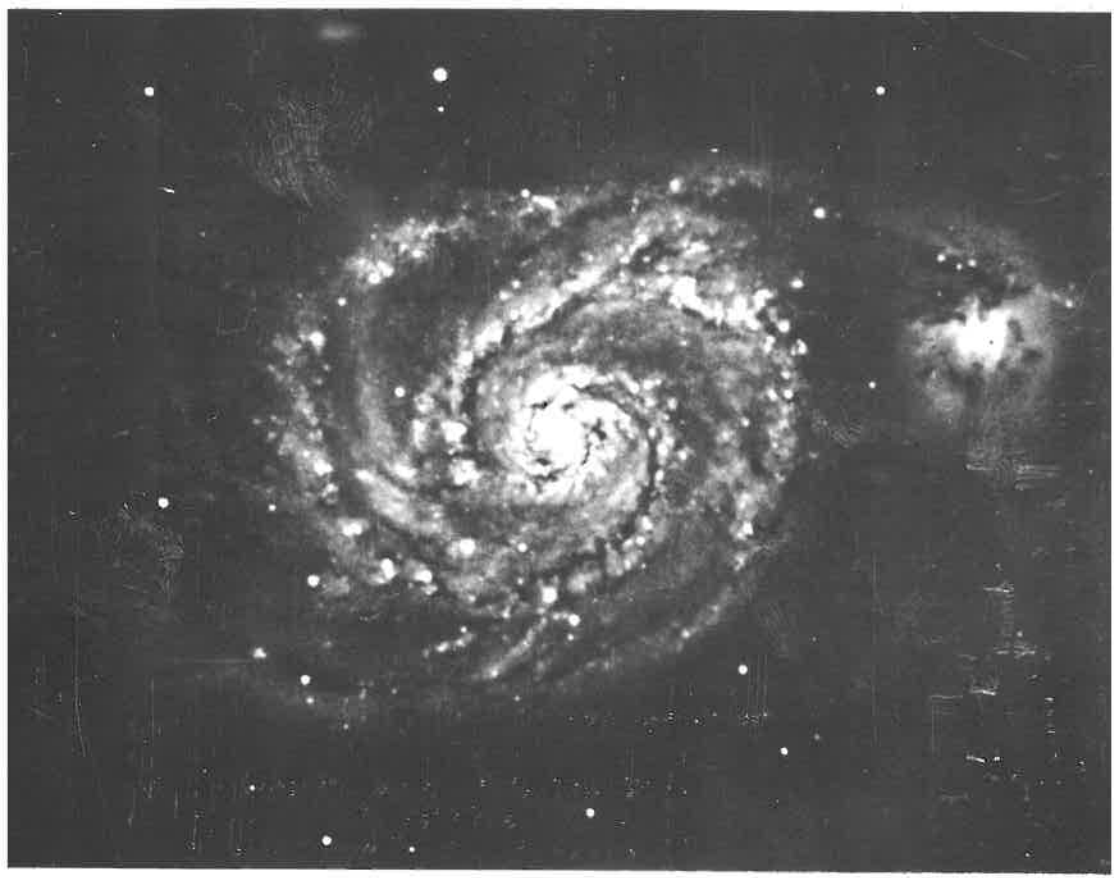


**SOCIETE
ASTRONOMIQUE
DE LYON**



REVUE TRIMESTRIELLE

Nouvelle série — N° 5 — 1975

Notre couverture :

NGC 5194, M 51 : grande nébuleuse spirale dans les CHIENS de CHASSE. On voit bien les deux bras principaux dont l'un se termine par un important appendice. Les condensations situées dans les bras sont des amas d'étoiles chaudes noyées dans les nébuleuses gazeuses. La distance de cette nébuleuse est estimée à 20 millions d'années lumière.

Photographie prise au Télescope de 193 cm avec une durée de pose de 1 heure.

REMERCIEMENTS

La Société Astronomique de Lyon remercie sincèrement le Professeur Charles Fehrenbach, membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Haute-Provence, de lui avoir donné l'autorisation de publier les clichés pris à l'Observatoire de Haute-Provence pour illustrer la couverture de son bulletin.

Le Bureau de la S.A.L.

