

SCIENCES

LES PREMIERS HOMMES DE L'ESPACE

Les récentes expériences russes et américaines ont largement diffusé l'expression « homme de l'espace », qui a certainement frappé l'imagination du grand public, mais dont la signification scientifique est bien imprécise.

Si l'homme de l'espace est celui qui réussit à se maintenir en équilibre stable à une certaine distance de la Terre, les premiers hommes de l'espace ont été les Français Pilâtre de Rozier et le Marquis d'Arlandes qui, le 24 novembre 1783, s'élevèrent en ballon à plus de 1000 m d'altitude.

Si l'altitude atteinte est prise comme critère, l'homme de l'espace serait celui qui est sorti des limites de l'exosphère, les records d'altitude de l'aviation classique dépassant largement les limites de la troposphère. Mais les limites de l'exosphère sont très imprécises et s'étendent au-delà de l'altitude de 1000 km qui n'a encore pu être atteinte par aucun être humain.

On peut aussi considérer comme homme de l'espace celui dont le corps se trouve soustrait à l'attraction terrestre, soit par un très grand éloignement de la Terre, soit par l'attraction d'un autre astre, soit par la force centrifuge résultant de son mouvement sur une trajectoire incurvée.

Le premier cas est impossible à réaliser, car l'attraction terrestre s'étend jusqu'à l'infini, d'après la mécanique classique, ou, au moins, jusqu'au quart du grand cercle de l'Univers, soit 1,5 milliard d'années lumière, d'après les théories d'Einstein.

Le second cas serait celui d'un homme ayant atteint la sphère d'action de la Lune, où l'attraction de notre satellite est plus forte que celle de la Terre.

Le troisième cas est réalisé lorsqu'un homme est animé d'une vitesse, horizontale égale ou supérieure à \sqrt{gR} , g étant l'accélération de la pesanteur au point considéré et R la distance de ce point au centre de la Terre ; pour l'altitude 0, cette vitesse est de 7910 m/s, soit 28 476 km/h.

De toute manière, l'expression « homme de l'espace » est actuellement appliquée par le grand public à trois hommes : les Russes Youri Alexiéévitch Gagarine et Serge Ilyouchine ; l'Américain Alan Shepard.

L'engin *Vostok* (Orient), dans lequel le premier de ces hommes a pris place, a été lancé le 12 avril dernier par une fusée. Cette remarquable expérience a eu un très grand retentissement dans le monde entier et la conférence de presse au cours de laquelle le premier voyageur de l'espace devait exposer les détails de son voyage et de ses observations et impressions a été attendue avec une curiosité au moins égale à celle que dut provoquer le premier récit de Christophe Colomb à son retour du Nouveau Monde.

Malheureusement, cette conférence n'apporta aucun détail de nature scientifique ou technique sur la position du point de lancement, le mode de lancement, la trajectoire, le point d'atterrissage, les moyens utilisés pour le ralentissement de l'engin, ni sur les sensations et les impressions du passager.

Ce manque de détails, qui semble devoir être attribué, d'une part à ce que certaines caractéristiques sont maintenues strictement secrètes, d'autre part à la difficulté de vision à travers de petits hublots et à la position inconfortable du passager, nous a conduit à tenter de déduire par le calcul les différentes phases de ce voyage, en partant des quelques renseignements qui ont été publiés.

Nous savons que l'orbite décrite par le *Vostok* avait son apogée à 302 km d'altitude et son périégée à 175 km, ce qui, en prenant comme diamètre terrestre 12 756 km, donne pour longueur du grand axe de l'orbite $a = 13 233$ km.

Le temps T nécessaire pour parcourir cette orbite est :

$$T = \pi \frac{a}{V} \sqrt{\frac{a}{R}}$$

V étant la vitesse de libération, soit 11 180 km/s et R le rayon terrestre, 6 378 km. On trouve ainsi :

$$T = 5 361 \text{ s} = 89 \text{ mn } 21 \text{ s.}$$

Gagarine a donc fait le tour du monde en un peu moins d'une heure et demie.

Nous ignorons la position du point de départ, mais comme il est avantageux de partir le plus près possible de l'Equateur et vers l'Est, pour profiter de la vitesse tangentielle de rotation de la Terre, nous pensons que les Russes ont choisi un des points les plus proches de l'Equateur de leur territoire, c'est-à-dire au Nord de l'Iran, dans la région du Lac d'Aral, comme les Américains ont adopté la base de Cap Canaveral, en Floride (1).

