. D'autres tiennent bon, mais perdent connaissance quand ils quittent la table.

La longue ascension

Quand un candidat quitte la table à bascule, il n'est pas au bout de son calvaire. On le débarrasse de la plus grande partie de ses électrodes et des tuyaux et on le pousse sur une plate-forme mobile. Il doit alors grimper en marchant à plus de 5 km/h jusqu'au moment où son cœur bat deux cents fois à la minute. Le rythme normal est de 80 battements/minute. Le candidat moyen peut tenir de 12 à 17 minutes. Les « durs » peuvent dépasser 20 minutes. Le record est de 25 minutes.

Dans l'ensemble, c'est probablement l'épreuve physique la plus dure qui soit au monde et ça devient de plus en plus dur. Le problème a deux aspects. La science médicale a progressé au cours des siècles sur-

tout par l'observation des gens malades. Les gens qui sont en bonne santé n'ont pas l'habitude d'aller voir les médecins, sauf pour le service militaire. Il existe donc une énorme lacune en ce qui concerne les normes médicales à appliquer aux corps sains. D'autre part, les médecins de l'espace reconnaissent qu'ils ne savent pas exactement de quelle manière l'organisme humain va se comporter dans l'espace, à cause de l'absence prolongée de pesanteur par exemple. Ainsi, ils ne savent pas exactement de quel côté diriger les recherches.

« Ce que nous essayons en partie de faire ici — résume le lieutenant-colonel Simons, c'est de constituer un dossier médical pour les futures observations. Il ne suffit pas de choisir simplement les meilleurs candidats. Il nous faut réunir tous les renseignements que nous pouvons obtenir sur eux, et nous cherchons toujours de nouveaux moyens pour les obtenir. »

Et les hommes qu'on soumet à ces épreuves nouvelles, souvent affreuses, qu'en pensent-ils ? Rien de mal, bien entendu. Ce sont tous des volontaires et ils feraient n'importe quoi pour devenir cosmonautes. En voici un exemple typique. Récemment, un candidat qui venait de passer sur la table à bascule où il avait perdu connaissance, venait à peine de reprendre ses esprits que, pâle et flageolant sur ses jambes, il se tourna en souriant vers le médecin et lui demanda : « Qu'est-ce qu'il y a après cela ? »

« Après ça, c'est la Lune ! »