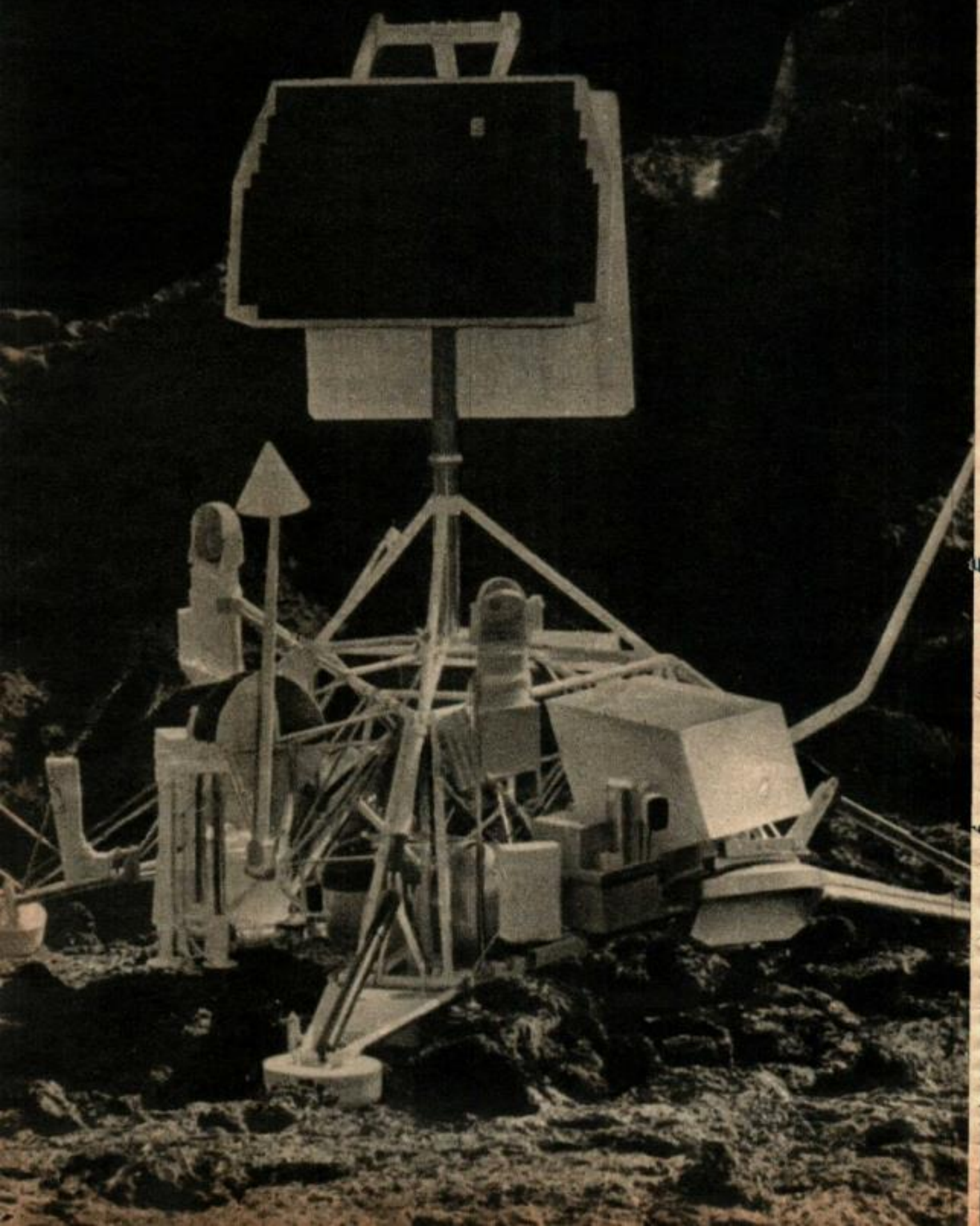


Les trois pieds posés sur le sol bouleversé, un pantographe déplié, une antenne de télévision bourdonnante et de haute intensité orientée vers le but lointain, voici comment « Surveyor » veille à atterrir en douceur sur la Lune.





