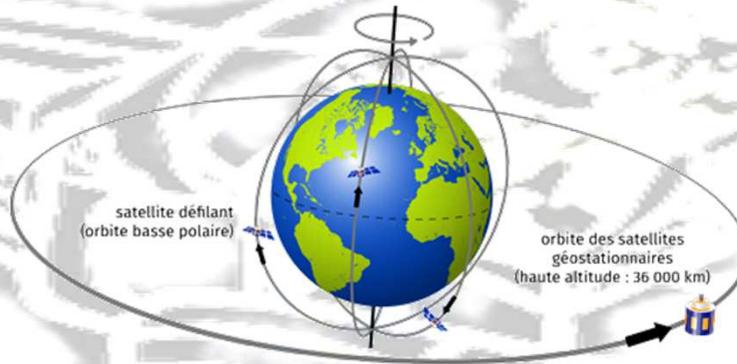


Aérodynamique, Aérostatique Principes du vol

2.3 & 2.4 Aérostation et Vol Spatial



07/09/2017

AIPBIA

1

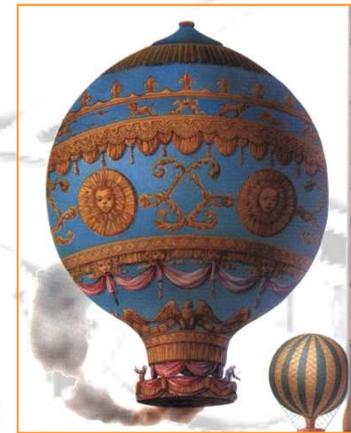
2.3 L'aérostation

Principes généraux de sustentation:

Ballons

à air chaud

gonflés au gaz



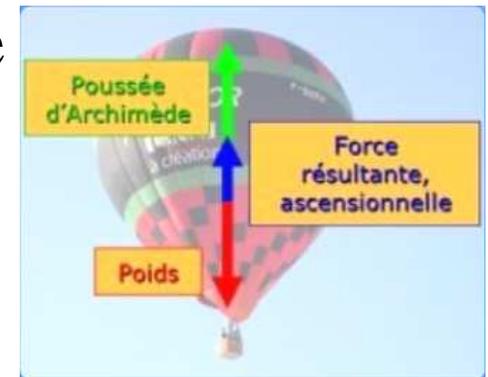
- Répondons maintenant aux questions suivantes:
- *Liste des « plus légers que l'air »?*
- *Dessinons l'équilibre des forces d'une montgolfière ou d'un ballon au gaz,*
- *Comment se dirigent les « plus légers que l'air »*
- *Comment atterrit un « plus léger que l'air »?*

L'aérostation (les « plus légers que l'air »)

- Boite à outils:
- Principe fondamental de la dynamique: les forces appliquées doivent s'équilibrer
- Principe d'Archimède: tout corps plongé dans un liquide, ou dans un gaz, est soumis à une force verticale égale au poids du liquide, ou gaz, déplacé

Principe de sustentation

- Ballons à air chaud
 - La montgolfière est un aérostat dont la sustentation est assurée par de l'air chauffé, contenu par une enveloppe.
 - La différence de masse volumique avec l'air environnant, plus froid, crée une poussée assurant la sustentation (poussée d'Archimède).
 - Le maintien en température de l'air de l'enveloppe nécessite l'emport d'un carburant et d'un brûleur.



Principe de sustentation



- Ballons à gaz
 - Le ballon à gaz contient un gaz moins dense que l'air, à température identique, aujourd'hui en majorité de l'hélium.
 - Le ballon à gaz est donc fermé, hermétiquement pour ne pas laisser échapper le gaz se trouvant à l'intérieur.
 - Pour monter le ballon à gaz doit lâcher du lest (sable) et pour descendre il évacue un peu de gaz.



Principe de sustentation

La Rozière. Ballon mixe. Gaz et Air chaud

Dans sa version moderne, il s'agit d'une double enveloppe contenant à la fois un gaz plus léger que l'air et de l'air chaud chauffé par un bruleur.

Gaz plus léger que l'air: Hélium.

Air chaud: Fournie par un bruleur.

Avantage:

Pour les ballons à gaz, le soir venu l'air se refroidi ainsi que l'enveloppe et le ballon descend.

Pour ralentir la descente du ballon due à un refroidissement de l'enveloppe, on utilise des brûleurs de montgolfières pour stabiliser l'altitude en réchauffant la poche d'hélium.

Seule une petite quantité de propane est nécessaire pour assurer ce réchauffement de l'hélium; la consommation en gaz d'une Rozière est huit à dix fois inférieure à celle d'une montgolfière.

Du fait qu'il ne faut pas lâcher du lest pour se maintenir en vol le système est plus petit qu'un ballon à gaz traditionnel.

