

SVT	Thème 1 - Sciences, climat et société	Term Ens Scient
Ac	Chapitre 1 - L'atmosphère terrestre et la vie	ESTHER & PIOCHE

Activité A : L'origine de l'eau sur Terre - Un problème, plusieurs hypothèses

Consignes :

- 1) Cherchez les éléments permettant d'attester la valeur scientifique des deux articles présentés
- 2) Présentez les différentes hypothèses concernant l'origine de l'eau sur Terre et les arguments scientifiques qui confortent ces hypothèses. Vous pouvez répondre sous la forme d'un tableau

Article 1 - La Terre aurait toujours été riche en eau – CNRS

27 août 2020 – par Laurette PIANI, chercheuse au CNRS

La Terre est la seule planète connue à posséder de l'eau liquide à sa surface, une caractéristique fondamentale pour expliquer l'apparition de la vie. Mais cette eau était-elle présente dès l'origine dans les roches qui ont formé notre planète ? A-t-elle été apportée plus tard par des astéroïdes et comètes ayant bombardé la Terre ? Ou est-elle un mélange de ces deux sources ?

Dans la revue *Science*, ce 28 août 2020, des scientifiques du Centre de recherches pétrographiques et géochimiques (CNRS/Université de Lorraine) apportent leur pierre à ce débat en montrant que la majorité de l'eau aujourd'hui présente sur Terre y est sans doute depuis l'origine. La Terre s'est pourtant formée dans une région du Système solaire où régnaient des températures trop élevées pour que l'eau condense et s'agglomère aux autres solides sous forme de glace, ce qui a longtemps favorisé l'hypothèse d'un apport tardif de l'eau. Cependant, la quantité d'eau présente dans les roches ayant formé la Terre n'avait jamais été précisément estimée.

Les scientifiques nancéiens se sont intéressés à des météorites de composition analogue à celle de la Terre, les chondrites à enstatite. Et plus précisément au petit nombre d'entre elles qui, peu chauffées au cours de leur histoire, présentent encore une composition primitive. Grâce à deux techniques complémentaires, ils ont mesuré leur teneur en hydrogène et localisé précisément une partie de celui-ci.

Résultat : les roches primitives de la Terre auraient contenu l'équivalent en eau d'au moins trois fois les océans, et peut être beaucoup plus ! L'hydrogène de ces météorites a par ailleurs la même composition isotopique que celui de l'eau stockée dans le manteau terrestre. Quant à celle des océans, elle est compatible avec un mélange de 95 % d'eau de ces chondrites et seulement 5 % d'eau apportée par des comètes ou astéroïdes hydratés. La Terre pourrait donc bien avoir hérité de ses matériaux constitutifs l'immense majorité de son eau.



Un morceau d'environ 10 cm de la météorite Sahara 97096, l'une des chondrites à enstatite étudiées.

Des concentrations d'eau de l'ordre de 0,5 % en poids y ont été mesurées, et une partie de l'hydrogène a pu être localisé dans les chondres (sphères blanches visibles sur la photo).

Echantillon appartenant au Muséum national d'Histoire naturelle (Paris).

© Christine Fieni / Laurette Piani

Article 2

Une famille de comètes relance le débat sur l'origine de l'eau sur Terre

CNRS - 23 mai 2019 – par Laurette PIANI, chercheuse au CNRS



Figure 1 - La comète 46P/W, le 3 janvier 2019. © Nicolas Biver

Comment l'eau est-elle arrivée sur Terre ? Les comètes, avec leurs noyaux de glace, semblent un candidat idéal, mais les analyses ont jusqu'ici montré que leur eau diffère de celle de nos océans. Une équipe internationale, associant des chercheurs du CNRS au Laboratoire d'étude du rayonnement et de la matière en astrophysique et atmosphères (Observatoire de Paris – PSL/CNRS/Sorbonne Université/Université de Cergy-Pontoise) et au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (Observatoire de Paris – PSL/CNRS/Sorbonne Université/Université de Paris), a cependant établi qu'une famille de comètes contient de l'eau similaire à l'eau terrestre : les comètes hyperactives. Cette étude, publiée dans la revue « Astronomy & Astrophysics » le 20 mai 2019, s'appuie en particulier sur des mesures de la comète 46P/W par SOFIA, l'Observatoire stratosphérique pour l'astronomie infrarouge de la NASA.

Selon la théorie dominante, la Terre se serait formée par la collision de petits corps célestes, les planétésimaux. Comme ils sont pauvres en eau, cette dernière a dû être apportée soit par un planétésimal plus gros, soit par une pluie de plus petits objets tels que les astéroïdes et les comètes.

Pour remonter à la source de l'eau terrestre, les chercheurs étudient les rapports isotopiques, en particulier le rapport deutérium sur hydrogène (D/H) de l'eau, le deutérium étant une forme d'hydrogène plus lourd. À l'approche du Soleil, les glaces d'une comète se subliment, formant ainsi une atmosphère de vapeur d'eau qui peut être analysée à distance. Or les rapports D/H de

comètes mesurés jusqu'ici étaient en général compris entre deux et trois fois celui des océans, ce qui signifierait que les comètes n'ont apporté qu'environ 10 % de l'eau sur Terre.

Lors de son passage près de la Terre en décembre 2018, la comète 46P/W a pu être analysée grâce à l'observatoire volant SOFIA, embarqué à bord d'un Boeing. Elle a été la troisième à présenter le même D/H que l'eau terrestre. Comme les deux précédentes, elle appartient à la classe des comètes hyperactives qui, à l'approche du Soleil, libèrent le plus d'eau.

(...)

Les comètes hyperactives, dont la vapeur d'eau provient en partie de grains éjectés dans leur atmosphère, ont donc un D/H équivalent à celui de l'eau terrestre, contrairement à celles dont le halo gazeux n'est produit que par la glace de surface. Les chercheurs suggèrent que les rapports D/H mesurés dans l'atmosphère de ces dernières ne sont pas forcément représentatifs des glaces présentes dans leur noyau. Si cette hypothèse est vraie, l'eau de tous les noyaux cométaires pourrait en fait être très proche de celle sur Terre, ce qui rouvre le débat sur l'origine de nos océans.



Figure 2 - Scientifiques en mission à bord d'un Boeing 747 SOFIA © Nicolas Baker/IRAP/NASA/CNRS