

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Band:** 28 (1970)  
**Heft:** 119

**Artikel:** Approche des planètes : missions Mariner et Vénus  
**Autor:** Thurnheer, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899869>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

teil der ganzen Sonnenfläche ist, und dass auch das Band, das Merkur überstreicht, recht schmal ist. Wer dies jetzt beobachtet hat, konnte nun einmal selbst die nicht unbekannte, aber doch recht interessante Feststellung machen, dass der Kern eines Sonnenflecks, die Umbra, gar nicht «völlig schwarz» ist, die Merkurscheibe war noch «schwärzer». Wir wissen, dass die Kerne der Sonnenflecke nur wegen des starken Kontrastes gegen die so helle Photosphäre der Sonne daneben so dunkel erscheinen; ihre Temperatur ist je nach der Grösse des Flecks 1000–1500° niedriger als die der Photosphäre, drum senden sie nach bekannten Strahlungsgesetzen weniger Licht aus, aber immer noch ziemlich viel Licht, denn auch sie sind noch einige tausend Grad heiss. Man kann auch die Umbra photographieren und Details darin erkennen, kann auch ihr Spektrum aufnehmen, aber die photographische Emulsion ist nicht imstande, derart grosse Intensitätsunterschiede zu überbrücken, dass man mit einer Aufnahme richtig belichtete Bilder von der Photosphäre und von Fleckenkernen erhält. Auch unser Auge vermag das nicht, obwohl bei der Überbrückung grosser Intensitätsunterschiede seine Fähigkeiten die der photographischen Platte noch übertreffen. Man konnte aber bei diesem Merkurdurchgang visuell und photographisch mit Sicherheit erkennen, dass die Fleckenkerne noch nicht die niedrigste Intensitätsstufe darstellen, dass sie also offensichtlich doch noch Strahlung aussenden, denn die Merkurscheibe war deutlich schwärzer.

Wir können hier einige Aufnahmen präsentieren, die von Herrn LENNART DAHLMARK aus Stockholm vom durch einen 125/1300mm-Refraktor entworfenen Projektionsbild der Sonne auf Gevaert Copex Pan-Emulsion gewonnen und uns dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurden. Die 4 Aufnahmen erfolgten um 12.00, 12.02, 12.06 und 13.09 Uhr MEZ. Das erste Bild zielt unser Titelblatt, und man sieht auf den beiden ersten Bildern sehr deutlich, wie sich die schwarze Mer-

kurscheibe von 12" Durchmesser (woraus man sogleich den Maßstab des Bildes ablesen kann) dem Sonnenfleck nähert und wie sie merklich schwärzer ist als der Fleckenkern. Um 12.06 hat Merkur den unteren Teil der Umbra verdeckt, und auch hier ist die grössere Schwärzung zu erkennen. Die Aufnahme um 13.09 zeigt den letzten inneren Kontakt des Planeten, bevor er die Sonnenscheibe wieder verlässt.

Wer diesen Merkurdurchgang und vor allem diese Bedeckung des Sonnenflecks beobachten konnte, hat ein wirklich sehr seltenes, für unsere Generation wahrscheinlich einmaliges Phänomen miterleben können. – Es ist doch schön, auch nach den Vorgängen am Himmel zu schauen!

*Adresse des Verfassers:* Prof. Dr. HELMUT MÜLLER, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich.

## Passage de Mercure devant le Soleil, 9 mai 1970

Ce passage a pu être observé à Conches (GE) de 11.15 à 12.08 HEC. 13 photos ont été prises au moyen d'un télescope Questar de 89 mm de diamètre accouplé à un Leica muni d'un dispositif réflex (vitesse  $1/100$  s, sur film Kodak Plus X 22 din). Les observations visuelles ont été effectuées avec un oculaire de 40 x.

Les clichés permettent de suivre la marche de Mercure devant le Soleil en direction d'une tache que la planète a dû atteindre vers 12.10 HEC, au moment où les nuages venaient malheureusement de cacher entièrement le phénomène.

A la Société Astronomique de Genève, plus de cent personnes se sont succédées de 7 h du matin à midi sur la terrasse du Faubourg, où trois instruments avaient été montés à l'intention des visiteurs. Ce fut un très grand succès, dont il a même été question dans les journaux.

EMILE ANTONINI, Conches-Genève

## Approche des Planètes

Missions Mariner et Vénus

par JEAN THURNHEER, Lausanne

### *Introduction*

Il est incontestable que le développement de la recherche spatiale a fait progresser à pas de géant l'approche des planètes.

