

Corrigé du parcours élèves (lycée)

1 Mars dans notre ciel

1.1 Lorsqu'elle n'est pas trop proche de la direction du Soleil, Mars est observable à l'œil nu. Dans ces conditions, elle est :

- facilement visible, même au cœur des grandes villes ;
- facilement visible, à condition d'avoir un ciel bien sombre, comme à la campagne ;
- à l'extrême limite de visibilité à l'œil nu.

1.2 Sous quelle forme Mars se présente-t-elle, à l'œil nu, dans notre ciel ?

- Toujours sous la forme d'un petit disque, comme le Soleil ou la Lune.
- Toujours sous la forme d'un point, comme les étoiles.
- Selon sa distance, parfois sous la forme d'un petit disque, parfois sous la forme d'un point.

1.3 Qu'est-ce qu'une constellation ?

Une constellation est un regroupement totalement arbitraire d'étoiles dans une certaine région du ciel. Certaines datent de l'Antiquité (la Grande Ourse, le Lion), d'autres sont récentes (l'Écu de Sobieski créé à la fin du XVII^e siècle, la Machine pneumatique vers le milieu du XVIII^e siècle)

1.4 Comment appelle-t-on les constellations traversées par les planètes ?

Ce sont les constellations du zodiaque.

1.5 Les anciens Grecs ont mis au point un système ingénieux (mais faux) pour expliquer, entre autres, la rétrogradation de Mars. Quel astre, supposé immobile, occupait le centre de ce système ?

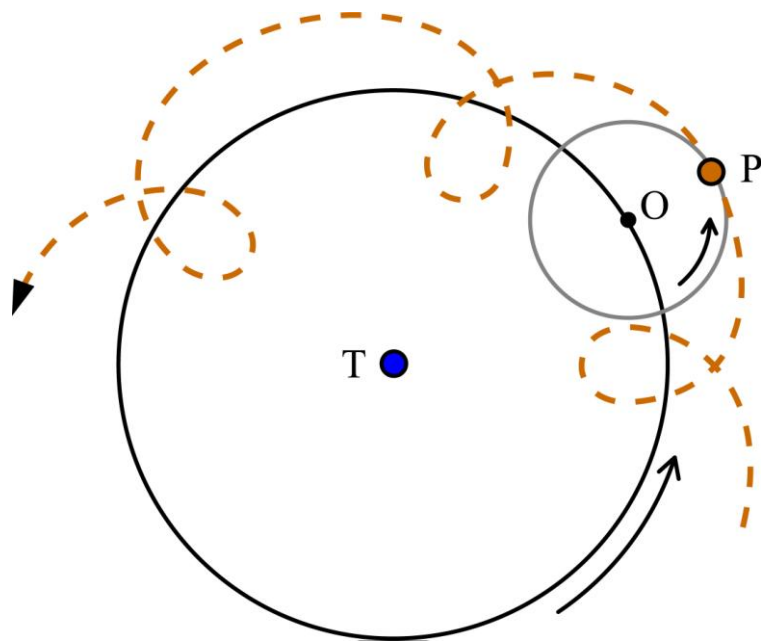
La Terre, immobile, occupait le centre de ce système.

1.6 Comment donc appelle-t-on un tel système ?

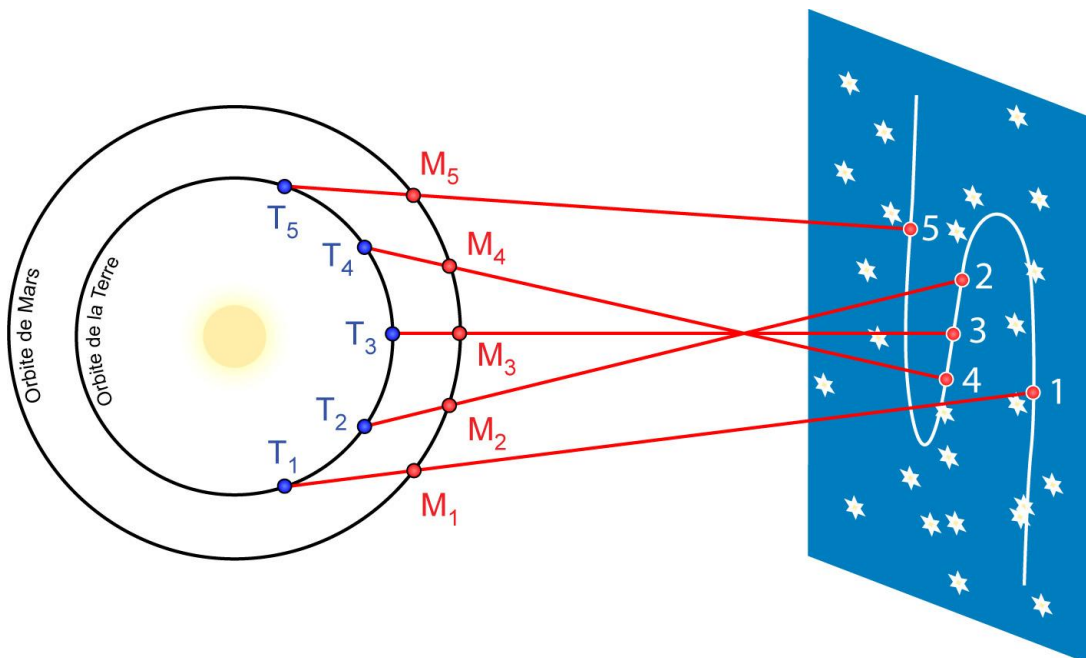
Il s'agit d'un système géocentrique.