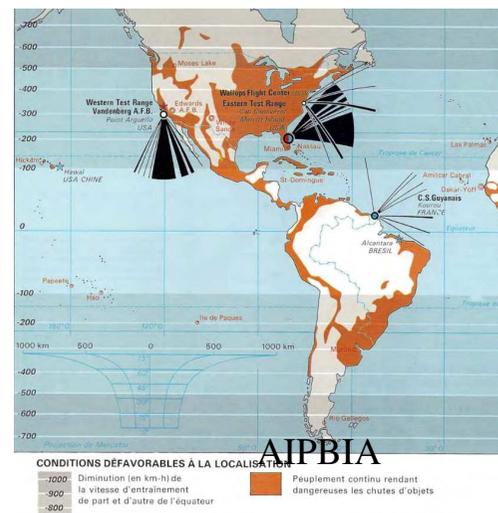
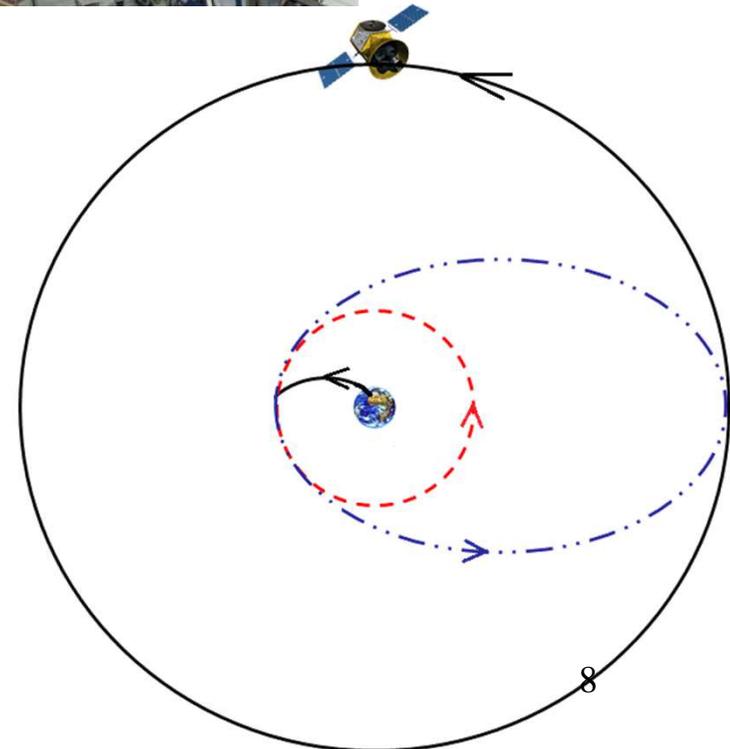
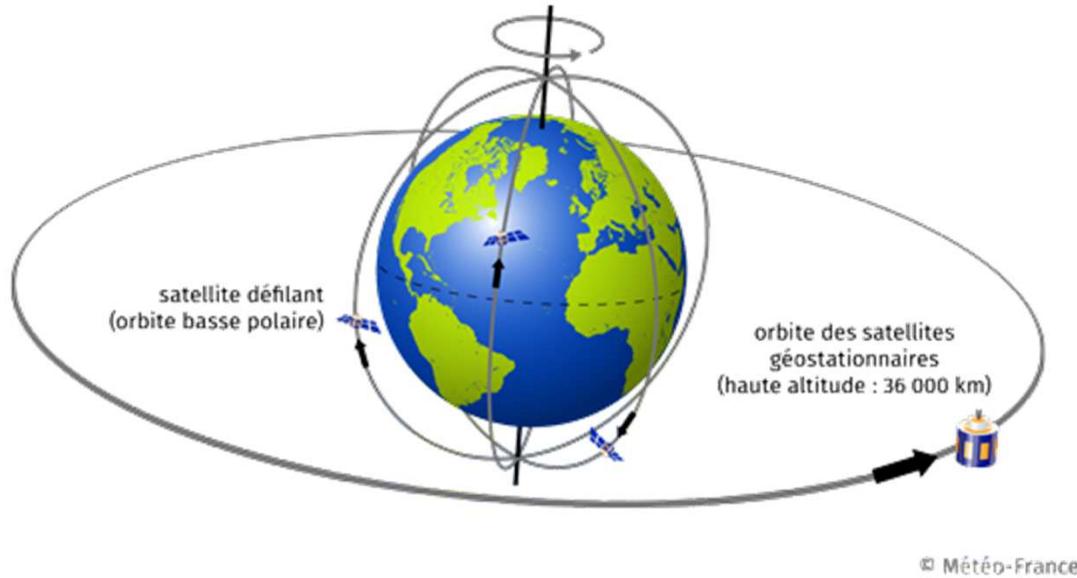
L'hélium, gaz inerte et sans danger,

En résumé: Une Rosière,

vole à l'énergie solaire durant la journée

maintient son altitude, grâce aux brûleurs, durant la nuit.