Je ne parlerai pas de la Lune: les journaux, les films et la télévision ont largement diffusé son approche ainsi que la descente de plusieurs astronautes sur son sol.

Mentionnons par contre le gros travail de précision, la finesse et l'astuce du premier satellite-observatoire américain *OAO 2*, placé en orbite terrestre circulaire à 770 km. Il a été lancé en décembre 1968, et en six mois analysa plus de 50 000 étoiles (analyse chimique et dans l'ultraviolet).

Un des buts de cet article est de vous présenter les différents satellites artificiels ou plutôt les sondes qui ont permis l'approche d'une planète intérieure, Vénus, par des engins russes, les *Vénus 4, 5 et 6*, ainsi que par les sondes américaines *Mariner 2 et 5*, et l'approche d'une planète extérieure, Mars, par les sondes *Mariner 4, 6 et 7*.

Il est indispensable de vous présenter tout d'abord les caractéristiques de ces différentes sondes, qui diffèrent de conception dans les structures extérieures, mais dont les missions étaient identiques.

Ensuite, nous examinerons leurs résultats, but primordial de cet article.

### Missions vers Vénus

La première expérience d'approche de Vénus à l'aide d'une sonde fut celle de *Mariner 2*, engin américain lancé le 27 août 1962 du Cap Canaveral au moyen d'une fusée Atlas-Agena B.

Cette sonde en forme de cône, avec une base hexagonale et d'un poids de 200 kg environ, était équipée, outre les appareils de croisière, d'un viseur infra-rouge et d'un radio-télescope (accordé sur la longueur d'onde 15.5 et 19 mm) auxquels un moteur électrique pouvait commander un mouvement de va-et-vient selon un angle de balayage de 120°.

Par rapport à Vénus, la trajectoire de *Mariner 2* fut un arc d'hyperbole qui devait amener l'engin à passer le 14 décembre 1962 à 34000 km de la planète, après un vol de 107 jours. La durée du passage au voisinage de Vénus dura 42 minutes.

Après dépouillement des signaux, il se révéla que le magnétomètre n'avait décelé aucun champ magnétique, ce qui s'accorderait bien avec une rotation lente de la planète.

Au préalable, trois sondes avaient été lancées par les Soviétiques, mais elles cessèrent d'émettre avant d'arriver au but.

Une quatrième tentative de l'Union soviétique eut lieu avec *Vénus 2* qui passa à 24000 km de la planète le 27 février 1966, mais le contact avait été perdu cinq jours avant le passage.

Les ingénieurs russes entreprirent d'effacer cet échec, et le 12 juin 1967 ils lancèrent depuis la base de Tyuratam une nouvelle sonde, *Vénus 4*, entièrement automatique. Elle se composait de deux parties: l'étage supérieur et la sphère, de 383 kg, qui fut larguée après un vol de 4 mois au-dessus de la planète, le 18 octobre 1967. L'engin comportait une sérieuse protection thermique.

À 26 km du sol, un parachute fut déclenché (à cette altitude, la pression est d'une atmosphère) qui provoqua le déploiement du parachute principal en tissu thermo-résistant capable de supporter 450°. Après 94 minutes de descente, la sonde toucha le sol à 7 h 10. Pendant la descente, à 25 et 22 km, intervinrent des analyses chimiques de l'atmosphère, qui en donnèrent la composition suivante:

90 à 95 % de gaz carbonique  
0.4 % d'oxygène  
1.6 % de vapeur d'eau  
2 à 4 % d'azote

La pression se situe entre 12 et 22 atmosphères. Une couronne d'hydrogène a été décelée, mais beaucoup plus ténue que celle de la Terre.

Aucun champ magnétique ni aucune ceinture de radiations n'ont été décelés, et la température relevée au sol était de 280° C.

Presque en même temps, la sonde américaine *Mariner 5*, lancée le 14 juin 1967, passa le 19 octobre à 3200 km de Vénus après un voyage de 350 millions de km.

L'appareillage de cet engin était très complexe. Il comprenait un senseur photométrique destiné à la mesure de la densité et de la distribution de l'oxygène et de l'hydrogène de la haute atmosphère, un déphaseur permettant une occultation radio pour étudier les effets de l'ionosphère et de l'atmosphère de la planète, des détecteurs de radiations destinés à déceler la présence de ceintures de radiations autour de la planète, un magnétomètre à vapeur d'hélium appelé à déterminer la force du champ magnétique ainsi que le flux du vent solaire autour de Vénus, enfin un équipement permettant d'effectuer deux expériences relatives à l'étude du Soleil.

