

Thème 17

Mission vers Mars

(Maths/SVT/Lettres ;

Mr Grenier, Mmes Nely et Bobroff)

Partie 1 : travail sur le film « Mission to Mars »

Partie 2 : travail sur l'orbite de Mars et les trajectoires de voyages possibles

Partie 3 : travail sur la surface de Mars

Annexe : sujet de bac

Partie 1 : le film « Mission to Mars » de De Palma

Visionner le film puis répondre aux questions :

Informations sur le film

1. Qui est Brian de Palma ? date de réalisation du film ? nationalité? genre ?
2. Le film a-t-il été fait selon une intention réaliste ? A vous, vous paraît-il réaliste ? Certains éléments du film vous semblent-ils plus réalistes que d'autres ? Lesquels ?
3. Lire l'article critique du film, publié au moment de sa sortie, dans le magazine *Les InRockuptibles*. <http://www.lesinrocks.com/2000/05/09/cinema/actualite-cinema/mission-to-mars-brian-de-palma-11219867/>
Qu'est-ce que l'article reproche au film ? Quelles qualités lui reconnaît-il ? Partagez-vous le point de vue de l'auteur de l'article ? Justifiez.

Scénario et données scientifiques

4. Le scénario du film s'inspire d'un projet de la NASA « Mars Direct ». Expliquer brièvement en quoi consiste ce projet ?
5. Les personnages du film découvrent à la surface de la planète Mars un visage monumental sculpté.
 - Renseignez-vous sur ce que l'on appelle les figures de Cydonia Mensae.
 - Sélectionnez-en une image ou faites-en la reproduction dessinée. - Montrez en quoi cela a participé à l'invention du scénario.
6. Les figures de Cydonia Mensae ont donné lieu à de multiples hypothèses.
Voir la page « Visage de Mars » : <http://www.nirgal.net/face.html>

Parmi ces hypothèses lesquelles sont délirantes ? Lesquelles sont scientifiques ? Justifiez.

Partie 2 : voyage vers Mars : trajectoire des sondes spatiales

Orbite de Mars

Objectif :

Tracer l'orbite simplifiée de Mars autour du Soleil à partir des données mesurées par Tycho-Brahé, et utilisées par la suite par Kepler pour énoncer ses trois lois.

Données utilisées:

Des positions de Mars pour 5 couples d'observations

Des positions du Soleil pour ces 5 couples.

Les positions sont les **longitudes écliptiques géocentriques (LEG)**.

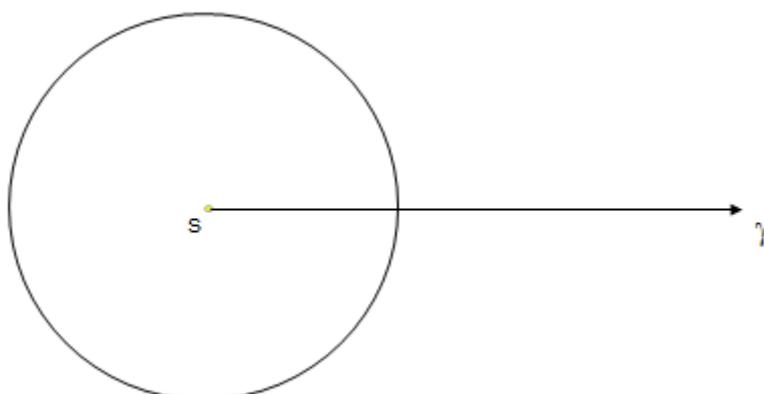
La LEG du Soleil (**LEGs**) est l'angle que forme, depuis la Terre, la direction du Soleil avec celle du point vernal noté γ .

La LEG de Mars (**LEGm**) est l'angle que forme, depuis la Terre, la direction de Mars avec celle du point vernal noté γ .

La LEH de la Terre (LEHt) est la **longitude héliocentrique de la terre**, c'est l'angle que forme, depuis le soleil, la direction de la terre avec celle du point vernal noté γ .