Le premier explorateur robot va partir pour la Lune...

Cette année, un robot bien équipé va partir pour la Lune. Baptisé « Surveyor », il a trois jambes, des yeux électroniques et des sensations chimiques.

Par Thomas STIMSON.

AVANT d'envoyer des explorateurs humains sur la Lune, on y expédiera d'abord des éclaireurs mécaniques qui aluniront sur trois pieds, regarderont autour d'eux et diront ce qu'ils voient.

Quand l'un de ces robots sera sur la Lune, il donnera l'état de la surface. Avec une main, il grattera le sol pour voir s'il est dur ou mou. Il tendra une autre main pour se rendre compte s'il ne pleut pas des météorites.

Cet Américain mécanique a d'autres aspects humains. Ses paupières se fermeront pendant l'alunissage, pour ne pas prendre de poussière dans les yeux, qui sont des cameras de télévision. S'il souffre trop de la chaleur pendant le jour lunaire, il règlera sa température intérieure. Il s'endort quand le soleil se couche, coupant toutes ses sensations excepté celle qui est sensible aux tremblements de lune, et il utilisera l'énergie de ses accumulateurs pour lutter contre le froid.

Dans ses fonctions de photographe, cet Américain extraordinaire prendra des vues stéréoscopiques et les transmettra à la Terre, pour nous permettre de voir ce qu'il voit, en images en couleur à trois dimensions.

Ce robot s'appelle Surveyor. Pour pousser l'analogie encore plus loin, son père est le laboratoire de fusées de propulsion de Caltech et sa mère est la Hugues Aircraft Company. Les parents placent de grands espoirs dans leur rejeton.

Le premier Surveyor, d'une série prévue de sept au moins, partira pour la Lune au cours de cette année. Ce programme est la dernière série d'explorations préliminaires qui précède Apollo, le vaisseau spatial habité dont l'alunissage est prévu pour les premières années 70.

