

## 1610-2010 : La saga des satellites galiléens...

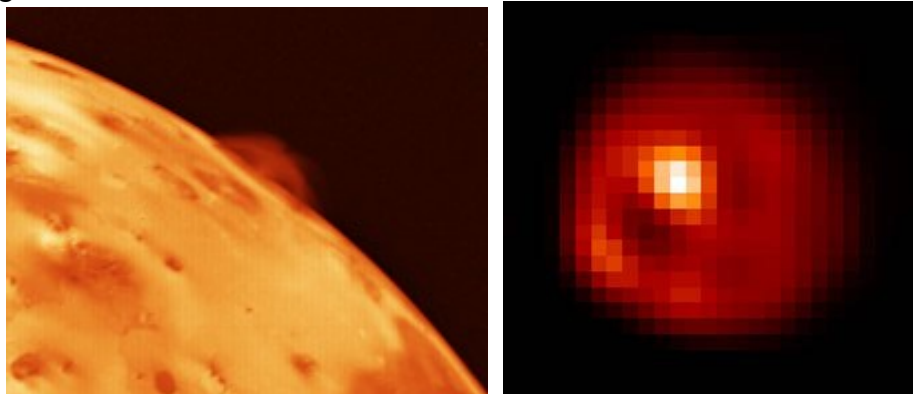
### XI – Ce que l'on sait des satellites galiléens aujourd'hui, et les projets d'exploration à venir

Pendant des siècles, les astronomes n'ont pas su à quoi ressemblaient les satellites galiléens. On les a imaginé semblables à la Lune que l'on observe depuis longtemps, mais contrairement à notre Lune que l'on peut considérer comme un astre mort, n'évoluant plus, les satellites galiléens sont très actifs avec des surfaces jeunes pour certains d'entre eux. Pourquoi ? Quelle est la cause de cet état ?

Les sondes spatiales nous ont permis de bien connaître la masse des satellites grâce aux passages proches fortement influencés par le potentiel gravitationnel des satellites. La taille a pu aussi être précisément mesurée, d'où une bonne connaissance de la densité de ces corps. Par contre, leur structure interne est encore mal connue, modélisée par ce qu'on sait des moments d'inertie et des champs magnétiques, modèles qui doivent être en accord avec les observations des surfaces. Les observations de mesure de positions depuis le sol terrestre, pratiquées avec une bonne précision depuis plus d'un siècle, ont permis de mettre en évidence tous les effets gravitationnels subis par les satellites, de bien connaître leurs mouvements et de poser le problème des marées dans le système jovien. Les progrès des récepteurs installés sur les télescopes ont permis de sonder les satellites dans les longueurs d'onde infra rouges en complément des observations des engins spatiaux.