L'ÉNERGIE SOLAIRE

Conférence du 22 mars 1975

par Monsieur H. ANDRILLAT

Les astronomes classent le soleil parmi les étoiles naines ; pourtant, à l'échelle humaine, ses dimensions nous apparaissent colossales. Son rayon de 700 000 km est plus de cent fois plus grand que celui de la terre et sa masse de 2.10^{33} gr est énorme. Elle constitue une réserve pratiquement inépuisable d'énergie. La luminosité du soleil force aussi notre étonnement. C'est l'énergie rayonnée par seconde dans tout l'espace par la surface du soleil. Elle vaut 4.10^{33} ergs/sec. On réalisera mieux l'importance de cette valeur en évaluant sa masse, selon la fameuse relation d'Einstein : $E = mc^2$ qui fixe une masse à toute quantité d'énergie. On trouve alors que le soleil rayonne par seconde une énergie de 5 millions de tonnes ! A titre de comparaison la production annuelle de l'E.D.F. en France représente à peine 1kg d'énergie. Et cette perte de 5 millions de tonnes par seconde sous forme d'énergie affecte si peu le soleil qu'il rayonne à ce régime-là depuis des milliards d'années et pour des milliards d'années encore. Nous réalisons mieux, après ces quelques remarques, l'énormité de la masse solaire totale : 2.10^{33} gr.

L'étude de la structure interne du soleil nous apprend la loi de répartition de la température du centre au bord de l'astre. On sait que les méthodes spectrophotométriques des observations astronomiques font connaître la température superficielle du soleil : 5800° K. La théorie de la structure interne prévoit une température centrale de 14 millions de degrés ! Et à une distance du centre égale au tiers du rayon de l'astre, la température est encore de 7 millions de degrés. Ces températures, voisines de 10 millions de degrés, sont les températures optimales pour le processus de la fusion thermonucléaire.

Il y a donc, au cœur de l'étoile, un noyau à haute température, siège des réactions thermonucléaires qui expliquent l'énorme débit énergétique du soleil sur des milliards d'années.

Les deux principaux cycles de réactions nucléaires de fusion qui se produisent au centre du soleil sont le cycle proton-proton et le cycle du carbone ou cycle de Bethe. Par des intermédiaires divers, ils équivalent tous deux à la réaction fondamentale de fusion, par laquelle 4 protons forment un noyau d'hélium. L'énergie de cette réaction est véhiculée à la fois par les photons γ et par les neutrinos.

Elle apparaît finalement à l'observateur sous la forme du rayonnement lumineux du soleil et sous la forme d'un flux abondant de neutrinos qui devrait

atteindre, à la surface de la terre, le milliard de particules par cm^2 et par seconde. Mais, par sa neutralité électrique et sa masse nulle, le neutrino n'a pratiquement pas d'interaction avec le milieu terrestre et, sur le milliard cité plus haut, les méthodes les plus fines de détection ne devraient en déceler qu'un ou deux. C'est la transmutation du chlore 37 en argon 37 par le neutrino qui est la réaction de dépistage utilisée. Il faut évidemment se protéger des effets parasites du rayonnement cosmique et les cuves de perchloréthylène où l'on recherchera la production d'argon 37, doivent être enterrées le plus profondément possible (expériences de Davis dans les mines du Sud Dakota), curieuse façon d'observer le soleil que de se placer au fond d'une mine !

Le résultat de ces observations révèle une extraordinaire déficience des neutrinos par rapport à la valeur théorique prédite. La méthode de détection est-elle défectueuse ou bien les réactions thermonucléaires naturelles au centre d'une étoile sont-elles différentes des réactions obtenues dans les accélérateurs de particules ? Ce domaine révolutionnera peut-être demain nos idées sur la structure interne du soleil et les mécanismes de production de son énergie. Il est peut-être aussi la clé de la fameuse fusion contrôlée que l'on cherche aujourd'hui avec tant d'espoir et d'acharnement.

La partie de l'énergie solaire véhiculée par la lumière pose moins de problèmes. Elle assure, hors de l'atmosphère terrestre, un *éclat* du soleil, qu'on appelle la *constante solaire*, mesurée par les méthodes habituelles de la spectrophotométrie et qui vaut, suivant les unités choisies :

$$E = 2 \text{ calories/cm}^2/\text{min.}$$

$$E = 0,1595. \text{ watt/cm}^2.$$

$$E = 1,595. 10^6 \text{ erg/cm}^2/\text{sec.}$$

Le prélèvement par les absorptions, au cours de la traversée de l'atmosphère terrestre par le rayonnement solaire, est important et par ciel clair, l'éclat du soleil au sol, à basse altitude, est d'environ $0,1 \text{ watt/cm}^2$ seulement. C'est la donnée de base pour les applications de l'énergie solaire : on compte sur 1 kw par m^2 .