Le poids de *Mariner 5* était de 245 kg. L'engin transmet des informations précieuses sur l'environnement de la planète: elle ne possède pas de champ magnétique (ou, s'il existe, il est très faible) ni de ceinture de radiations, mais elle a par contre une couche atmosphérique ionisée comparable à l'ionosphère terrestre.

Les mesures de *Mariner 5* et de *Vénus 4* se recourent en partie et se complètent. Certaines ont subi des altérations au passage à travers l'atmosphère de Vénus, et quelques instruments – en particulier les manomètres de *Vénus 4* – n'ont pas supporté les conditions physiques extrêmes qui leur étaient imposées: ils ont été «saturés» avant d'atteindre le sol, et les valeurs publiées n'ont été obtenues que par extrapolation des valeurs enregistrées avant l'arrêt du fonctionnement.

Tout compte fait, ces deux expériences ajoutent en définitive peu de chose aux mesures déjà effectuées en 1962 par *Mariner 2*.

Forts de ces deux dernières expériences et des difficultés rencontrées, les ingénieurs soviétiques perfectionnèrent les systèmes et surtout la sensibilité des appareils de leurs deux nouvelles sondes, *Vénus 5* et *Vénus 6*, entièrement automatiques.

*Vénus 5* fut lancée le 5 janvier 1969 de la base de Tyuratam. Sa forme est un cylindre équipé de deux ailes de photopiles, et son poids, de 1130 kg. Après avoir parcouru une distance de 350 millions de km, *Vénus 5* largue une sphère d'un mètre de diamètre et d'un poids de 400 kg.

La pénétration de ce module dans l'atmosphère a lieu le 16 mai 1969, et sa vitesse, par frottement aérodynamique, se trouve réduite de 11 700 à 210 m/s. Un parachute se déploie, et la sonde envoie avec son propre émetteur des informations concernant la température, la pression et la composition de l'atmosphère. L'engin se pose en douceur après une descente de 53 minutes.

Le lendemain, soit le 17 mai, un second engin, *Vénus 6*, se pose à 300 km de *Vénus 5*. Les caractéristiques des vols et des engins sont identiques. Les deux capsules de descente sont équipées de radio-altimètres fonctionnant dans la gamme décimétrique. Ces altimètres ont permis d'établir, pendant la descente, toute une série de valeurs de distance à la surface de la planète.

La première analyse eut lieu peu après l'ouverture du parachute et révéla une pression d'environ. 0.5 atm

et une température de 25 ° C. La seconde eut lieu dans une région plus basse à pression voisine de 5 atm et d'une température de 150 ° C.

A bord de *Vénus 6*, la température mesurée était de 60 ° C environ sous une pression d'une atmosphère, et de 225 ° C quand la pression était de 10 atm.

Il faut faire ici une remarque très importante: des courants aériens puissants existent dans les couches basses de l'atmosphère de Vénus, ces dernières, vu l'absence presque complète d'eau, doivent être fortement poussiéreuses et totalement opaques aux rayons solaires.

Deuxième remarque: *Vénus 5* a posé sur le sol de la planète une plaque avec l'effigie de LÉNINE et les armoiries de l'URSS.

Les nouvelles données obtenues au moyen des stations automatiques *Vénus 5* et *6* ont confirmé les mesures réalisées par *Vénus 4* et *Mariner 5*. Toutefois, une différence apparaît dans la concentration du gaz carbonique, qui atteint 93.97% (pour *Vénus 4*: 90%). La teneur en azote et en gaz inertes est de 2 à 5% et la teneur en oxygène ne dépasse pas 0.4%. Quelques traces de vapeur d'eau sont décelées en altitude.

La température et la pression ont été mesurées en moyenne toutes les 40 à 50 secondes. Les valeurs obtenues vont de 25 ° à 320 ° C et pour la pression, de 0.5 à 27 atm. La variation de la température en fonction de l'altitude est proche de l'adiabatique.

La longueur du secteur sur lequel ont été mesurés les paramètres de l'atmosphère était de 36 km pour *Vénus 5* et de 38 km pour *Vénus 6*. Les résultats des expériences réalisées montrent que Vénus possède une atmosphère épaisse et dense et que des températures élevées règnent à sa surface.

