

Terre résultant des variations de l'orbite terrestre, elles-mêmes dues aux perturbations des autres planètes. Ceci limite aussi la possibilité d'établir des échelles de temps géologiques basées sur la corrélation entre les séries sédimentaires qui témoignent des variations climatiques du passé et les calculs d'insolation de la mécanique céleste. Sur des durées plus longues (de l'ordre de l'âge du Système solaire), les planètes peuvent même entrer en collision, entre elles ou avec le Soleil. Pour

Mercury, la probabilité de collision avec le Soleil est de l'ordre de 1%.

Les scientifiques reconnaissent bien aujourd'hui l'existence du chaos, mais l'origine de celui-ci restait encore source de controverses. C'est pourquoi Federico Mogavero et Jacques Laskar, de l'IMCCE, ont mené une étude systématique des résonances présentes dans le Système solaire interne, utilisant pour cela utilisé le logiciel de calcul formel TRIP,

développé depuis 1988 à l'IMCCE. Et ils ont bien retrouvé les résonances découvertes il y a 30 ans par J. Laskar. En même temps, ils ont révélé un réseau multidimensionnel complexe de nouvelles résonances, couplant les planètes internes. Les chercheurs démontrent que la prise en compte des résonances principales permet de rendre compte du temps de divergence exponentielle des orbites planétaires. (Source : INSU)

## Lumière de verre : un procédé d'illumination monumentale inédit

**A Chartres, les ateliers de Lumière de Verre ([www.lumdeverre.fr](http://www.lumdeverre.fr)) font une proposition artistique directement issue du fameux Diascope, la lanterne magique des petits Savoyards au XVIII<sup>e</sup>. Ils réalisent ainsi des projections d'images sur des monuments qui sont de véritables œuvres d'art...**

C'est un vrai travail d'orfèvre que ces artisans effectuent depuis quelques années sur des diapositives de verre gravées, peintes à la main, puis cuites à des températures fortes et précises. Il s'agit d'un procédé de projection monumentale inédit, alliance de la lumière et d'un savoir-faire d'exception dans le verre. Il s'inscrit dans la tradition historique et culturelle de la lanterne magique. Mais il sert ici à illuminer de manière artistique le patrimoine public et privé.

Le système de mise en œuvre a été développé il y a 7 ans autour d'une machine optique qui existait donc déjà : le Diascope dit rétroprojecteur. On la connaît mieux sous le nom de « lanterne magique ». Ce dispositif combine un système optique à une source de chaleur-lumière, permettant ainsi de projeter une image peinte sur une plaque de verre. Il aurait été inventé au XVII<sup>e</sup> siècle et s'est répandu en Europe au XVIII<sup>e</sup>. Et ce grâce aux Savoyards qui, de village en village, produisaient un spectacle avec cette modeste machine alors que des exploits techniques et optiques s'opéraient dans les châteaux. Au



© Lumière de Verre - Villers-Cotterêts - 2022

**« Evocation forestière dans chantier en lumière » au Château de Villers-Cotterêts (Aisne).**

XIX<sup>e</sup>, l'objet perfectionné sera à la base du cinéma. Puis cet ancêtre des projecteurs réapparaîtra au XX<sup>e</sup> siècle sous la forme du rétro-projecteur, aujourd'hui abandonné au profit du vidéo-projecteur.

Lumière de Verre a adapté cet appareil fascinant, sous diverses formes, selon les différentes configurations rencontrées (distance de la source de projection, etc.). Mais toutes les solutions sont fonctionnelles sous tout climat.

En cas de scénographie sur un grand bâti, dans un espace ou un parcours, les sources de lumière sont multipliées.

Cet été, des œuvres ont été conçues pour l'abbaye de Beaulieu-en-Rouergue (Tarn-et-Garonne), tout juste restaurée, et pour l'abbaye de Noirlac (Cher).

**Les artisans gravent les motifs sur des diapositives de verre.**

© Lumière de Verre - Illustrations 2022



## Un astéroïde fracturé

**Grâce à la mission OSIRIS-REx, de la NASA, un astéroïde livre ses secrets : de nombreuses fracturations étonnantes à sa surface contribuent à la chute de météoroïdes sur Terre.**

Les astéroïdes les plus communs du système solaire sont similaires aux chondrites carbonées. Ils ont un caractère « primitif », car non différencié, et représentent des objets idéaux pour mieux contraindre les conditions

physico-chimiques et dynamiques du système solaire en formation. Il est donc essentiel pour cela de caractériser finement les processus contrôlant leur dynamique de surface, ceci afin de pouvoir séparer ce qui dépend de leurs propriétés primitives ou de leur évolution à l'échelle de milliards d'années. Cependant peu d'échantillons sont connus à la surface de la Terre : en effet, les météorites provenant de ces astéroïdes sont très facilement désintégrées lors de la rentrée atmosphérique.

orientées préférentiellement dans une direction Nord-Sud et sont plus nombreuses à l'équateur qu'aux pôles. Cela signifie qu'elles ont été créées par un processus appelé fatigue thermique, dû aux chocs de température entre le jour (très chaud, soit  $\approx 80\text{ C}$ ) et la nuit (très froide, soit  $\approx -80\text{ C}$ ) : cela mène à la formation de fractures macroscopiques. Le processus est rapide et peut créer des fractures de taille métrique en un temps beaucoup plus court ( $< 100\ 000$  ans) que la durée de vie des astéroïdes, donc beaucoup plus rapidement que ce qui était considéré jusqu'ici.

La mission OSIRIS-REx a étudié pendant deux ans et demi l'astéroïde Bénou. En 2023, elle ramènera ses échantillons sur Terre. Cette mission a acquis des milliers d'images de la surface des roches de Bénou, à très haute résolution. Plus de 1500 fractures sur les blocs rocheux de l'astéroïde ont ainsi été analysées et combinées à une modélisation thermo-mécanique.

Il s'avère que la plupart des fractures sont

Ce processus fait perdre peu à peu les propriétés thermomécaniques primordiales des roches de Bénou, au fur et à mesure que le nombre de chocs thermique augmente. En outre, les blocs mécaniquement endommagés et fracturés sont plus facilement délités, ce qui diminue la taille moyenne des blocs présents à la surface de l'astéroïde. Le processus influence par conséquent la dynamique et la vitesse de renouvellement des surfaces de ces astéroïdes. De plus, la fracturation thermique contrôle possiblement les phénomènes d'éjection de masse qui ont été observés sur Bénou, contribuant ainsi à l'érosion globale de ce type d'astéroïdes et à la population des météoroïdes carbonées, dont une partie atteint la Terre. (Source : INSU)



Crédits : NASA/Goddard/University of Arizona