

L'ESPACE

L'espace est l'environnement sans limite autour de la terre. Cet environnement est régi par des lois physiques et mécaniques connues. Les limites de cet environnement sont, elles, inconnues et sont l'objet de la curiosité de l'homme.

Les lancements de sondes et de satellites dans l'espace permettent l'exploration de cet univers pratiquement inconnu.

Dans l'espace, on trouve :

- des astres et satellites naturels,
- des satellites artificiels mis en orbite par l'homme autour de la terre,
- des vaisseaux (sondes) lancés par l'homme qui voyagent dans notre galaxie,
- des engins à missions militaires lancés par les grandes nations.

MECANIQUE SPATIALE :

L'attraction terrestre :

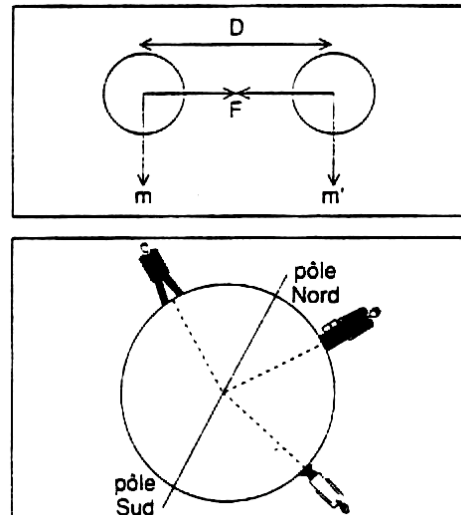
C'est Newton qui démontra l'existence de l'attraction terrestre en démontrant que deux corps de masse m et m' situés à une distance D l'un de l'autre sont soumis à une force F .

C'est ce qui fait que tout corps à la surface de la terre ayant une certaine masse sera attiré vers le centre de la terre.

C'est ta "pomme de Newton" qui tombe de l'arbre dans la direction du centre de la terre.

C'est aussi grâce à l'attraction terrestre que l'homme tient debout suivant la verticale donnée par le centre de la terre.

L'attraction terrestre maintient autour de la terre la masse d'air indispensable à la vie sur la planète.



L'ACCELERATION DE LA PESANTEUR :

Tout corps a une masse m exprimée en kilogrammes, et un poids P exprimé en Newton, avec la relation :

$$P = m.g$$

où g est l'accélération de la pesanteur exprimée en mètre par seconde par seconde ($m/s/s$).

L'accélération de la pesanteur à la surface de la terre est de 9.81 m/s/s.

Cette accélération décroît avec l'altitude h (équation de Kepler) suivant la formule :

$$g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

où g = accélération de la pesanteur à l'altitude h

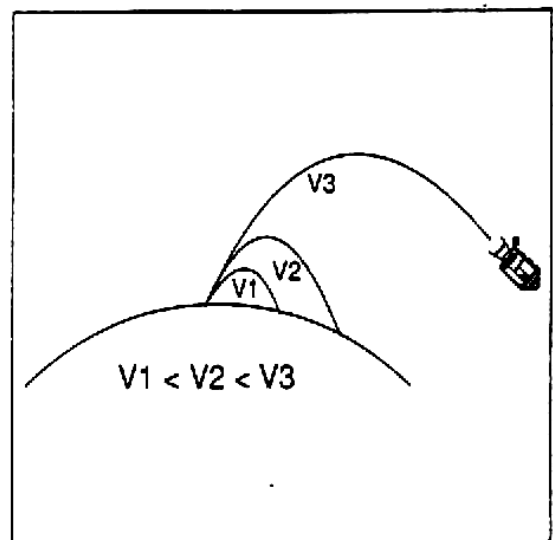
R = rayon de la terre

g_0 = accélération de la pesanteur à la surface de la terre

TRAJECTOIRE D'UN MOBILE LANCE DEPUIS LA TERRE :