VII Le vol spatial



2.4 Le vol spatial

- Principes généraux de la mécanique spatiale:
 - Trajectoire de lancement
 - Mise en orbite
 - Vols orbital et spatial

- **L'attraction terrestre:**
- *Tout corps à la surface de la terre et ayant une certaine masse, est attiré vers le centre de la terre*
- **Poids et masse :**
- **$P = mg$**
 - *P est le **poids**, en Newton,*
 - *m est la **masse** en kg,*
 - *g est l'**accélération de la pesanteur**, en m/s^{-2}
($9,81 m/s^{-2}$ à la surface de la terre)*

- L'accélération de la pesanteur décroît avec l'altitude.

Loi de Kepler

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

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

Combien pèse un spationaute ayant une masse de 100kg à 15 000kms?

- Poids à la surface de la terre: $P=mg= 100*9,81= 981$ newtons
- Accélération de la pesanteur à 15 000kms:
 - $9,81*(6367/6367 + 15000) = 0,87 \text{ ms}^{-2}$
- Poids à une altitude de 15000kms: $P=mg= 100*0,87=87$ newtons
 - Soit seulement 10% de sa valeur à la surface de la terre.

Un individu de 100kg de **masse** pèsera:

-sur la terre: 981 N

-sur la lune: 170 N

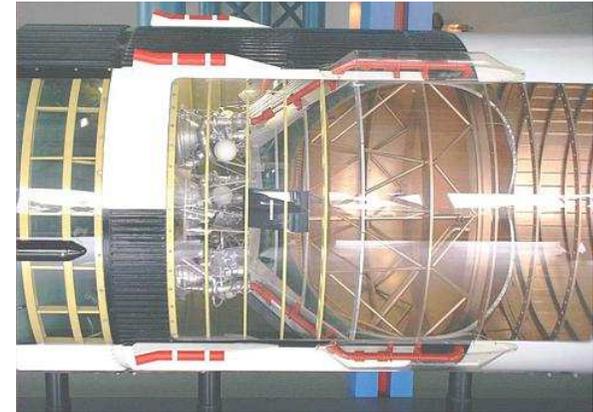