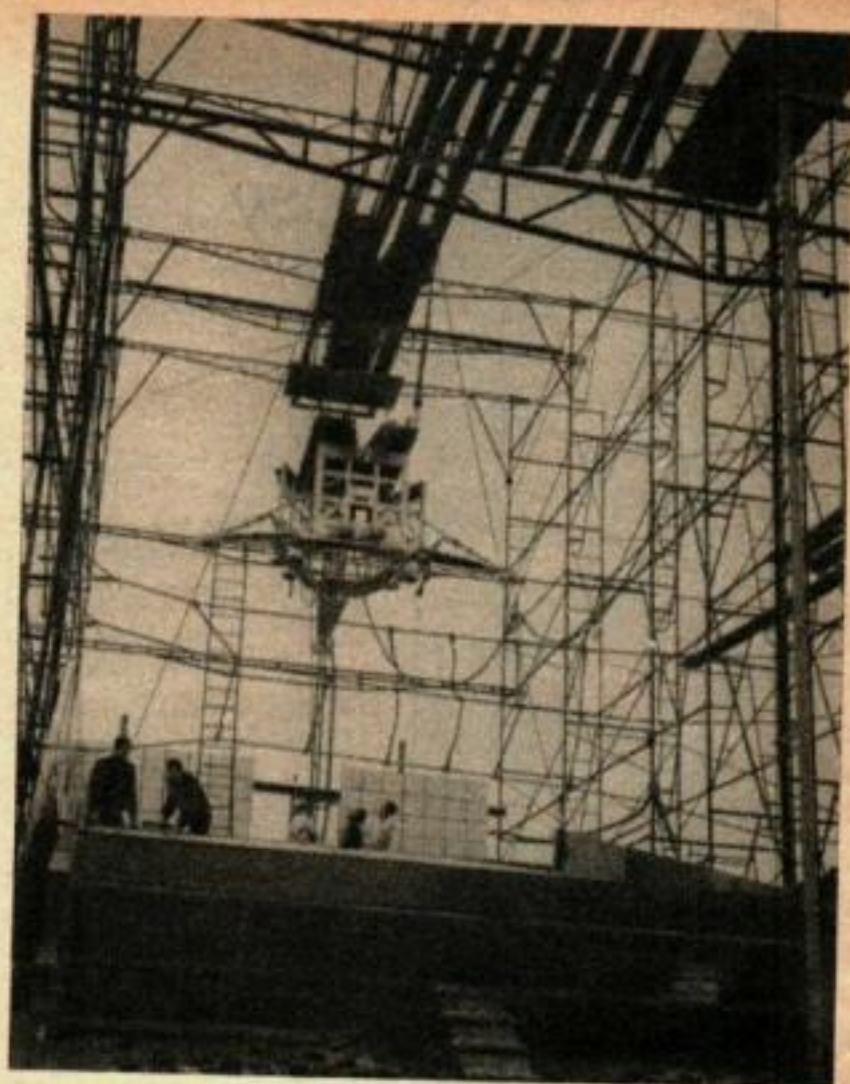
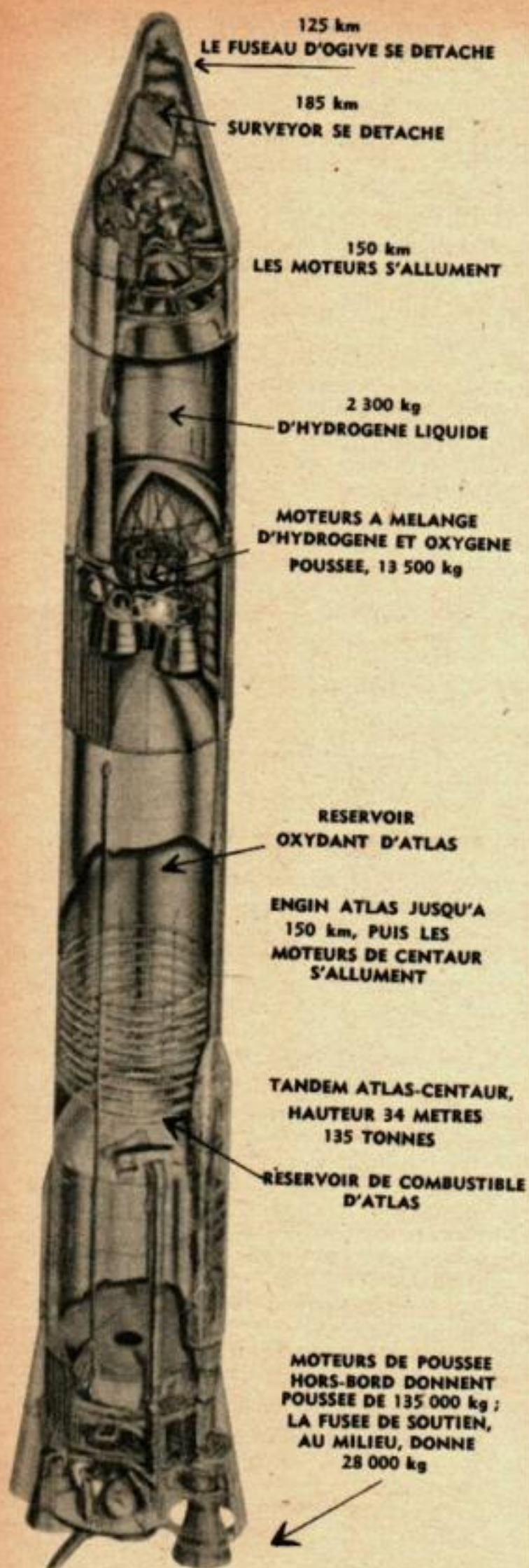
Le rôle de Surveyor est de trouver la réponse aux questions du genre de celles-ci :

La Lune est-elle recouverte d'une couche de poussière ? Et si tel est le cas, de quelle profondeur est cette couche ? (Malgré les observations radar et les photos prises à courte distance par Ranger VII, cette question est encore très discutée. Plusieurs savants engagés dans le programme Ranger estiment que la surface de la Lune est, dans l'ensemble, dure. D'autres savants de renommée égale disent juste le contraire ; d'après eux, la couche de poussière est assez épaisse pour englober un véhicule spatial.)