Du point de vue des applications, l'énergie solaire a un double aspect :

D'une part elle est gratuite et disponible partout (sauf dans les régions polaires). D'autre part, elle est intermittente (alternance des jours et des nuits, servitudes météorologiques).

Son exploitation doit donc tenir compte de ces deux facteurs. On ne devra pas concevoir une centrale solaire comme une centrale nucléaire avec une puissance aussi grande que possible et un vaste réseau complexe de distribution. On devra au contraire multiplier des récepteurs de faible puissance et les répartir largement sur les régions ensoleillées, en utilisant si possible sur place leur énergie. Enfin, on se libérera des servitudes de l'intermittence du rayonnement solaire, soit en recherchant des procédés de stockage de l'énergie, soit en se libérant de ces servitudes par des équipements spatiaux (projet laser).

Les principaux récepteurs sont de deux types : les concentrateurs et les insolateurs.

Le concentrateur est l'élément essentiel d'un four solaire. Les amateurs d'astronomie connaissent bien le rôle du miroir parabolique d'un télescope pour concentrer la lumière.

Dans le cas du four solaire, on ne recherche pas, comme dans le cas de l'observation astronomique, l'image stigmatique au foyer du miroir mais seulement une forte concentration de l'énergie du faisceau lumineux qui couvre le miroir. On peut donc construire des miroirs concentrateurs de grandes dimensions. Le four solaire d'Odeillo (Pyrénées Orientales) est le plus grand du monde avec son miroir de 54 mètres de diamètre. Rappelons que le miroir *optique* le plus grand du monde a seulement 5 mètres de diamètre (Mont Palomar). Le concentrateur d'Odeillo est constitué d'un ensemble de

petits miroirs, dont la position et la courbure sont assurées par des procédés de déformation mécanique. Leur ensemble approche suffisamment le profil du paraboloïde pour assurer la forte concentration de l'énergie au foyer. Ainsi le grand miroir d'un four solaire est-il en réalité un miroir à facettes. Ses dimensions imposent sa fixité. Il est disposé verticalement, adossé au mur même du laboratoire. La lumière du soleil est renvoyée horizontalement sur le grand miroir vertical par un jeu d'orienteurs asservis au mouvement du soleil. Ce sont 63 miroirs plans de 7,5 m x 6 m (45 m²), dont le parallélisme est rigoureusement assuré. Au foyer, la concentration théorique de l'énergie est de l'ordre de 35 000. Elle se limite pratiquement à un facteur de 20 000. Elle assure une température de l'ordre de 3 000 à 3 500°, utilisée pour faire fondre divers matériaux. Le four solaire est donc certes une application de l'énergie solaire mais une application à une recherche fondamentale, qui est celle-là même de tous les laboratoires des hautes températures : obtention de métaux à très haut degré de pureté, par fusion ; étude des ultraréfractaires, etc...

Les autres applications de l'énergie solaire n'utilisent que des *insolateurs*, c'est-à-dire des récepteurs sans concentration ou à faible concentration. Leur principe est basé sur l'effet de serre : une enceinte contient une plaque noircie et elle est fermée par une vitre ou une feuille de plastique transparent. Le rayonnement solaire est alors absorbé par la plaque noircie, qui restitue cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge que le verre et le plastique ne laissent pas passer. L'enceinte s'échauffe donc et peut échauffer un fluide qui y circule : l'air libre ou un serpentin contenant de l'eau.

Ces dispositifs peuvent assurer le chauffage domestique. Dans la maison solaire française, conçue par les spécialistes d'Odeillo, l'air froid d'un étage, qui stagne au sol, est contraint à passer par un insolateur vertical de façade, où il se réchauffe et d'où il régagne les pièces d'habitation par en haut.

Dans la maison américaine (type Thomason ou Solar One), l'insolateur est sur le toit de la maison ou la terrasse de l'immeuble. Il chauffe un circuit d'eau et l'eau chaude est stockée en sous-sol, dans un vaste réservoir, calorifugé par quelque 50 tonnes de pierres. Un courant d'air pulsé vient se réchauffer sur cet élément avant d'être distribué dans les pièces d'habitation. Un réservoir annexe assure la réserve d'eau chaude à l'usage domestique. Seulement une consommation minime d'énergie électrique est consentie pour assurer la circulation de l'eau et de l'air pulsé.

On notera d'autres applications intéressantes :

- La production d'eau douce à partir d'eaux saumâtres. La chaleur de l'insolateur fait évaporer l'eau qui se condense sur la vitre même de l'insolateur. Cette distillation est couramment utilisée au Chili pour le traitement des nitrates (Las Salinas).