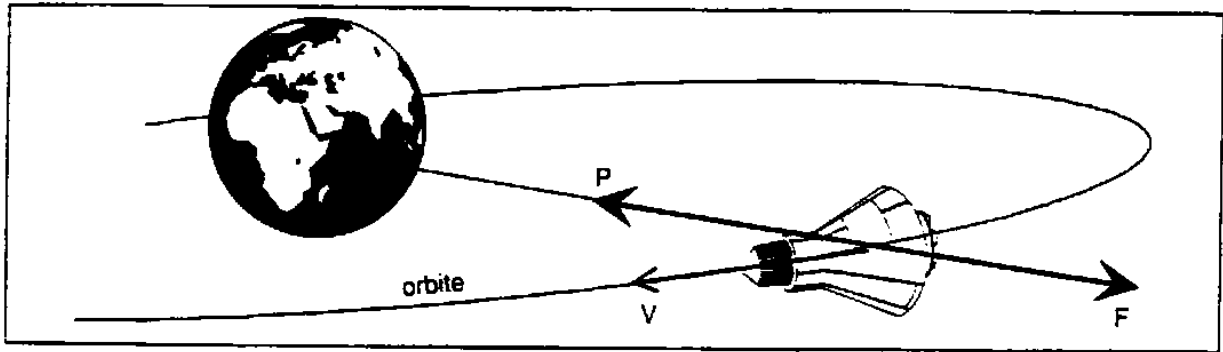
Pour lancer un projectile depuis la Terre, il est indispensable de lui donner une vitesse initiale. L'angle par rapport à l'horizontale et l'intensité de cette vitesse initiale déterminent la distance horizontale franchie par le mobile, portée, ainsi que la hauteur maximale de sa trajectoire, flèche. Plus on augmente cette vitesse initiale et plus le mobile ira haut et loin. Même en appliquant une vitesse initiale très importante, le mobile s'éloignera à peine de la Terre. Pour satelliser un projectile, il faut donc que celui soit équipé de moteurs propulsifs qui lui permettront d'acquérir une vitesse propre censée constante car le satellite se déplace alors dans le vide et ne subit aucun ralentissement créé par le frottement de l'air. Pour qu'un mobile reste en orbite autour de la terre, par exemple en orbite circulaire, il faut que les forces appliquées à celui-ci soit équilibrées.

Soit P l'attraction terrestre à l'altitude de l'orbite et F la force centrifuge :

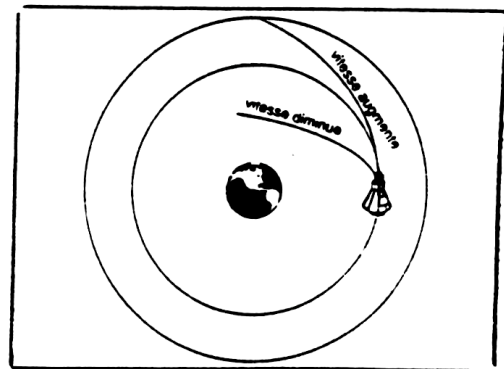


$$P = F$$

La vitesse V restera constante sachant que le mobile évolue dans le vide.



Le lanceur donnera au mobile d'une masse connue une vitesse initiale telle qu'il maintiendra l'altitude désirée. Si la vitesse augmente, le mobile ira se placer sur une orbite plus éloignée, au contraire, Si la vitesse diminue, il ira sur une orbite plus rapprochée et même jusqu'à rejoindre la Terre.