N°	Date	LEGs	LEGm	LEHt
1a	17/02/1585	339° 23'	135° 12'	159° 23'
1b	05/01/1587	295° 21'	182° 08'	115° 21'
2a	19/09/1591	185° 47'	284° 18'	005° 47'
2b	06/08/1593	143° 26'	346° 56'	323° 26'
3a	07/12/1593	265° 53'	003° 04'	003° 04'
3b	25/10/1595	221° 42'	049° 42'	049° 42'
4a	28/03/1587	016° 50'	168° 12'	168° 12'
4b	12/02/1589	333° 42'	218° 48'	218° 48'
5a	10/03/1585	359° 41'	131° 48'	131° 48'
5b	26/01/1587	316° 06'	184° 42'	184° 42'

- 1) Que signifie "point vernal" ?
- 2) Calculer l'écart en jours entre deux observations ?
- 3) Pour la planète Mars, que représente cet écart ?
- 4) On admettra que l'orbite de la terre est circulaire autour du soleil est correspond à un cercle de 50 mm de rayon. L'axe horizontal correspondra au point vernal γ . Reproduire le dessin ci-dessous sur une feuille A3.

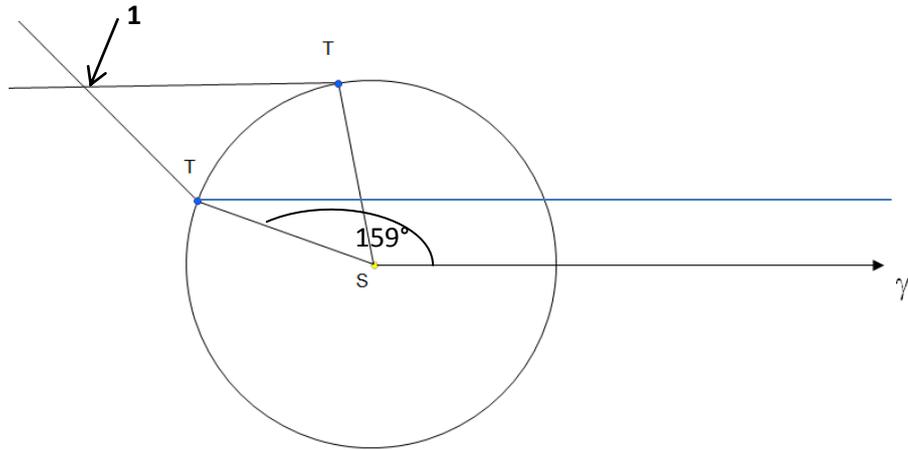


5) Pour obtenir le premier point de l'orbite de Mars, on reporte l'angle γ_{ST} de 159° comme ci-dessous.

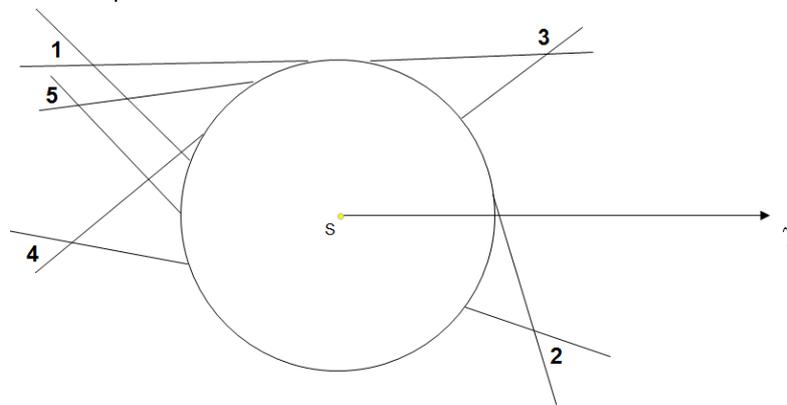
Puis, on reporte un angle un angle de 135° pour γ_{FM} .

On recommence avec les données 1b) .

On obtient un point de Mars sur son orbite.



6) Poursuivez de même pour obtenir 5 points associés de l'orbite de Mars.



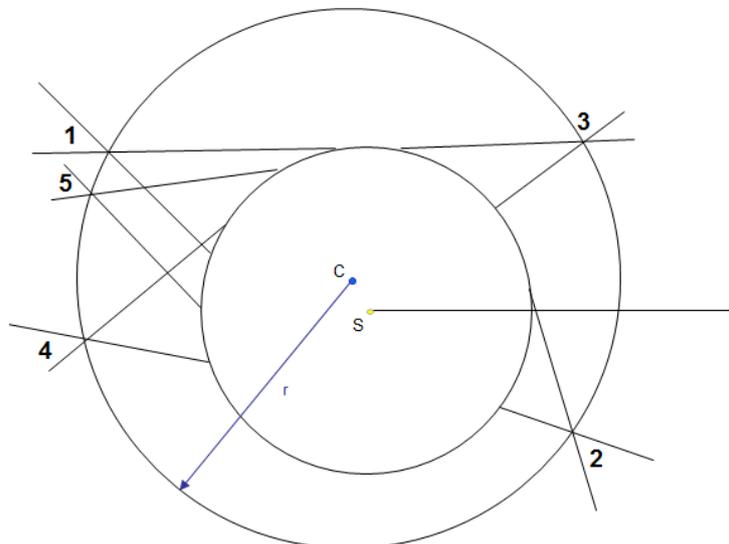
7) Pour déterminer le rayon moyen de l'orbite de Mars, calculer la moyenne des cinq distances au soleil.