1.7 Pouvez-vous dessiner le mécanisme inventé pour expliquer le mouvement de Mars dans ce système ?

Dans le schéma de la page suivante, T est la Terre et P Mars. Mars se déplace sur un petit cercle de centre O appelé épicycle, qui lui-même se déplace sur un grand cercle de centre T appelé déférent. La combinaison de ces deux mouvements circulaires reproduit les boucles de rétrogradation de Mars.



1.8 En 1543, Copernic fournit une solution élégante et naturelle aux rétrogradations en proposant son système héliocentrique. Dans la figure ci-dessous, les positions de la Terre et de Mars sont indiquées sous la forme de points bleu et rouge et sont données tous les mois environ. Pouvez-vous tracer les cinq droites passant par T_1 et M_1 , T_2 et M_2 , T_3 et M_3 , T_4 et M_4 , T_5 et M_5 et les prolonger jusqu'à ce qu'elles atteignent la voûte céleste, matérialisée par le plan bleu sur la droite ? Ces cinq droites coupent la voûte céleste en cinq points, déjà dessinés. À côté de chacun d'entre eux, pouvez-vous écrire à quelle situation il correspond (1, 2, 3, 4 ou 5) ?



2 Mars, une planète dans le système solaire

2.1 La planète Mars tourne donc autour du Soleil. Pouvez-vous donner le nom des sept autres planètes du système solaire ?

Mercure, Vénus, la Terre, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

2.2 Les planètes décrivent-elles vraiment des cercles centrés sur le Soleil ?

Oui Non

2.3 En toute rigueur, quelle forme ont les trajectoires des planètes ?

Ce sont des ellipses, en général très peu aplaties et se confondant presque avec des cercles.

2.4 Mars est la quatrième planète du système solaire. Son orbite, qui englobe celle de la Terre, est entièrement contenue dans l'orbite de Jupiter. Mars est une planète tellurique comme la nôtre : elle possède une surface solide. Avec un instrument d'optique (lunette astronomique ou télescope), on peut détecter quelques détails à sa surface. De quand datent les premières cartes grossières de Mars et qui les a réalisées ? Que montrent-elles ?

La première carte de Mars date de 1659. Œuvre du grand scientifique hollandais Christian Huygens (1629 – 1695), elle révélait une zone sombre que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de Syrtis Major Planum, une formation volcanique peu élevée possédant une base de plus de 1 000 km. En 1666, Cassini découvrit les calottes polaires de Mars et mesura sa période de rotation de la planète, étonnamment proche de celle de la Terre (24 h 40 min). L'expansion saisonnière de ces calottes fut étudiée par le Franco-Italien Giacomo Filippo Maraldi (1665 – 1729) et par l'Anglais né Allemand William Herschel (1738 – 1822) à l'aide de son télescope de 47 cm de diamètre. Le XIX^e siècle marqua l'apogée de la cartographie de la surface martienne.

2.5 L'idée que des martiens intelligents vivent sur Mars a semblé recevoir une confirmation solide avec des observations datant de la fin du XIX^e siècle. Qu'ont pensé observer certains astronomes et comment ont-ils interprété leur découverte ?