-sur Jupiter: 2540 N

07/09/2017





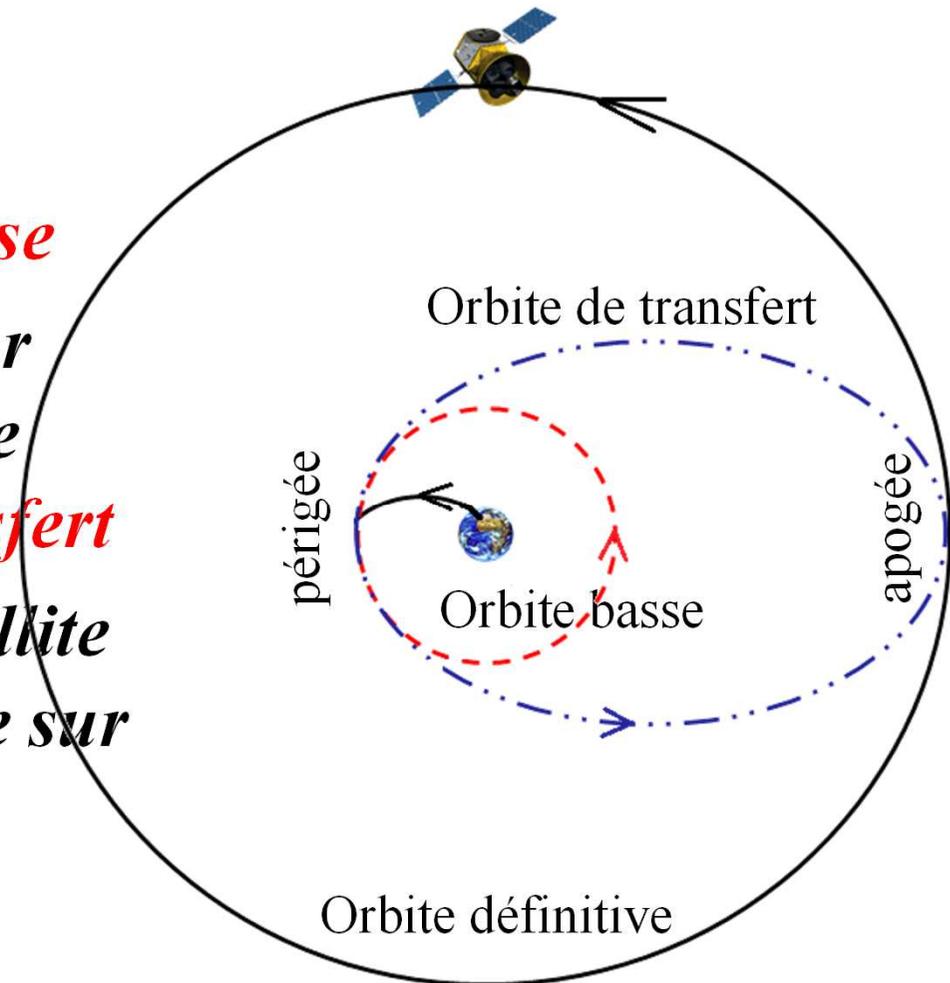
Saturn 5



- **Le lanceur Saturn 5 complet avec au sommet le vaisseau Apollo a une masse de 3 038 tonnes au lancement (soit 12 Boeing 747).**
 - $P=mg = 3\,038\,500 * 9,81 = 29\,807\,685$ newton
- **Le lanceur est capable de placer 118 000 kg sur orbite terrestre ou 47 000 kg vers la lune.**
- **Ses cinq moteurs F1 du premier étage développent: 3 750 t de poussée.**
- **Le second étage, S2, est propulsé par cinq moteurs J2 totalisant 500 t de poussée.**

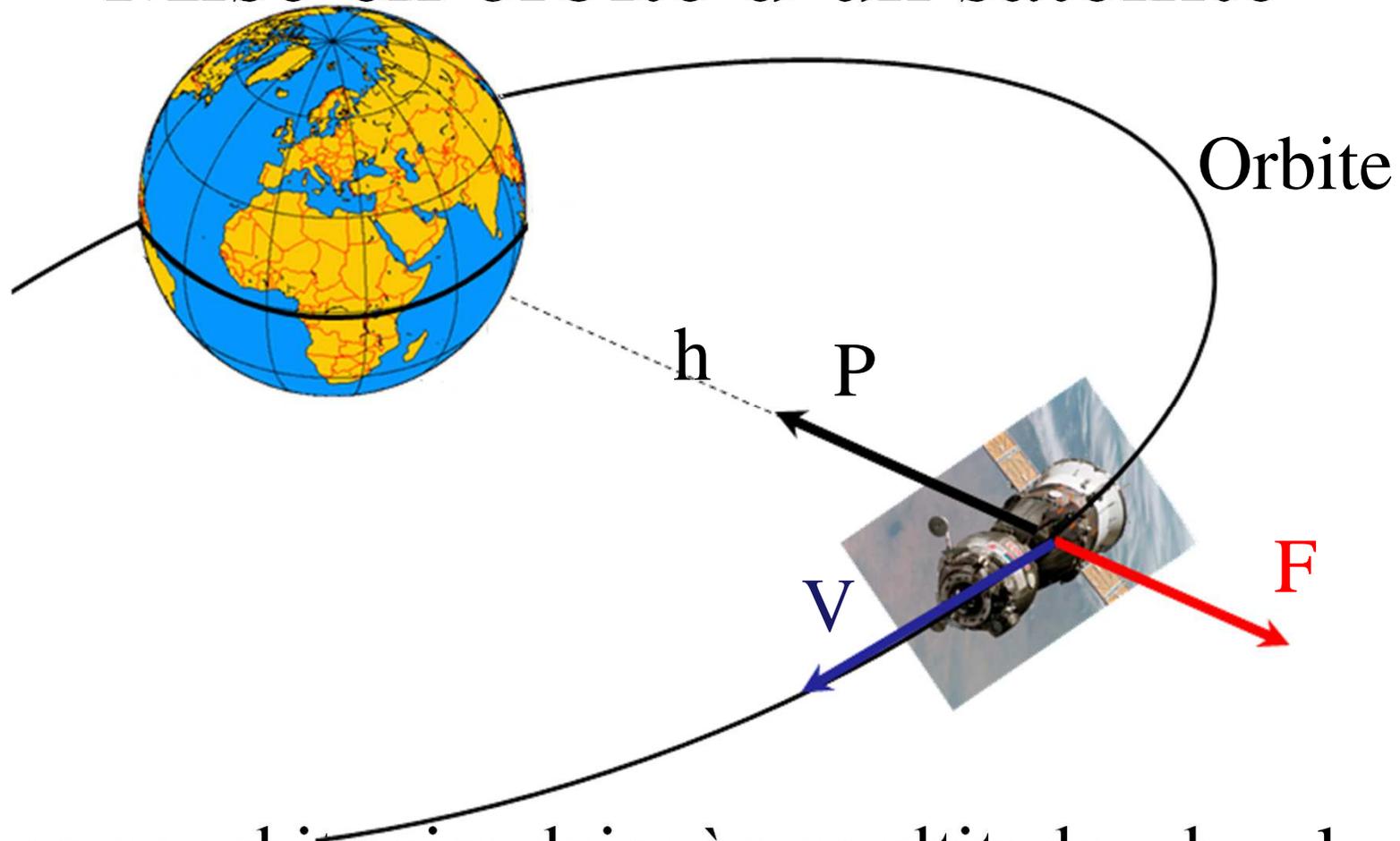
Mise en orbite d'un satellite

- *La fusée met en orbite le satellite sur une **orbite basse***
- *Le satellite, avec un moteur d'appoint décrit une ellipse suivant une **orbite de transfert***
- *A l'altitude désirée, le satellite est lancé à la bonne vitesse sur son **orbite définitive***



La mise sur orbite d'un satellite consomme de l'énergie/Carburant

Mise en orbite d'un satellite



- Sur une orbite circulaire à une altitude « h », la vitesse du satellite « V » sera telle que la force d'inertie centrifuge « F » soit égale au poids « P ».

