

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 53 (1995)  
**Heft:** 269

**Artikel:** L'univers, dis-moi ce que c'est? : Planètes : épisode 5, deuxième partie  
**Autor:** Barblan, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898739>

### **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:** 26.11.2024

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



# L'Univers, dis-moi ce que c'est?

## Planètes: épisode 5, deuxième partie

F. BARBLAN

### Les satellites de Jupiter

En 1610 Galilée découvre, en scrutant le ciel avec sa lunette de 2,5 centimètres qu'il venait de construire, les quatre satellites majeurs de Jupiter: Europa, Io, Callisto et Ganymède (tablette 1). Il aura fallu attendre 369 ans pour que ces quatre points lumineux dansant autour de leur planète acquièrent, grâce aux sondes Voyager 1 et 2, une carte d'identité les plaçant au même rang que les planètes de type terrestre. En effet, Europa, le plus petit d'entre eux, est presque aussi grand que la Lune et Ganymède (le plus grand) est à peine inférieur à Mars (figure 1). Solides, constitués de roches et de glace d'eau, la ressemblance avec les planètes internes est frappante (figure 2). Ce système est complété par trois petits satellites, situés à l'intérieur de l'orbite de Io, à des distances allant de 1,76 à 3,17 fois le rayon de la planète. L'ensemble de ces sept satellites constitue un système cohérent (orbites dans le plan équatorial pratiquement circulaires et sens de rotation prograde), formé probablement en même temps que Jupiter et partageant une histoire commune de 4,5 milliards d'années. On pourrait considérer Jupiter et ses sept satellites comme un minisystème solaire, dont l'étude contribuerait à la compréhension de la formation des systèmes planétaires et de leur évolution. Il semble pourtant que les mécanismes d'accrétion qui donnent naissance aux lunes autour d'une planète ne sont pas exactement les mêmes que ceux qui engendrent les planètes; il n'est donc pas certain que l'on puisse extrapoler d'une situation sur une autre.

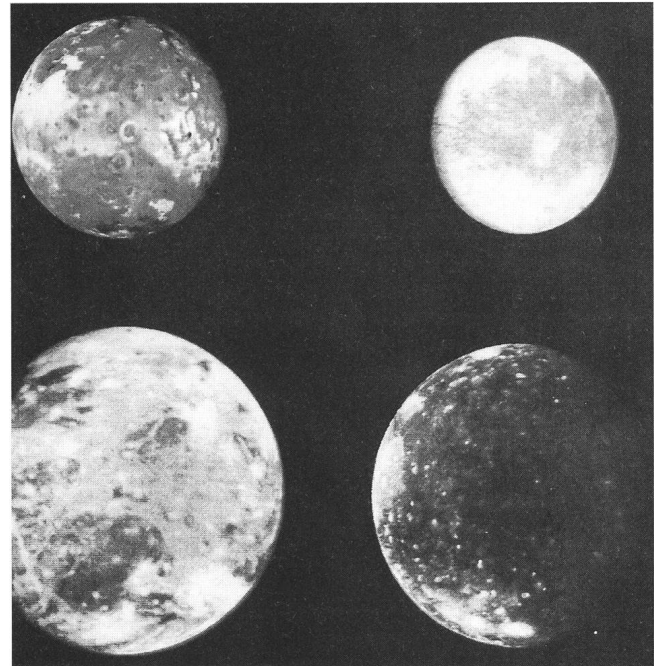
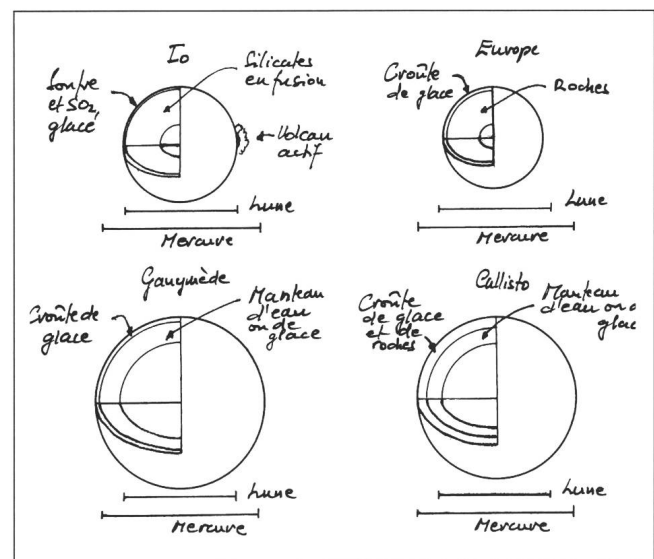


