

MARS

LA DIFFICILE CONQUETE

Avant-propos :

Mars est la quatrième planète tellurique du système solaire, elle se trouve entre la Terre et la ceinture principale d'astéroïdes. Elle évolue sur une orbite dont l'aphélie est à 1,666ua du Soleil et son périhélie a pour valeur 1,3813ua. (ua= unité astronomique= 150 millions de kilomètres)

Son nom provient du dieu romain de la guerre **Mars** identifié au dieu grec **Arès**, à cause de sa couleur rougeâtre. On la nomme aussi "la planète rouge". Elle fait partie des cinq planètes visibles à l'œil nu avec Mercure, Vénus, Jupiter et Saturne. Sa magnitude apparente peut atteindre -2,91 lors de certaines oppositions rapprochées.

Elle a deux satellites naturels, **Deimos** (la terreur) et **Phobos** (la peur) qui sont les enfants d'**Arès**.

Mars est la planète la plus proche de la Terre, la distance la plus faible peut être soit avant, soit après une opposition. Les oppositions se produisent tous les 26 mois, elles sont plus ou moins proches, à cause de l'éllipsité des deux orbites. Le diamètre apparent de Mars ne peut avoir aux oppositions que 26 secondes d'arc au maximum.

Depuis Mars, la Terre est une planète intérieure, elle n'est donc visible que le matin à l'est ou le soir à l'ouest.

Ci-dessous, quelques données concernant Mars :

Demi grand axe : 227936637km (1,5237ua)

Période de révolution : 686,90601 jours ou 1,8808 ans

Période synodique : 779,9643 jours

Période de rotation : 24h 37min 22,7s

Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique : 1,85061°

Inclinaison de l'axe de rotation sur l'orbite : 25,19°

Diamètre équatorial : 6804,9km (0,533 du diamètre terrestre)

Diamètre polaire : 6754,8km (0,533 du diamètre terrestre)

Densité : 3,934

Gravité à la surface : 3,69m/s²

Vitesse de libération : 5,027km/s

Vitesse orbitale moy. : 24,077km/s, max. : 26,499km/s, min.:

21,972km/s

Température de surface : de 133K à 293K (soit de -140°C à +20°C)

Pression atmosphérique : de 0,7 à 0,9.10³ Pascals comprenant :

CO₂= 95,32%

N₂= 2,7%

Ar= 1,6%

O₂= 0,13%

CO= 0,07%

H₂O= 0,03% (vapeur d'eau)

Traces de néon, de krypton, de xénon, d'ozone et de méthane.

I/ De l'antiquité aux années 1950

Dès que les hommes observèrent le ciel nocturne, ils remarquèrent très certainement les cinq planètes visibles à l'œil nu (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter,

Saturne) qui se déplaçaient de jour en jour parmi le champ des étoiles. Cependant l'œil ne permet d'observer que la trajectoire et la couleur apparente des astres. Dans les différentes mythologies, son nom provient de sa couleur rougeâtre. De l'Antiquité jusqu'au début de la Renaissance il ne reste que peu de documents, lesquels sont entachés de religion ou d'astrologie.

Ce qui est certain, c'est que les Babyloniens la nommaient : **Nirgal** ou **Nergal**, du nom de leur dieu de la mort.

Les prêtres égyptiens connaissaient déjà son mouvement rétrograde, elle était pour eux : "**Horus rouge qui se déplace à reculons**"

Dans la mythologie hindoue, elle est nommée **Mangala**, dieu de la guerre.

En Asie, elle est l'astre du feu, en Chine elle s'appelle **Huoxing**, en Corée **Hwaseong** et au Japon **Kasei**.

1576 : **Tycho Brahé** (1546 / 1601), fait construire son observatoire d'Uraniborg (palais d'Uranie, muse de l'astronomie) grâce à l'appui du roi Frédéric II du Danemark. Cet observatoire devient rapidement un centre scientifique important et réputé jusqu'en 1597, année de sa destruction par des opposants à son modèle d'univers, combinant le système géocentrique de Ptolémée et héliocentrique de Nicolas Copernic. Il forma dans son école toute une génération d'astronomes à ses méthodes d'observation. Il recruta les meilleurs de ses élèves, dont Johannes Kepler pour le seconder dans la réalisation de tables astronomiques fiables pour les planètes et d'un catalogue comportant les positions de 1004 étoiles qu'il publia en 1598.

1600 : À Prague, **Johannes Kepler** (1571 / 1630), devient l'assistant de **Tycho Brahe**, qui lui demande de calculer l'orbite précise de Mars. Il met six ans à faire ce travail et découvre ses deux premières lois en **1605** : Les planètes évoluent sur des orbites elliptiques dont le Soleil est l'un des foyers. Le rayon vecteur parcourt des aires égales dans des temps égaux. Travaux publiés en **1609** dans "**Astronomia Nova**".

1608 : L'opticien Hollandais **Hans Lippershey** conçoit une lunette permettant de voir les objets éloignés, mais elle déforme les objets et ne grossit que trois fois.

1609 : Au mois de mai, Galiléo Galilée, savant italien, dit **Galilée** reçoit une lettre d'un ancien élève, qui lui fait part de l'invention de la lunette hollandaise. Galilée construit alors sa première lunette, elle grossit six fois et ne déforme pas les objets grâce à une lentille divergente pour l'oculaire. Le 21 août 1609, il construit une lunette grossissant huit à neuf fois. Mais Galilée ne maîtrisait pas la théorie de l'optique, et ses instruments sont de qualité variable.

1610 : **Galilée** observe Mars au mois de Décembre et en déduit sa forme sphérique avec une lunette grossissant vingt fois. Il entrevoit les phases de Mars.

Figure 1

Deux lunettes de Galilée : celle du haut grossit 20 fois pour un objectif convergent de 16mm et une distance focale de 0,96m. Celle du bas à un objectif convergent de 26mm et une distance focale de 1,33m, son grossissement est de 14.



1636 : **Francisco Fontana** étudiant italien, qui s'est fabriqué une lunette, croit apercevoir des formes sombres à la surface de Mars. Il produit le premier dessin de Mars montrant une tache au milieu d'un cercle.

1640 à 1644 : Deux jésuites, **Zucchi** et **Daniel Bartoli**, étudient la planète Mars et croient distinguer deux taches ; vraisemblablement ils n'aperçoivent chacun que les défauts de leur lunette.

1659 : **Le 13 Octobre, Christian Huygens**, (1629 / 1695), mathématicien, astronome et physicien néerlandais. Avec la lunette de l'observatoire de Paris, il remarque des tâches sombres sur la surface de Mars, qui se déplacent d'est en ouest. Il pense alors que c'est la planète qui tourne sur elle-même. Il écrit le 1^{er} décembre sur son journal « la rotation de Mars paraît s'effectuer comme celle de la Terre en 24 heures. Il aperçoit aussi les taches blanches des régions polaires.

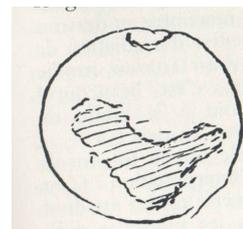


Figure 2 : Le 28 novembre 1659 Christian Huygens dessine la forme caractéristique du sablier appelée Syrtis Major et une calotte polaire.