- Le pompage de l'eau dans les pays désertiques. L'insolateur sert de source chaude. Entre elle et une source froide, peut fonctionner un moteur à expansion (d'après le 2^e principe de la thermodynamique) qui actionne une pompe hydraulique pouvant faire remonter au niveau du sol l'eau d'une nappe souterraine (installation de Chinguetti en Mauritanie qui a fourni de l'eau pour 2 000 habitants et 1 000 têtes de bétail).

On ne saurait passer sous silence la production d'électricité à partir de l'énergie solaire, grâce à la technique des photopiles au silicium, des cellules photovoltaïques et des nouvelles cellules en couches minces (sulfure ou tellurure de cadmium). Leur faible rendement (10 %) et le coût élevé limitent encore leur emploi systématique. Si cette technique alimente déjà en électricité «solaire» certains relais de radio et de télévision, son usage est surtout prépondérant dans les applications spatiales pour fournir les satellites artificiels, habités ou non, en électricité.

Le projet le plus ambitieux dans ce sens est le projet «laser» présenté aux Etats-Unis par le Dr Glazer et la firme Arthur Little.

Un satellite géostationnaire de grande dimension (les deux panneaux de photopiles devraient couvrir une envergure de 10 km sur 5 km), libéré de l'inconvénient de l'alternance des jours et des nuits et des servitudes météorologiques, restituerait au sol

une énergie analogue à celle d'une grosse centrale nucléaire. L'antenne réceptrice, de 7 km d'envergure, peut être fixe, puisque le satellite géostationnaire reste à la verticale d'un point donné de la terre. L'énergie lui parviendrait par un puissant faisceau laser, émis par le satellite sur une longueur d'onde qui n'est pas absorbée par l'atmosphère terrestre et dont on espère qu'il ne serait pas pernicieux pour l'équilibre biologique de la terre. Il ne faut évidemment pas gâcher l'un des principaux avantages de l'énergie solaire, d'être une énergie non polluante.

Dans un premier temps, l'énergie solaire pourra sans doute, sous forme d'énergie d'appoint, apporter une importante contribution à la production de l'énergie dans le monde.

Que dire d'un avenir plus lointain ? Le projet laser est-il le salut futur de l'humanité ou un délire de science-fiction ?

Raisonnement, on doit garder présent à l'esprit que l'énergie solaire est pratiquement inépuisable, gratuite, non polluante, disponible partout. Qui le sait ? Une fois de plus, une science fondamentale et pacifique comme l'est l'astronomie, contribuera-t-elle à la sauvegarde de l'humanité de demain...

MERCURE VENUS ET JUPITER VUS PAR LES RECENTES SONDES SPATIALES*

Conférence du 30 novembre 1974

par Mme M. T. MARTEL

Astronome à l'Observatoire de Lyon

L'année 1974 se termine riche en expériences spatiales. De nouvelles connaissances sur notre Système Solaire se sont accumulées en masse grâce aux récentes sondes envoyées dans l'espace. Aujourd'hui, je vous présenterai uniquement les résultats apportés par les 3 sondes américaines Mariner 10, Pioneers 10 et 11.

Mariner 10, lancé le 13 novembre 1973 vers les planètes proches du Soleil, a survolé successivement, Vénus à 5 785 km le 5 février 1974 et Mercure à 725 km le 29 mars 1974.

Pioneers 10 et 11, lancés dans la direction opposée du Soleil, passent tous deux près de Jupiter après un voyage de 21 mois. Ils passeront 57 mois plus tard près de Saturne.

Baucoup de résultats, fournis par Mariner 10 et Pioneer 10 sont déjà étudiés et interprétés par les équipes scientifiques responsables des projets. D'autres s'acquièrent tous les jours au fur et à mesure que nous parvenons les mesures des expériences qui équipent les 2 sondes spatiales envoyées à des distances jamais atteintes. Pioneer 10, lancé le 5 mars 1972, est passé le 4 décembre 1973 à 130 000 km de Jupiter, il passera près de Saturne en 1978. Pioneer 11, lancé le 6 avril 1973, verra Jupiter à la distance de 46 000 km le 3 décembre 1974, il atteindra la banlieue de Saturne en 1979. Cette portion de sa trajectoire sera définitivement fixée dans le courant de l'année 1975.

Bref rappel sur le Système Solaire :

Quelques rappels, avant d'aborder la conquête spatiale des planètes lointaines de notre Système Solaire.