L'opposition martienne de septembre 1877 fut à l'origine d'une controverse fondée sur l'observation par l'Italien Giovanni Schiaparelli (1835 – 1910) de chenaux longs et étroits (*canali* en italien), dont on sait maintenant qu'ils n'étaient qu'une illusion d'optique, et qui furent maladroitement traduits en anglais par *canals*, c'est-à-dire canaux. Si *chenal* est un mot sans connotation particulière, *canal* n'est pas ; il suppose l'intervention d'êtres intelligents et bâtisseurs. De la fin du XIX^e siècle au début du XX^e, la vision romantique d'une civilisation martienne utilisant des canaux pour convoyer l'eau des pôles vers les zones arides fut très populaire, même parmi les astronomes. Ses plus fervents défenseurs furent le Français Camille Flammarion (1842 – 1925) et, à sa suite, l'Américain Percival Lowell (1855 – 1916). En 1894, Lowell fonda l'observatoire qui porte désormais son nom à Flagstaff (Arizona) dans le but de mieux percevoir ces évanescents « canaux ». Il fallut attendre le tout début du XX^e siècle et les observations minutieuses de l'Italien Vincenzo Cerulli (1859 – 1927) et surtout celle du Grec Eugène Antoniadi (1870 – 1944) à l'observatoire de Meudon pendant l'opposition périhélique de 1909 pour que les canaux ne sombrent dans les oubliettes de l'Histoire.

2.6 Durant la première moitié du XX^e siècle, on comprit que Mars n'avait vraiment rien d'accueillant pour la vie telle qu'on la connaît. Comment décririez-vous le climat de la planète ? Est-il chaud, froid, humide, sec ? L'atmosphère est-elle respirable ? Pourquoi ?

Le climat de Mars est froid et sec, du type hypercontinental avec une importante amplitude thermique entre le jour et la nuit, l'hiver et l'été. L'atmosphère, peu dense et composée très majoritairement de dioxyde de carbone (CO₂), est totalement irrespirable pour nous.

3 L'exploration spatiale de Mars

3.1 La 1^{re} sonde lancée vers Mars fut envoyée par les Soviétiques en 1960

Le 1^{er} survol de Mars, réalisé par la sonde *Mariner 4*, eut lieu en 1965

Mariner 9 fut la 1^{re} sonde à se mettre en orbite autour de Mars en 1971

Les atterrisseurs *Viking 1* et 2 se posèrent en douceur sur Mars en 1976

Le 1^{er} rover à rouler sur Mars fut *Sojourner* en 1997

3.2 Quels pourraient être les avantages d'une sonde en orbite autour de Mars par rapport à un rover au sol ?

- conception plus simple ;
- manœuvre d'insertion orbitale plus aisée qu'un atterrissage au sol ;
- possibilité d'emporter plus d'instruments ;
- couverture globale de la planète...

3.3 Et quels pourraient être les avantages d'un rover par rapport à une sonde en orbite autour de Mars ?

- analyse beaucoup plus poussée de la zone étudiée ;
- possibilité d'ôter la couche de poussières et d'accéder ainsi aux roches cachées et non altérées ;
- le sol peut être creusé et des carottes extraites...

Au-dessus de votre tête, voici une réplique de la sonde *Mars Express*. Lancée en 2003, elle est toujours en activité et poursuit ses révolutions elliptiques autour de la planète Rouge.

3.4 Par quelle organisation *Mars Express* a-t-elle été développée ?

Mars Express a été développée par l'Agence spatiale européenne (ESA).

3.5 Quelles découvertes majeures sont à mettre à son actif ?

Mars Express a permis la détection de minéraux hydratés (argiles et sulfates) en certaines régions de la surface martienne et, grâce à son radar, a permis la mise en évidence de grandes quantités de glace d'eau enfouies dans les terrains qui bordent la calotte résiduelle australe de CO₂ et n'affleurant qu'à ses frontières. Son radar a également permis de sonder les dépôts stratifiés entourant le pôle Nord de la planète. De l'analyse des échos et du temps séparant leur réception, les scientifiques ont déduit que, sur un socle basaltique profond reposait une couche de glace d'eau presque pure d'un kilomètre d'épaisseur.

4 La galerie des manipulations

4.1 L'exposition *Explorez Mars* vous donne la possibilité de toucher du doigt un véritable morceau de la planète Mars. Il s'agit d'une expérience émouvante et cette occasion ne se représentera sans doute plus dans votre vie ! Au fait, comment sait-on que cet échantillon de météorite vient bien de Mars ?

