



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 24 JUILLET 2017

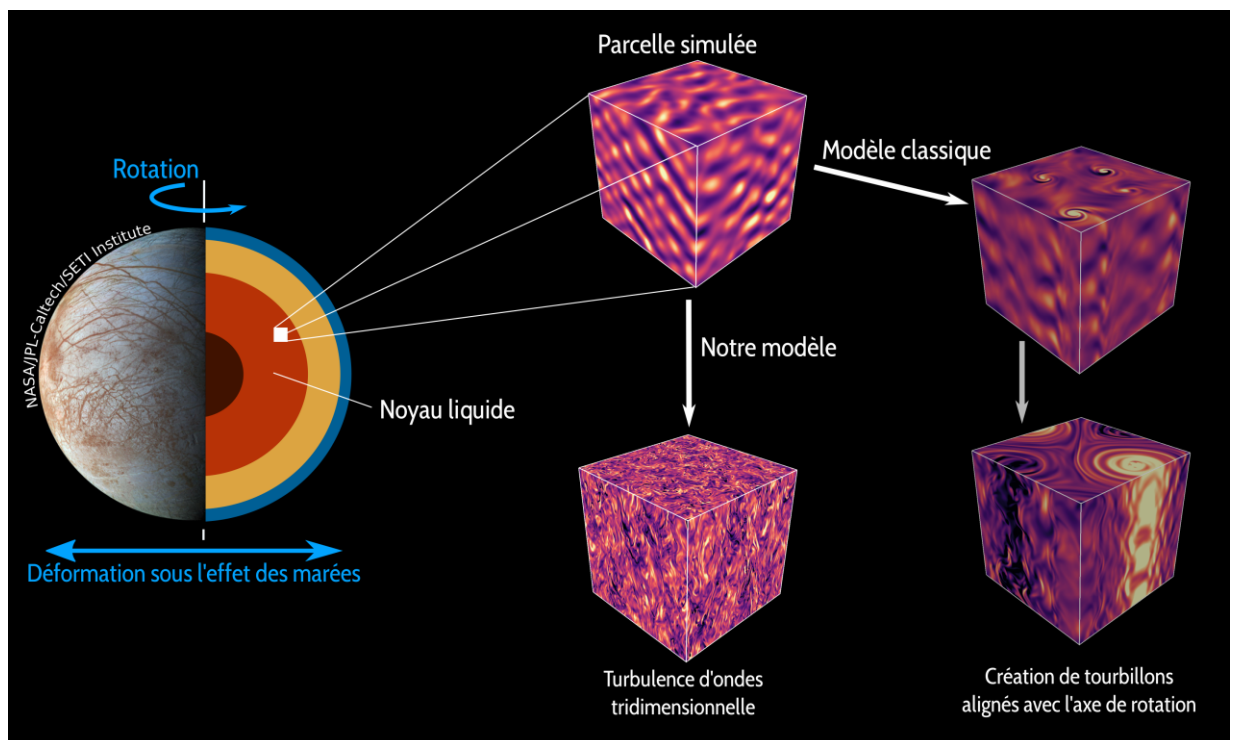
La turbulence des noyaux planétaires excitée par les marées

Véritables boucliers contre les particules à hautes énergies, les champs magnétiques des planètes sont produits par des mouvements de fer dans leur noyau liquide. Le modèle dominant pour expliquer ce système s'accorde cependant mal avec les plus petits astres. Des chercheurs de l'Institut de recherche sur les phénomènes hors équilibre (IRPHE, CNRS/Aix Marseille Université/Centrale Marseille) et de l'université de Leeds proposent un nouveau modèle, dans lequel l'agitation des noyaux liquides serait due aux marées produites par les interactions gravitationnelles entre les astres. Au lieu de grands tourbillons turbulents de fer fondu loin sous la surface, les mouvements du noyau seraient dus à une superposition de nombreuses agitations ondulatoires. Ces travaux sont publiés dans *Physical Review Letters* le 21 juillet 2017.

Les scientifiques s'accordent à dire que la formation et le maintien des champs magnétiques résultent d'écoulements de fer dans le noyau liquide. Les discussions se compliquent quand il s'agit de déterminer ce qui permet à ces masses colossales de se mouvoir. Le modèle dominant se base sur le lent refroidissement des astres, qui entraîne une convection, qui crée à son tour de grands tourbillons de fer fondu parallèles à l'axe de rotation du corps céleste. Or, les petites planètes et les lunes se refroidissent trop vite pour qu'un champ magnétique puisse encore s'y maintenir par convection, plusieurs milliards d'années après leur formation. Des chercheurs de l'IRPHE (CNRS/Aix Marseille Université/Centrale Marseille) et de l'université de Leeds ont donc présenté un modèle alternatif où ce sont les interactions gravitationnelles entre les astres qui agitent le noyau.

Les marées, produites par ces interactions gravitationnelles, déforment en effet le noyau périodiquement et amplifient les mouvements ondulatoires naturellement présents dans le fer liquide en rotation. Ce phénomène finit par produire un écoulement complètement turbulent, dont la nature n'est pas encore bien comprise. Afin de l'étudier, les chercheurs ont utilisé un modèle numérique d'une petite parcelle d'un noyau planétaire, plutôt qu'une simulation du noyau dans son ensemble, qui serait bien trop gourmande en puissance de calcul. Cette approche permet de caractériser finement les mouvements créés dans les régimes géophysiques extrêmes, tout en gardant les ingrédients physiques essentiels. Les chercheurs ont ainsi montré que la turbulence résulte d'une superposition d'un très grand nombre de mouvements ondulatoires qui échangent entre eux en permanence de l'énergie. Cet état particulier, appelé turbulence d'ondes, peut être vu comme un analogue en trois dimensions du mouvement de la surface de la mer, loin des côtes.

Ces travaux ouvrent la voie à de nouveaux modèles permettant de mieux comprendre et prédire les propriétés du champ magnétique des astres. Ce modèle de marées s'appliquerait à tous les corps en orbite, suffisamment déformés par les étoiles, planètes ou lunes voisines.



Gauche : simulation d'une parcelle cubique située au sein du noyau liquide d'une planète déformée par les effets de marées. En concentrant leurs efforts numériques sur ce domaine réduit, les chercheurs ont accédé à des régimes proches des régimes planétaires. L'écoulement prend alors la forme d'une superposition d'ondes qui interagissent non-linéairement jusqu'à former une turbulence tridimensionnelle d'ondes inertielles (cf. champ de vorticité verticale au centre), en opposition aux modèles classiques où l'écoulement évolue vers des structures tourbillonnaires à plus grande échelle, alignées avec l'axe de rotation (cf. champ de vorticité verticale à droite) © Thomas Le Reun / Institut de recherche sur les phénomènes hors équilibre (IRPHE, CNRS/Aix Marseille Université/Centrale Marseille).

Bibliographie

Inertial wave turbulence driven by elliptical instability. Thomas Le Reun, Benjamin Favier, Adrian J. Barker, Michael Le Bars. *Physical Review Letters*, le 21 juillet 2017.
<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.119.034502>

Contacts

Chercheur CNRS | Michael Le Bars | T 04 13 55 20 73 | michael.lebars@irphe.univ-mrs.fr
 Doctorant | Thomas Le Reun | lereun@irphe.univ-mrs.fr
 Presse CNRS | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | alexiane.agullo@cnrs-dir.fr