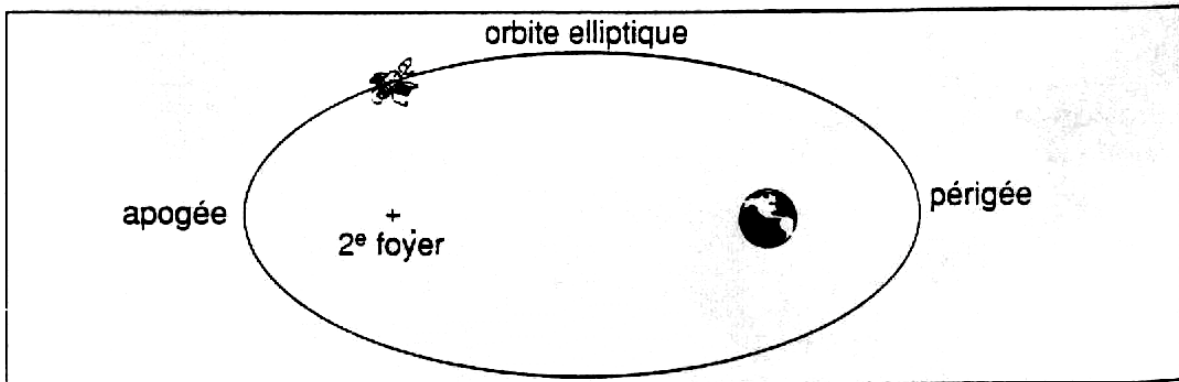
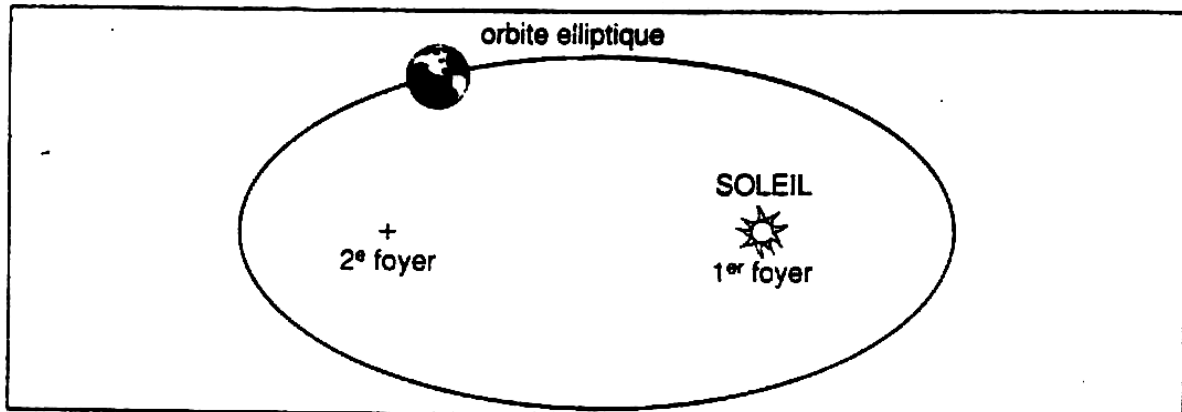


LES ORBITES :

L'astronome allemand Jean Kepler (1571-1630) a mis en évidence les trois lois fondamentales des orbites et mouvements des planètes :

- chaque planète décrit dans l'espace un cercle centré sur le soleil ou une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers,
- les aires balayées par le segment joignant la planète au soleil, dans des intervalles de temps égaux, sont égales, la planète orbitant sur une ellipse a donc une vitesse variable sur son orbite,
- loi du rapport entre les durées de révolution et les grands axes des ellipses décrites.

Le satellite artificiel ou naturel décrit une ellipse autour de deux foyers. Par exemple, le soleil est un des deux foyers des planètes du système solaire et la Terre est un des deux foyers de la lune.



L'apogée est le point de l'orbite où sa distance par rapport à la Terre est maximale.
Le périgée est le point de l'orbite où sa distance par rapport à la Terre est minimale.
L'orbite qui sera prise par un satellite dépend exclusivement de sa vitesse initiale au point de mise sur orbite.