#### *Io :*

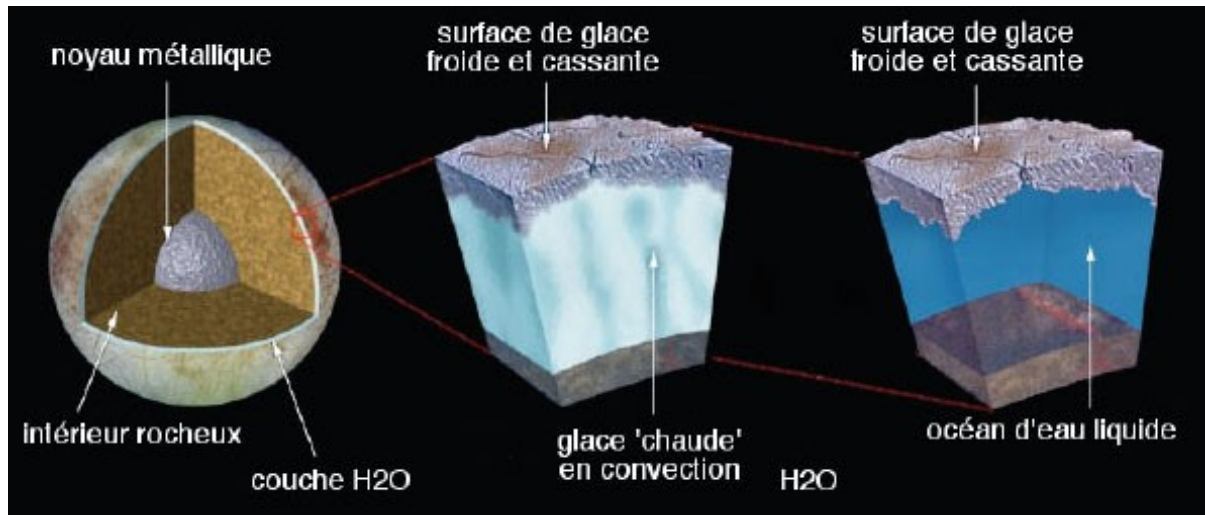
Le fait marquant concernant Io est la découverte d'un volcanisme actif par la sonde Voyager, volcanisme qui avait été prédit par certains chercheurs ayant quantifié les effets de marée de Jupiter sur Io. La question qui s'est alors posée est la suivante : quel mécanisme produit ce volcanisme ? Les forces de marée de Jupiter sur Io sont bien sûr responsable mais le satellite a-t-il été chauffé lors d'une phase orbitale plus excentrique et est-il actuellement en cours de refroidissement, ou bien ce chauffage est-il entretenu, Io étant alors en équilibre thermique ? Dans le dernier cas, il doit y avoir une dissipation d'énergie qui fait perdre de l'énergie orbitale à Io : celui-ci doit alors accélérer et se rapprocher de Jupiter. Effectivement, les mesures astrométriques de position sur plus d'un siècle montre une telle accélération d'Io. La dissipation d'énergie calculée qui doit en découler correspond à l'émission de chaleur observée à la surface. Io est donc en équilibre thermique et le volcanisme est entretenu par les marées créées par Jupiter. C'est un résultat récent remarquable mais difficilement transposable aux autres satellites, ces derniers suivant Io du fait de la résonance entre les trois orbites de Io, Europe et Ganymède. Quant à Callisto, son mouvement est trop lent pour que l'on détecte une accélération significative.



*A gauche, image prise par Voyager le 4 mars 1979 montrant le volcan P3 Prométhée en éruption vue sur le limbe de Io. A droite, les volcans vus de la Terre en infra rouge.*

## *Europe :*

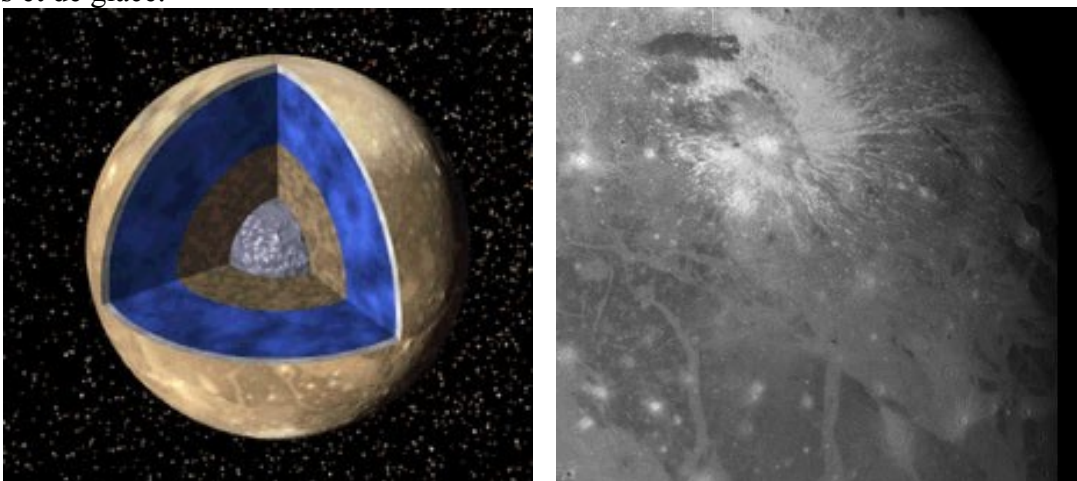
Les observations d'Europe laissent penser qu'un océan existe sous la croûte de glace bien visible. La surface est très jeune car peu cratérisée ce qui montre qu'un resurfaçage régulier a lieu. De l'eau liquide sous la banquise permet un tel resurfaçage. L'excentricité de l'orbite d'Europe implique de la dissipation associée aux marées levées par Jupiter sur ce satellite. Bien évidemment, l'existence d'un océan va entraîner une réponse forte du corps par rapport à une structure rigide. Est-ce une marée d'équilibre ou bien la friction de l'océan sur la croûte de glace ou bien sur un fond rocheux entraîne-t-elle une dissipation d'énergie ? On n'a pas encore la réponse à cette question. Une mission spatiale EJSM (Europa Jupiter System Mission) est en préparation pour envoyer un engin en orbite autour d'Europe afin d'en sonder l'éventuel océan.