Fig. 1. Les quatre satellites galiléens. Image composite prise par Voyager 1. Les proportions relatives sont respectées et ils sont vus d'une distance de 1 million de kilomètres. De haut en bas, dans le sens des aiguilles d'une montre: Io, Europe, Callisto et Ganymède. (Source [2]).

Tab. 1. Les caractéristiques astronomiques et physiques des satellites galiléens.

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
demi-grand axe (km)	422000	671000	1070000	1880000
période sidérale (jours)	1,769	3,551	7,155	16,69
excentricité	0	0	0,001	0,01
inclinaison	0	0	0,2	0,2
rayon (km)	1816	1563	2638	2410
masse ( $10^{20}$ kg)	892	487	1490	1075
densité ( $g/cm^3$ )	3,55	3,04	1,93	1,83
dist. observation Voyager 1 (km)	21000	734000	115000	126000
Voyager 2 (km)	113000	206000	62000	215000
Résolution max. Voyager 1 (km)	1	33	2	2
Voyager 2 (km)	20	4	1	4

Fig. 2. Structures comparatives des quatre satellites galiléens. Dessin selon source [2].





A l'extérieur des lunes galiléennes, huit satellites de petite taille (au maximum 170 km de diamètre) possèdent des orbites excentriques et très inclinées sur le plan équatorial avec pour certains d'entre eux des mouvements rétrogrades. On peut émettre l'hypothèse qu'il s'agit d'astéroïdes capturés par Jupiter ou des restes d'une collision entre des astéroïdes et un satellite externe de grande taille. Pour pouvoir trancher, une plus grande connaissance des ces corps est nécessaire.

Revenons maintenant aux satellites galiléens pour une brève description de chacun d'entre eux.

### Callisto

Le caractère saillant de la morphologie de Callisto est une surface entièrement recouverte de cratères d'impacts d'un diamètre moyen de l'ordre de 100 km (figure 3). Cette régularité, la seule de tout le système solaire, laisse supposer que la couche de terrains constituant sa surface n'a pas su conserver l'empreinte des impacts anciens. On observerait actuellement uniquement les traces laissées par une phase tardive du bombardement météoritique par des corps de petite taille. Cette situation peut s'expliquer en admettant que les matériaux constituant la croûte sont composés d'un mélange de roches et de glaces. La glace coulant lentement sur des millions d'années efface progressivement les traces des impacts géants en comblant les cratères. D'autre part l'absence totale de montagnes indique que cette croûte glacée possède une faible épaisseur. Malgré cela des traces visibles de grands bassins d'impact subsistent (figure 4). Ces bassins fantômes ont pratiquement perdu tout leur relief

Fig. 3. Callisto dont la surface est entièrement recouverte de cratères. Une vue de Voyager 2 depuis 400 000 km de distance. (Source [2]).