1666 : **Jean Dominique Cassini**, (1625 / 1712), astronome franco-italien, directeur de l'observatoire de Paris, après une longue période d'observations de Mars en 1665, il fait une publication dans le "journal des savants" donnant la rotation de Mars sur elle-même en 24h 40mn. Mais rien ne ressemble à une tache à peine visible qu'une autre tache, certains voient une rotation en 24 heures, d'autres en 12 heures. Ce différent a été compris lorsque l'on s'est aperçu qu'il y avait dans la zone équatoriale deux taches principales qui portent à confusion.

1671 : **Isaac Newton**, (1643 / 1727), astronome et physicien anglais. Il réussit à mettre au point un télescope à réflexion à miroir sphérique concave, connu sous l'appellation « télescope de Newton ». Bien que les miroirs soient en bronze poli, son instrument est supérieur à la lunette, car il est dépourvu d'aberrations chromatiques puisque la lumière est simplement réfléchi, et des grands diamètres sont possibles. Cependant les astronomes resteront fidèles à la lunette pour observer les planètes, encore pendant de nombreuses années.



Figure 3 : Télescope à réflexion de 6 pouces (150mm) présenté à la royal Society en 1672 par

Isaac Newton.

1673 : **Jean Dominique Cassini** fait la première mesure Terre-Soleil à 10% près, il en déduit que la distance Terre-Mars vaut 150 fois la distance Terre-Lune et que le diamètre de Mars est la moitié de celui de la Terre. Les astronomes réalisent alors que le système solaire est beaucoup plus grand que ce qu'ils croyaient et que Mars est un petit monde.

1704 : **Giacomo Filippo Maraldi**, (1665 / 1729), mathématicien et astronome franco-italien, neveu de Jean Dominique Cassini. Il observe la tache polaire australe et découvre la tache polaire boréale. Il remarque la légère excentricité de ces taches par rapport aux pôles, et en perçoit des changements d'aspect.

1729 ou 1733 : Des progrès de l'optique sont nécessaires pour faire évoluer les observations. Les premières lentilles étaient en verre ordinaire présentant des

défauts, et se comportant souvent comme des prismes, les couleurs étaient décomposées d'autant plus que les instruments étaient courts. Pour éviter ce phénomène les lunettes étaient très longues, parfois jusqu'à 100 mètres. **Chester Moore Hall**, (1703 / 1771), avocat londonien, dont les expériences d'optique sont le passe-temps, fait exécuter par un fabricant professionnel une lentille double, composée de deux verres différents accolés. L'un des verres dispersant la lumière dans le sens (rouge vers le violet), l'autre en sens opposé (violet vers le rouge), ce qui élimine le défaut de dispersion. **Chester Moore Hall** est l'inventeur des lentilles achromatiques.

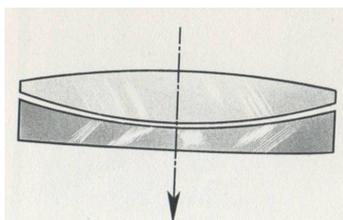


Figure 4 : Exemple de lentille achromatique.

1780 : **Sir William Herschel**, (1738 / 1822), compositeur et astronome germano-britannique. Avec son premier télescope de sept pieds de foyer construit par lui-même en 1776. Il étudie les taches polaires et en déduit l'inclinaison de l'axe de rotation par rapport au plan de l'orbite qu'il évalue à 30° , et en conclut que Mars a des saisons. Il voit aussi les variations saisonnières de ces taches et souligne l'analogie avec les glaces terrestres. Il observe des changements d'aspect de la surface de Mars dû à des taches peu distinctes, et qu'il interpréta comme des nuages qui s'atténuaient lorsqu'ils étaient près du bord du disque, ce qui permettait de penser à une absorption par une atmosphère.

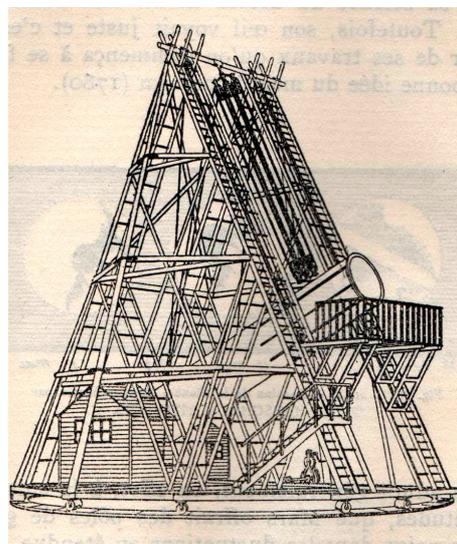


Figure 5 : télescope de William Herschel en 1789, de 12m de long et de 1,22m d'ouverture.

1807 à 1814 : **Joseph von Fraunhofer**, (1787 / 1826), opticien et physicien allemand. Inventeur de la **monture équatoriale**. En **1807** il met au point de nouvelles machines à polir les miroirs et de nouveaux types de verres optiques, en particulier le **verre flint achromatique** qui apporta une amélioration décisive à la qualité des lentilles. En **1813**, il réalise un **réseau optique** lui permettant de mesurer l'indice de réfraction des lentilles avec une très grande précision, ce qui lui permet de fabriquer des objectifs d'une qualité supérieure à tout ce qui s'était fait jusque là. En collaboration avec **Wilhelm Bunsen**, (1811 / 1899), chimiste allemand, ils inventent le **spectroscope** en **1814**.

1826 : **Joseph Nicéphore Niepce**, (1765 / 1833). Ce français après de nombreuses années de recherche, est l'auteur de la première photographie réalisée sur une plaque d'étain recouverte de bitume, placée dans une chambre noire et exposée pendant huit heures. Le résultat est une image floue. En **1828**, il utilise une plaque d'argent et de la vapeur d'iode, le résultat est conforme à ses espérances. En **1828**, il s'associe avec **Louis Jacques Mandé Daguerre**, (1787 / 1851), artiste français. **Daguerre** va accomplir des progrès importants en utilisant une plaque de cuivre recouverte d'une couche d'argent poli et des

vapeurs d'iode, qui au contact de l'argent produisent de l'iodure d'argent, qui se révèle plus sensible à la lumière que le bitume. Il découvre aussi qu'une plaque exposée traitée aux vapeurs de mercure, améliore la netteté de l'image. Cependant, il fallait encore plusieurs dizaines de minutes d'exposition, et le résultat était souvent aléatoire. En **1839**, l'invention du **daguerréotype** est présentée au public, c'est l'enthousiasme, chacun veut faire de la photo. Dès lors la photographie va être constamment améliorée. **William Henry Fox Talbot** en **1840** invente un procédé négatif-positif permettant de faire des images multiples. Les premiers clichés sont réalisés sur des plaques de verre. En **1844** **Georges Eastman** met au point des surfaces sensibles souples en celluloïd, permettant de stocker plusieurs images dans le magasin de l'appareil photo. En **1903**, la **photographie en couleurs** est inventée par les **frères Lumière**.