Les stations qui ont pénétré dans l'atmosphère de Vénus, à près de 100 millions de km de la Terre, nous ont beaucoup appris sur cette planète. Et nous n'en sommes encore qu'aux premiers vols.

#### *Missions vers Mars*

Une première expérience débute le 28 novembre 1964 par le lancement au Cap Kennedy, au moyen d'une fusée Atlas-Agena, de *Mariner 4*, engin identique aux *Mariners 2* et *5* (missions vers Vénus).

Cette sonde est équipée d'une stabilisation triaxiale pour le contrôle d'attitude. En plus d'un système de référence au Soleil et aux étoiles (*Mariner 4* visait principalement l'étoile Canopus), un système de contrôle d'inertie (gyroscope) a permis d'obtenir l'orientation désirée du véhicule lors des manœuvres.

A bord de cet engin, un nouveau dispositif compresseur pour les radiations solaires a été testé avec succès, et a révélé le 5 juillet une très forte émission d'électrons d'origine solaire.

Le point le plus important de la mission est sans conteste celui qui concerne les télécommunications. Il était nécessaire de disposer d'un système perfectionné, capable de transmettre sans défaillance pendant plus de 8 mois et sur des distances allant jusqu'à 260 mil-

lions de km. Trois stations au sol, réparties en longitude à 120° autour du globe, équipées d'antennes de 28 m de diamètre, assuraient la liaison. Ces stations fonctionnaient environ 9 h par jour et étaient en liaison constante avec le centre de contrôle en Californie. Ce sont les stations de:

Goldstone en Californie

Tibindilla en Australie

Johannesburg en Afrique du Sud.

La puissance de l'émetteur de bord de *Mariner 4* était de 10 W. Les données fournies ont été au nombre de 100 000 par jour.

Le temps écoulé entre l'envoi d'un signal depuis les stations terrestres et l'enregistrement de la réponse permettait de connaître la distance de *Mariner 4*. Le glissement des fréquences des signaux renseignait sur la vitesse d'éloignement.

Trois corrections de trajectoire ont été nécessaires durant le vol d'approche.

Le 15 juillet 1965, après un vol de 238 jours, *Mariner 4* passait à 1 h 57 à 9844 km de la planète.

L'émetteur de bord était couplé à une antenne à faible gain, assurant une couverture suffisante pour les cent premiers jours de vol environ, et à une antenne parabolique à gain élevé, suppléant à la précédente au-delà de cette période. Les fréquences d'émission et de réception étaient respectivement de 2298 et 2116 MHz.

Il est intéressant de noter que les mêmes ondes porteuses ont été utilisées pour les fonctions de localisation, de télémétrie et de télécommande.

Quatre modes de transmission des données avaient été prévus:

- a) données techniques de fonctionnement seules;
- b) données techniques et scientifiques;
- c) données scientifiques seules;
- d) données vidéo préalablement mémorisées et données techniques.

Un commutateur de 100 canaux réalisait l'échantillonnage des diverses données analogiques. Celles-ci étaient converties en mots de 7 bits par un convertisseur analogique-digital.

Pour la retransmission des images de la planète, il était prévu une mémorisation préliminaire des données vidéo à l'aide d'un enregistreur sur bande magnétique à boucle sans fin, ayant une capacité de  $5.24 \cdot 10^6$  bits.

Au préalable, soit à environ 130 000 km de la planète, les premières photographies ont été prises. La caméra balayait ainsi une région de près de 6500 km de longueur dans la partie nord, où régnait l'automne, et par la suite dans l'hémisphère sud, où c'était le printemps. Au moment de la dernière photographie, *Mariner* se trouvait à environ 10 000 km au-dessus de Mars.

La caméra, en l'occurrence un télescope Cassegrain (f/8, 30 cm de focale) permettait de couvrir depuis 10 000 km des surfaces d'environ 240 km de côté. Elle était dirigée presque perpendiculairement à la surface martienne. 21 images ont été prises à la vitesse de 33 cm/s, 17 seulement furent retransmises avec un dé-

roulement lent de 0.16 mm/s. Ces images ont été envoyées au sol à raison de 8 h 20 min par image, et elles allaient se révéler extraordinaires.

La grande surprise fut la découverte de cratères. Sur 17 photographies, 70 cratères apparaissent, les plus grands dépassant 100 km de diamètre. Les régions balayées par la caméra sont le désert de Phlegra et celui des Amazones.

*Mariner 4* ne décèle aucun champ magnétique autour de Mars.