Mise en orbite d'un satellite

- *Altitude h et vitesse V sont liées entre elles*
- *Une fois l'altitude désirée atteinte, le lanceur donne au satellite une vitesse initiale qui lui permet de maintenir cette altitude.*
- *L'orbite prise dépend uniquement de la vitesse initiale.*
- *Si on augmente cette vitesse, le satellite va se placer sur une orbite plus haute, voire disparaîtra dans l'espace, si la vitesse augmente fortement,*
- *Et si on diminue fortement cette vitesse, que se passe t il?*

Orbites spatiales qui entourent la terre

- Classification pour les orbites **circulaires**. Elles ont une altitude constante. Trajectoire forme un cercle.
 - Altitude au dessus de la surface du globe:
 - Basse: Moins de 2000kms d'altitude
 - Moyenne: Jusqu'à 20 000 kms d'altitude
 - Hautes: > à 20 000 kms d'altitude

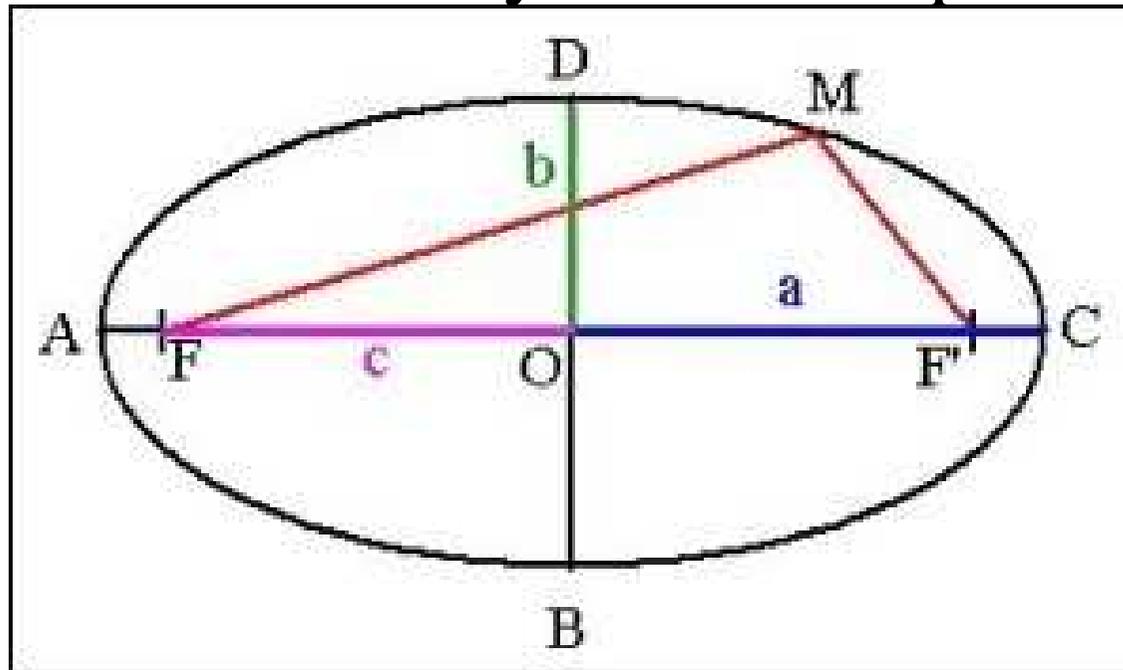
Orbites spatiales qui entourent la terre

- Orbites **excentriques**. Ellipses dont l'altitude varie entre une valeur minimum appelée périégée et une valeur maximum appelée apogée.
 - Le périégée ne peut pas être inférieur à 200 km (cause de la présence de l'atmosphère)
 - L'apogée peut aller jusqu'à un million de kilomètres, soit jusqu'à la distance où l'attraction terrestre est supplantée par celle du Soleil.

Deux formes d'orbites: **circulaire ou elliptique:**

L'orbite elliptique / Excentrique : Orbite dont la trajectoire forme une ellipse.