8) Décalquer un cercle de ce rayon et le placer afin d'optimiser son emplacement.

Si ce cercle est trop grand, réduire le rayon de 1 mm et recommencer l'optimisation pour trouver le rayon correspondant et le placement associé.

Si ce cercle est trop petit, augmenter le rayon de 1 mm et recommencer l'optimisation pour trouver le rayon correspondant et le placement associé.

Vous obtenez.



9) L'excentricité e de l'ellipse associée à Mars est le rapport $\frac{CS}{r}$. Calculer e .

10) Le point vernal est la direction du Soleil à l'équinoxe de printemps.
Partager votre schéma pour faire apparaître les 12 mois calendaires.

11) Déterminer à quelle période de l'année se rencontre une opposition favorable (distance d_{\min} entre les deux planètes minimale).

12) Déterminer à quelle période de l'année se rencontre une opposition défavorable (distance d_{\max} entre les deux planètes maximale).

13) Le rayon initial de 50 mm pour l'orbite de la Terre correspond à 1 u.a (unité astronomique).
Convertir les deux distances précédentes en u.a.

14) Sur un site d'astronomie, vérifier vos valeurs e , d_{\min} et d_{\max} .

Prolongement : Si vous êtes **courageux** (rassurés-vous, vous l'êtes !), vous pouvez refaire la construction avec Geogebra.

15) Rédiger un petit paragraphe sur Tycho-Brahé après avoir lu l'article en lien ci-dessous.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Tycho_Brahe

16) Entreprendre un voyage vers Mars.

Consulter le site ci-dessous.

<http://www.nirgal.net/hohmann.html>

Expliquer comment aller de la Terre sur Mars (dates possibles ; trajectoire du voyage ; problèmes rencontrés).

Défi : faire les premières questions du sujet de bac S en physique donné en annexe.

Partie 3 : Surface de Mars

A l'aide des documents suivants, proposez des explications scientifiques aux formations observées à la surface de Mars.

Aide :

- **Consultez** les sites indiqués :
<http://astro.wsu.edu/worthey/astro/html/lec-mars.html>
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_\(planete\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_(planete))
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/Curiosity-etalonage-mesures.xml>

Sur **Google Mars** <http://www.google.com/mars/>

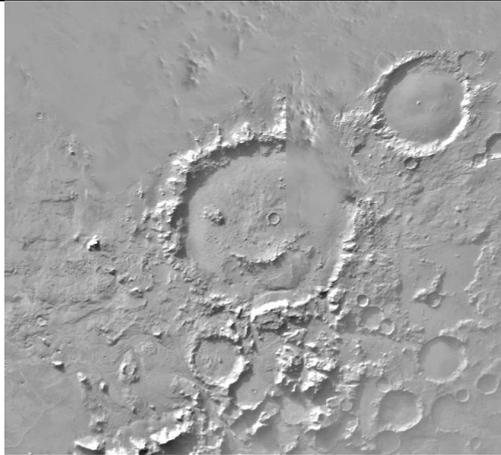
retrouvez les structures de Cydonia et situez-les géographiquement sur un planisphère récupéré sur http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MarsTopoMap-PIA02031_modest.jpg?uselang=fr

Vous repèrerez aussi Valles marineris, Olympus month et les dunes de Proctor.

- **Commentez** chacun des documents ci-dessous.

Mots-clés : érosion fluviale ou éolienne, delta, cratère d'impact.

Document 1 :



Happy face

repéré pour la première fois par la sonde Viking 1 en 1976

Voir :

http://www.planete-mars.com/image_semaine/2002/image1002.html

Document 2 :



1. Détail de la surface de Mars

Une telle structure (cliché 1) s'explique aisément : là où coulaient les rivières, le substratum aurait été imprégné de sels divers qui se sont indurés après l'assèchement des rivières. Ces lits de rivières indurés ont été dégagés par l'érosion (éolienne) et se trouvent maintenant en relief.



