

Activité : De la Terre à la Lune

**Jules
VERNE**

[né à Nantes en France, le 8 février 1828 - mort à Amiens le 25 mars 1905]

Le Père de la Science-Fiction française

Jules VERNE... un nom qui sonne comme une légende, un nom que beaucoup découvrent dès l'enfance, et qui évoque des aventures extraordinaires dans des mondes inconnus. Tout ce qu'a écrit Jules VERNE n'est pas, à proprement parler, de la S. F., mais la vingtaine de romans qui appartient au genre sont parmi les plus beaux.

Le sujet du roman : 1865, trois hommes s'envolent vers la Lune à bord d'un gigantesque obus propulsé par un gigantesque canon, la Columbiad. Les Américains Barbicane et Nicholl et le Français Ardan réussiront-ils à vaincre l'attraction terrestre ?

Chapitre 1 [extraits] : le Gun-Club

« Pendant la guerre fédérale des États-Unis, un nouveau club très influent s'établit dans la ville de Baltimore. Une condition sine qua non était imposée à toute personne qui voulait entrer dans l'association, la condition d'avoir imaginé ou, tout au moins, perfectionné un canon ; à défaut de canon, une arme à feu quelconque ».

Chapitre 2 [extraits] : communication président Barbicane

« Le 5 octobre, à huit heures du soir, une foule compacte se pressait dans les salons du Gun-Club. Barbicane prit la parole en ces termes : Vous savez, dit-il, quels progrès la balistique a faits depuis quelques années et à quel degré

de perfection les armes à feu seraient parvenues, si la guerre eût continué. Vous n'ignorez pas non plus que, d'une façon générale, la force de résistance des canons et la puissance expansive de la poudre sont illimitées. Eh bien ! partant de ce principe, je me suis demandé si, au moyen d'un appareil suffisant, établi dans des conditions de résistance déterminées, il ne serait pas possible d'envoyer un boulet dans la Lune. J'ai pris la question sous toutes ses faces, je l'ai abordée résolument, et de mes calculs indiscutables il résulte que tout projectile doué d'une vitesse initiale de douze mille yards par seconde, et dirigé vers la Lune, arrivera nécessairement jusqu'à elle. J'ai donc l'honneur de vous proposer, mes braves collègues, de tenter cette petite expérience ! ».

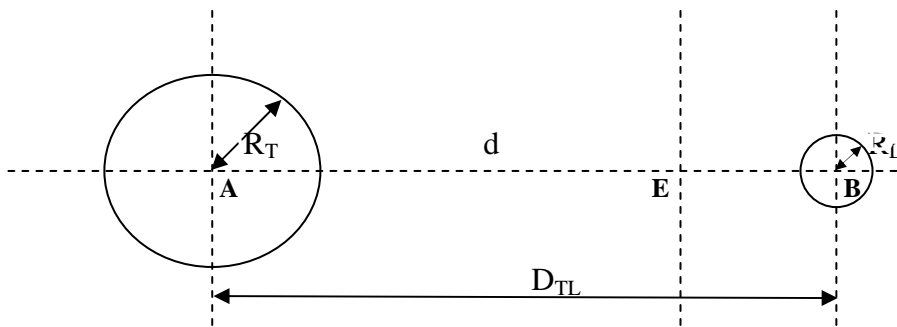
- 1) La vitesse de libération d'une fusée est donnée par la relation encadrée ci-dessous.
 - a) Qu'est-ce que la vitesse de libération ?
 - b) Sachant que le yard vaut 0,91 m, vérifier le calcul de Barbicane.
- 2)
 - a) Selon vous, quelle force n'a pas pris en compte Barbicane dans son calcul ?
 - b) La vitesse sera-t-elle alors suffisante pour atteindre la Lune ?

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot m_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}}} \quad \left\{ \begin{array}{l} G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ uSI} \\ m_{\text{T}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg} \\ R_{\text{T}} = 6,38 \times 10^6 \text{ m} \end{array} \right.$$

Chapitre 4 [extraits] : réponse de l'observatoire de Cambridge

« **Sur la première question :** Est-il possible d'envoyer un projectile dans la Lune ?
Oui (...). A mesure que l'on s'éloigne de la Terre, l'action de la pesanteur diminue en raison inverse du carré des distances, c'est-à-dire que, pour une distance trois fois plus grande, cette action est neuf fois moins forte. En conséquence, la pesanteur du boulet décroîtra rapidement, et finira par s'annuler complètement au moment où l'attraction de la Lune fera équilibre à celle de la Terre, c'est-à-dire aux quarante-sept cinquante-deuxième du trajet. En ce moment, le projectile ne pèsera plus et, s'il franchit ce point, il tombera sur la Lune par l'effet seul de l'attraction lunaire ».