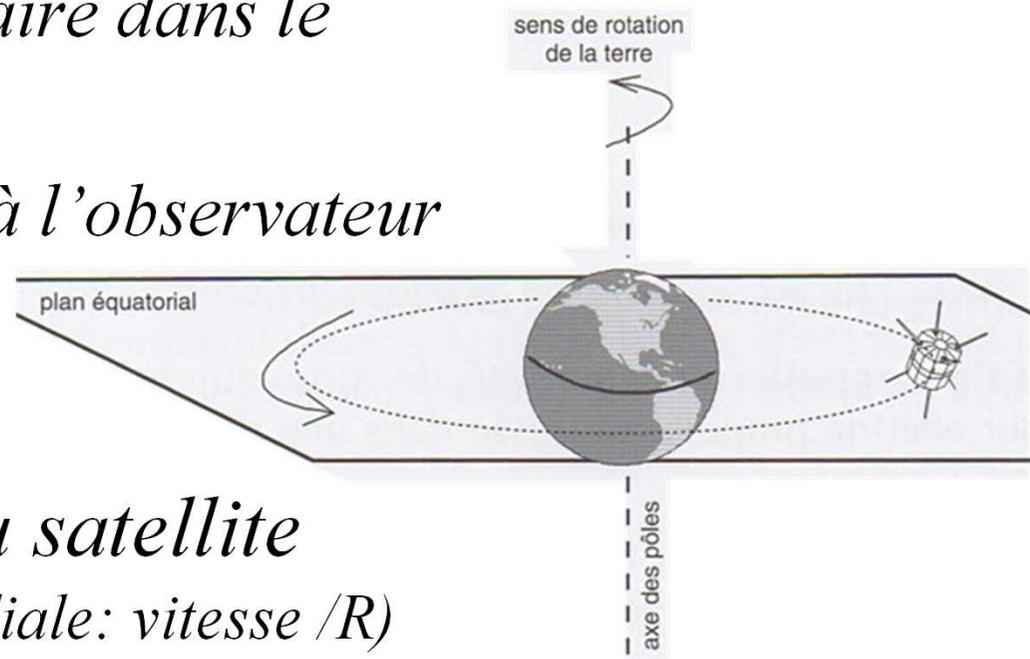
- L'ellipse: $MF + MF' = 2a = \text{Constante}$
- F et F' sont les foyers de l'ellipse



- L'orbite circulaire : Orbite dont la trajectoire forme un cercle.

Orbite: **Géostationnaire:**

- *Orbite des satellites de communication et météorologique (circulaire dans le plan équatorial)*
- *Position fixe par rapport à l'observateur au sol*
- *Altitude 36 000 km*
- *Calculons la vitesse du satellite (formule à utiliser: vitesse radiale: vitesse /R)*
- *Vitesse radiale = $2\pi/86400s = 7,25 \cdot 10^{-5} s^{-1}$*
- *$R = 36000km + 6400km = 42\,400\,000m$*
- *D'où $V = 3078 m/s = \mathbf{11\,000 km/h}$*



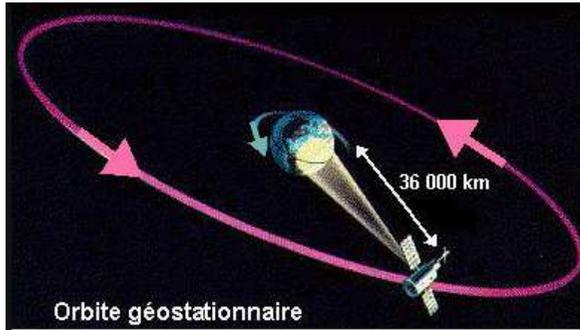
Orbite: **Héliosynchrone**

- Il s'agit d'orbites polaires environ 850 kms d'altitude, dont le plan tourne de un degré par jour, et effectue donc un tour complet en un an.
- Un satellite évoluant sur cette orbite passera toute l'année au-dessus des mêmes points à la même heure solaire.
- Permet de relever régulièrement des données de façon consistante ainsi que de faire des comparaisons. Survole 2 fois par jour une même zone et couvre une bande d'environ 2900 kms de large.



© Météo-France

Utiliser pour les satellites d'imagerie et aussi des satellites météorologiques.