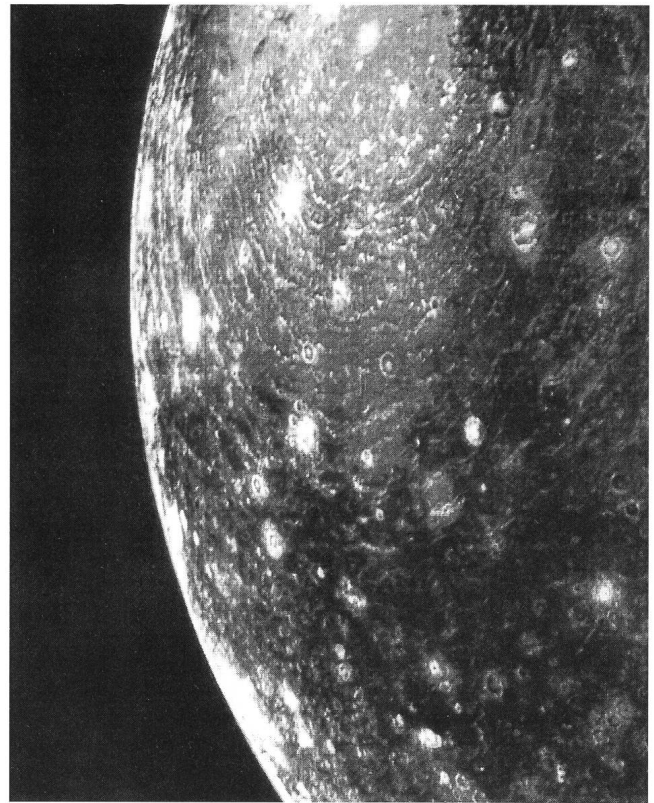
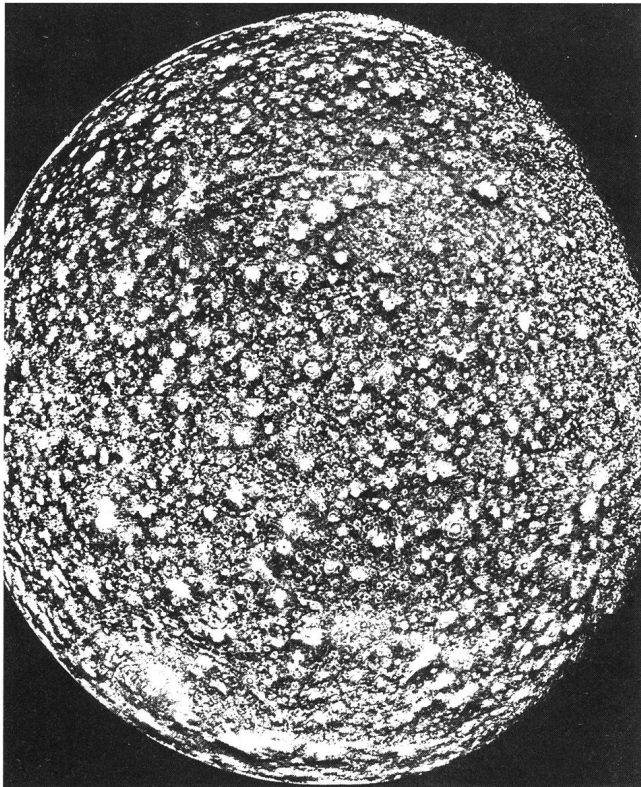


Fig. 4. Trace d'un impact géant sur Callisto. La région centrale a un diamètre de 300 km et la structure en anneaux concentriques s'étend sur environ 1500 km. (Source [1]).

vertical, la seule chose qui reste visible est une partie centrale ayant une coloration claire et une série d'anneaux concentriques de rides entourant cette partie centrale. Cette structure est, selon les géologues, une preuve supplémentaire du mélange de roches et de glace dont est constitué Callisto, hypothèse qui vient de sa faible densité 1,8 grammes par centimètre cube.