- 1) Quel est l'autre nom de « l'action de la pesanteur ? ».
- 2) Par quelle formule littérale pourrait-on traduire la phrase en souligné dans le texte.
- 3) On veut montrer qu'au point E, la force d'attraction exercée par la Lune sur l'obus est égale à la force d'attraction exercée par la Terre sur l'obus (point d'équigravité). Pour répondre aux questions a), b), on s'aidera du schéma ci-dessous et des données suivantes :

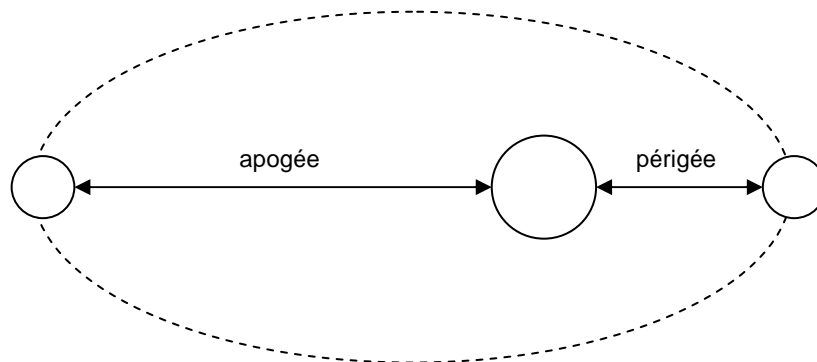


- A et B sont les centres de la Terre et de la Lune
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ uSI}$
- $m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
- $m_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$
- $D_{TL} = 3,8 \times 10^5 \text{ km}$
- $d = \frac{47}{52} \times D_{TL} \approx 0,9 \times D_{TL}$

- a) Exprimer la valeur de la force d'attraction exercée au point E par la Terre sur l'obus ($F_{T/O}$) en fonction de G , m_T , m_{obus} et D_{TL} .
- b) Exprimer la valeur de la force d'attraction exercée au point E par la Lune sur l'obus ($F_{L/O}$) en fonction de G , m_L , m_{obus} et D_{TL} .
- c) Dans chacune des formules, calculer $F_{T/O}$ et $F_{L/O}$ en fonction de m_{obus} . Conclure.
- d) Pourquoi dit-on qu'au point E, « le projectile ne pèsera plus » ?
- e) Pourquoi, dit-on qu'au delà de ce point E, le projectile « tombera sur la Lune par l'effet seul de l'attraction lunaire » ?

« **Sur la deuxième question** : Quelle est la distance exacte qui sépare la Terre de son satellite ?

La Lune ne décrit pas autour de la Terre une circonférence, mais bien une ellipse dont notre globe occupe l'un des foyers; de là cette conséquence que la Lune se trouve tantôt plus rapprochée de la Terre, tantôt plus éloignée, où en termes astronomiques, tantôt dans son apogée (deux cent quarante-sept mille cent cinquante-deux milles), tantôt dans son périégée (deux cent dix-huit mille six cent cinquante-sept milles). C'est donc la distance périégéenne de la Lune qui doit servir de base aux calculs ».



- a) Sachant que **1 mille terrestre = 1,6093 kilomètre**, convertir en kilomètres les distances citées dans le texte.
- b) Comparer la valeur moyenne des distances à la valeur D_{TL} donnée dans le paragraphe précédent.
- c) Pourquoi dit-on que « c'est donc la distance périégéenne de la Lune qui doit servir de base aux calculs » ?

« **Sur la troisième question** : Quelle sera la durée du trajet du projectile et à quel moment devra-t-on le lancer ?

Si le boulet conservait indéfiniment la vitesse initiale de douze mille yards par seconde, il ne mettrait que neuf heures environ à se rendre à sa destination ; mais comme cette vitesse initiale ira continuellement en décroissant, il se trouve que le projectile emploiera quatre-vingt-trois heures et vingt minutes pour atteindre le point où les attractions lunaires se font équilibre et de ce point, il tombera sur la Lune en treize heures cinquante-trois minutes et vingt secondes. Il conviendra donc de le lancer quatre-vingt-dix-sept heures treize minutes et vingt seconde avant l'arrivée de la Lune au point de visée ».