La poussière de la Lune mettra-t-elle les mécanismes hors d'usage ou même transformera-t-elle un astronaute d'Apollo en statue de poussière ambulante ? (Il y a des raisons de penser que dans un vide très poussé, la poussière se colle sur toutes les surfaces.)

Y a-t-il sur la Lune une pluie constante de météorites ? (Comme la Lune n'est pas protégée par une atmosphère, les particules animées d'une grande vitesse peuvent perforer un costume spatial ou même l'astronaute lui-même.)

Mais les quatre premiers Surveyors ne pourront donner toutes les réponses. Au lieu d'être équipés d'un « laboratoire lunaire » complet, ils porteront surtout des instruments de vol dont le rôle est de signaler la précision de l'approche vers la Lune, la qualité de



La résistance à l'alunissage est éprouvée en laissant tomber « Surveyor » de plusieurs hauteurs différentes. Des dispositifs de freinage sont utilisés pour tenir compte de la pesanteur six fois plus petite de la Lune par rapport à la Terre.

l'alunissage et, si des ennuis se produisent, la nature exacte de ces ennuis.

Eugène Giberson, le directeur du programme Surveyor pour le laboratoire de fusées de propulsion, explique que sans ces vols d'éclaireurs, il serait impossible de corriger les vices de fonctionnement. Il faut donc d'abord mettre le véhicule à l'épreuve, puis l'équiper ensuite du laboratoire complet.

Giberson compare l'exécution d'un atterrissage amorti sur la Lune à un lancement du cap Kennedy fait à l'envers. En principe, le véhicule fait son approche à grande vitesse sous une certaine inclinaison. Puis il bascule pour présenter sa queue à la surface, ralentir tout en conservant une assiette parfaite, et prendre contact presque à l'arrêt à l'endroit choisi.

L'anatomie d'un « Atlas Centaur » ; les dessins montrent « Surveyor » niché dans le fuseau d'ogive et posé sur l'étage supérieur du « Centaur », la première fusée qui utilise l'hydrogène liquide pour sa propulsion.

TRAJECTOIRE DE TRANSIT DE « SURVEYOR »

ORIENTATION MODIFIEE POUR LA
DESCENTE TERMINALE 66 HEURES



SOLEIL

MANŒUVRE EN COURS
DE ROUTE, ORIENTATION
MODIFIEE ET CORRECTION DE
VITESSE AVEC LES MOTEURS
DIFFERENTIELS



LES POINTS SENSIBLES SE VERROUILLENT
SUR LES REFERENCES COSMIQUES



SOLEIL

STABILISATION DE TAUX



TERRE

INJECTION

ORbite D'ATTENTE AUTOUR
DE LA TERRE

DESCENTE TERMINALE DE « SURVEYOR »



POSITION D'ACCOSTAGE

ON ALIGNE L'AXE
DU JET DE FREINAGE
AVEC LE VECTEUR
DE DEPLACEMENT

ALTITUDE 1 600 km



L'ALLUMAGE DE LA FUSEE DE
FREINAGE EST DECLANCHE
PAR LE RADAR DE POINTAGE
D'ALTITUDE. LA
COMMANDE DE POSITION
D'INERTIE SE FAIT AVEC
LES MOTEURS DIFFERENTIELS

ALTITUDE 80 km



ALTITUDE 7 500 m

LA FUSEE DE FREINAGE
EPUISEE SE DETACHE



DESCENTE COMPENSEE ET COMMANDEE
PAR LE RADAR ALTIMETRIQUE
ET L'EXTRACTEUR DE
VITESSE DOPPLER



ARRET DU MOTEUR
DIFFERENTIEL, SUIVI DE CHUTE
LIBRE SUR LA SURFACE

ALTITUDE 4 m



Après un voyage de 66 heures (tableau à gauche), « Surveyor » recevra de la Terre un signal qui le fera tourner sur lui-même et présenter la fusée de freinage vers la surface de la Lune (tableau de droite). A 100 km au-dessus de la surface, la fusée s'allumera pour freiner le véhicule de 10 000 km/h à 650 km/h.