L'analyse de l'atmosphère à une altitude de 10 000 km donne une densité 1000 fois plus faible que pour l'atmosphère terrestre à la même altitude, quelques traces de CO<sub>2</sub>, pas d'oxygène, ni d'ozone.

Le premier cliché de *Mariner 4* met en évidence une formation nuageuse à environ 80 km de hauteur, ce qui laisse supposer l'existence de vents violents.

Un autre résultat intéressant de cette mission est la mesure de l'intensité des radiations dans l'espace entre la Terre et Mars, qui est supérieure à celle mesurée par *Mariner 2* entre la Terre et Vénus. Le compteur a en outre mesuré, lors de l'éruption solaire du 5 février 1965, un flux de particules cosmiques d'origine solaire qui a augmenté d'un facteur 80 (flux de protons de 14 à 70 MeV).

Un petit détail illustre la réussite de cette mission : à fin-septembre 1967, soit deux ans après le passage de *Mariner 4* au voisinage de Mars, le contact était toujours établi, et ceci à l'éloignement maximum de l'engin, soit 335 millions de km de la Terre.

Le 30 novembre 1964, soit deux jours après le départ de *Mariner 4*, l'Union soviétique procéda au lancement d'une sonde interplanétaire. Il s'agit de *Zond 2*, d'une masse de 900 kg, qui fut placée sur une orbite se situant à 215 millions de km à l'aphélie, et 148 millions au périhélie. Son inclinaison était de 1° et sa période de 485 jours. Après un vol de 249 jours, l'engin passa à 1500 km de Mars, le 6 août 1965, mais malheureusement le contact avait été perdu en avril déjà.

Quatre années s'écoulaient avant une nouvelle mission en direction de Mars. Pendant cette durée, en attendant que la fenêtre martienne s'ouvre à nouveau, les Américains perfectionnent les instruments équipant les *Mariners*. Ces sondes sont toutes calquées, à peu de chose près, sur le même modèle, avec leurs panneaux de cellules solaires déployées en croix autour d'une structure octogonale. Les huit compartiments de cette structure contiennent en général les instruments électroniques de mesures pour 7 expériences, un huitième étant réservé aux systèmes de rétrofusées pour les corrections de trajectoire en cours de route, commandées depuis la Terre.

La structure octogonale du corps de la sonde est en magnésium; elle est surmontée d'un tube élané en aluminium, qui n'est autre qu'une antenne de plus de 2 m de hauteur servant de guide-ondes pour le contact radio avec la Terre.

Entre deux panneaux solaires se trouve l'important dispositif d'acquisition de l'étoile Canopus, destiné à

fixer le véhicule dans une position bien déterminée lorsqu'il arrive vers la planète Mars.

Dans l'ensemble, toutes ces expériences vont en s'affinant – au fur et à mesure que la liste des *Mariners* s'allonge – pour mesurer et renvoyer des données toujours plus précises.

1969 est une année très favorable pour une approche de Mars, et les Américains procèdent au lancement d'un nouvel engin : *Mariner 6* est placé, le 25 février 1969, sur une orbite héliocentrique par une fusée Atlas-Agena lancée de la base de Cap Kennedy. L'orbite calculée permet le passage de l'engin à 3400 km de la planète, et ceci le 31 juillet.

Devant le succès de ce lancement, les Américains récidivent le 27 mars, avec un nouveau engin, *Mariner 7*, qui, après des débuts difficiles, est heurté par un météorite qui l'endommage partiellement : 20 canaux de communication sont hors d'usage. À l'approche de Mars, *Mariner 7*, est resté silencieux pendant plusieurs heures. Mais les techniciens de la «Jet Propulsion Laboratory», qui sont chargés de la partie orbitale de la mission, parviennent à envoyer à l'engin les instructions dont l'exécution permet une restructuration électrique de la sonde. Finalement tout s'arrange. *Mariner 7* passe le 5 août à 3400 km environ de Mars en transmettant des images encore meilleures que celles de *Mariner 6*.

*Mariner 6* et *7*, équipés d'appareils plus perfectionnés et surtout plus puissants dans le domaine de la photographie, donnent des clichés cent fois plus détaillés qu'il y a cinq ans. La caméra à haute résolution, en particulier, permet de discerner des détails n'ayant que 300 m de diamètre.

Les images sont retransmises par radio sous forme d'une photo tramée de 704 lignes de 945 points, en tout 665 280 points par photo, chaque point pouvant aller du noir absolu au blanc le plus pur suivant une échelle discontinue de 64 nuances (*Mariner 4* avait envoyé des clichés ne comportant que 40 000 points par image).