9 planètes principales gravitent autour du Soleil.

La ceinture des astéroïdes, groupant plus de 2 000 petites planètes, situées entre 2,2 et 3,4 unités astronomiques U.A. (1) partage les planètes en 2 groupes : les planètes telluriques et les planètes géantes.

Le tableau ci-dessous donne pour chaque planète sa distance moyenne au Soleil, en U.A., et sa durée de révolution T, en jours et années.

(1) 1 U.A. = 149 millions de km.

La distance moyenne de la Terre au Soleil est ici prise comme unité.

Groupe	Planètes	Distance U. A.	Durée de révolution T	
Planètes telluriques	Mercure 	0,39	88 jours	
	Vénus 	0,72	225 jours	
	Terre 	1,00	1 an	
	Mars 	1,52	1 an	322 jours
ceinture des astéroïdes				
Planètes géantes	Jupiter 	5,20	11 ans	315 jours
	Saturne 	9,55	29 ans	167 jours
	Uranus 	19,22	84 ans	7 jours
	Neptune 	30,11	164 ans	280 jours
	Pluton 	39,52	248 ans	157 jours

Vénus, Mars, Jupiter et Saturne sont les astres les plus brillants du ciel ; ils sont donc bien repérables à l'œil nu. Tout amateur muni d'une petite lunette astronomique peut observer quelques détails sur ces planètes et compter quelques satellites dans l'environnement des deux dernières.

Mercure, toujours noyé dans les feux du soleil couchant, reste très difficile à observer même pour l'astronome terrestre le mieux équipé.

Actuellement, quelles sont les expériences spatiales en cours ou en projets pour l'étude active du système solaire ?

Un film :

«NASA HIGHLIGHTS 1972»**

présente très succinctement les principales réalisations de la NASA au cours de 1972 : Mariner IX (Mars), Mariner 10 (Vénus, Mercure), Pioneer X (Jupiter), les derniers vols Apollo, le projet rencontre spatiale SOYOUZ-APOLLO entre américains et soviétiques.

Ce film est d'une telle richesse en renseignements et images inédites que l'on projette deux fois la première partie afin de regarder plus attentivement les images transmises par Mariner 10 et Pioneer 10.

Entre ces deux projections, on intercale un rapide historique de la conquête spatiale du système solaire.

4 octobre 1957 1er lancement par les soviétiques d'un satellite artificiel Spoutnik I, l'engin de 80 kg tourne autour de la terre en 90 minutes.

1959

Lunik III photographie la face cachée de la Lune à 65 000 km.

- 1962 Mariner II passe à 34 000 km de Vénus et fournit d'abondants renseignements scientifiques.
- 1964 Photographies détaillées de la Lune par Rangers VII, VIII et IX qui s'écrasent comme prévus sur le sol lunaire.
- 1964 Venera 4 descend dans l'atmosphère de Vénus, transmet beaucoup de mesures.
Mariner V passe à 34 000 km de Vénus, transmet également beaucoup de mesures.
- 1965 Mariner IV survole Mars à 13 000 km, transmet 19 photos.
- 1966 Luna IX atterrit en douceur sur le sol lunaire (3 février), suivi de près par Surveyor 1 (9 mai).
- 1966 Envoi de 7 satellites lunaires orbitants : 4 soviétiques, 3 américains.
- 1969 Conquête de la Lune par l'Homme avec le vol Apollo XI le 11 juillet 1969, 2 astronautes américains marchent sur la Lune, puis rapportent des échantillons du sol lunaire.
Mariner VI et VII établissent une cartographie de Mars.
- 1969 Venera 5 et 6 déterminent température et pression de plus en plus près du sol Vénusien.
- 1970 Venera 7 mesure le sol même de Vénus.
- 1971 Mariner IX orbite autour de Mars.
- 1972 Envoi de la sonde Pioneer 10 vers Jupiter et Saturne.
- 1973 3 sondes soviétiques atterrissent sur Mars.
- 1973 Envoi du côté du Soleil vers Vénus et Mercure de Mariner 10.
Envoi à l'opposé du Soleil vers Jupiter et Saturne de Pioneer 11.

MARINER 10

Le vol :

Lancé le 3 novembre 1973 à 5 h 45 mn TU, Mariner 10 subit une première correction de trajectoire le 13 novembre, qui se traduit par un accroissement de vitesse de 7,8 m/sec. et une deuxième le 21 janvier 1974 pour fixer une distance minimale au survol de Vénus. Il faut en effet déterminer une trajectoire très précise car une erreur de 1 600 m sur la trajectoire vers Vénus, entraîne vers Mercure une erreur de 1 600 km.