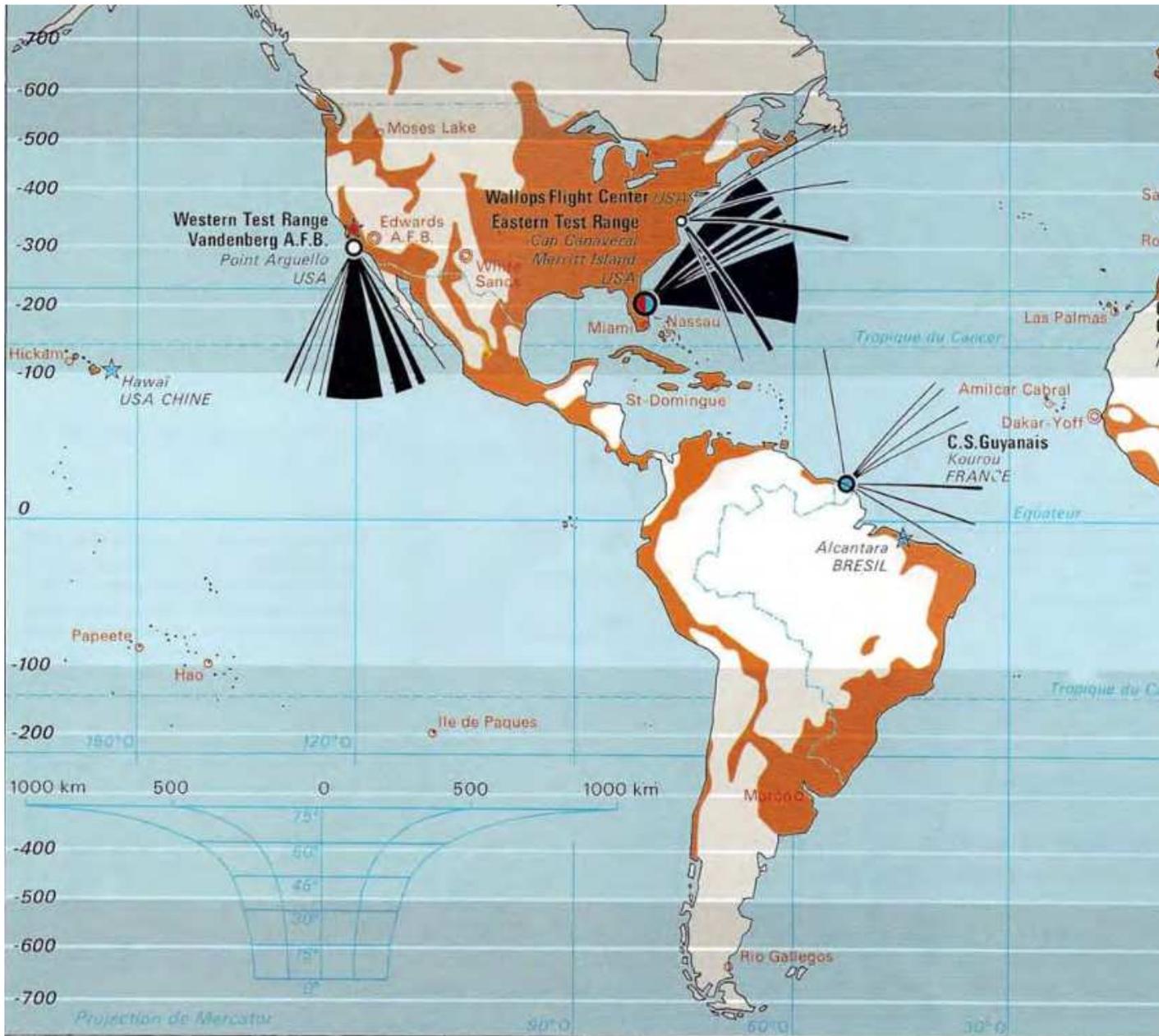


- Le tir de lancement d'un satellite géostationnaire s'effectue vers l'Est.
- Pourquoi?

Pour profiter de la vitesse d'entraînement de la base spatiale (environ 450 m.s^{-1} à la latitude de Kourou) due à la rotation de la Terre.

Pourquoi lance-t-on les fusées près de l'équateur

- Pour mettre un satellite en orbite, il doit avoir la bonne vitesse. La Terre tourne sur elle-même comme une toupie et l'endroit le plus éloigné de l'axe de rotation, est un point sur l'équateur, car celui qui a le plus grand chemin à parcourir en 23 h 56m 4s pour revenir à son point de départ. L'équateur fait 40 000 km de circonférence et chaque point fait un tour en un peu moins de 24 heures. $40\,000/24 = 1\,666$ km/heure (462 m.s⁻¹), A l'équateur, grâce à la rotation de la terre, la fusée au lancement a déjà une vitesse initiale importante de 462 m.s⁻¹(mètres par seconde). Pour mettre un satellite en orbite à 300 km d'altitude, il faut qu'il ait une vitesse de presque 8 000 m.s⁻¹. En tirant à l'équateur, on peut donc se permettre d'avoir moins de carburant et d'emporter des satellites plus lourds.
- La plupart des satellites à orbite géostationnaire comme cette orbite passe par un plan qui se situe au dessus de l'équateur. En tirant de l'équateur on est donc moins loin de la bonne orbite puisqu'elle se situe juste "au dessus" du point de tir.



CONDITIONS DÉFAVORABLES À LA LOCALISATION

-1000 Diminution (en km-h) de
 -900 vitesse d'entraînement
 -800 de part et d'autre de l'équateur

 Peuplement continu rendant
 dangereuses les chutes d'objets

07/09/2017

AIPBLA

**UN LONG VOYAGE DE
6,5 MILLIARDS DE
KILOMÈTRES AVANT
D'ATTEINDRE LA COMÈTE**

Sonde spatiale

Utilise un moteur pour certaines phases de vol mais surtout l'assistance gravitationnelle

2004 LE DÉCOLLAGE

Le 2 mars 2004, Rosetta s'envole depuis la Guyane au sommet d'une Ariane 5G+.