### Ganymède

Comme pour Callisto, la densité de 1,9 grammes par centimètre cube indique que Ganymède est constitué pour une moitié de roches et pour l'autre moitié de glace d'eau. La surface de ce satellite montre une grande diversité qui témoigne de différentes périodes d'activité géologique (figure 5). Les types de terrains que l'on peut globalement distinguer à la surface gelée de Ganymède sont:

- Des terrains sombres, anciens, avec un albedo et une densité de cratérisation comparables à celles de Callisto. Leur âge est estimé à quatre milliards d'années.
- Des terrains de couleur plus claire, constitués de structures parallèles de chaînes de montagnes et de vallées, témoins d'une intense activité géologique interne. Les chaînes de montagnes ont typiquement une largeur de 10 à 15 kilomètres pour une hauteur d'environ 1000 mètres (il y a là une ressemblance avec certaines sections des Appalaches). A beaucoup d'endroits, ces terrains accidentés se trouvent enfermés entre des régions sombres plus anciennes; on dirait que Ganymède a subi plusieurs épisodes d'orogénèse.



- Des halos et rayons blancs entourant les cratères de plus grande taille; ce phénomène suggère que l'impact a fait gicler de grandes quantités d'eau ou de glace par dessus la surface (figure 6).

Une multitude d'autres structures géologiques visibles laissent penser qu'elles ont été provoquées par cassure, plissement ou soulèvement de la croûte. Dans quelques cas, il semble y avoir des indications de glissements tangentiels le long de failles. Tout cela indiquerait une activité proche d'une tectonique de plaques, fait mis en évidence sur aucun autre corps du système solaire, sauf la Terre.

La présence de glace à la surface du satellite a amené les astronomes à penser que Ganymède pouvait avoir une atmosphère extrêmement ténue, mais les mesures faites par Voyager 1 en observant l'occultation de l'étoile Kappa Centauri par le satellite n'ont pas confirmé cette hypothèse.

### Europe

Sa densité de 3 grammes par centimètre cube indique qu'il est constitué principalement de roches. Il est caractérisé par l'absence de toute morphologie à sa surface. Celle-ci est lisse (on a trouvé seulement trois cratères météoritiques avec des diamètres extrêmement faibles de l'ordre de 20 km) et parcourue par de nombreuses lignes régulières et irrégulières que l'on peut assimiler à des «fractures», dont certaines atteignent 3000 km de longueur (figure 7). En effet, tout laisse supposer que la croûte d'Europe est

constituée de la surface gelée d'un océan qui a recouvert toute la planète très tôt dans son processus de formation. La couche de glace est estimée à une centaine de kilomètres et flotte peut-être sur une couche d'eau liquide. Ce qui est absolument étonnant avec les «fractures» c'est qu'elles ne possèdent aucun relief, on dirait des traits tracés au pentel sur une surface lisse. On pense qu'il existe un flux de chaleur suffisamment important, provenant de l'intérieur, qui provoque des mouvements et des dislocations de la couche de glace. Ainsi, ces lignes sombres sont les témoins d'une activité interne du satellite. D'une façon générale, l'absence de cratères d'impacts permet, soit d'affirmer que la surface d'Europa est jeune, soit qu'elle n'a pas gardé la trace de ces impacts.

### Io

Ses brillantes couleurs rouge, orange, jaune et blanc en font le satellite le plus spectaculaire du système solaire (figure 8). L'étude minutieuse des images des sondes Voyager montre que sa surface ne porte aucune trace de cratères météoritiques, ce qui laisse supposer qu'elle est très jeune et en évolution rapide. En effet Io est le corps le plus volcanique du système solaire, les volcans prennent en général la forme de taches noires de quelques dizaines de kilomètres de diamètre et occupent environ le 5% de la surface du satellite (figure 9). Voyager 1 a pu identifier huit éruptions volcaniques géantes avec des panaches allant de 70 à 280 km de hauteur. Cette intense

Fig. 5. Cette image mosaïque, prise par Voyager 2 depuis une distance de 300000 kilomètre, montre la grande variété de terrains qui existent sur Ganymède. (Source [2]).