*L'intérieur d'Europe : océan ou glace en convection ?*

## *Ganymède :*

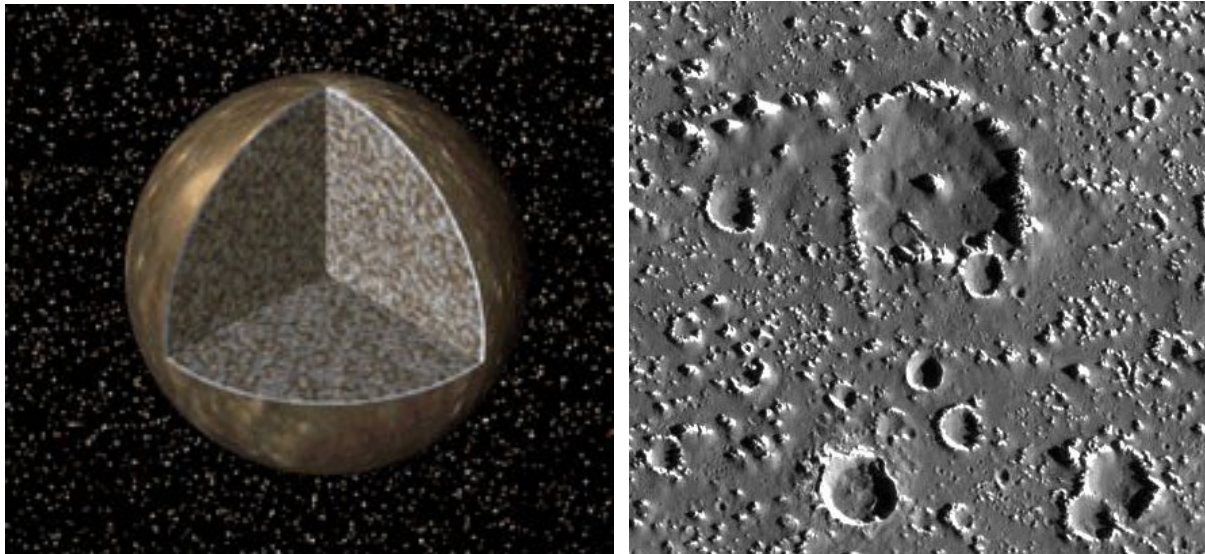
Comme Io et Europe, et contrairement à Callisto, Ganymède possède une structure interne différenciée (comme la Terre, c'est-à-dire avec un noyau métallique entouré d'un magma rocheux). La découverte la plus étonnante concernant Ganymède, est l'existence d'un champ magnétique. Cela tend à supposer l'existence d'un océan d'eau salée sous la croûte de surface composée d'un mélange de roches et de glace.



*L'intérieur de Ganymède produisant un champ magnétique et sa surface montrant des résurgences de glace.*

### *Callisto :*

Callisto a une structure interne peu différenciée faite d'un mélange de roches et de glace. Sa surface cratérisée est ancienne mais un océan d'eau sous la croûte observable n'est pas complètement à exclure.



*L'intérieur de Callisto, supposé indifférencié et sa surface ancienne très cratérisée.*

Seule la mission à venir EJSM peut nous en apprendre plus sur les satellites galiléens. Les observations au sol peuvent nous aider à suivre l'évolution du volcanisme de Io. Le suivi astrométrique et une nouvelle réduction des observations anciennes apportant plus de précision sur les mouvements, peuvent également nous donner des informations complémentaires sur l'évolution du système.