La photographie va révolutionner la pratique de l'astronomie. Les images obtenues ne sont plus sujettes à l'interprétation d'un observateur obligé de faire un croquis dont l'exécution est soumise à beaucoup d'aléas. Lorsque le suivi de l'astre observé sera possible de nouveaux détails se révéleront après une longue exposition de la plaque photographique.

1840 : Grâce aux lentilles achromatiques, **Wilhelm Beer et Johann Heinrich von Madler**, astronomes allemands, dessinent la première carte de Mars. Ce n'était encore qu'une esquisse, mais elle partait à partir d'un méridien zéro, centre d'une petite tache ronde bien nette prenant l'aspect d'une fourche dans des instruments plus puissants.

1870, **Camille Flammarion**, (1842 / 1925), astronome français, nomma cette région **Sinus Meridiani** (la baie du méridien). Sur les cartes actuelles elle se nomme **Méridiani Planum** dont le premier méridien de Mars passe par le cratère **Airy-0** appartenant à cette plaine.

1859 : Le père **Angelo Secchi** (1818-1878), astronome italien, l'un des pionniers de la **spectroscopie**, nommé directeur de l'observatoire du Vatican en 1850. Il étudie la planète Mars dont il réalise des cartes. Sur l'une d'elle, publiée en **1859**, il nomme " **Antlantic canali**" un détail. Ce mot canali va être traduit en français par canal, ce qui va conduire à une confusion et conforter que de l'eau coule sur Mars.

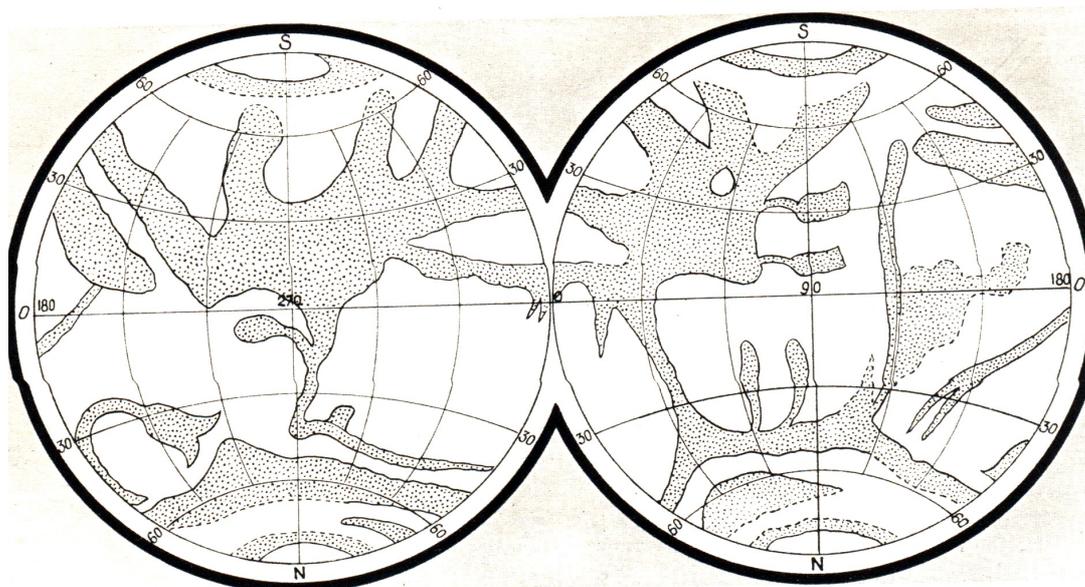
1862 à 1864 : **John Phillips**, (1800 / 1874), est un géologue britannique de l'université d'Oxford, qui lors de l'opposition qui se produisit durant cette période surveilla attentivement Mars. Il constata des changements de couleurs sur certaines régions, en même temps qu'une variation de l'étendue de la calotte polaire. Il affirma aussi avoir vu l'apparition de taches blanchâtres, comme si des régions étaient couvertes de givre ou de neige.

1862 : **Camille Flammarion**, publie : " La Pluralité des mondes habités".

1863 : **Jules Janssen**, (1824 / 1907), astronome français, et **Sir William Huggins**, (1824 / 1910), astronome britannique, trouvent que l'atmosphère de Mars contient de la vapeur d'eau grâce au spectroscopie à prisme issu des travaux de Robert Kirchhoff et Robert Wilhelm Bunsen.

1867 : **Proctor** dressa une carte d'après l'ensemble des connaissances acquises à cette époque et sur laquelle sont déjà visibles les mers en ombré et, les continents en blanc.

Figure 6 : Carte de Mars selon Proctor.



1876 : **Camille Flammarion**, observe le changement des saisons sur les régions martiennes.

1877 : Le **5 septembre**, la Terre et Mars sont en opposition exceptionnelle avec une distance presque minimale de **56,2 millions de kilomètres**. Une opposition aussi favorable ne peut se produire que toutes les 25 années martiennes (47,02 années terrestres). De grands moyens ont été mis en œuvre par les différents observatoires pour observer Mars. A Paris, **Camille Flammarion** avec l'Académie des Sciences a publié une carte de Mars, bien documentée pour l'époque.

Le britannique **Nathaniel Green**, découvre des taches blanches sur le limbe et les identifie à des nuages.

L'astronome américain **Asaph Hall**, (1829 / 1907), découvre pendant la deuxième quinzaine d'août 1877, les deux satellites de Mars, avec la plus grande lunette de l'époque dont l'ouverture était de 66cm, située à l'observatoire naval de Washington. Les deux satellites de Mars sont si proches de la planète et si petits, qu'ils ont échappé aux astronomes jusqu'à cette opposition. Ils furent dénommés **Phobos** et **Deimos** (la peur et l'épouvante) par **Henry Madan**, professeur au collège d'Eton. En observant les orbites des deux satellites, la masse et la densité de Mars peuvent être déterminées. La densité va se révéler un peu inférieure à celle de la Terre.

Phobos est évalué à l'époque à 15km (dimensions réelles : 27x21x18km) et son orbite à 9350km du centre de Mars (demi grand axe réel : 9377,1km), il évolue donc à environ 6000km au-dessus du sol martien en 7h 39mn, il se lève à l'ouest et se couche à l'est à peu près deux fois par jour, à 11h 6min d'intervalle (le jour martien est de 24h 36min). Son orbite est si basse qu'il ne peut être aperçu des régions polaires. Les phases de Phobos sont visibles depuis Mars, et son ombre est vue sur la surface de la planète. Les forces de marée abaissent progressivement son orbite au rythme actuel de 1,8m par siècle. Dans 30 à 80 millions d'années il devrait s'écraser à la surface de Mars, ou plus

probablement lorsqu'il dépassera sa limite de Roche en-dessous de 7100km, il se brisera pour former un anneau planétaire. Sa structure est peut être formée d'un congloméra de roches et de glaces ou poreuse, car sa densité n'est que de 1,85. La couleur de sa surface et sa densité sont très proches de celles d'un astéroïde de type C (chondrite carbonée).