Fig. 6. Les impacts avec la surface glacée de Ganymède produisent des cratères entourés de giclures de glace propre en provenance du sous-sol. (Source [1]).







activité volcanique est probablement due aux forces de marée que Io subit de la part de Jupiter et des autres satellites galiléens. Un effet de marée variable agit comme une pompe qui injecte de l'énergie à l'intérieur du satellite. Des calculs théoriques montrent que la quantité de chaleur ainsi développée pourrait atteindre  $10^{13}$  watts. Cette source de chaleur étant probablement active depuis la création du satellite il y a 4 milliards d'années, son intérieur est complètement fondu et une

activité volcanique continue a complètement dégazé le corps, ce qui explique l'absence de toute atmosphère. A la périphérie des caldeiras on observe de grandes coulées de lave. Les sondes ont mis en évidence des régions chaudes ayant une température de  $17^{\circ}\text{C}$  alors que la température des surfaces environnantes est de  $-146^{\circ}\text{C}$ . On suppose qu'il s'agit de lacs de lave fondue, la coloration rouge vif de ces régions suggérant une composition riche en soufre.

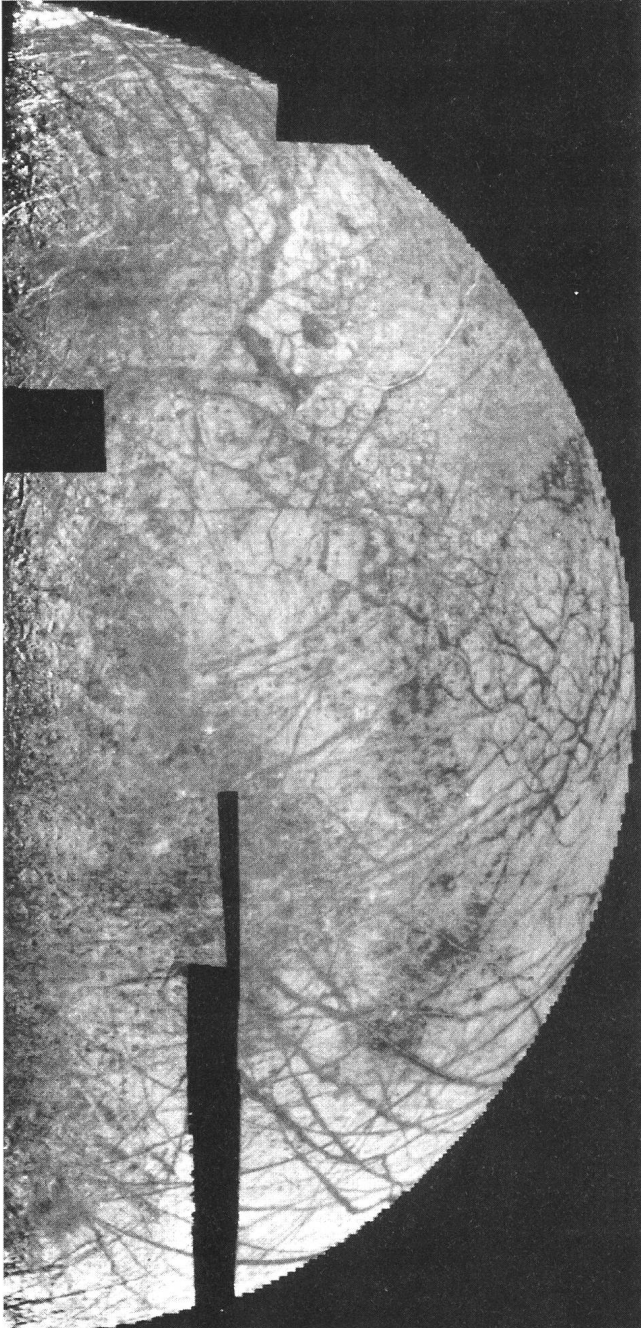


Fig. 7. Europe, une surface lisse comme une patinoire. Les différents types de «lignes» sont des «craquelures» dans la surface glacée d'Europe mais sans relief aucun. C'est la meilleure image prise par Voyager 2, à une distance de 250000 kilomètres avec une résolution de 5 kilomètres. (Source [2]).