RAPPORT ENTRE LA VITESSE ET L'ORBITE:

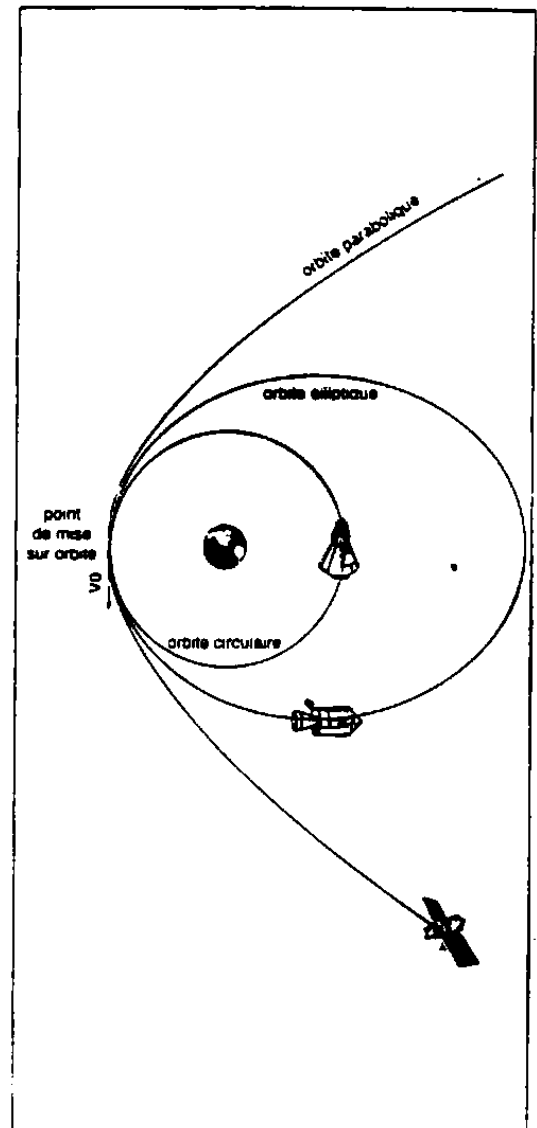
Pour faire décrire une orbite autour de la Terre par un satellite, il existe des vitesses dites "remarquables" à partir desquelles le satellite changera de trajectoire. Ces vitesses sont données pour les mises en orbite (ou point d'injection) courantes, soit à une altitude de 220 km.

- La vitesse minimale pour qu'un satellite décrive, autour de la Terre, une trajectoire circulaire est de **7,75 km/seconde**. Si cette vitesse n'est pas atteinte, le point d'injection est une apogée, le mobile va redescendre sur Terre et se comportera comme un missile balistique. C'est la **vitesse circulaire**.

- Si la vitesse au point d'injection est comprise entre **7,75 km/s et 11,2 km/s**, le point d'injection est un périgée et le mobile va décrire une ellipse ayant la Terre comme foyer. Plus la vitesse est élevée et plus l'ellipse est allongée. C'est la **vitesse elliptique**.

- Si la vitesse au point d'injection est supérieure à **11,2 km/s**, le mobile s'éloigne de la Terre suivant une parabole ayant la Terre comme foyer. Le mobile quittera l'attraction terrestre sans jamais y revenir et décrira une ellipse autour du soleil. C'est la **vitesse d'évasion**.

Si cette vitesse est supérieure à 16,1 km/s, le mobile quittera l'attraction solaire.



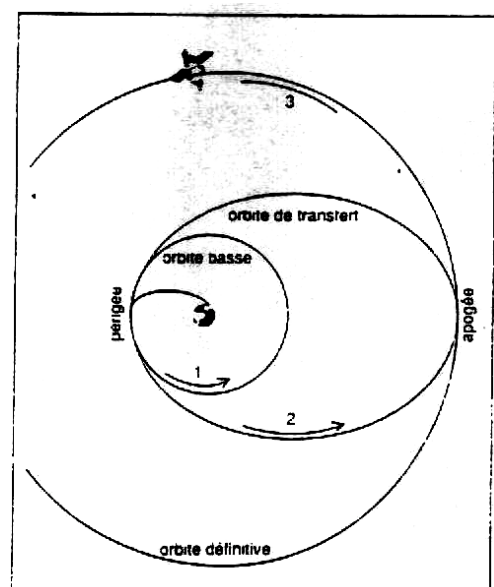
UTILISATION DES DIFFERENTES ORBITES :

La difficulté réside dans le fait de faire décoller et accélérer une forte masse soumise à l'attraction terrestre.

