8. Engins spatiaux

Cette partie, concernant les engins spatiaux (essentiellement les fusées et les satellites), est plus réduite compte tenu de la grande diversité de ces appareils.

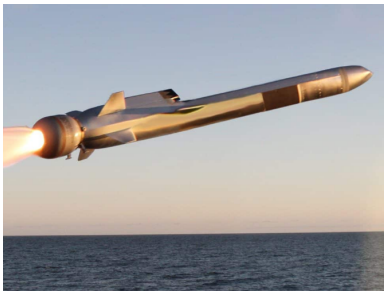
8.1. Description d'une fusée

La fusée est un véhicule **astronautique** qui se déplace dans l'atmosphère ou l'espace propulsé par un ou plusieurs **moteurs-fusées**. Parmi les fusées, on note :

- les **missiles** destinés à une utilisation militaire et contenant une charge explosive ;
- les **fusées-sondes** destinées à un usage civil ou militaire et permettant d'effectuer des mesures et des expériences dans la haute atmosphère ;
- les **lanceurs** destinés à un usage civil ou militaire et capable de placer une charge utile (un satellite ou un vaisseau habité par exemple) en orbite autour de la Terre ou de l'envoyer dans l'espace interplanétaire.

Les fusées nécessitent généralement d'importantes installations au sol qu'on appelle **aire de lancement** comportant

- soit une rampe de lancement pour les fusées les plus simples et les plus légères ;
- soit une table de lancement (ou plateforme de lancement) fixe ou mobile à laquelle est associée une tour (qui a permis ou non le montage de la fusée).



(a) Missile



(b) Fusée-sonde



(c) Lanceur

Figure 57 – Différentes fusées

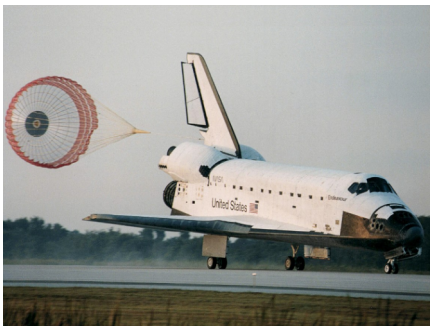
La plupart des fusées ne sont pas réutilisables : les débris qu'elle engendre peuvent retomber sur terre, se désintégrer dans l'atmosphère ou rester en orbite. Une problématique de coût et de création de débris spatiaux est actuellement étudiée et des lanceurs réutilisables sont en passe d'être opérationnels d'ici 2030.

Remarque : *L'European Space Agency a répertorié environ 26 000 objets dans l'espace, dont seulement 7 % sont en activité. La station spatiale internationale a dû altérer sa trajectoire à trois reprises en 2020 afin d'éviter des collisions : ces manœuvres sont coûteuses et l'élimination des débris orbitaux est cruciale.*

Les lanceurs sont à distinguer des **navettes spatiales** et des **vaisseaux spatiaux**.

Une navette spatiale est un véhicule spatial pouvant revenir sur Terre en effectuant un atterrissage contrôlé à la manière d'un avion ou d'un planeur et pouvant être réutilisé pour une mission ultérieure.

Un vaisseau spatial est un véhicule spatial effectuant une rentrée dans l'atmosphère sans planer et atterrissant grâce à des parachutes et des rétrofusées.



(a) Navette



(b) Vaisseau

Figure 58 – Véhicules spatiaux

La **charge utile** est, dans l'industrie spatiale, la partie d'un engin spatial qui est destinée à remplir les objectifs de la mission. Par exemple, la charge utile d'un lanceur est le satellite ou la sonde spatiale qu'il doit placer en orbite voire les passagers. Cette charge utile représente une très faible part de la masse totale d'une fusée (généralement 10 %) car le carburant à embarquer au départ en représente la plus grande partie.

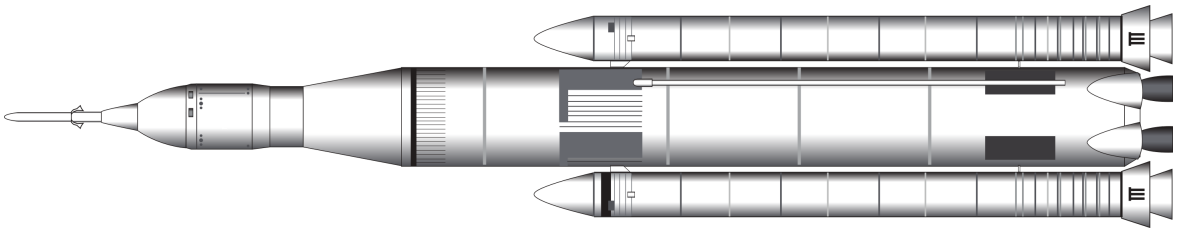


Figure 59 – Description d'un lanceur

Remarque : *La charge utile sera aussi abordée pour les aéronefs dans la partie sur la mécanique du vol : elle inclura cette fois le carburant et les passagers notamment.*

8.2. Propulsion d'une fusée

Le moteur-fusée est un type de moteur à réaction, c'est-à-dire un engin qui projette un fluide (gaz ou liquide) vers l'arrière, ce qui transmet par réaction une poussée au véhicule attaché au moteur. Le moteur-fusée expulse une matière qui est entièrement stockée dans le corps du véhicule et dont la réaction se produit sans apport extérieur ce qui est différent des moteur à pistons et des turbomachines qui utilisent **l'air pour la combustion**.