- a) Quel serait la nature du mouvement du boulet s'il conservait indéfiniment sa vitesse initiale ?
- b) Donner alors l'expression de la vitesse v en fonction du temps t et de la distance D_{TL} .
- c) En déduire l'expression de t en fonction de v et de D_{TL} .
- d) Calculer (à l'aide des paragraphes précédents) le temps t en secondes puis le convertir en heures/minutes. Comparer avec le temps proposé dans le texte.
- e) Pourquoi dans les conditions réelles, la vitesse du projectile « ira continuellement en décroissant » ?

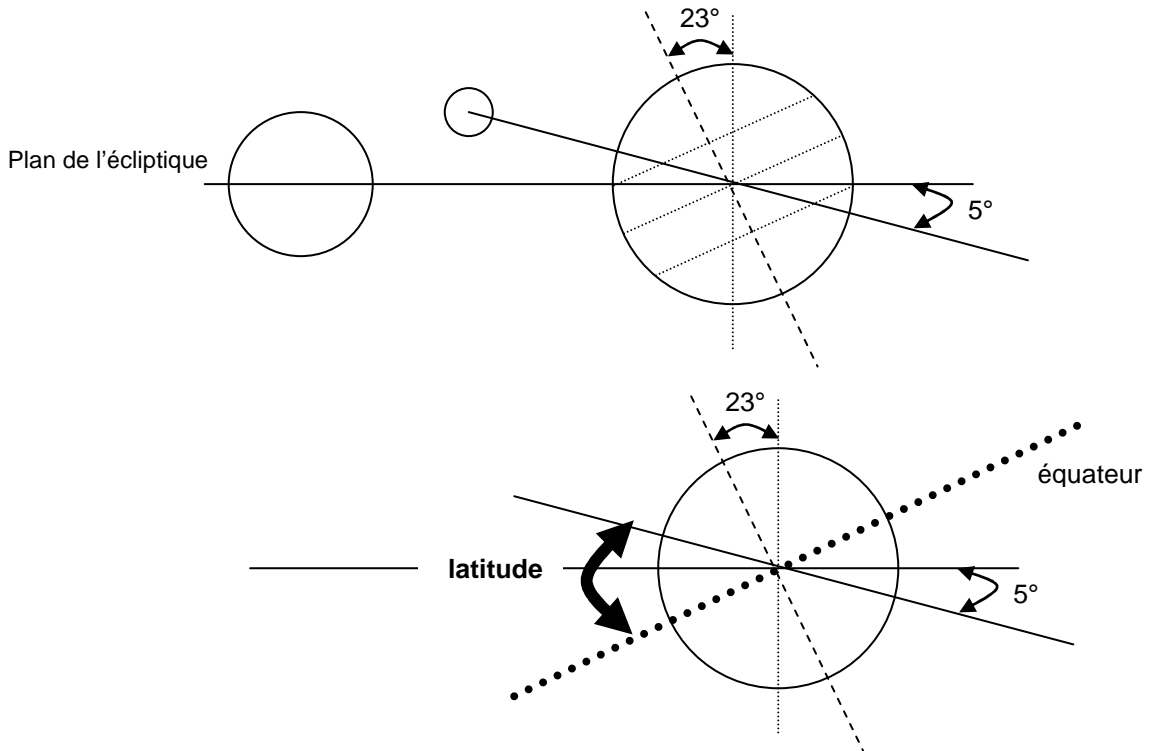
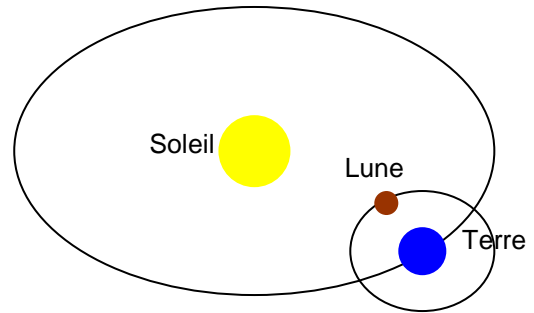
« **Sur la cinquième question** : Quel point du ciel devra-t-on viser avec le canon destiné à lancer le projectile ?