Ces photographies montrent une planète dont la surface est constellée de cratères comme celle de la Lune. Elles mettent en évidence aussi des différences très nettes : Mars ne ressemble en effet que très superficiellement à la Lune. La grande différence réside dans la calotte glaciaire au pôle sud de la planète. En outre, à l'intérieur de certains cratères, des formations de glace ont été remarquées. Elles seraient formées par de l'oxyde de carbone gelé.

La photographie n'était pas la seule mission de ces *Mariners*. Une autre, très importante, consistait à analyser l'atmosphère. Un premier résultat d'analyse spectrométrique dans l'UV ne donne pas de trace d'azote dans la haute atmosphère, ce qui n'implique pas qu'il n'existe pas dans les couches très basses et dans le sol.

Par contre, le gaz carbonique CO<sub>2</sub> apparaît comme le principal élément, avec des traces d'hydrogène atomique et d'oxygène.

Une second résultat et une analyse dans l'infra-rouge en radiométrie ont révélé la présence d'ammoniac et de méthane au-dessus des régions polaires. Une hypothèse du Dr PIMENTEL (responsable du programme infra-rouges des missions *Mariner 6* et *7*) note la présence d'un vaste nuage permanent de neige carbonique au-dessus du pôle sud, nuage qui protégerait tout élément vivant des rayons UV émis par le Soleil.

Un troisième résultat très important, décelé également dans l'infra-rouge, a permis de connaître la température en surface. Elle s'élèverait de 17 à 22° C à midi suivant les endroits, et s'abaisserait la nuit à -75° C.

*Mariner 7* a aussi révélé la présence de vagues de neige dues probablement à un vent violent; l'épaisseur en est estimée à environ 1 m. On retrouve de la neige en couches plus minces sur le flanc des cratères, sur les plaines et dans les vallées, au fond des régions basses et au bord des mers.

Les instruments des *Mariners* ont permis d'estimer le diamètre des plus petits cratères à environ 300 m, et celui des plus grands à quelque 800 km de diamètre. Entre les deux, toutes les dimensions sont possibles, et sans doute aussi tous les âges, puisqu'on trouve des cratères qui se chevauchent, les plus récents recouvrant les plus anciens.

Les zones désertiques, contrairement à ce qui se passe sur la Lune, sont beaucoup plus claires que les régions parsemées de cratères. Aucune explication satisfaisante n'est donnée aux changements périodiques de coloration, cet assombrissement qui monte vers le nord à mesure que vient l'été. Une hypothèse toute personnelle serait que le sol très tourmenté réfléchisse plus ou moins la lumière suivant les saisons.

Un problème n'a pas encore été résolu, c'est celui de la formation de brouillard et de nuages dans l'atmosphère martienne. Dans une atmosphère très ténue (5 à 10 millibars), de telles formations ne peuvent être fréquentes. Cependant, un cliché pris par *Mariner 7* montre, sur le limbe, des couches stratifiées diffusantes, ressemblant aux aérosols dans la haute atmosphère terrestre. Leur épaisseur est évaluée à une dizaine de km, et leur altitude serait comprise entre 20 et 40 km. La diffusion est beaucoup plus forte dans le bleu que dans le rouge.

En conclusion, et jusqu'à plus amples renseignements, Mars ne ressemble à rien de ce que nous connaissons à ce jour.

#### Programmes futurs

Du côté de l'Union soviétique, c'est la poursuite du programme vers Vénus avec 2 à 3 sondes et pose de modules sur le sol de la planète, en 1970 et 1971. Nous n'avons aucune connaissance de programme vers la planète Mars.

Nous connaissons par contre les projets américains avec beaucoup plus de précision:

En 1971, deux *Mariners* se placeront en orbite autour de Mars, avec un périplanète à 1000 km d'altitude et un apoplanète à 12000 km, ce qui correspond à une révolution de 12 h et ceci durant quelques mois. Leurs missions seront identiques à celles de *Mariner 6* et *7*.

En 1972, une sonde sera envoyée autour de Vénus et une autre (Pionnier) passera au voisinage de Jupiter.

Le programme de 1973 est très chargé. Tout d'abord, deux sondes auront pour mission de passer au voisinage de Titan, un des satellites de Saturne. Un Explorateur sera placé en orbite Mars, et deux sondes approcheront de Mercure. Enfin, une sonde Pionnier doit passer au voisinage de Jupiter.