2. Dépôts sédimentaires du delta du Mississippi



Strates de l'affleurement stratifié Shaler/sol 120

© 2012 NASA/JPL-Caltech/MSSS

Cliché réalisé lors de l'exploration de Mars par le robot Curiosity entre novembre 2012 et février 2013



Stratifications obliques et entrecroisées terrestres, équivalentes de la formation de Yellowknife Bay sur Mars

Strates terrestres calcaires (Sud de Brive – Corrèze)

© 2012 Pierre Thomas

De telles figures de sédimentation s'observent de nos jours dans des milieux agités : chenaux en bordure de mer, courants fluviaux...



Baie de Somme (printemps 1998)

Document 3 :



2.



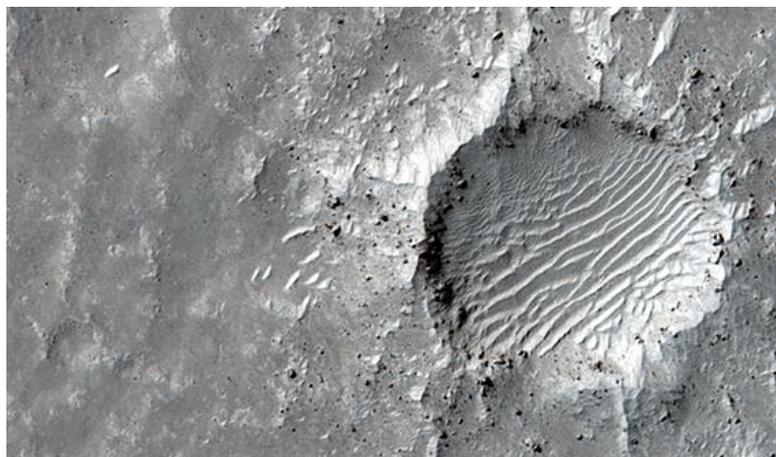
1.

1. Mars observée par la caméra de la sonde Viking II (1979)

2. Tempête de poussière sur Terre le 11/03/2009

La ville de Riyad en Arabie Saoudite a été touchée par une gigantesque tempête de sable.

Les habitants de la capitale saoudienne se sont réveillés ce mercredi matin sous une épaisse couche de sable.



Des rides de sable sur un site d'atterrissage possible

http://www.uahirise.org/fr/ESP_026726_1790



Dunes de sables (Sud du Maroc)

A consulter :

<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronomie-dunes-noires-mars-25893/>

http://www.uahirise.org/fr/ESP_024265_2535

Votre travail consistera à donner les explications et les illustrations correspondantes ainsi que le planisphère complété.

EXERCICE III - VOYAGE INTERPLANETAIRE (5 points)

La mission Mars Science Laboratory

Le lancement du robot Curiosity de la mission Mars Science Laboratory (MSL) a eu lieu le samedi 26 novembre 2011. Il s'est posé sur le sol martien le 6 août 2012. Ce robot transporte du matériel scientifique destiné à l'analyse de la composition du sol et de l'atmosphère martienne.



Vue d'artiste du robot Curiosity

Le but de cet exercice est d'évaluer les conditions à respecter sur les positions relatives de la Terre et de Mars lors du lancement du robot Curiosity.

Données :

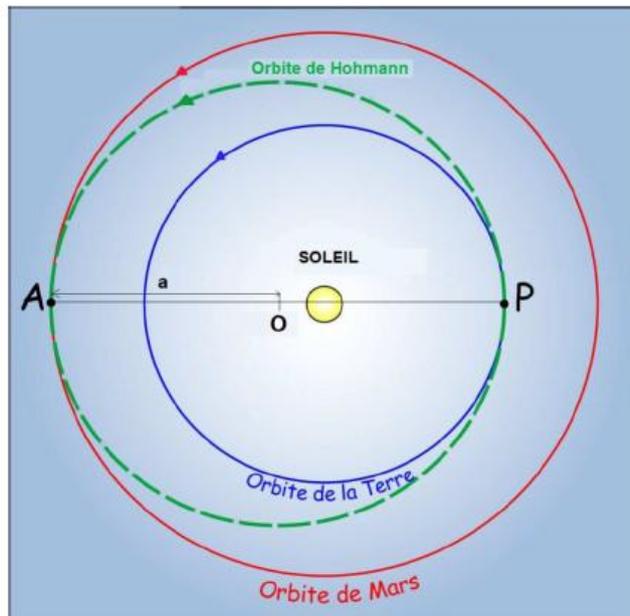
- distance Soleil-Terre : $R_1 = 1,50 \times 10^8$ km ;
- distance Soleil-Mars : $R_2 = 2,28 \times 10^8$ km ;
- période de révolution de Mars autour du Soleil : 1,88 an ;
- constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ m³.kg⁻¹.s⁻² ;
- masse du Soleil $M_S = 1,99 \times 10^{30}$ kg.