Des études ont, par exemple, montré que la composition des gaz piégés dans cette météorite reflète fidèlement celle de l'atmosphère de Mars telle qu'elle a été mesurée par des robots sur place.

4.2 Combien de fois Mars est-elle plus petite que la Terre ?

Presque 2 fois plus petite en diamètre. Plus précisément, 1,88 fois plus petite.

4.3 Combien de fois la Terre est-elle plus massive que Mars ?

La Terre est environ 9,3 fois plus massive que Mars. La masse de cette dernière s'élève quand même à $6,42 \cdot 10^{23}$ kg !

4.4 Mars possède les plus grandes structures géologiques du système solaire. Pouvez-vous en citer une et donner ses dimensions ?

Olympus Mons est le plus grand volcan du système solaire. Sa base s'étend sur 600 km et il culmine à plus de 21 km au-dessus du niveau moyen de la planète.

5 Un peu de science-fiction

5.1 Dans le film à succès *Seul sur Mars*, Mark Watney, le héros interprété par Matt Damon, est abandonné par l'équipage lors d'une violente tempête qui risque de déséquilibrer la fusée qu'ils doivent utiliser pour quitter la planète Rouge. En analysant la manipulation qui permet de comparer l'effet d'un fort coup de vent de 75 km/h sur Terre et sur Mars, pouvez-vous écrire ce que vous pensez du réalisme des conditions climatiques présentées dans ce film ?

Comme on peut l'expérimenter dans l'exposition, un vent de 75 km/h sur Mars a le même effet qu'une très légère brise sur Terre en raison de la densité de son atmosphère, 80 fois plus faible que celle de notre planète. La terrible tempête qui menace la survie de l'équipage dans le film *Seul sur Mars* est donc totalement irréaliste. Les scénaristes en avaient parfaitement conscience mais ils avaient besoin de cet élément dramatique pour faire « décoller » leur film.

5.2 Vrai ou faux ?

Mars est recouverte d'une couche de poussière de couleur caramel.

Vrai Faux

On peut sortir sans combinaison spatiale sur Mars.

Vrai Faux air irrespirable et pression trop faible

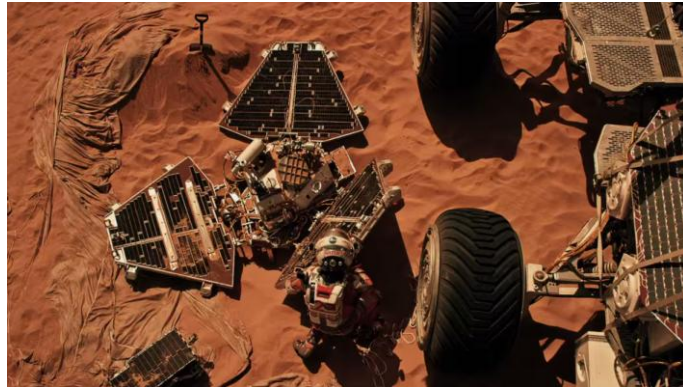
Il fait souvent très froid à la surface de Mars.

Vrai Faux - 60 °C en moyenne

Un jour martien dure deux fois plus longtemps qu'un jour terrestre.

Vrai Faux Un jour martien (un sol) dure environ 24 h 40 min.

5.3 Mark Watney retrouve l'atterrisseur d'une mission sous une épaisse couche de sable et l'utilise pour communiquer avec la Terre. En vous aidant de l'image tirée du film ci-dessous, pouvez-vous deviner de quelle mission il s'agit ?



Il s'agit de la mission **Mars Pathfinder (1996/97)**.

5.4 *Seul sur Mars* se déroule en 2035. Cette date vous semble-t-elle réaliste ?

Les Américains (en particulier la NASA, l'agence spatiale américaine) évoquent l'envoi d'astronautes sur Mars durant la décennie 2030-2040. La date proposée par le film n'est donc pas irréaliste. Cela dit, beaucoup de choses peuvent changer en vingt ans. La découverte de bactéries fossiles sur Mars et/ou une nouvelle course à l'espace avec un pays comme la Chine pourraient accélérer le processus. Une situation géopolitique difficile et/ou une crise financière mondiale pourraient le compromettre...

5.5 Pouvez-vous citer un des risques qu'implique une mission vers Mars ?

- exposition aux rayons cosmiques et aux particules émises par le Soleil ;
- effets psychologiques dus à l'isolement et au confinement ;
- urgences médicales...