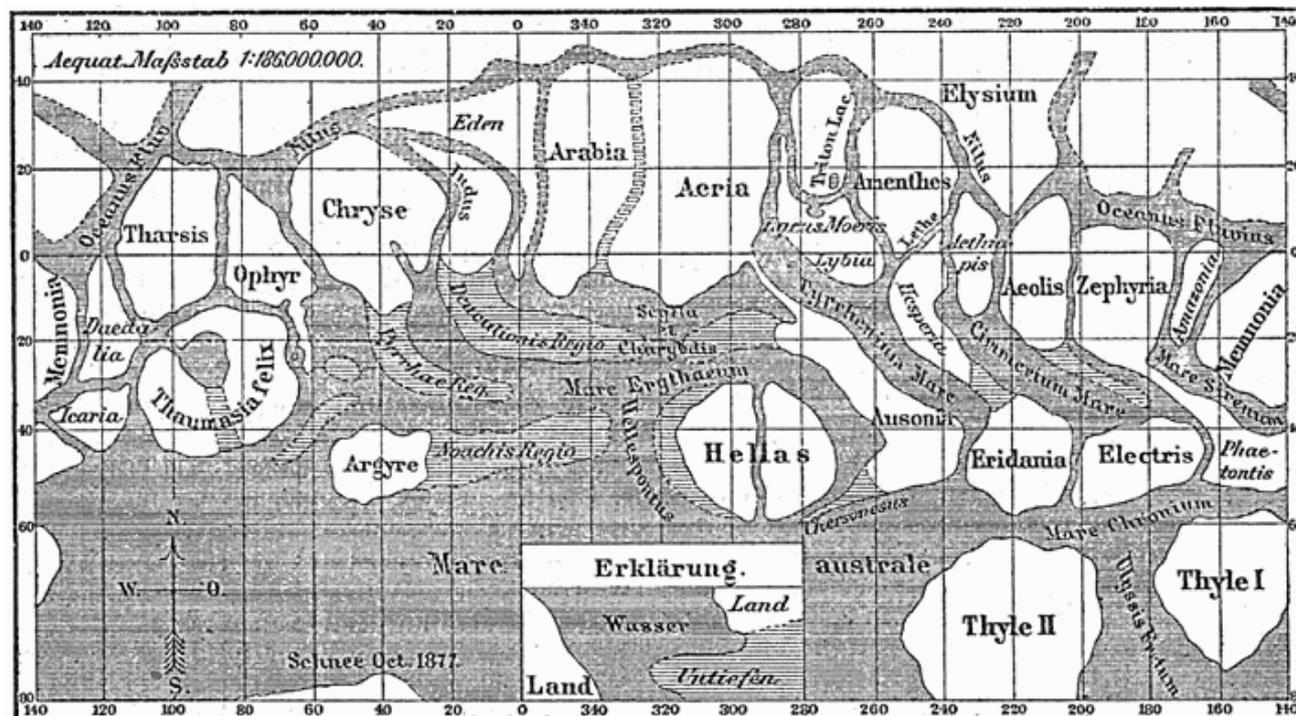
Deimos a une orbite dont le demi grand axe a pour valeur 23460km, elle est très peu inclinée sur l'équateur comme celle de Phobos. Ces dimensions sont : 15x12x10,4km. Sa surface est d'une couleur noire rougeâtre, très sombre, couverte d'une couche de régolithe estimée à 100m d'épaisseur, effaçant les reliefs et en particulier les cratères d'impact qui sont partiellement comblés. Deimos a une faible densité de 2,2 qui fait penser à un congloméra de roches et de glaces, ou un corps poreux. Sa couleur et sa densité sont très proches de celles des astéroïdes de type C (chondrite carbonée). Il est situé légèrement au-delà de l'orbite synchrone de Mars (17000km), et il s'éloigne lentement de la planète. Il est en rotation synchrone avec Mars et lui présente toujours la même face, avec des périodes de rotation et de révolution identiques et égales à 30h 18min. A cause de sa proximité de la planète et de sa faible inclinaison il ne peut être vu depuis la surface martienne qu'entre -82° et $+82^{\circ}$ de latitude. Il se lève à l'est et se couche à l'ouest. Sa course dans le ciel par rapport à un point de la surface de Mars est très lente puisqu'il lui faut deux jours et seize heures pour aller de l'est à l'ouest. Pendant ce temps il présente deux fois ses phases croissantes et décroissantes.

Johannes Kepler pensait que le nombre de satellites était organisé selon un ordre croissant à partir de la Terre. Ainsi il supposait que Mars avait deux satellites, 4 pour Jupiter, 8 pour Saturne, etc. Ce qui s'est révélé exact seulement pour Mars. Cette idée fut reprise par **Jonathan Swift**, (1667 / 1745), écrivain irlandais, auteur des **Voyages de Gulliver** publié en 1726, dans lequel les périodes de révolution données aux deux satellites, sont relativement proches de la réalité. Elle inspira aussi **Voltaire** (1694 / 1745), dans **Micromégas** publié en 1752.



Figure 7 : Phobos avec son cratère Stickney de 11km de diamètre et de 1500m de profondeur. (Photo N.A.S.A prise par Viking 1).

Image 8 : Carte de Mars réalisée par Schiaparelli



Giovanni Schiaparelli, (1835 / 1910), astronome italien, directeur de l'observatoire de Milan. Avec un grossissement de 500 fois, il dresse les premières cartes détaillées martiennes, qui constituèrent un réel progrès, car elles étaient faites à partir de mesures, mais elles avaient souvent des schématisations excessives. Sur l'une d'elles, il nomme **Nix Olimpica** une importante formation. En **1877**, lors de l'opposition, il découvre de nombreux alignements qu'il nomme de nouveau canali. Il voyait sur les régions claires des entrecroisements de lignes fines d'aspect géométrique, qui à certaines époques paraissaient se dédoubler. Certains ne voyaient dans ces lignes qu'une schématisation de détails réels mais d'une structure plus complexe, comme de larges bandes à bords flous ou une succession de taches irrégulières. Pour d'autres, les canaux étaient creusés par des êtres pensants, pour irriguer les régions désertiques de Mars. Il s'ensuivit des discussions longues et animées dans le milieu scientifique sur la réalité de ces lignes.

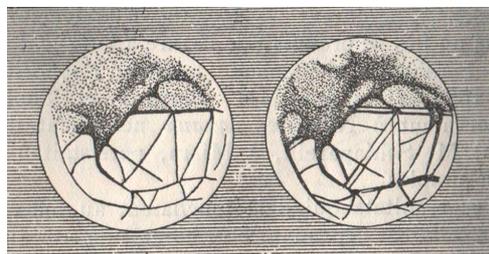


Figure 9 : Dessins de Mars de Schiaparelli : à gauche, la mer du sablier et les canaux ; à droite les canaux sont doublés.

1879 : Nouvelle opposition, **Schiaparelli** confirme l'existence des canaux.

1886 : Encore une opposition mais avec l'amélioration des instruments, les meilleurs spécialistes observent de nouveau ces alignements et confirment la théorie des canaux.