Aucune mission n'est prévue pour l'année 1974.

Pour 1975, deux sondes seront mises en orbite autour de Mars, et un module devra se poser sur le sol de la planète. Deux sondes iront également en orbite autour de Vénus, et poseront un module à la surface de la planète.

Aucune mission n'est prévue pour 1976.

1977 prévoit la pose sur Mars de deux modules, un Explorateur en orbite, et une station orbitale autour de Vénus.

Le clou de l'année 1978 sera sans conteste la mise en orbite d'un engin autour de Jupiter. Ce vol sera répété durant la même année, avec probablement un engin semblable.

Quant au voyage habité prévu pour 1980-82 vers la planète Mars, il rencontre une vive opposition de la part d'une grande majorité des représentants américains au Sénat, car le coût de l'opération s'élève à un prix astronomique. Cependant, l'étude d'un module d'atterrissage est en cours aux USA. Il s'agit d'un

Débit d'information en fonction de la puissance d'un satellite et de la distance:

Puissance d'émission	Eloignement de l'engin			
	100 millions km Vénus	300 millions km Mars	1 milliard km Jupiter	6 milliards km Pluton
1 W	16 bauds*	1.6 bauds	-	-
10 W	160 bauds	16 bauds	1.6 bauds	-
100 W	1 600 bauds	160 bauds	16 bauds	-
1 kW	16 000 bauds	1 600 bauds	160 bauds	0.74 baud
10 kW	160 000 bauds	16 000 bauds	1 600 bauds	7.4 bauds

Antenne de bord 3 m de diamètre; antenne de réception 26 m de diamètre; température de bruit 30° K; fréquence d'émission 3000 MHz.

\* *Baud*: unité de vitesse de modulation télégraphique (certains appareils transmettent 3000 mots à l'heure à la vitesse de modulation de 50 bauds).

MEM (Martain Excursion Module) composé de quatre parties principales: trois éléments propulsifs nucléaires *Nerva*, et un habitat dérivé d'un module de station orbitale d'environ douze places.

Deux moteurs seraient utilisés pour le voyage aller et retour (environ 2 ans) et le troisième permettrait, après le retour, de rester en orbite terrestre.

1) A. DUCROCQ: Nouvel assaut sur Mars. Sciences et Avenir. Janvier 1969.

2) A. DUCROCQ: Objectif Mars. Sciences et Avenir. Décembre 1969.

3) A. DUCROCQ: La conquête de Mars 1969–1975. Sciences et Avenir. Mars 1970.

4) Mariner 6 et 7. Sky and Telescope. Octobre 1969.

5) The Voyage of Mariner IV. Scientific American. Janvier 1969.

6) Vénus 5 et 6. Revue Soviétique. Juillet 1969.

7) A. DUCROCQ: Heure de vérité pour Vénus. Science et Avenir. Avril 1969.

8) La planète Vénus. Science et Industries Spatiales 5/6, 1966.

Adresse de l'auteur: JEAN THURNHEER, Av. de Montoie 45, 1007 Lausanne.

## XX Camelopardalis – Ein «vergessener» Veränderlicher

VON ROGER DIETHELM, Winterthur

Der Stern BD +52°771 = HD 25878 = XX Camelopardalis (Koordinaten für 1950.0<sup>1</sup>):  $\alpha = 4^{\text{h}}04^{\text{m}}46^{\text{s}}$ ;  $\delta = +53^{\circ}13'44''$ ; cGle<sup>2</sup>) zählt zu denjenigen Objekten, die sich aus der Vielfalt ihresgleichen durch eine ganze Reihe aussergewöhnlicher Eigenarten herausheben. Nicht nur die Tatsache, dass seine Helligkeit Veränderungen unterworfen ist, macht diesen Stern zu einem interessanten Objekt des Himmels, sondern auch seine Entdeckungsgeschichte zeichnet XX Camelopardalis aus. Dazu muss er als eines der ungelösten Probleme unter den Veränderlichen gelten. Um so mehr erstaunt es, dass gerade dieser Stern seit ungefähr 15 Jahren in Vergessenheit geraten zu sein scheint.

