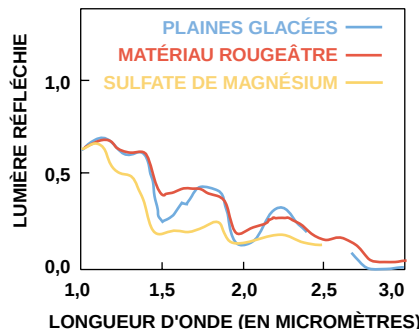




NASA/Jet Propulsion Laboratory



S. Donelson, d'après T.B. McCord, University of Hawaii

3. UNE TACHE ROUGEÂTRE indique l'endroit où un liquide salin s'est répandu sur la surface d'Europe (à gauche). Des mesures spectrales (à droite) ont montré que les plaines brillantes environnantes (courbe bleue) se composent principalement d'eau gelée. Le matériau rougeâtre (courbe rouge) a un spectre lumineux qui semble être celui du sulfate de magnésium (courbe jaune).

Tapisseries et soutènement hydraulique

Avec une densité moyenne de 3,04 grammes par centimètre cube, Europe est certainement un corps rocheux. Les données gravimétriques indiquent que la roche s'intercale entre un noyau central de fer et une croûte externe d'eau ou de glace. L'épaisseur de cette croûte est comprise entre 80 et 170 kilomètres, selon les densités possibles pour le noyau de fer et pour le manteau rocheux, avec 100 kilomètres comme valeur la plus probable. Si une partie notable de cette croûte est liquide, son volume est supérieur à celui de tous les océans terrestres. Toutefois les données gravimétriques sont insuffisantes pour savoir si l'eau est liquide ou solide. L'examen des photographies en dit-il plus ?

L'équipe d'imagerie de *Galileo* a découvert un monde à nul autre pareil. Sa surface forme un entrelacs compliqué de fractures, de rides, de bandes et de taches. Les fractures sont sans doute nées quand les forces de marées ont déformé la surface gelée jusqu'à ce qu'elle cède. Les rides, également très nombreuses, courent en surface par paires, séparées par une vallée étroite. Les planétologues envisagent une résurgence d'eau liquide ou de glace chaude le long des fractures. Un « magma » aqueux ou verglacé a pu forcer le passage sous de la glace rigide, proche de la surface, la gauchissant en une double ride. Une bouillie glacée a aussi pu jaillir en surface et se solidifier aussitôt en forme de ride. Par endroits, les rides parallèles sont nombreuses : on suppose que le mécanisme de formation de doubles rides s'est répété. Les plus larges sont en général flanquées de

raies sombres, rougeâtres, aux bords diffus : la bouffée de chaleur associée à la formation des rides a-t-elle tracé ces frontières assombries, par volcanisme de glace partiellement fondue ou par sublimation de la surface sale gelée ? Quel que soit le mécanisme exact de formation, les rides révèlent une histoire dynamique d'Europe. L'échauffement par effet de marées engendre des structures particulières, et explique certaines fissures et rides les plus récentes. Toutefois, les contraintes responsables des fissures semblent s'être aussi déplacées.

À partir des enchevêtrements de fractures et de rides apparemment aléatoires, les astronomes ont essayé de comprendre les mécanismes responsables de l'étirement et de la déformation d'Europe. L'échauffement par effet de marées engendre des structures particulières, et explique certaines fissures et rides les plus récentes. Toutefois, les contraintes responsables des fissures semblent s'être aussi déplacées.

Cette particularité s'explique si la surface d'Europe a tourné plus vite que son intérieur. La plupart des satellites naturels du Système solaire sont en rotation synchrone : sous l'action du couple des forces de marées, ils tournent sur eux-mêmes exactement une fois par révolution orbitale, montrant toujours la même face à leurs planètes parentes (c'est pour cette raison que nous voyons toujours la même face de la Lune). Si la surface gelée d'Europe était découplée – séparée mécaniquement – de son manteau rocheux, la gravité de Jupiter engendrerait une rotation de la surface d'Europe légèrement plus rapide que celle du noyau. Un océan sous la surface agirait comme un lubrifiant et permettrait à la couche de glace de tourner de manière asynchrone.

Rien ne permet d'affirmer que la rotation asynchrone d'Europe se poursuit aujourd'hui ou que la sur-

face enregistre un ancien motif d'alignements structuraux, aujourd'hui inactifs. Les planétologues ont comparé les positions de certaines structures dans les images de *Galileo* à leurs positions dans les images de *Voyager* et n'ont trouvé aucun changement mesurable sur cette période de 20 ans. Aujourd'hui, on sait seulement que la différence de vitesse de rotation entre la surface et l'intérieur, si elle existe, est inférieure à un tour tous les 10 000 ans.

La caméra de *Galileo* a aussi visé les bandes sombres en forme de coin, où les images imprécises de *Voyager* indiquaient que les bandes parsemées de rides étaient séparées. Des analyses récentes ont confirmé que les faces opposées de ces bandes se correspondent parfaitement. La matière sombre entre ces bandes est finement striée avec, en général, une rainure prononcée et un certain degré de symétrie (voir la figure 5). Ces bandes sont peut-être les équivalents gelés des dorsales océaniques terrestres, où les plaques tectoniques s'écartent et où du magma sort, formant de nouvelles roches. Si c'est le cas, la glace sous la surface a dû être mobile et chaude lors de la formation des structures. Sur Terre, la tectonique des plaques impose un bilan de matière nul : la matière qui s'épanche en surface est compensée par de la matière qui plonge dans les zones de subduction. Aucune zone de ce genre n'a encore été identifiée sur Europe.

L'apparition de bulles

Le mystérieux terrain moucheté fournit d'autres indices sur l'intérieur d'Europe. Les images que *Galileo* en a prises ont 10 à 100 fois plus de détails que celles de *Voyager*. Les images montrent un terrain criblé de structures circulaires et elliptiques que l'équipe d'imagerie a nommées *lenticulae*, mot latin qui signifie « taches de rousseur ». Beaucoup de ces structures sont des dômes, certaines sont des fosses, d'autres sont des taches sombres lisses ; d'autres encore ont une texture rugueuse et brouillée. Les sommets des dômes ressemblent à des parties de plaines ridées, plus anciennes, signe que les dômes ont dû se former lors du soulèvement de plaines.

La diversité des *lenticulae* s'explique si l'on suppose que la couche gelée