1880 : **Camille Flammarion**, publie son « astronomie populaire ». Pour la première fois un livre met à la portée du public toutes les connaissances de l'astronomie,

en particulier tout ce qui concerne le système solaire, les étoiles et l'univers connu à cette époque. Cet ouvrage reçoit le prix Montyon de l'Académie française.

1881 : Camille Flammarion reçoit pour ses travaux de vulgarisation la Légion d'Honneur.

1883 : Camille Flammarion, fonde son observatoire à Juvisy-sur-Orge.

1887 : Camille Flammarion, fonde la **Société Astronomique de France**, dont il devient le premier président. Il en dirige aussi le bulletin mensuel.

1892 : William Henry Pickering, (1858 / 1938), astronome américain, observe durant l'opposition des groupes de taches sur Mars qu'il pense être des lacs.

1892-1902 : Camille Flammarion, publie en deux volumes: « **centralisation et discussions de toutes les observations faites sur Mars** », où il analyse à partir de ses observations, ainsi que de toutes les observations connues effectuées depuis 1636, les conditions d'habitabilité de la planète Mars. Il pense qu'elle est pourvue de canaux et de mers, et émet l'hypothèse qu'il y a peut être « une race supérieure à la nôtre » sur cette planète.

1894 : Percival Lowell, (1855 / 1916), astronome amateur aisé américain. Il commence à s'intéresser à l'astronomie en 1890, après avoir eu des contacts avec l'astronome William Pickering. Il se prend de passion pour l'étude de Mars après avoir lu les ouvrages de Camille Flammarion, et décide d'y consacrer sa vie. Le 16 avril 1894, il se fait construire un observatoire à 2300m d'altitude à Flagstaff en Arizona. Poursuivant le travail de Giovanni Schiaparelli, il confirme l'existence des canaux et en fut un fervent défenseur. Il était convaincu de l'existence des Martiens. Il tentera de trouver des preuves de la présence de l'eau liquide sur la planète rouge, car à partir de 1905, il équipa son observatoire avec la photographie, ce qui lui permit d'obtenir des clichés relativement nets, avec lesquels il eut la confirmation de l'existence des canaux, il en trouva jusqu'à 400. Lowell publia aussi trois ouvrages sur Mars (en 1895, 1896, 1908) qui furent très populaires.

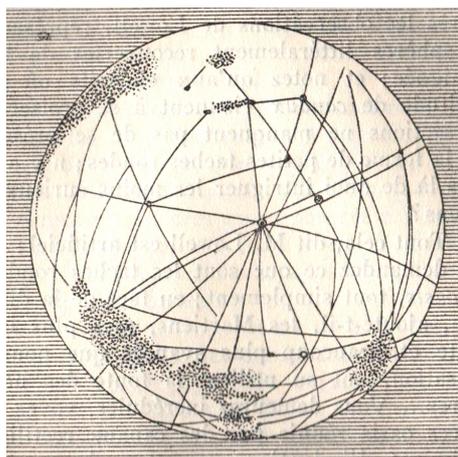


Figure 10 : Dessin de Mars par Percival Lowell.

1894 : Dès cette date, certains scientifiques commencent à émettre des doutes sur la présence d'eau dans les « mers » martiennes. **Edward Emerson Barnard**, (1857 / 1923), astronome américain, observateur de grand talent, découvreur de l'étoile qui porte son nom, déclare n'avoir jamais vu de canaux sur Mars lors de ses observations.

1898 : Le romancier britannique, **Herbert Georges Wells** (1866 / 1946), publie « **la guerre des Mondes** ». Dans ce roman de fiction, les Martiens envahissent la Terre, usant de "rayons ardents", d'armes chimiques et de tripodes. Les Martiens dévastent l'est de l'Angleterre ainsi que Londres, mais n'étant pas immunisés contre les maladies terriennes, ils finissent par succomber. Le mythe du Martien envahissant la Terre va marquer l'imaginaire de plusieurs générations d'humains, il sera repris au cinéma dans les envahisseurs de la planète rouge (1953), l'invasion vient de Mars (1985), etc...

1903 : **Edward Walter Maunder**, (1851 / 1928), astronome anglais, de l'observatoire de Greenwich, surtout connu comme observateur du magnétisme solaire. Ses observations de la planète rouge, l'amènèrent à être très réservé sur la présence des canaux martiens. Après avoir réalisé des expériences visuelles à l'aide de disques comportant des marques, il fut amené à nier l'existence des canaux qui d'après lui n'était qu'une illusion d'optique.

1907 : Le naturaliste britannique **Alfred Russel Wallace**, (1823 / 1913), co-découvreur de la théorie de l'évolution par la sélection naturelle avec Charles Darwin, publie « **Mars Habitable ?** ». Pour écrire ce livre, l'auteur fit de nombreuses recherches et consulta des experts. Il démontra que les analyses spectroscopiques de l'atmosphère martienne ne montraient aucune présence de vapeur d'eau. Que les basses températures et la faible pression atmosphérique sur la surface de Mars ne permettaient pas que l'eau reste liquide.

Lors des **oppositions de 1907 et de 1909** à Flagstaff, au mont Wilson, à Yerkes et au Pic du Midi, d'excellentes photographies furent obtenues et confirmées par des observations visuelles à l'observatoire de Meudon (voir ci-après). Elles ont révélé la véritable nature des configurations naturelles de la surface de Mars.

1909 : **Camille Flammarion** avec d'autres chercheurs commence à contester les thèses de Percival Lowell. Ils pensent que la pression atmosphérique de Mars doit être très ténue, comparable à celle régnant sur Terre à 15000m d'altitude.

Edward Walter Maunder, fait remarquer que la température martienne doit descendre jusqu'à -135°C à cause de l'éloignement du Soleil, ce qui ne permet pas à l'eau d'être liquide, donc c'est encore une preuve que les canaux ne peuvent exister.

20 septembre 1909 : **Eugène Antoniadi**, (1870 / 1909), astronome amateur formé à l'observatoire de Camille Flammarion, à l'origine partisan des canaux. Il est invité à l'observatoire de Meudon pour observer la planète Mars dans la plus grande lunette d'Europe. Il voit bien des taches mais aucun réseau géométrique. A la suite de cette observation il télégraphie à Lowell « lunette de Meudon trop puissante pour montrer les canaux ». Le **27 décembre 1909**, il écrit que l'aspect de la planète Mars est comparable à celui de la Lune. La crédibilité de l'existence des canaux commence sérieusement à se fissurer, mais Lowell persistera à rechercher la présence de l'eau sur Mars.

1912 : **Edgar Rice Burroughs**, (1875 / 1950), romancier américain, créateur de « Tarzan l'homme singe » commence à publier le « **cycle de Mars** » comprenant onze titres dont neuf romans et deux recueils de nouvelles qui vont paraître entre 1912 et 1964 comprenant entre autres « Les conquérants de Mars » paru en 1912, « Les Dieux de Mars » paru en 1913, « Le guerrier de Mars » paru en 1914, « La princesse de Mars » paru en 1916, etc...