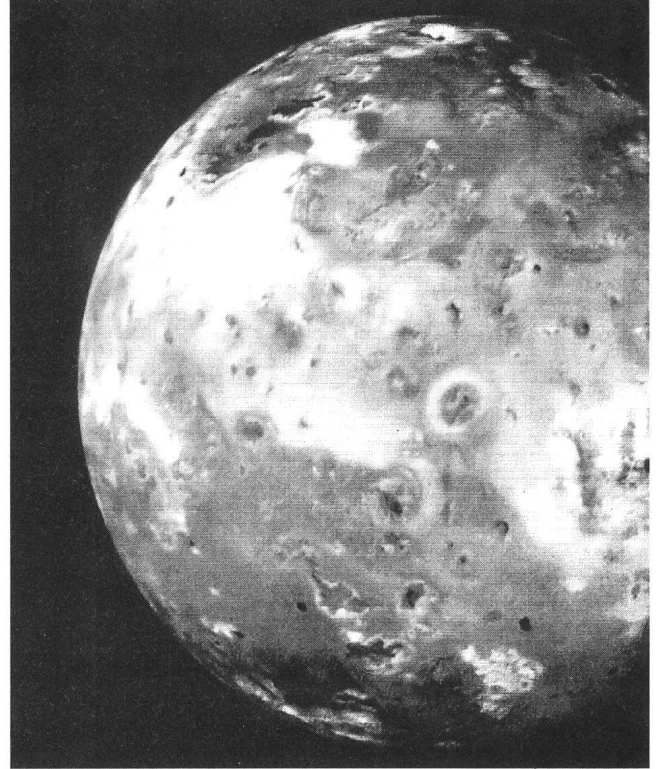
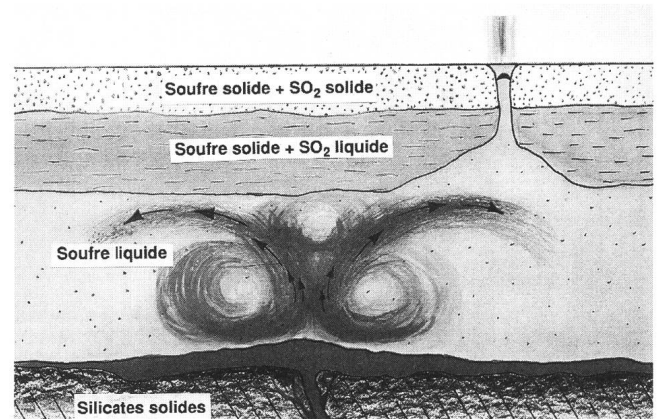


Fig. 8. Io, le satellite le plus volcanique du système solaire. Cette coloration vive est probablement due à une quantité importante de soufre contenue dans les matériaux de surface. La majorité des taches circulaires sont probablement des volcans. (Source [1]).

Fig. 9. Ce dessin montre un modèle possible pour la structure de Io. Un océan de soufre liquide, sous une croûte de soufre solide, recouvrant la majorité de la surface du satellite. (Source [2]).





La matière expulsée par les volcans de Io, ionisée et capturée par le champ magnétique de Jupiter, forme un anneau de plasma autour de ce dernier. Ce tuyau de matière ionisée possède une épaisseur correspondante au rayon de la planète et est situé à une distance de 5,9 rayons. Pour expliquer sa brillance ultraviolette observée par le spectromètre de la sonde il faut admettre que la température des électrons du plasma est de l'ordre de 100 000 degrés. Les éléments détectés sont de l'oxygène doublement ionisé et du soufre doublement et triplement ionisés.

Une autre particularité associée à ce monde étrange de Io est un tube de flux entre le satellite et la planète qui transporte un courant électrique dont la puissance est équivalente à celle de toutes les centrales électriques terrestres.