En admettant ce point de départ, nous pouvons tracer l'orbite (fig. 1), sachant que son angle avec l'Equateur était de $65^{\circ}4'$. Si l'engin a accompli exactement une révolution et une seule autour de la Terre, il a atterri à $22^{\circ}30'$, angle dont a tourné la Terre pendant la durée du parcours, à l'Ouest du point de départ, soit à une distance d'environ 1800 km, c'est-à-dire entre la Mer Noire et la Mer Caspienne.

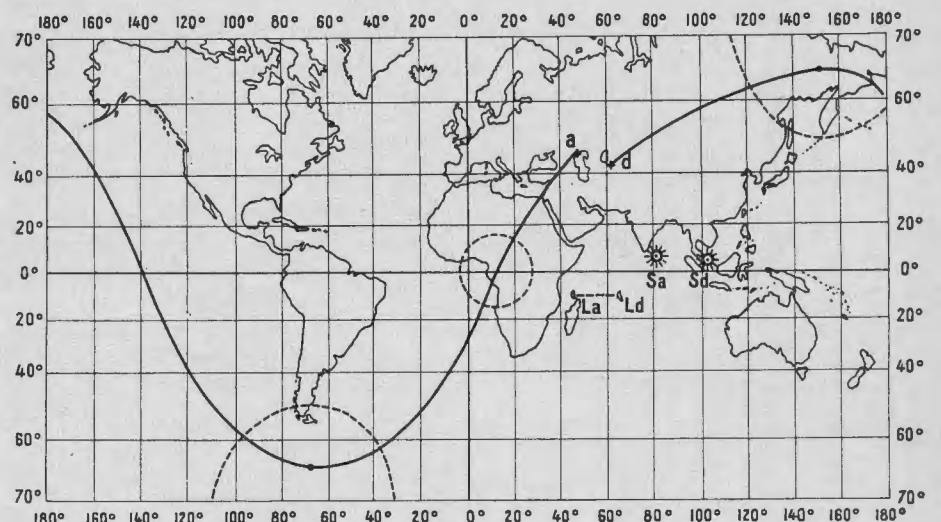


FIG. 1. — Trajectoire du *Vostok* en projection Mercator.

Les repères S_d , S_a , L_d , L_a indiquent les points auxquels le Soleil et la Lune étaient respectivement au zénith aux instants du départ et de l'arrivée. Les courbes en traits interrompus représentent l'horizon visible en quelques points de la trajectoire.

Le lancement eut lieu à 9 h 7 mn (heure de Moscou) et le temps nécessaire pour atteindre la vitesse de 7,5 km/s sur l'orbite, a été de 90 s, soit une accélération de $83,3 \text{ m/s}^2$ ($8,5 g$). Soumis à une telle accélération, le passager a dû ressentir momentanément le « voile noir », c'est-à-dire la disparition complète de la vision, par défaut de circulation du sang au cerveau, malgré sa position inclinée et son vêtement « anti- g ». Ensuite, il a éprouvé la sensation résultant de l'absence de pesanteur, qui n'avait jusqu'alors été ressentie que pendant quelques secondes au cours d'essais de laboratoire ou de vols en piqué.

L'engin étant placé sur son orbite en direction Nord-Est, le passager devait découvrir un horizon de 2000 km de rayon s'étendant sur les steppes et toundras sibériennes et les monts d'Altaï, sous un ciel bleu très foncé dans lequel brillaient quelques étoiles, le Soleil un peu au Sud du zénith, et la Lune en forme de mince croissant, plus à l'Ouest. Après le coucher de la Lune, puis du Soleil, commença la nuit, 26 mn après le départ, alors que l'engin passait au Nord du Kamchatka.

(1) Tout récemment, alors que cet article était en cours de préparation, les Services officiels d'U.R.S.S. ont fait connaître la situation de leur « cosmodrome » de départ et celle du point d'atterrissage du *Vostok*.

Le cosmodrome est situé à Baykonour ($47^{\circ}N$, $65^{\circ}E$) en Sibérie occidentale. L'engin a atterri auprès du village de Smelovka, dans le district de Ternovsk, dans la région de Saratov ($51^{\circ}N$, $44^{\circ}E$). Ces deux situations correspondent à celles que nous avons supposées.