1912 : **Edward Walter Maunder**, fait dessiner à un groupe de 200 élèves, ignorant la controverse sur les canaux martiens, une vue de la planète rouge d'après une carte fixée au tableau, sur laquelle figure à la place des canaux des séries de petits points alignés, suivant les observations faites au télescope. Les élèves des premiers rangs copient bien les points, ceux des rangs intermédiaires dessinent des lignes, ceux du fond de la salle représentent des taches noirâtres là où se trouvent les formations sombres de Mars.

1913 : La théorie des canaux de Mars cesse dans le monde scientifique avec la publication des résultats de l'expérience de 1912 de **Maunder**. Mais l'existence des martiens restera encore longtemps populaire auprès du grand public.

certain aura déclenché un extraordinaire phénomène de schizophrénie collective, liée à la croyance populaire bien tenace d'une civilisation martienne.

1947 : Gérard Piéter Kuiper, (1905 / 1973), astronome néerlandais puis américain, directeur des observatoires Yerkes et Mc Donald. Il confirme la pauvreté en oxygène et en vapeur d'eau de l'atmosphère martienne et détermine que le dioxyde de carbone en est le constituant principal. Il participe aussi à l'identification du spectre en absorption de la glace d'eau dans les calottes polaires.

1950 : Audouin Charles Dollfus, (1924 / ----), astronome français, étudiant de Bernard Lyot. Il a travaillé comme astronome à l'observatoire de Meudon et du Pic du Midi. L'utilisation de la polarisation de la lumière pour étudier la surface des planètes est sa méthode préférée. Après avoir étudié la lumière polarisée de plusieurs centaines de minéraux terrestres, il détermine que seule la limonite pulvérisée, (un oxyde de fer terrestre), a la couleur et la luminosité des régions claires de Mars. Ce qui suppose que le sol martien pourrait être composé d'oxyde de fer. Souvent ce minéral est pulvérulent, et la couleur jaune que prend parfois l'atmosphère martienne serait due à des vents violents soulevant cette poussière. Ce qui remet en cause la théorie des volcans martiens en activité projetant des cendres. Cependant **Gérard Kuiper** trouva que les roches ignées à grains fins donnaient de meilleurs résultats que la limonite. Par la suite on a su que c'était Audouin Dollfus qui avait raison.

Ray Bradbury, (1920 / ----), écrivain américain publie « **Les chroniques martiennes** ».

1951 : Arthur C. Clarke, (1917 / 2008), auteur et inventeur britannique, publie « **Les sables de Mars** ». (Il est aussi l'auteur de : 2001, l'Odyssée de l'Espace.)

1952 : Wernher Von Braun, (1912 / 1977), ingénieur allemand puis américain. Il écrit le scénario d'une expédition humaine vers Mars « **The Mars Project** ». En 1957 il collabore avec Walt Disney pour la réalisation du film : « Mars and Beyond ».

1955 : Gérard Kuiper, observe que les volcans terrestres rejettent beaucoup de vapeur d'eau, puisque l'atmosphère martienne est pauvre en eau, puisqu'il n'y a pas de volcan actif sur Mars. Les zones sombres sont donc composées du même minéral que les zones claires, ou alors elles sont recouvertes d'une végétation primitive qui change légèrement au gré des saisons. Hypothèse liée à une vie martienne.

1955 : Les Editions Flammarion, republie « **l'astronomie populaire de Camille Flammarion** », remise à jour sous la direction de Gabrielle Camille Flammarion et de André Danjon, directeur de l'observatoire de Paris. Dans le chapitre qui concerne la planète Mars on peut lire entre autres :

En ce qui concerne les observations photographiques : la plaque sensible est un récepteur d'images qui était moins parfait que celui de la rétine de l'œil à ses débuts, mais qui a fait constamment des progrès. L'avantage de la photo, c'est qu'elle permet de faire des documents à la fois impersonnels et permanents, qu'on peut étudier par la suite à loisir. Les premières photographies obtenues par **Vesto Malvin Slipher**, (1875 / 1969), astronome à l'observatoire Lowell, montraient une grande quantité de détails. Les canaux y étaient représentés par de larges traînées diffuses sans la moindre trace d'un réseau géométrique. Il restait à éliminer la granulation des plaques qui nuisaient à la netteté des images. Ce sera la méthode des images composites qui y parviendra, appliquée pour la première fois avec succès par **Bernard Lyot**. La méthode consiste à prendre sur une même plaque dans un temps très court, un grand nombre d'images, puis on les fait concourir toutes lors de l'obtention d'une

image positive, grâce à un système de repérage approprié. Au développement apparaît une image positive dépourvue de granulation, et sur laquelle sont vus les plus petits détails.

Avec l'emploi du polarimètre, **Audouin Dollfus**, au pic du midi a constaté que la courbe de polarisation s'écartait notablement de celle de la glace ordinaire, et qu'elle différait aussi de celle de la neige et du givre. Mais en expérimentant en laboratoire sous une pression très faible, comparable à celle de Mars, le polarimètre donnait la même courbe pour le givre. Les calottes polaires sont donc constituées, par du givre formé sous une faible pression à basse température. Connaissant la vitesse de régression des calottes et la quantité de chaleur reçues du Soleil, on trouve que le dépôt de givre est seulement de quelques centimètres. L'eau existe donc à la surface de Mars, mais en quantité infime, et seulement à l'état solide ou gazeux.

Les vastes régions ocrées appelées continents recouvrent la plus grande partie de l'hémisphère boréal de Mars, c'est au photomètre, au spectrographe et au polarimètre que ces sols sont analysés. Les courbes de polarisation de la lumière sont semblables à celles de certaines roches terrestres finement pulvérisées, ce sont des cendres volcaniques ou des oxydes de fer hydratés. La limonite possède à l'état pulvérulent toutes les propriétés optiques du sol martien.

Figure 12 : La même région martienne pour quatre oppositions successives (08 /10/41, 02/12/43, 25/01/46, 15/02/48). Suivant la distance de la planète, le diamètre vu dans le même instrument a varié, et la ligne des pôles a tourné de la droite vers la gauche.



