

# LES AILES

JOURNAL HEBDOMADAIRE DE LA LOCOMOTION AERIEENNE

Rédacteur en Chef : Georges HOUARD.

Rédaction, Administration : 65, Faubourg Poissonnière, Paris IX<sup>e</sup>  
TELEPHONE : PROVENCE 97-49 — CHEQUES POSTAUX : PARIS 443-49

Abonnements d'un an : France : 25 fr.  
Union Postale : 45 fr. — Autres pays : 60 fr.

LES AILES

N° 684 — 26-7-34 — PAGE 7

## LES PROBLEMES DE LA COSMONAUTIQUE

### II. - Une solution positive : la fusée

La fusée emporte dans le vide la matière servant d'appui à la force qui la fait avancer

Dans notre dernier numéro, M. Ary J. Sternfeld, lauréat du Prix International d'Astronautique 1934, nous a présenté les « solutions négatives » au problème du déplacement dans le vide et nous a exposé les raisons pour lesquelles elles étaient pratiquement irréalisables. Ayant ainsi écarté le côté négatif des projets cosmonautiques, il examine, dans les lignes qui suivent, l'engin qu'il considère comme susceptible de constituer la solution du vaste problème : la fusée.

GÉNÉRALEMENT, le mouvement des corps est provoqué par la réaction exercée sur le milieu extérieur. Un *cosmonaut*, au contraire, doit pouvoir se déplacer dans le vide.

Certes, on ne peut guère s'appuyer que sur la matière, mais la fusée emporte justement dans le vide la matière nécessaire pour servir d'appui à la force devant la faire avancer.

La fusée peut avoir une très petite accélération, ce qui lui permet non seulement d'emporter des êtres vivants dans l'espace, mais encore de traverser les couches atmosphériques avec une perte d'énergie minime. En effet, dans les couches denses de l'atmosphère, la fusée a une vitesse relativement faible et ne prend vraiment son élan qu'en dehors d'elle.

Dans la plupart des cas, l'air atmosphérique constitue, pour la fusée, un agent défavorable. La fusée-trompe s'en sert cependant pour augmenter sa force de propulsion.

#### Le principe de la fusée

Le fonctionnement de la fusée s'explique par la loi de Pascal (1660) : le gaz d'explosion exerce sa pression sur les parois de l'enceinte dans laquelle il se trouve. La pression sur les parois latérales s'équilibre ; mais la pression sur le fond plein est plus grande que celle s'exerçant sur le fond comportant une ouverture. Ce fait provoque l'avancement de la fusée dans le sens contraire à l'échappement des gaz.

Des lois de Newton (1687), il résulte, en outre que, si un corps rejette, par des forces intérieures, une partie de sa masse, le centre de gravité commun reste en repos et les vitesses respectives acquises par les deux mobiles sont en raison inverse de leurs masses.

La caractéristique principale d'une fusée est son coefficient de chargement, c'est-à-dire le rapport de la masse initiale de la fusée à sa masse finale.

Imaginons une fusée-mitrailleuse qui, à chaque tir, expulse une certaine fraction de sa masse instantanée avec une vitesse constante.

Supposons cette fraction égale, par exemple, à un demi, c'est-à-dire que la masse rejetée est, chaque fois, égale à la masse restante. Ainsi, après chaque opération, la fusée-mitrailleuse subira-t-elle un accroissement de vitesse égal à la moitié de la vitesse d'éjection. La vitesse d'éjection sera donc atteinte par la fusée au bout de deux opérations, à un coefficient de chargement égal à 4 ; le double de la vitesse sera donc atteint par la fusée au bout de deux opérations, à un coefficient de chargement égal à 4.4 = 16, etc... Si nous représentons le même calcul avec des fractions de

plus en plus petites, nous apercevons que, pour la même valeur de la vitesse acquise par la fusée, le coefficient de chargement diminue avec la fraction adoptée et atteint son minimum lorsque cette fraction tend à zéro. Ce minimum est donc pratiquement réalisé dans la fusée ordinaire où les particules éjectées sont des molécules gazeuses. Pour atteindre la vitesse d'éjection, le coefficient de chargement est alors égal à 2,72 (base des logarithmes naturels). Afin de calculer le coefficient de chargement pour toute autre vitesse de la fusée, il faut prendre en considération que, lorsque la vitesse de la fusée augmente selon une progression arithmétique, le coefficient de chargement croît suivant une progression géométrique.

La vitesse de la fusée ne dépend pas de la loi du débit des gaz en fonction du temps. Il est, en outre, évident que la vitesse d'éjection des gaz par rapport à la fusée est indépendante de la vitesse de celle-ci.

Une des difficultés primordiales des réalisations cosmonautiques, c'est la grande valeur habituelle du coefficient de chargement. Cela nous fait bien comprendre l'importance qu'il y a à atteindre des vitesses d'éjection des gaz aussi grandes que possible.

#### La fusée à degrés

Lors de la période de propulsion, la masse des réservoirs reste constante pendant un certain temps, malgré la diminution de leur contenu. Les parties des réservoirs, déjà vidées et continuant à être accélérées, entraînent ainsi une dépense inutile de combustible. C'est pourquoi, il est logique de s'en débarrasser le plus tôt possible.