Malgré quelques ennuis techniques pendant le trajet, Mariner 10 passe près de Vénus le 5 février 1974 à 17 h 01 mn à 5 785 km.

Le 16 mars, une nouvelle correction de trajectoire est obtenue avec succès. Un rallumage du moteur de la sonde pendant 51 sec., assure un survol de Mercure à une distance minimale prévue de 811 km.

Peu après, la chaleur solaire débloque la commande de l'antenne à grand gain. Les photos de Mercure pourront donc être transmises suivant un débit de 117 600 bits à la seconde et non comme une mission standard à 22 050 bits.

Le 29 mars 1974 à 20 h 46 mn 53 sec. TU, Mariner 10 survole Mercure à une distance minimale de 725 km. Pour la première fois, une sonde spatiale photographie le sol de Mercure du 23 mars au 2 avril.

Les 9 et 10 mai, nouvelles corrections de trajectoire pour permettre le 22 septembre 1974 un deuxième survol de Mercure à 48 000 km.

Les transmissions à la Terre étaient assurées par 2 antennes, l'une couramment utilisée depuis 1969, l'autre à gain très élevé.

Sept expériences ont fonctionné à bord de Mariner 10 dont l'équipement complet comportait : des appareils de prises de vue avec un télescope de distance focale 1,50 m, un spectromètre pour l'ultra-violet, des radiomètres infra-rouges, des détecteurs-analyseurs de particules, des émetteurs radio, 2 magnétomètres.

Résultats

Exploration de l'atmosphère de Vénus

1) Sur 3 712 photographies de l'atmosphère de Vénus, obtenues avec des filtres variés dans le visible et en ultra-violet, la résolution spatiale varie de 100 m à 130 km, suivant la distance de la sonde à la planète Vénus au moment de la prise de vue. Sur les photographies ultra-violettes, on distingue nettement les formations équatoriales, Y couché et C, décelées pour la première fois par les astronomes français Boyer et Camichel.

Les prises de vue durèrent 16 jours afin de mettre en évidence l'existence de la rotation de l'atmosphère vénusienne en 4 jours.

Un ensemble de 8 photos projetées simultanément, chacune prise à un jour d'intervalle entre les 3 et 10 février 1974, montre assez bien la position des mêmes détails atmosphériques (notamment le Y couché) les 9 et 5 février.

Grâce à Mariner 10, nous connaissons aussi la durée des formations nuageuses, entre 12 h et 2 h. Un cliché réunissant 3 photos de Vénus prises chacune à 7 h d'intervalle montre nettement le déplacement sur un demi-rayon d'un nuage obscur sphérique.

2) Spectres. De nouvelles précisions sur la composition chimique de l'atmosphère sont acquises depuis février 74. Dans l'ultra-violet lointain, de fortes émissions sont détectées au spectromètre à réseau concave -raies de l'hélium, de l'hydrogène, de l'oxygène, du carbone, de l'argon-. A partir de l'étude des raies d'émission, on déduit la température de la couche émettrice, son altitude et sa densité. Ainsi l'hydrogène forme une couronne autour de Vénus située à 25 000 km, de densité dix mille atomes par centimètre cube (10^4 atomes/cm³) et de température +130° C. Rappelons seulement pour mémoire que le principal constituant gazeux de Vénus reste l'oxyde de carbone CO.

3) Analyse des particules. Les particules recherchées sont les photons, les électrons ainsi que le rayonnement γ . Les résultats sont donnés dans 15 fenêtres, bien définies en énergie, fournissant un spectre électronique toutes les 6 secondes, pour l'ensemble des domaines énergétiques sélectionnés. Le 5 février à 17 h TU, l'énergie reçue chute brusquement après la traversée par Mariner 10 de l'onde de choc formant autour de Vénus une barrière au vent solaire.

4) Mesures en infra-rouge. Les radiomètres utilisés sont les mêmes que ceux envoyés vers Mars et équipant Mariner 6, 7, 9. Les seules modifications apportées permettent d'observer en plus les domaines spectraux 8 - 14 μ , 35 - 55 μ (2).

Toutes les observations furent réalisées entre les instants - 26 minutes et - 4 minutes; l'instant zéro étant le 5 février 1974 à 17 h 01 mn, instant du passage de Mariner 10 à la distance minimale à Vénus. Le canal 45 donne une température comprise entre - 18° C et - 28° C contre - 7° C trouvée pour Mariner V.