« Et, ajouta Giberson, Surveyor doit faire tout cela de lui-même, après avoir passé 66 heures dans le milieu hostile de l'espace. »

Même le départ de la Terre sera plus critique que les précédents lancements vers la Lune. Ranger VII a d'abord été mis sur orbite d'attente autour de la Terre, puis propulsé vers la Lune au bon moment, exactement calculé. Pour cela, il fallait allumer de nouveau le second étage de la fusée, opération fort délicate par télécommande.

Pour éviter toute panne, les premiers Surveyors seront lancés vers la Lune en trajectoire directe. Chaque Surveyor fera route vers le point de l'espace où se trouvera la Lune au moment où le véhicule y arrivera. L'espace de temps pendant lequel pourra être lancée la fusée (la « fenêtre de lancement ») est d'une heure au plus par jour, pendant quatre ou cinq jours au plus par mois.

Lorsque Surveyor arrivera à 1 600 km de la Lune, le véhicule se retournera (par télécommande) pour que sa puissante fusée de freinage soit dirigée vers la surface. A cent

mille mètres de hauteur, la fusée s'allumera et exercera une poussée suffisante pour freiner Surveyor de 10 000 km/h à moins de 650 km/h. Les boulons explosifs qui fixaient la fusée de freinage (qui est maintenant vide) libéreront alors la fusée et lui permettront de se séparer.

C'est alors que le RADVS (Radar Altitude Doppler Velocity Sensor) entrera en jeu. Un des faisceaux du RADVS est dirigé verticalement vers le bas pour mesurer l'altitude et la vitesse radiale de chute. Trois autres faisceaux inclinés, mesurent la vitesse et la direction du déplacement du véhicule sur la surface de la Lune. Le RADVS fait fonctionner automatiquement trois petits jets de gaz de compensation qui réduisent le déplacement horizontal à néant et en même temps, la vitesse de chute à 3,60 mètres par seconde. Les jets sont coupés à 4,50 mètres au-dessus du sol pour éviter de soulever la poussière, et Surveyor touche le sol à la vitesse d'un parachutiste.

Réaliste, Giberson s'attend à des échecs.



Cette coupe montre un des deux « yeux » de télévision de « Surveyor ». Ils sont conçus pour prendre des vues en premier plan, balayer l'horizon et donner des vues stéréoscopiques parfaites pour les téléspectateurs terrestres.

« Si un seul des quatre premiers véhicules réussit un alunissage amorti, ce sera un résultat spectaculaire », dit-il.

Surveyor a 2,40 m de haut et ses pieds articulés munis d'amortisseurs sont écartés sur un diamètre de 4,20 m. Il est construit pour se poser sans choc sur des pentes de 15 degrés au maximum et on a réussi à le faire atterrir sans choc sur des pentes de 30 degrés, au cours d'essais effectués sur la Terre.

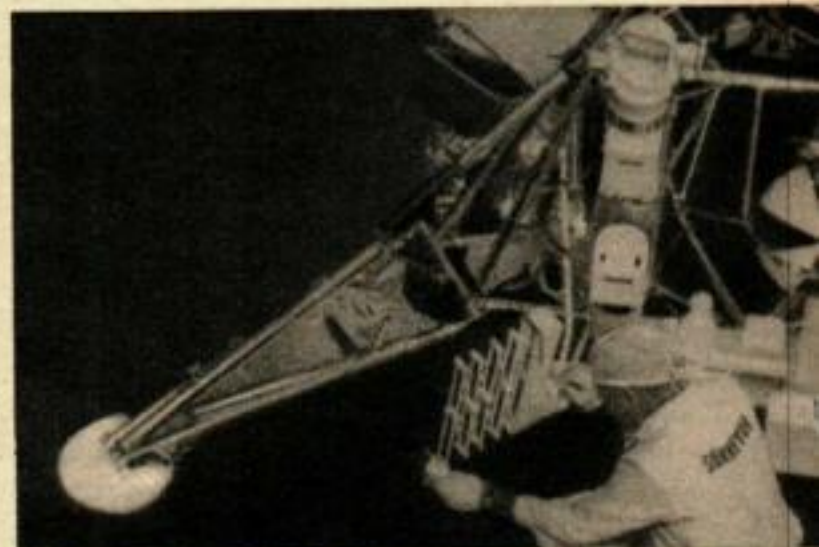
La première tâche de Surveyor, après son alunissage, c'est de faire un peu de « ménage ». Il pointera son plateau solaire vers le Soleil pour capter un peu plus d'énergie. Puis, il orientera son antenne à grand gain vers la Terre, pour assurer la meilleure transmission radio.