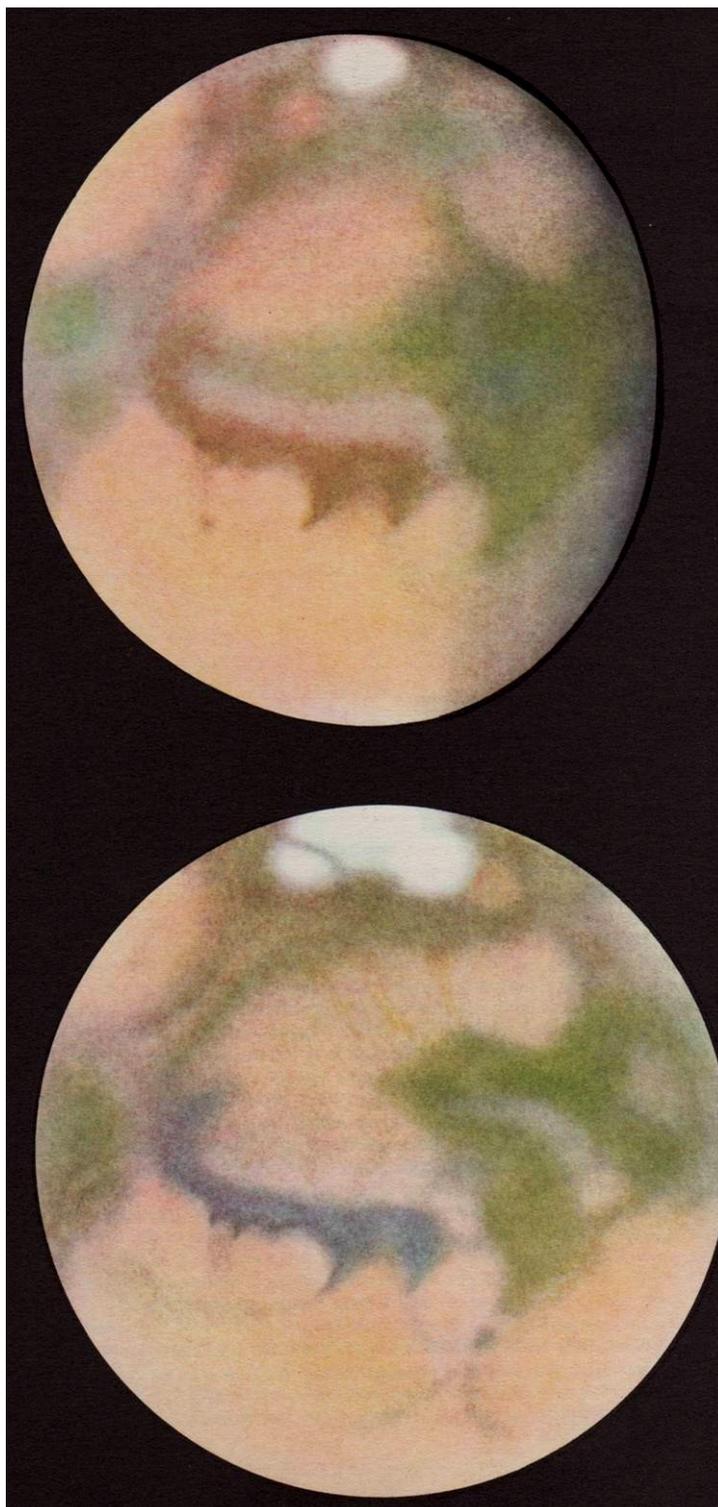
A propos de l'atmosphère : A cause de sa petite taille, Mars n'a pu retenir qu'une atmosphère raréfiée et moins nuageuse que la nôtre. Elle atteint les vingt deux centièmes de l'épaisseur terrestre, la pression serait seulement de 85 millibars. Quant à sa composition chimique déterminée à l'aide du spectrographe, l'oxygène serait en très petite quantité et n'a pu être décelé, ainsi que la vapeur d'eau. Le seul gaz qui manifeste sa présence est le gaz carbonique, deux fois plus abondant que sur la Terre. Il est vraisemblable que le gaz le plus abondant est l'azote avec un peu d'hydrogène et un peu d'hélium. On décèle dans cette atmosphère des voiles jaunes qui s'observent rarement, dus probablement à des vents de sable, qui peuvent recouvrir de vastes régions pendant plusieurs jours consécutifs. On y voit aussi des nuages blancs bien visibles à travers un filtre rouge, qui parfois se déplacent rapidement, révélant ainsi l'existence de vents qui peuvent atteindre 40km /h. Ces nuages sont formés de cristaux révélés par le polarimètre, ce sont des cirrus.

A propos de la température : Mesurée au moyen de thermocouples, la température moyenne du globe est de -20°C , donc inférieure de 34°C à celle de la Terre. A midi elle serait d'environ 0°C et la nuit de -60°C . Une température diurne si considérable ne peut s'observer que sous une atmosphère très ténue.

La température moyenne des régions polaires est comprise entre -60°C et -70°C . Le Soleil est le principal agent des mouvements atmosphériques. Il transforme l'eau ou la glace en vapeur et en assure la diffusion. La succession des jours et des nuits et celles des saisons se traduit par des variations de températures, lesquelles sont la cause des mouvements généraux de l'atmosphère. La faible densité de l'atmosphère de Mars et l'absence presque complète de condensations aqueuses font que la météorologie martienne y est beaucoup moins capricieuse que sur notre globe.

A propos des changements saisonniers :

La vapeur d'eau diffuse au printemps de l'un des pôles vers l'équateur, et de là vers l'autre pôle où elle se condense sous forme de givre. Les régions les plus sensibles au rythme des saisons sont les mers (taches sombres), situées presque toutes dans l'hémisphère austral. Elles s'assombrissent au printemps martien, elles se déforment, se colorent, et cette activité dure tout l'été. A l'approche de l'automne, elles reprennent leur couleur primitive. La structure même du sol de Mars se modifie au cours du cycle saisonnier, elle dépend peut-être de la température et de l'humidité. Ces changements saisonniers sont-ils dus à une végétation qui se développerait au printemps, pour s'étioler et disparaître à l'automne ? C'est la première explication qui s'offre à l'esprit. Mais les bandes d'absorption du spectre de la chlorophylle n'ont pas été observées, et il a été trouvé une certaine analogie entre le spectre infrarouge de Mars et celui de cryptogames de la famille de nos lichens. Cependant les ultraviolets solaires ne sont pas absorbés par l'atmosphère de Mars, comme ils le sont par



celle de la Terre, et en conséquence les pigments des lichens seraient détruits rapidement

Figure 13 :

Changements saisonniers à la surface de Mars pour la même région de la planète au printemps martien (figure du bas), et en été (figure du haut). À remarquer sur la figure du haut la planète présente une phase, et la calotte polaire est très diminuée.

1955 : L'astronome américain **Gérard Kuiper**, observe que les volcans terrestres rejettent beaucoup de vapeur d'eau, puisque l'atmosphère martienne est pauvre en eau, il n'y a pas de volcan actif sur Mars. Les zones sombres sont composées du même minéral que les zones claires, ou alors elles sont recouvertes d'une végétation primitive qui change légèrement au gré des saisons. Hypothèse liée à une vie martienne.

1957 : **L'U.S Air Force** mène en laboratoire des expériences sur des micro-organismes terrestres en reproduisant les conditions martiennes. Les spécialistes observent que ces micro-organismes peuvent survivre en état de léthargie ou d'hibernation, que leur croissance et leur reproduction dépendent des variations climatiques, de l'humidité, de la lumière et de la présence ou non de rayonnement ultraviolet.