- On utilise alors un lanceur qui amène le satellite au point d'injection, à vitesse et à altitude prévues. Le satellite est alors mis en orbite **basse circulaire** autour de la Terre.

- Les propres moteurs (de faible puissance) permettent d'accélérer la vitesse et de se positionner sur une orbite elliptique, ou orbite de transfert.

- Dès que l'apogée est atteinte, un changement de vitesse permet de stabiliser le satellite sur l'**orbite définitive**.

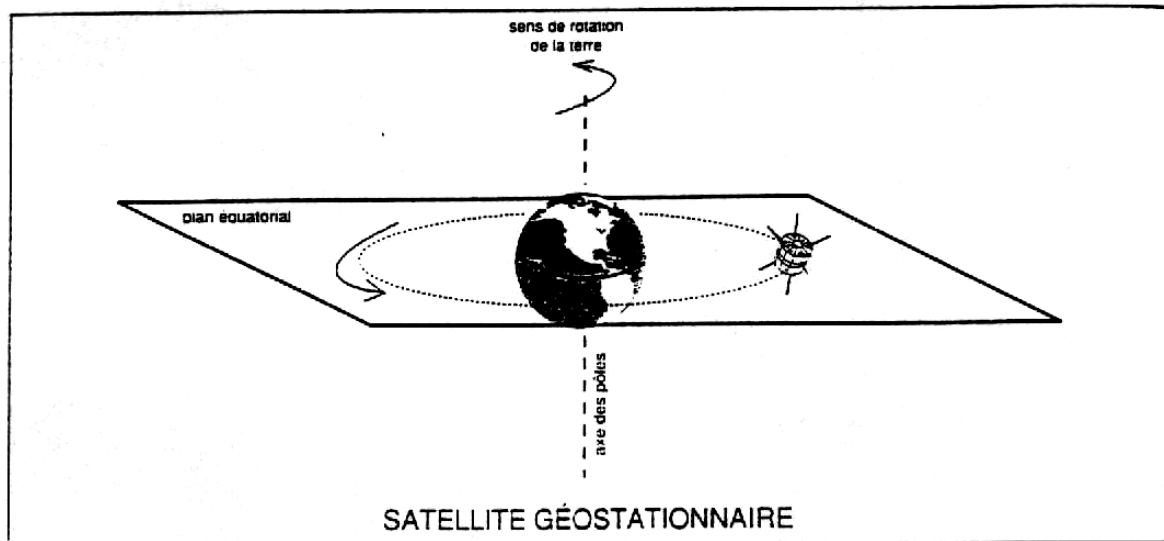


LES ORBITES PARTICULIERES :

L'orbite d'un satellite dépend de sa mission :

- Un satellite de communications doit survoler en permanence la même région, il sera donc immobile par rapport à la Terre et décrira une orbite circulaire, dans le plan équatorial situé à environ 36000 km d'altitude.

C'est l'**orbite géostationnaire**.



- Un satellite d'observation (SPOT par exemple) doit survoler un site terrestre donné au cours d'orbites successives, dans les mêmes conditions d'éclairage.

Ces orbites passent donc par les pôles à une altitude d'environ 820 km.

C'est l'**orbite héliosynchrone**.

- un satellite peut avoir une orbite suivant un angle quelconque par rapport au plan équatorial.