Une fois ces tâches accomplies, il commencera à recevoir et à décoder les signaux radio reçus de la Terre :

« Faites une inspection de vous-même avec le Vidicon de TV à grand angle pour que nous puissions voir si vous n'avez pas subi de dégâts à l'alunissage. Maintenant, regardez vos pieds pour qu'on puisse voir s'ils ne sont pas enfouis dans la poussière. »



Le bras à pantographe peut s'allonger jusqu'à 4,20 m, pivoter de part et d'autre sur ordre télécommandé, et il reste tendu par un ressort. Son rôle, chercher à éclaircir la nature de la surface lunaire.



Un technicien vérifie le fonctionnement du bras. Ce dernier peut frapper le sol de la Lune comme une pioche et possède une force suffisante pour casser une dalle de béton de 12 mm ou creuser des trous de 50 cm de profondeur.

Une tâche après l'autre

D'autre part, sur une autre fréquence, Surveyor transmettra un rapport télémétrique de ses vingt-quatre points sensibles d'alunissage donnant par exemple le moment où chaque base de pied a touché le sol, et la force d'impact de chacune, éventuellement l'information si un glissement ou une oscillation s'est produite au moment de l'alunissage.

Dès le début, Surveyor a posé de nombreux problèmes à ses constructeurs de la Hughes Aircraft. Pour mettre au point une machine qui puisse déterminer la nature et la force de la surface lunaire, donner des informations pour l'établissement des cartes, relever les activités sismiques et même si la Lune a un noyau liquide, analyser la composition chimique de la surface et accomplir de nombreuses autres tâches, il faut un travail de géant. Ajouter encore trois complications. Le matériel scientifique ne doit pas dépasser 30 kg, tout ce que Surveyor apprend doit être transmis à 380 000 km, à la Terre, et le véhicule lunaire doit pouvoir « vivre »

(Suite page 115)

Le premier explorateur robot va partir pour la Lune

(Suite de la page 50)

dans une bande de température couvrant 300° C.

A première vue, cela semble impossible à réaliser ; et pourtant, en faisant appel à toutes les ressources de la science pure et de la technique, les spécialistes de Hugues ont trouvé des solutions qui apparaissaient comme simples quand elles ont été exposées.

Température incorporée

Par exemple, comment est-il possible de maintenir le matériel électronique entre - 20° et + 50° C lorsque la température extérieure atteint 125° C pendant le jour et tombe à - 120° C pendant la nuit ?

« En réalité, l'énergie accumulée dans les batteries maintiendra une température intérieure confortable pendant la nuit, explique Sheldon C. Shalton, chargé de la partie scientifique de Surveyor, chez Hugues, de sorte

que la principale difficulté, c'est la diffusion de la chaleur pendant le jour.

« Aussi les parois extérieures sont-elles d'un blanc éblouissant pour réfléchir le plus possible les rayons solaires. A l'intérieur de cette enveloppe blanche extérieure, une épaisse enveloppe isolante formée de 75 couches de Mylar aluminisé froissé, de sorte que chaque couche ne touche les voisines qu'en quelques points.