Au cours de la nuit, très courte (37 mn), l'engin survola l'Océan Pacifique en traversant l'Equateur en direction Sud-Est, puis passa peu avant l'aurore au Sud du Cap Horn. Il est peu probable que l'engin ait survolé l'Amérique du Sud, mais le passager a pu voir, au Nord, à la faible lueur de la nuit polaire, la Terre de Feu et quelques sommets des Andes.

Survolant ensuite en plein jour l'Océan Atlantique, l'engin atteignit l'Afrique par l'ex-Congo Belge, puis traversa la Mer Rouge et les Balkans pour atterrir au Nord de la Mer Caspienne. Les fusées de rétro-propulsion sont vraisemblablement entrées en action dès le début du survol du continent africain et ont assuré le ralentissement progressif, qui était complété par l'action d'ailettes métalliques, puis, dans la phase d'atterrissage, par un parachute. Cette période de freinage et l'allongement de la trajectoire un peu au-delà du tour complet, ont porté de 89 mn (valeur calculée) à 98 mn la durée du voyage.

La figure 1 représente la trajectoire du *Vostok* en projection Mercator. Les points marqués Sd, Sa, Ld et La indiquent les points auxquels le Soleil et la Lune étaient respectivement au zénith au départ et à l'atterrissage.

Peu après ce remarquable voyage, le bruit s'est répandu qu'un autre Russe, Serge Ilyouchine, fils du constructeur d'avions, avait été lancé dans un *Sputnik* quelques jours auparavant et avait atterri sans connaissance, après avoir accompli trois fois le tour de la Terre. Cette information a été immédiatement et entièrement démentie par les Services officiels d'U.R.S.S. On peut d'ailleurs remarquer qu'il est impossible qu'un engin lancé de la base utilisée pour le *Vostok* puisse atterrir en un point du territoire de l'U.R.S.S. après avoir accompli trois révolutions autour de la Terre ; en effet, l'orbite est décalée vers l'Ouest de 22°30' à chaque tour, soit 67°30' après trois tours et l'atterrissage aurait alors lieu en Espagne.

Une expérience différente a été réalisée aux Etats-Unis 23 jours après le voyage de Gagarine. Un engin, à bord duquel se trouvait l'Américain Alan Shepard, a été lancé de la base de Cap Canaveral en direction verticale et atteignit l'altitude de 185 km. La descente par parachute s'effectua près de la côte de la Grande-Bahama, à 200 km au Sud-Est du départ.

Si z' est l'altitude du point où l'engin fut éjecté de la fusée porteuse avec la vitesse verticale V pour atteindre l'altitude z , a l'accélération de la fusée, g l'accélération de la pesanteur au point de départ, R , le rayon terrestre, t' la durée du lancement et t celui de la montée libre, nous avons les équations :

$$V^2 = 2gR^2 \left(\frac{1}{R+z'} - \frac{1}{R+z} \right) \quad V^2 = 2az'$$

lesquelles avec les valeurs : $z = 185$ km, $a = 10$ g et $R = 6375$ km, donnent :

$$z' = 20 \text{ km}, \quad V = 1981 \text{ m/s} = 7131,6 \text{ km/h}, \\ t' = 20 \text{ s}, \quad t = 182 \text{ s} = 3 \text{ mn } 2 \text{ s}.$$

La durée totale du parcours a été de 16 mn, alors qu'elle aurait été de 6 mn 35 s seulement en l'absence de la résistance de l'air et du ralentissement causé par le parachute. Nous ne pensons pas que l'emploi de fusées de rétropropulsion ait été nécessaire pour la descente de cet engin, dont la vitesse n'a pas dépassé 2 km/s, alors qu'elle était 4 fois plus grande pour le *Vostok*, soit un travail de freinage par unité de masse 16 fois plus grand.

Nous avons nous-même étudié, en 1953, un projet de réalisation d'une expérience analogue par transformation d'un des engins V.2 (1) que possédait l'Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques. La transformation consistait essentiellement à remplacer, d'une part, la charge explosive par une cabine sphérique de 1,60 m de diamètre comportant 6 hublots de 65 cm de diamètre et pouvant recevoir un ou deux passagers, d'autre part l'ogive par une autre plus allongée pouvant recevoir le parachute plié (fig. 2).