LES LANCEURS :

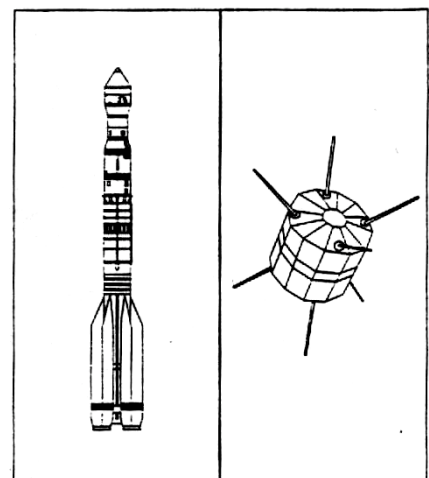
Le lanceur; ou fusée, doit permettre de mettre un satellite en orbite.

Cette fusée doit être équipée de moteurs suffisamment puissants afin d'emporter une masse importante de carburant qui fournira l'énergie nécessaire pour quitter l'attraction terrestre.

Pour que cette fonction soit progressive, la fusée est divisée en deux ou plusieurs étages afin de s'alléger au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de la terre.

Atteignant la hauteur de l'orbite basse, le satellite est libéré et se sert de ses propres moteurs afin d'atteindre ou de se stabiliser sur son orbite définitive. Il conservera alors sa vitesse initiale qui sera contrôlée et corrigée éventuellement à l'aide de petits moteurs.

Le moteur fusée évoluant dans un espace où l'air est pratiquement absent, il doit emporter le carburant et le comburant nécessaires à son fonctionnement.



La navette spatiale :

Cette navette spatiale est l'addition de plusieurs systèmes conjugués. Un lanceur¹ composé d'un élément central classique (carburant et comburants liquides) et de deux boosters à poudre permettent à la navette d'atteindre le point d'injection, ensuite la navette se place sur orbite et, selon sa mission, soit met en orbite un satellite, soit permet la récupération ou le dépannage d'un satellite en exportation.

Celle-ci permet l'emport d'une forte charge qui peut être un équipage de plusieurs hommes comprenant des scientifiques chargés d'effectuer des expériences de toutes sortes, ou un équipages minimum avec l'emport de plusieurs satellites à mettre en orbite.

L'inconvénient majeur de la navette est son rayon d'action limité en altitude.

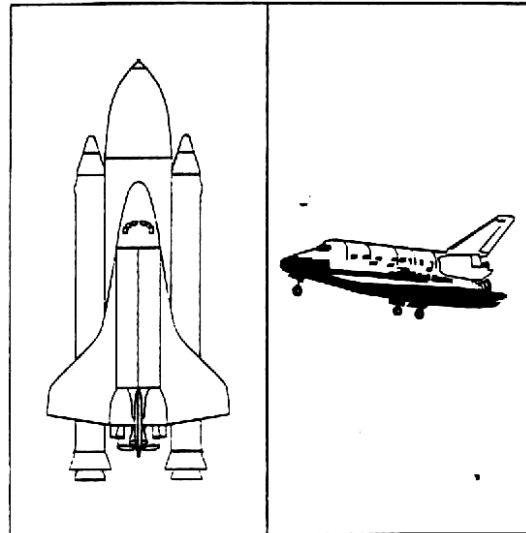


TABLEAU COMPARATIF DE QUELQUES LANCEURS :

LANCEUR	SOYOUZ	N1	ARIANE 44L	ATLAS	NAVETTE	SATURN 5
Pays	Ex URSS	Ex URSS	Europe	USA	USA	USA
Hauteur en mètres	49 m	105 m	58 m	47 m	56 m	110 m
Masse au décollage	310 t	2700 t	470 t	240 t	2000 t	2700 t
Charge utile en orbite basse	7.5 t	92 t	9.6 t	8.6 t	24 t	120 t
Charge utile après orbite de transfert			4.5 t	3.6 t	5.9 t	