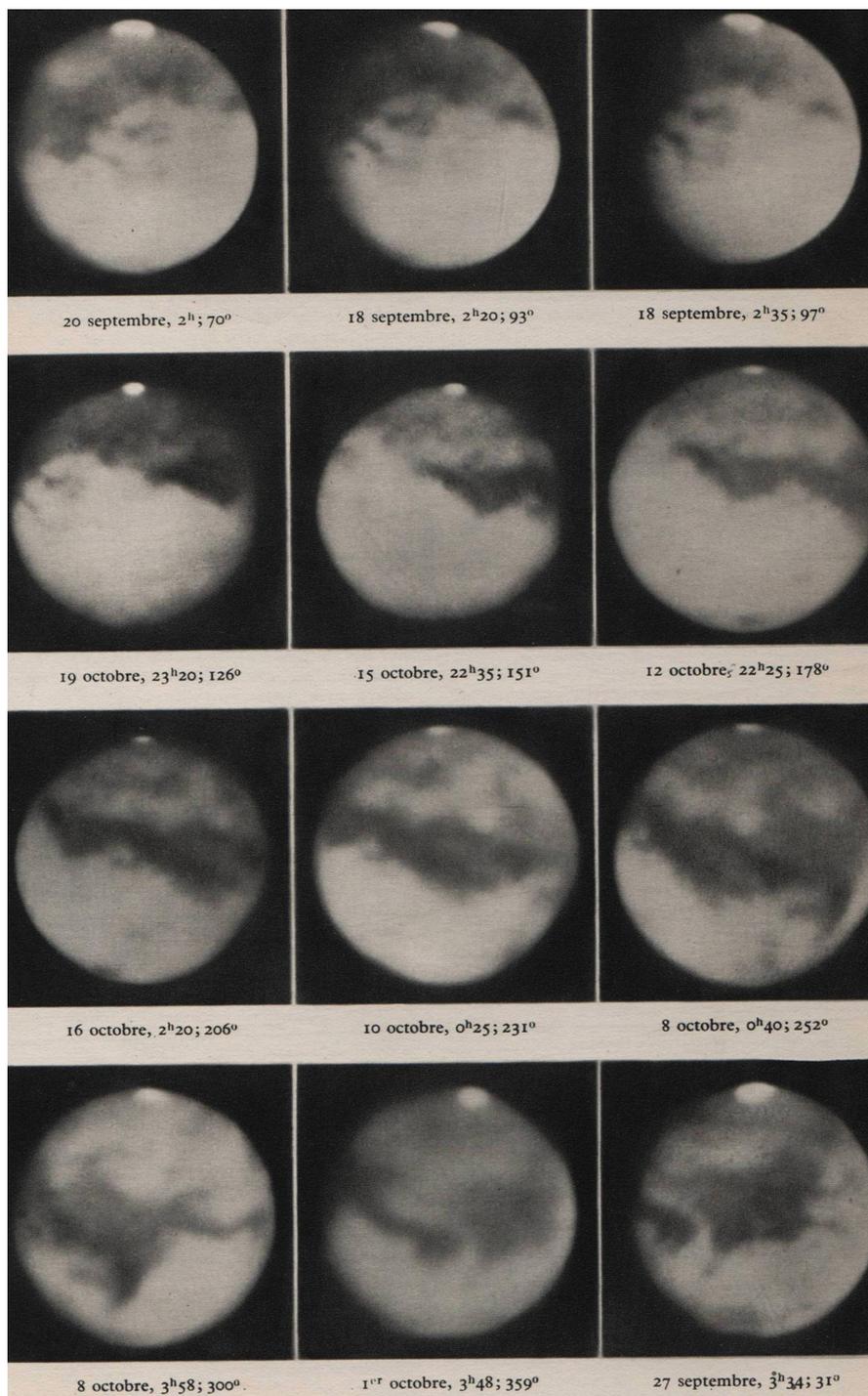


Figure 14 : Le tour de la planète Mars en photos, obtenues avec une lunette de 38cm à l'observatoire du pic du Midi, au voisinage de l'opposition de 1941 par B. Lyot, H. Camichel et M. Gentili. Ces clichés résultent de la superposition de nombreuses photos distinctes par la méthode des images composites (voir l'article précédent sur l'astronomie populaire des éditions Flammarion en 1955). Ce premier chapitre, a montré que la connaissance de la planète Mars a progressé grâce à de nouveaux instruments qui ont été peu à peu perfectionnés et à des expériences en laboratoire. Au Début de la conquête spatiale par L'URSS, et au moment où la NASA va être créée aux Etats-Unis, les connaissances sur la planète Mars se limitent aux

grandes structures de la surface, qui apparaissent souvent encore bien floues. Il ne faut pas oublier que dans les meilleures conditions d'observation, lors des oppositions, la planète Mars est au minimum, environ cent cinquante fois plus éloignée que la Lune, et qu'il n'est pas possible de voir des détails aussi petits que sur notre satellite. L'espoir d'y trouver une forme de vie reste populaire même auprès des scientifiques car les couleurs des terrains varient selon les saisons.

La seule solution qui se présente, c'est d'aller voir sur place. Ce sont les progrès de l'astronautique qui vont le permettre, et révéler la véritable nature de la planète rouge. Ce sera l'objet des chapitres suivants.

A suivre...

G. F.

Appendice

Rapprochement Terre-Mars :

Mars est la planète la plus proche de la Terre. Cependant son excentricité de 0,0934 est actuellement relativement importante, car dans le passé elle a été beaucoup plus circulaire. Il y a 1,35 millions d'années elle n'était que de 0,002. L'excentricité de Mars évolue selon deux cycles superposés, l'un a une période de 96000 ans, l'autre de 2,2 millions d'années. Dans les 25000 prochaines années cette excentricité croîtra encore un peu.

La distance entre la Terre et Mars est la plus faible lorsque les deux planètes sont en opposition, c'est-à-dire quand la Terre se situe entre le Soleil et Mars. Ces oppositions surviennent approximativement tous les 780 jours, mais compte tenu des ellipticités et de l'inclinaison de l'orbite de Mars sur l'écliptique, le moment de l'opposition peut différer de quelques jours, ainsi que la distance entre les deux planètes. C'est lorsque Mars est à son périhélie que l'opposition est la plus favorable, ce qui se produit environ tous les 15 ans, après 7 oppositions. Cette distance se situe aux alentours de 56 millions de kilomètres. Ainsi, le 27 août 2003 elle était de 55,758 millions de kilomètres et le diamètre apparent de Mars était de 25,13'' d'arc.

Il faudra attendre le 15 août 2050 pour avoir une opposition aussi favorable, à 55,957 millions de kilomètres avec un diamètre apparent de 25,04'' d'arc.

Phase maximale de la planète Mars : Les planètes supérieures ne passant jamais entre le Soleil et la Terre, on ne les voit jamais en croissant ou en quartier, car elles ont des phases peu marquées. On montre que leur angle de phase SMT prend la plus grande valeur possible lors d'une quadrature, alors que le triangle SMT est rectangle avec la Terre. Pour Mars cet angle de phase ne dépasse jamais 46°, la forme du disque gibbeux de la planète étant alors celle de la Lune trois jours et demi avant ou après la pleine lune. Cette phase se voit dans une lunette d'amateur, mais Galilée en avait seulement soupçonné l'existence.

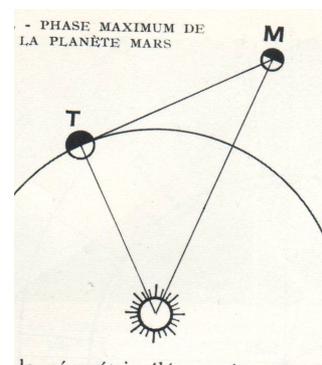


Figure 15