Wie bereits angetönt, ist die Entdeckungsgeschichte des Veränderlichen äusserst bemerkenswert. Im Jahre 1948 meldete Dr. BIEDELMANN vom Yerkes Observatorium in den Vereinigten Staaten, dass der Stern HD 25878 ein anormales Spektrum zeige<sup>3</sup>), ein Spektrum, das in vielen Einzelheiten demjenigen von R Corinae Borealis gleiche. Die hervorstechenden Merkmale dieses Spektrums – überaus starke und zahlreiche Kohlenstoff- und Heliumlinien, schwache Wasserstofflinien der Balmerreihe und relativ klare Linien von CN-Molekülen<sup>4</sup>), <sup>5</sup>) – konnten alle von Dr. BIEDELMANN eindeutig nachgewiesen werden. Natürlich hoffte er auch, dass man die für diese Sterne typischen Helligkeitsschwankungen bei XX Camelopardalis (wie der Stern später benannt wurde), finden würde.

Die RCrB-Sterne zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus einer Normalhelligkeit, in der sie oft jahrelang verharren, plötzlich und unverhofft zu einem tiefen, meist unregelmässig verlaufenden Minimum ansetzen. Dabei lassen sich weder Form noch Zeitpunkt dieser Ereignisse voraussagen.

Tatsächlich gelang es schliesslich nach längerem Suchen einem Astronomen der Harvard Universität, auf den dort aufbewahrten Himmelsüberwachungsaufnahmen ein sicheres Minimum zu finden<sup>3</sup>).

Das Minimum begann am 17. November 1939 und dauerte bis zum 20. Februar 1940, also ungefähr 94 Tage. Die photographische Amplitude betrug etwa 1.7 Grössenklassen. Das Erstaunlichste an diesem Minimum war jedoch seine Form, kam doch der Beobachter zum Schlusse, die Zugehörigkeit von XX Camelopardalis zur Klasse der Bedeckungsveränderli-

chen lasse sich auf Grund der sehr symmetrischen Lichtkurve nicht ausschliessen!

Leider sollte dieses Minimum das einzige bis heute beobachtete bleiben. Auch auf den zahlreichen Harvard-Platten vor 1940 konnte kein weiteres Minimum mehr entdeckt werden. Es ist auch sehr erstaunlich, dass XX Camelopardalis von keiner grossen Veränderlichen-Beobachter-Gruppe ins Programm aufgenommen wurde, liegt doch seine Normalhelligkeit bei  $m_{\text{vis}} = 7.5^{\text{m}}$ . Damit ist er der dritthellste RCrB-Stern, nur wenig lichtschwächer als der Prototyp RCrB selber. Im «Atlas Coeli»<sup>6</sup>) ist der Stern zwar an seiner Position eingezeichnet (vergleiche Abb. 1), aber seine Veränderlichkeit wird nicht angezeigt!

Aus mehreren Gründen ist es deshalb von Bedeu-

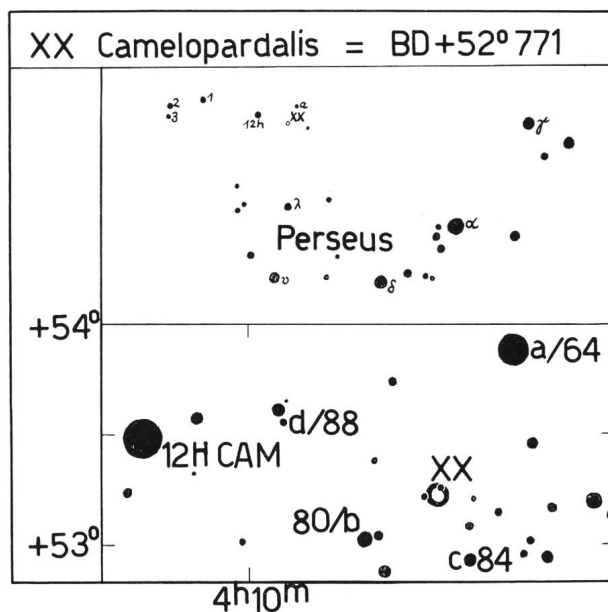


Abb. 1: Sucherkarte für XX Camelopardalis. Die Helligkeiten sind visuell<sup>1</sup>) mit unterdrückten Dezimalpunkten. In beiden Karten ist Norden oben.

Tabelle 1:

Stern	BD-Nr.	$m_{\text{pg}}$	$m_{\text{vis}}$	Sp	Literatur
XX	+52°771	–	7.1 var	cGle	2)
a	+53 732	–	6.4	K0	1)
b	+52 779	9.2	8.0	G5	1)
c	+52 768	9.1	8.4	G0	1)
d	+53 743	9.5	8.8	G0	1)