5) Analyses des signaux radio. Les mesures sont particulièrement intéressantes pour un observateur terrestre pendant l'occultation de Mariner 10 par Vénus, c'est-à-dire pendant la durée où Vénus se trouve entre Mariner 10 et la Terre.

De ces mesures, on déduit la position précise de Mariner 10 sur sa trajectoire et surtout la distance exacte de Vénus par rapport à la Terre - mesure fondamentale qui fixe l'échelle de toutes les distances astronomiques-. On détermine aussi la forme réelle de la planète améliorant la précision sur la masse d'un facteur 5. Vénus est la planète la plus sphérique du système solaire.

On trouve que la densité électronique de l'atmosphère varie avec la distance au centre de Vénus. Il y a un même maximum le jour et la nuit, situé à 150 km d'altitude par rapport au sol vénusien; mais la nuit un deuxième maximum apparaît situé à 100 km d'altitude. La densité électronique de ces maximums se monte le jour à 5×10^5 électrons par cm^3 et la nuit à 10^4 électrons par cm^3 .

6) Champ magnétique. D'après les mesures des 2 magnétomètres, Vénus possède un champ magnétique extrêmement faible, de l'ordre de 5/10 000 du champ magnétique terrestre.

7) L'expérience Plasma a permis de mettre en évidence un courant de plasma 5 jours après le survol de Vénus.

EXPLORATION DE MERCURE

1) Photographies. Pour la première fois, le sol de Mercure est photographié très en détails du 23 mars au 2 avril 1974. Mariner 10 donne une cartographie générale de 90 % de la partie visible avec une résolution de 2 km 5, lors des phases d'approche et de celles suivant immédiatement le survol. Des photographies détaillées sur 30 % du disque éclairé montrent des détails compris entre 800 m et 300 m. Nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques précisions sur les clichés projetés.

(2) 1 μ = 1 millième de millimètre.

La lumière visible occupe le domaine spectral 0 μ , 4 - 0 μ , 8

Mercure photographié par Mariner 10

Date	Distance à ☿	Surface explorée	Détails visibles
3 avril 1974	2,75 millions km	toute la planète	les grands cratères se devinent.
?	198 000 km	1/16 de la planète	cratères de 100 à 10 km de diamètre avec piton central.
29 mars 1974 21 h 17 mn TU	20 700 km	91 x 170 km	les petits cratères visibles ont des diamètres de 2 km
29 mars 1974 20 h 50 mn TU	5 900 km	28 x 51 km	cratères de diamètre allant de 150 m à 2 km

Le sol de Mercure présente une similitude complète avec ceux de la Lune et de Mars.

Sur les clichés à haute résolution, on remarque que de petits cratères chevauchent les grands cratères, ils se sont produits à des dates très différentes. Les plus récents ont des bords bien nets. Les petits cratères seraient des cratères secondaires formés par les débris projetés par l'impact de la météorite initiale. Les cratères les plus vieux seraient dénudés par des petits cratères formés beaucoup plus tard. Plusieurs autres formes d'érosion auraient aussi contribué à façonner le sol de Mercure, tel que nous l'a livré Mariner 10 :

- l'activité volcanique, postérieure à la création des cratères,

- le cycle thermique, lié aux variations de la distance de Mercure au Soleil, de 46 à 70 millions de km en 44 jours.

2) Température. Les mesures infra-rouges indiquent des températures de +293° C à +427° C pour la face éclairée, selon que Mercure est plus ou moins proche du Soleil. La croûte superficielle pourrait être constituée par une matière poreuse possédant une faible conductivité thermique.

3) Densité. L'intérieur de Mercure montre un excès de pesanteur -forte densité de 5,45 contre 5,52 pour la Terre-. Compte tenu du faible volume de Mercure, cette forte densité ne peut s'expliquer que par l'existence d'un noyau central composé de fer mais aussi d'élément plus lourds comme l'uranium.

4) Diamètre exact. Les méthodes optique et radar donnaient 4 600 km. La sonde américaine Mariner 10 fournit une valeur de 4 880 km.

5) Atmosphère. D'après des observations spectroscopiques effectuées à l'Observatoire de Crimée, le 10 novembre 1973 lors du passage de Mercure devant le Soleil, Kozyrev annonçait en février 74 qu'il avait établi la preuve que Mercure possédait une atmosphère. L'atmosphère mercurielle serait formée de gaz légers, principalement de l'hydrogène d'épaisseur 300 à 600 km sous une pression de 1/200 de la pression atmosphérique terrestre.