Document 1. Orbite de Hohmann

Dès les années 1920, Walter Hohmann étudie la manière la plus économique en énergie pour se rendre d'une planète à une autre.

Pour un voyage interplanétaire entre la Terre et Mars, la trajectoire du vaisseau est une ellipse de centre O. On appelle cette ellipse de demi grand axe a l'orbite de Hohmann. Le périhélie P (point le plus proche du Soleil) est sur l'orbite de la Terre et l'aphélie A (point le plus éloigné du Soleil) sur celle de Mars. Pour simplifier, les orbites de Mars et de la Terre autour du Soleil sont considérées comme circulaires et contenues dans le même plan.

Pour que ce voyage interplanétaire soit réussi, il faut d'abord que le vaisseau échappe à l'attraction de la Terre, puis qu'il utilise l'attraction du Soleil pour rejoindre le voisinage de Mars en empruntant une orbite de transfert, dite orbite de Hohmann. Dans l'étape finale c'est l'interaction gravitationnelle avec Mars qui doit être prépondérante pour que Curiosity puisse se poser sur son sol.



Orbite de Hohmann

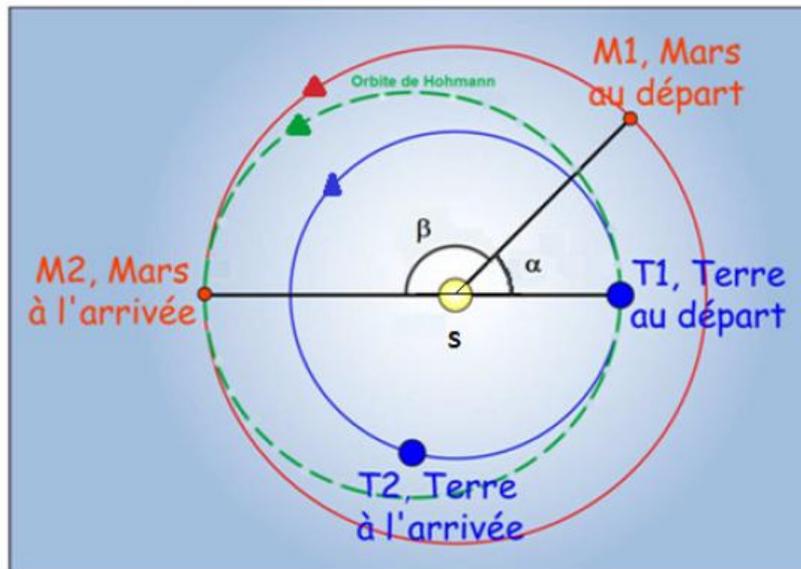
Document 2. Conditions de rencontre entre Curiosity et Mars

La figure ci-dessous donne les positions de la Terre et de Mars au moment du départ et de l'arrivée de Curiosity.

Mars accomplit une orbite complète de 360° en 1,88 an.

On suppose que les deux planètes décrivent un mouvement circulaire et uniforme pendant le temps du voyage. On lance le vaisseau de la Terre lorsque Mars se trouve au point M1 sur son orbite, position initiale repérée par l'angle α représenté ci-dessous. Le point M2 représente le lieu de rendez-vous entre le vaisseau et Mars.

On note β l'angle $\widehat{(SM1, SM2)}$.



d'après <http://acces.ens-lyon.fr>

1. Indiquer les différentes phases du voyage de la mission MSL ?

2. Sur le schéma en **annexe page 12** repasser en couleur le chemin suivi par MSL et indiquer les distances R_1 et R_2 introduites dans les données. Montrer que la valeur du demi-grand-axe de l'orbite de Hohmann est $a = 1,89 \times 10^8$ km.

3. La troisième loi de Kepler permet d'écrire $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$ où a est le demi grand axe de l'ellipse, T la période pour parcourir la totalité de l'ellipse, G la constante de gravitation universelle et M_S la masse du Soleil.

3.1. Exprimer la durée Δt du voyage de Curiosity en fonction de a , G et M_S et vérifier l'homogénéité de cette relation par une analyse dimensionnelle.

3.2. Calculer la durée Δt . Commenter le résultat obtenu par rapport à la durée de la mission.

4. Déterminer la valeur de l'angle α qui repère la position de Mars au départ, condition nécessaire à la réussite de la mission.

Le candidat est invité à noter ses pistes de recherche. La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Schéma à compléter :