En outre, le coefficient de chargement d'une fusée simple ne peut pratiquement pas dépasser une certaine valeur. Or, si la vitesse maximum réalisable ne suffit plus aux fins voulues, on peut monter la fusée sur une autre qui lui imprimera une certaine vitesse initiale. Au besoin, on peut multiplier à volonté le nombre de degrés. Les vitesses finales de toutes les fusées partielles s'additionnent alors et donnent toute vitesse finale désirée, à condition que le nombre de degrés pour les coefficients de chargements déterminés soit suffisant.

Pour éviter le danger que peut présenter la chute des parties d'une fusée devenues inutiles, on peut prendre des précautions pour qu'elles tombent dans des régions inhabitées (mers, déserts) ; on peut aussi utiliser la résistance de l'air pour absorber totalement ou partiellement la force vive de ces masses.

Le système de l'abandon des parties

usées n'est pas toujours le plus économique. Aux dépens de certaines complications on peut arriver à les utiliser pour augmenter le débit de la fusée, sans les brûler, ou même en les brûlant.

#### L'appareil propulseur

L'appareil propulseur sert à transformer l'énergie thermique contenue dans les combustibles comburants en énergie cinétique de la fusée.

Il comprend les réservoirs du combustible et du comburant, une chambre de combustion ainsi qu'une tuyère.

Le combustible et le comburant, amenés de réservoirs séparés, brûlent dans la chambre de combustion. Leur température monte, ce qui produit l'élévation de la pression et, par suite, une expulsion violente des gaz par la tuyère.

Là, l'énergie de détente se transforme en énergie cinétique des molécules gazeuses et leur mouvement, désordonné au début, prend une direction de plus en plus parallèle à l'axe de la tuyère.

La force intérieure qui chasse les gaz, provoque l'accélération de la fusée en sens inverse de l'éjection des gaz.

Le rapport de la résistance de la construction à sa masse doit être poussée à sa valeur maximum.

La construction d'un *cosmonaut* en général, et, tout spécialement, celle de l'appareil propulseur, dépend essentiellement du raid projeté et de la quantité de voyageurs emportés.

#### Le choix d'un combustible

La technique actuelle s'occupe surtout du combustible, le comburant, inépuisable, se trouvant à sa disposition dans l'atmosphère. Les cosmonautes, par contre, navigant principalement dans le vide, auront toujours à s'occuper des deux dans la même mesure.

Les poudres contiennent de l'oxygène nécessaire à la combustion. Le charbon pulvérisé, mélangé avec de l'oxygène liquide, forme également un explosif très dangereux. La vitesse d'éjection qui en résulte est cependant assez faible. Cela est dû à la faible teneur des poudres en hydrogène, et surtout à la charge supplémentaire sous forme d'azote.

Les poudres et, en général, les combustibles solides, ne peuvent être introduits de manière continue dans la chambre de combustion qu'aux dépens de grandes complications.

L'accélération dépend, en ce cas, du nombre, plus ou moins grand, des cartouches passant par la chambre de combustion. L'accélération produite durant le

fonctionnement de la charge ne paraît, cependant, pas pouvoir être réglée.

Les combustibles liquides et gazeux, au contraire, peuvent avoir un débit qui donne l'accélération désirée d'une manière continue. En outre, la poudre est infiniment plus dangereuse que les combustibles liquides. Le combustible et le comburant, mélangés dans la poudre, peuvent, dans le second cas, être séparés l'un de l'autre et ne venir en contact que dans la chambre de combustion.

Les « porteurs » exothermiques d'oxygène ne méritent évidemment pas du tout d'être pris en considération. Mais, même les composés endothermiques sont trop onéreux pour être emportés et la production de chaleur à leur décomposition est trop petite pour justifier la charge formée par leur partie non comburante.

C'est donc plutôt l'oxygène liquide qui entre en ligne de compte.

Un combustible-comburant est d'autant plus intéressant pour la fusée que la vitesse d'éjection et sa densité, avant la combustion, sont plus grandes.

La première condition est évidente d'après le principe même de la fusée ; la deuxième nous permet d'avoir des réservoirs plus petits, donc, d'un côté, moins lourds et, d'un autre, rencontrant une résistance moindre dans l'atmosphère.

Malheureusement, le poids spécifique de l'hydrogène liquide ayant une vitesse d'éjection des plus grandes (4 km.-sec. environ), est assez faible. D'autre part, la liquéfaction de ce gaz en grande quantité est difficile à cause de sa basse température (-253° C), d'où son prix élevé.

Le méthane a une vitesse d'éjection encore assez grande à un prix, à l'état liquide, raisonnable.

Il est évidemment plus aisé d'employer des combustibles se trouvant en état liquide dans la température terrestre ambiante. Leur maniement et leur conservation sont faciles ; ils ont un grand poids spécifique et leur prix est de beaucoup inférieur à celui des gaz liquides.

Ary-J. STERNFELD.