Les principales caractéristiques de l'engin ainsi réalisé étaient les suivantes :

Poids total de la cabine avec deux passagers...	kg	1350
Poids du V2 sans combustible ni comburant		3150
Poids du combustible et du comburant	—	7500
Poids total au départ	—	12 000
Poids total à la descente.....	—	4500

(1) L'engin V2 a été décrit dans le *Génie Civil* du 1^{er} juillet 1945.

Les performances calculées étaient les suivantes :

<i>Ascension :</i>	
Durée de l'ascension propulsée	s 75
Altitude atteinte	km 48
Accélération maximum totale	g 3
Vitesse maximum atteinte	m/s 1320
Durée de l'ascension sans propulsion	s 133
Altitude maximum atteinte	km 134
<i>Descente en parachute :</i>	
Durée de la descente	mn 29
Vitesse maximum	m/s 883
Accélération maximale	g 3,54
<i>Atterrissage :</i>	
Vitesse de chute du corps du V2 au sol	m/s 4,55
Vitesse de chute de la cabine au sol	— 2,24
Durée totale de l'expérience	mn 32

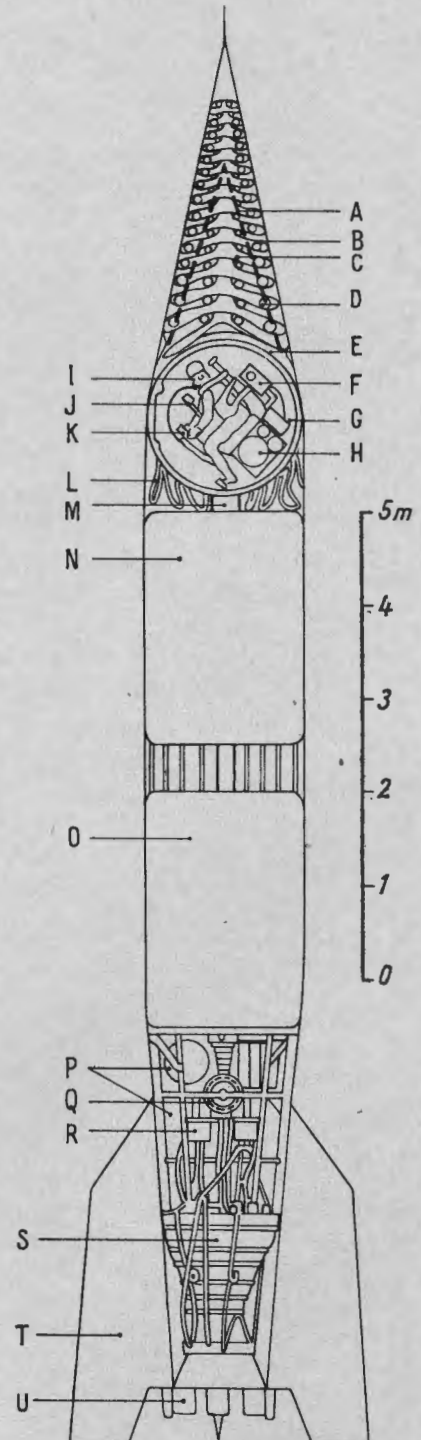


FIG. 2. — Coupe schématique du V2 modifié.

A, ogive du V2 original (en traits interrompus) ; — B et C, parachute ; — D, vessies d'eau assurant le déploiement du parachute par vaporisation ; — E, cabine sphérique ; — F, émetteur-récepteur radioélectrique ; — G, appareils enregistreurs ; — H, réservoir d'oxygène et absorbeur d'anhydride carbonique de l'appareil respiratoire ; — I et J, casque et microphone ; — K, commandes ; — L, cordage du parachute ; — M, gyroscope ; — N, réservoir d'alcool ; — O, réservoir d'oxygène liquide ; — P, réservoir de perhydrol et de permanganate de calcium ; — Q, groupe turbo-pompes d'alimentation en alcool et oxygène liquide ; — R, régulateurs de débit ; — S, tuyère ; — T, empennages ; — U, volets de graphite.

La coupe schématique de l'engin (fig. 2) montre la position d'un passager dans la cabine sphérique et les éléments de son équipement, ainsi que la disposition du parachute dans l'ogive. Au sommet de la trajectoire, cette ogive devait s'ouvrir pour libérer la cabine et le parachute. Des raisons d'ordres divers ne permirent pas de donner suite à ce projet, dont les performances prévues se rapprochaient de celles de la récente expérience américaine.

Emilio HERRERA.