Généralement, un moteur fusée fonctionne en expulsant des gaz qui sont produits par une réaction chimique qui dégage beaucoup de chaleur et faisant intervenir :

- **un carburant**, généralement un ergol (c'est-à-dire une substance destinée à fournir de l'énergie) ;
- **un comburant**, généralement un autre ergol qui, mélangé au carburant produit la combustion.

Les gaz chauds sont éjectés dans la tuyère et produisent le mouvement de la fusée.

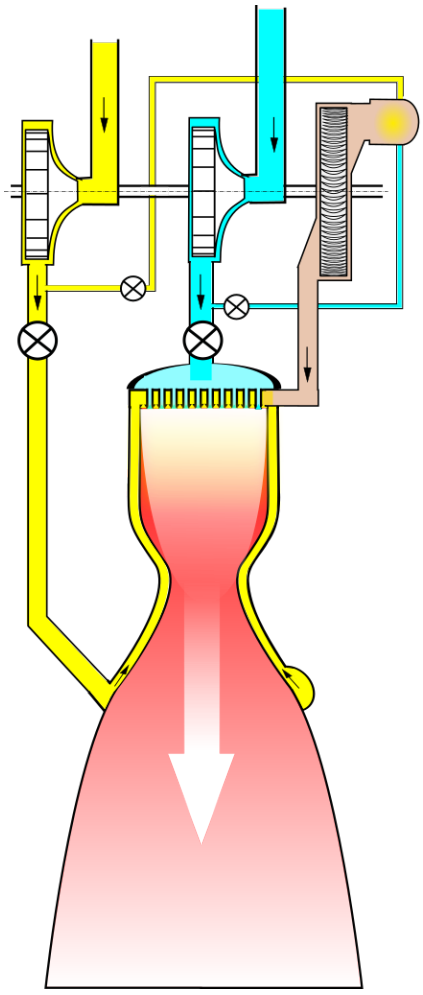


Figure 60 – Moteur-fusée

Remarque : *La proximité du carburant et du comburant dans une fusée ainsi que la chaleur intense dégagée constituent des enjeux majeurs de sécurité dans le transport spatial.*

8.3. Satellites et sondes

Dans cette partie, nous nous intéressons à deux objets généralement envoyés dans l'espace à l'aide de lanceurs : les sondes et les satellites artificiels.

Une **sonde spatiale** est un véhicule spatial sans équipage permettant d'étudier à plus ou moins grande distance les objets célestes : soleil, planète, lune, comète, astéroïde, milieu interplanétaire ou milieu interstellaire.

Un **satellite artificiel** est un objet fabriqué par l'être humain gravitant autour d'une planète ou d'un satellite naturel comme la Lune. La distance par rapport à l'objet céleste autour duquel le satellite gravite ainsi que sa vitesse initiale revêtent une importance fondamentale dans la mécanique de son vol. Les satellites artificiels servent principalement à l'observation (météorologique, océanographie par exemple), à la communication (téléphonie, positionnement) dans le domaine civil ou militaire.



(a) Sonde



(b) Satellite

Figure 61 – Sondes et satellites

Un satellite ou une sonde est suivi par un centre de contrôle au sol, qui envoie des instructions et recueille les données collectées grâce à un réseau de stations terrestres. Un tel objet est généralement autonome énergétiquement : il récupère celle-ci grâce à des panneaux solaires.

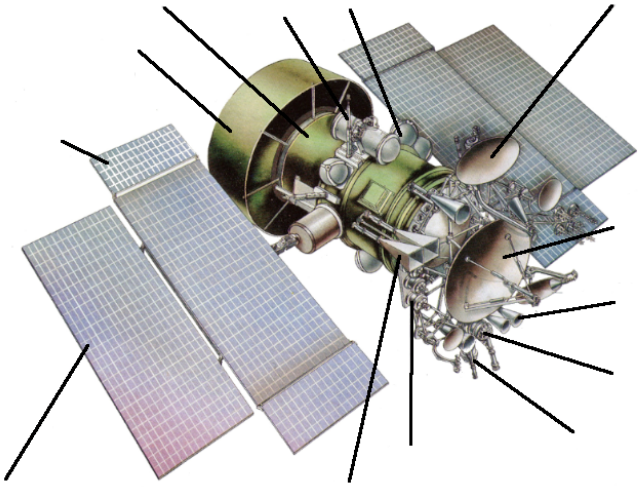


Figure 62 – Description d'un satellite