2004-2008 L'ACCÉLÉRATION

Cinq ans durant, elle accélère, s'aidant de l'attraction gravitationnelle de la Terre et de Mars, jusqu'à atteindre 43 000 km/h.

2015-2016 LA FIN

La comète s'approchant du Soleil, Philae sera neutralisé. Rosetta s'éteindra elle aussi, fin 2016, faute de carburant.

11 NOV. 2014 L'ATERRISSAGE

Le module Philae se pose sur Churyumov-Gerasimenko.

10 SEPT. 2014 ENFIN, LA COMÈTE

La sonde entre en orbite autour de la comète.

15 JANVIER 2014 LE REVEIL

Rosetta se réveille et entame la manœuvre de décélération. En six mois, elle brûle plus de 700 de ses 1 700 kg de carburant, pour ralentir à la vitesse relative de 1 mètre par seconde.

4 JUIN 2011 L'HIBERNATION

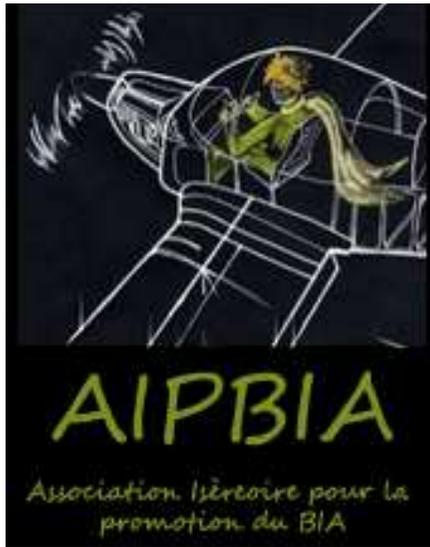
La sonde poursuit sa route, tous instruments éteints.

2008-2011 DEUX ESSAIS TECHNIQUES

En septembre 2008 et en juillet 2010, la sonde survole les astéroïdes Stennis et Lutetia et les mitraille de clichés afin de vérifier le bon fonctionnement des instruments de bord.

Churyumov-Gerasimenko, une cible parfaite

Il fallait une comète qui tourne autour du Soleil suivant une orbite peu inclinée, afin d'utiliser l'assistance gravitationnelle de la Terre et de Mars pour accélérer la sonde; et suffisamment lente pour qu'elle puisse être rattrapée et au diamètre inférieur à 5 km, sinon y poser un "lander" aurait été trop risqué. Partant de ces critères techniques, les membres de la mission Rosetta ont d'abord ciblé une comète du nom de Wirtanen, membre de la famille de Jupiter à orbite courte, une série de corps originaires de la lointaine ceinture de Kuiper qui, à cause de l'attraction colossale de la géante gazeuse, se rapprochent du Soleil à chaque révolution jusqu'à finir désagrégés au bout d'un millier de passages. Mais en 2003, un problème de lanceur les a contraints à la laisser filer. Ils se sont alors rabattus vers 67P Churyumov-Gerasimenko. Cette comète, baptisée en l'honneur des astronomes ukrainiens qui l'ont découverte en 1969, fait partie de la même famille. Son diamètre est entre 3 et 5 km et elle tourne autour du Soleil en 6,6 ans. Un second choix donc, mais une cible idéale.

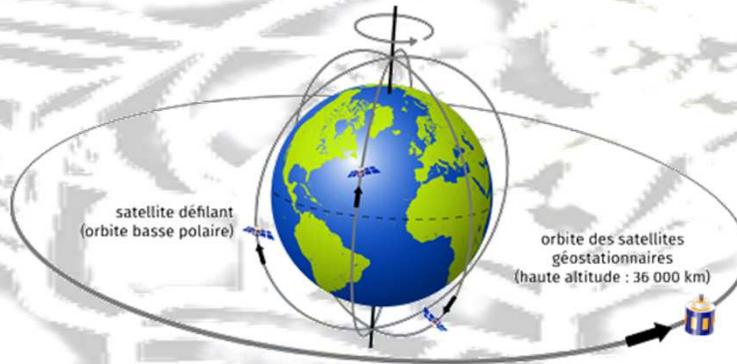


Aérodynamique, Aérostatique Principes du vol

2.3 & 2.4 Aérostation et Vol Spatial



07/09/2017



AIPBIA



25

Quelques sources qui nous ont aidées dans ce travail.

- <http://www.air-pegasus.com/types-ballons/>
- <https://www.nasa.gov/centers/armstrong/home/index.html>
- Magazine Air et Cosmos
- Info Pilote
- <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=11949>
- Météo France. <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-satellites-meteorologiques>
- <https://www.nirgal.net/orbite.html>. Comprendre les orbites
-