Le canon devra être braqué sur le zénith du lieu. Mais pour que la Lune monte au zénith du lieu, il faut que ce lieu soit compris entre 0° et 28° de latitude ».

- Sur le logiciel de simulation (Microméga Hatier), choisir comme projectile la boule de pétanque.
- Régler la vitesse à 11 m.s^{-1} .
- En essayant différentes valeurs d'angle avec Ox, visualiser la trajectoire en appuyant sur :



- Pour quelle valeur de l'angle de départ, le projectile va-t-il le plus haut ?
- Qu'est-ce que le zénith d'un lieu ?
- Pourquoi « le canon devra-t-il être braqué sur le zénith » ?
- En s'aidant des deux schémas ci-dessous, pourquoi parle-t-on d'une latitude de 28° ?



Chapitre 8 [extraits] : histoire du canon

« Quand un projectile est lancé dans l'espace, que se passe-t-il ? Il est sollicité par trois forces indépendantes, la résistance du milieu, l'attraction de la Terre et la force d'impulsion dont il est animé ».

- Qu'entend l'auteur par « force d'impulsion » ?
- Faire le bilan des forces exercées sur l'obus à l'instant initial.
- La « force d'impulsion » existe-t-elle lorsque le projectile est en route pour la Lune ?
- Commenter la phrase de Jules Verne.

Chapitre 26 [extraits] : feu !

« Le premier jour de décembre était arrivé. Trente-cinq ! trente-six ! trente-sept ! trente-huit ! trente-neuf ! quarante ! Feu !!! Une détonation épouvantable, inouïe, surhumaine, dont rien ne saurait donner une idée, ni les éclats de la foudre, ni le fracas des éruptions, se produisit instantanément. Une immense gerbe de feu jaillit des entrailles du sol comme d'un cratère. La terre se souleva, et c'est à peine si quelques personnes purent un instant entrevoir le projectile fendait victorieusement l'air au milieu des vapeurs flamboyantes ».

Chapitre 28 [extraits] : un nouvel astre

« Le projectile lancé par la Columbiad de Stone's-Hill a été aperçu par MM. Belfast et J.- T. Maston, le 12 décembre, à huit heures quarante-sept minutes du soir, la Lune étant entrée dans son dernier quartier. Ce projectile n'est point arrivé à son but. Il a passé à côté, mais assez près, cependant, pour être retenu par l'attraction lunaire.

Là, son mouvement rectiligne s'est changé en un mouvement circulaire d'une rapidité vertigineuse, et il a été entraîné suivant une orbite elliptique autour de la Lune, dont il est devenu le véritable satellite.

Les éléments de ce nouvel astre n'ont pas encore pu être déterminés. On ne connaît ni sa vitesse de translation, ni sa vitesse de rotation. La distance qui le sépare de la surface de la Lune peut être évaluée à deux mille huit cent trente trois milles environ.

Maintenant, deux hypothèses peuvent se produire et amener une modification dans l'état des choses :

- ou l'attraction de la Lune finira par l'emporter, et les voyageurs atteindront le but de leur voyage ;
- ou, maintenu dans un ordre immuable, le projectile gravitera autour du disque lunaire jusqu'à la fin des siècles.

C'est ce que les observations apprendront un jour, mais jusqu'ici la tentative du Gun-Club n'a eu d'autre résultat que de doter d'un nouvel astre notre système solaire ».

- a) Donner une explication possible à la satellisation du projectile.
- b) Commenter les deux hypothèses proposées dans le texte quant au devenir du projectile.
- c) Convertir en kilomètres la distance de la surface de Lune à laquelle se trouve le projectile.
- d) Calculer le rayon de l'orbite R_{orbite} du projectile (donnée : $R_L = 1,74 \times 10^3$ km).
- e) En déduire la vitesse du projectile sur son orbite : est-elle vertigineuse ?

Donnée : $v = \sqrt{\frac{G.m_{\text{Lune}}}{R_{\text{orbite}}}}$

**Et pour connaître le devenir de l'équipage, il faudra lire la suite de ce roman intitulé :
« Autour de la Lune »**

Et maintenant, vous saurez pourquoi l'attraction *Space Mountain* s'appelle « de la Terre à la Lune », pourquoi elle catapulte les passagers de Disneyland à des vitesses vertigineuses dans des trains de projectiles !!!... et aussi pourquoi on passe à côté de la Lune sans l'atteindre !!!