« Si la température intérieure continue à monter trop haut, des contacts bimétalliques se toucheront et formeront des voies d'évacuation thermique aboutissant à une fenêtre de verre qui est recouverte d'une couche de réflexion polarisée. Cette fenêtre laisse passer très peu de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur, mais peut rayonner beaucoup de chaleur vers l'extérieur. »

Quels résultats cela donne-t-il dans la pratique ? Les boîtiers blancs électroniques ont été « cuits » sous un rayonnement solaire simulé (lampes chauffantes) dans une chambre à vide. Puis ils ont été refroidis dans l'azote liquide pour porter leur température au froid intense de la nuit lunaire. Cela fonctionne parfaitement.

Ça peut casser le béton

Mais alors, comment concevoir un mécanisme qui puisse « déterminer les caractéristiques mécaniques de la surface lunaire » ?

Pour Surveyor, la réponse est simple et directe. Le « préleveur de sol » est tout simplement un pantographe équipé d'instruments, qui peut s'allonger jusqu'à 1,20 m et balancer à droite et à gauche sur commande. Sous la pression d'un ressort, il peut frapper la surface comme une pioche. (Il est assez fort pour casser 12 mm de béton.) Il peut creuser un trou de 50 cm de profondeur, creuser un sillon en se repliant et mesurer du même coup la résistance à la traction.

Les opérations sont exécutées par télécommande radio actionnée par des techniciens postés dans la salle des opérations du laboratoire de fusées de propulsion, à Pasadena, qui enverront les résultats par télévision. Si le bras mécanique remonte de petits cailloux sur son chemin, il peut les écarter et fouiller le sol en dessous.

Pour analyser la composition des matériaux de surface, on se sert d'un faisceau de particules alpha de curium radioactif. La « dispersion » des particules alpha donne la mesure approximative des éléments qui sont présents, comme le calcium ou le fer. Le dispositif peut faire la distinction entre les roches météorologiques et volcaniques.

Un sismographe monté sur le bâti du véhicule spatial servira non seulement à détecter les tremblements de lune, s'il y en a, mais aussi à déterminer s'il y a des dilatations et des contractions importantes de la surface à cause des changements de température et même à percevoir la chute des météorites à une certaine distance.

Une des parties les plus perfectionnées du laboratoire lunaire, c'est la partie télévision

et, en particulier, une paire de cameras de TV dites de « relèvement ». Elles peuvent explorer presque tout l'horizon autour d'elles et prendre des paires de photos stéréoscopiques couvrant à peu près un tiers de l'espace avoisinant. Les cameras sont en réalité stationnaires. Elles sont braquées sur des jeux de miroirs montés dans leur logement. Ce sont ces miroirs qui se déplacent et explorent l'horizon, à l'aide de petits moteurs.

Obéissant à la télécommande radio, les cameras font varier leurs champs depuis le premier plan à grande ouverture jusqu'au semi-télescopique, les ouvertures d'objectif de $f/4$ à $f/22$ et changent même de filtres pour permettre la reconstitution de vraies photos en couleur sur la Terre. Par des visées stéréoscopiques, les distances d'accidents de terrain tels que les falaises et les cratères, seront mesurées avec une telle précision que des cartes topographiques pourraient être préparées.

Le sang entrera en ébullition

Il y a un siècle ou à peu près, les nations « civilisées » avaient l'habitude de déporter quelques-uns de leurs pires criminels dans des régions peu hospitalières où la chaleur, les insectes et la maladie les décimaient. Aujourd'hui, cela peut paraître paradoxal, mais les U.S.A. comptent envoyer trois Américains parmi les plus doués et les plus courageux dans un enfer encore plus terrifiant. Sur la Lune, la température de la journée dépasse le point d'ébullition du sang. La nuit, si on n'est pas convenablement protégé contre le froid, on gèle en une fraction de seconde. Il n'y a pas d'air, pas d'eau.

Envoyer des hommes à travers l'espace vers la Lune, les déposer là et les ramener ensuite indemnes sur la Terre, c'est vraiment là la plus fantastique aventure jamais tentée par l'humanité.

Surveyor, le « robot américain », ouvrira la voie.