## Les anneaux de Jupiter

Ils ont été découverts en mars 1979 par la sonde Voyager 1; leur densité est environ un milliard de fois plus faible que celle des anneaux de Saturne, ce qui explique qu'il était impossible de les observer depuis la terre (figure 10). Les anneaux sont très ténus à bords nets; des satellites évoluent dans leur voisinage. Ils sont entièrement contenus à l'intérieur de la magnétosphère et donc probablement constitués de particules chargées. On distingue deux anneaux brillants, respectivement de 5000 km de largeur et de 800 km de largeur, à une distance comprise entre 47 000 et 53 000 km au-dessus de la couche de nuages.

Des matériaux plus dispersés s'étendent vers l'intérieur jusqu'à la limite de l'atmosphère jovienne. L'épaisseur des anneaux reste inconnue mais on pense qu'elle ne doit pas dépasser les 30 kilomètres. On pense qu'ils sont constitués de poussière de roches sombres faisant le tour de la planète en 5 à 7 heures. De telles trajectoires sont instables et on

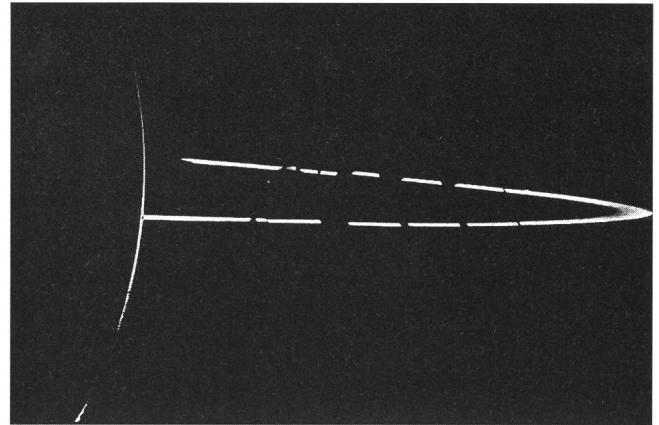


Fig. 10. Les anneaux de Jupiter vus en contre-jour (les particules constituant les anneaux diffusent particulièrement bien la lumière vers l'avant). La sonde Voyager 2 se trouvait à 2 degrés au dessus de l'équateur et à 1,5 millions de kilomètres des anneaux. (Source [2]).

émet l'hypothèse que les anneaux sont constamment régénérés ce qui pose, on s'en doute, le problème de la source d'approvisionnement.

### Bibliographie

[1] *The Cambridge Photographic Atlas of the Planets*, G. A. BRIGGS and F. W. TAYLOR, Cambridge University Press, 1982

[2] *Voyage to Jupiter*, D. MORRISON and J. SAMZ, NASA SP-439, 1980.

FABIO BARBLAN  
2a Ch. Mouille-Galand  
1214 Vernier

# Feriensternwarte – Osservatorio – CALINA

## Programm 1995

**25.-30. September:**

**Elementarer Einführungskurs in die Astronomie**, mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte.  
Leitung: Dr. Mario Howald-Haller, Dornach

**9.-14. Oktober:**

**Wetterkunde für Amateurastronomen.** Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH

### Anmeldungen für alle Kurse und Veranstaltungen bei der Kursadministration:

HANS BODMER, Schlottenbühlstrasse 9b, CH-8625 Gossau / ZH, Tel. 01/936 18 30 abends. Für alle Kurse kann ein Stoffprogramm bei obiger Adresse angefordert werden.

**Unterkunft:** Im zur Sternwarte gehörenden Ferienhaus stehen Ein- und Mehrbettzimmer mit Küchenanteil oder eigener Küche zur Verfügung. In Carona sind gute Gaststätten und Einkaufsmöglichkeiten vorhanden.

**Hausverwalterin und Zimmerbestellung Calina:** Frau Brigitte Nicoli, Postfach 8, CH-6914 Carona, Tel. 091/68 52 22 oder Feriensternwarte Calina: Tel. 091/68 83 47