Mariner 10 a confirmé la présence d'une petite atmosphère, composée surtout d'argon et de néon. L'hydrogène et l'hélium sont présents mais en quantité mineure par rapport aux estimations de Kozyrev.

6) Champ magnétique. Les mesures au magnétomètre indiquent l'existence d'un champ 100 fois moindre que celui de la Terre.

PIONEERS 10 et 11

Les vols

Ces deux vols peuvent se résumer ainsi :

	Pioneer 10	Pioneer 11
Lancement	5 mars 1972	6 avril 1973
Traversée des astéroïdes	entre le 15 août 1972 et le 15 février 1973	entre le 19 septembre 1973 et le 20 mars 1974
Survol de Jupiter	4 décembre 1973 à 2 h 25 mn TU à la distance de 130 000 km	3 décembre 1974 à la distance de 42 000 km
Survol de Saturne	prévu en 1978	prévu en 1979

Pendant leurs voyages, avant le survol de Jupiter, Pioneers 10 et 11 ont décelé des micrométéorites, le premier 123, le second 250. Ils ont subi respectivement 17 et 20 impacts.

C'est seulement dans le courant de l'année 1975 que la trajectoire de Pioneer 10 sera définitivement fixée pour le survol de Saturne, celle de Pioneer 11 le sera en 1976.

Exploration de Jupiter par Pioneer 10

Photographies. Les résultats furent diffusés entre le 30 novembre et le 3 décembre 1973 avant même que les clichés en couleur aient été complètement traités sur ordinateurs, compte tenu du mode de prise de vues, de la vitesse de la sonde par rapport à la planète et de la rotation de Jupiter.

L'atmosphère de Jupiter est composée de nuages en bandes horizontales. Ces nuages sont plus brillants que prévus et de couleur orange, jaune, bleue. Une perturbation de couleur blanche aussi grande que la tache rouge a été mise en évidence dans l'hémisphère sud.

A l'intérieur de la tache rouge, qui pourrait être un violent cyclone qui fait rage depuis plus de 7 siècles à une altitude de 8 km au-dessus des nuages, un point rouge vif a été détecté (point dont l'étendue couvre 12 000 km de large et 50 000 km de long).

Ceintures de radiations. Elles sont 10 fois plus intenses que prévues, soient 10^4 à 10^6 fois plus intenses que les ceintures de Van Allen qui entourent la Terre. Le champ magnétique enveloppe toute la planète de façon régulière, sans être déformé par le vent solaire ; il est 7,5 fois plus intense que celui de la Terre.

Température. Jupiter rayonne 2,5 fois plus d'énergie qu'il n'en reçoit du Soleil. Ce phénomène serait dû à un tassement lent de la planète sur elle-même. La température au centre atteindrait 5 500°C.

La température de l'atmosphère supérieure varie entre -146° et -137°C suivant qu'il s'agit des nuages obscurs ou clairs.

Satellites de Jupiter. En fait les satellites de Jupiter forme un système, comparable en petit, au système solaire. Les 4 plus proches Io, Europa, Ganymède et Callisto comme Mercure, Vénus, la Terre et Mars sont les plus denses ; ils possèdent tous 4 une atmosphère comparable ou un peu plus ténue que celle de Mars.

Le diamètre de Jupiter varie de 4 600 km entre l'équateur et les pôles. Cet écart est supérieur de 300 km aux mesures de l'astronomie classique.

Bien d'autres précisions seront apportées par la sonde Pioneer 11 dans quelques jours, et un peu plus tard par le satellite orbitant autour de Jupiter qui sera lancé en 1977 et à bord duquel fonctionnera une expérience française.

**Sur la Recherche Spatiale du Système Solaire, plusieurs conférences ont été faites à la Société Astronomique de Lyon :*

. La planète Mars vue par les sondes spatiales, par M. Jacob, 15 décembre 1973.

. Les Roches Lunaires, par M. Jacob, 5 décembre 1970.

. Recherches Spatiales planétaires (Vénus et Mars), par M. T. Martel, 13 février 1970.

. La Lune à l'ère spatiale, par M. T. Martel, 4 mars 1967.

***Film en couleur prêté gracieusement par les Services américains d'information et de relations culturelles du Consulat des Etats-Unis d'Amérique à Lyon.*

Société Astronomique de Lyon

69230 Saint-Genis-Laval

Sommaire

1 – L'énergie solaire

5 – Mercure, Vénus et Jupiter vus par les récentes sondes spatiales

Prix : 5 F