

THÈME : L'UNIVERS

Des océans tombés du ciel ?

D'où vient l'eau qui recouvre la surface de la Terre ? Cette question, intimement liée à celle de l'apparition de la vie, se pose à la communauté scientifique. Parmi les scénarios envisagés par les chercheurs, l'un d'eux avance que les comètes ou les astéroïdes auraient pu déposer l'eau sur notre planète lors d'un bombardement intensif, il y a environ 4 milliards d'années.

Document 1. La mission Rosetta

Rosetta est une mission spatiale de l'Agence spatiale européenne (ASE/ESA) dont l'objectif principal est de recueillir des données sur la composition de la comète Tchouri (son nom complet est Tchourioumov-Guérassimenko).

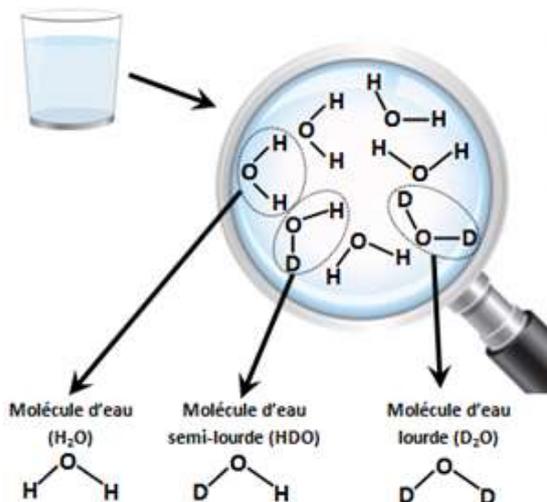
La sonde Rosetta a rejoint la comète Tchouri le 6 août 2014, à une distance de 500 millions de kilomètres de la Terre.

Rosetta a alors lancé un petit module qui a atterri sur la comète Tchouri et qui a pu prélever quelques échantillons du sol de la comète.

Document 2. Le rapport isotopique D/H dans l'eau

Dans la nature, l'hydrogène existe sous la forme de plusieurs isotopes. L'isotope le plus abondant est l'hydrogène ^1_1H . Un deuxième isotope, le deutérium ^2_1H , est beaucoup plus rare.

Notons H l'hydrogène ^1_1H et D le deutérium ^2_1H . Ainsi dans un prélèvement d'eau on peut trouver des molécules d'eau sous 3 formes différentes : H_2O , HDO et D_2O .



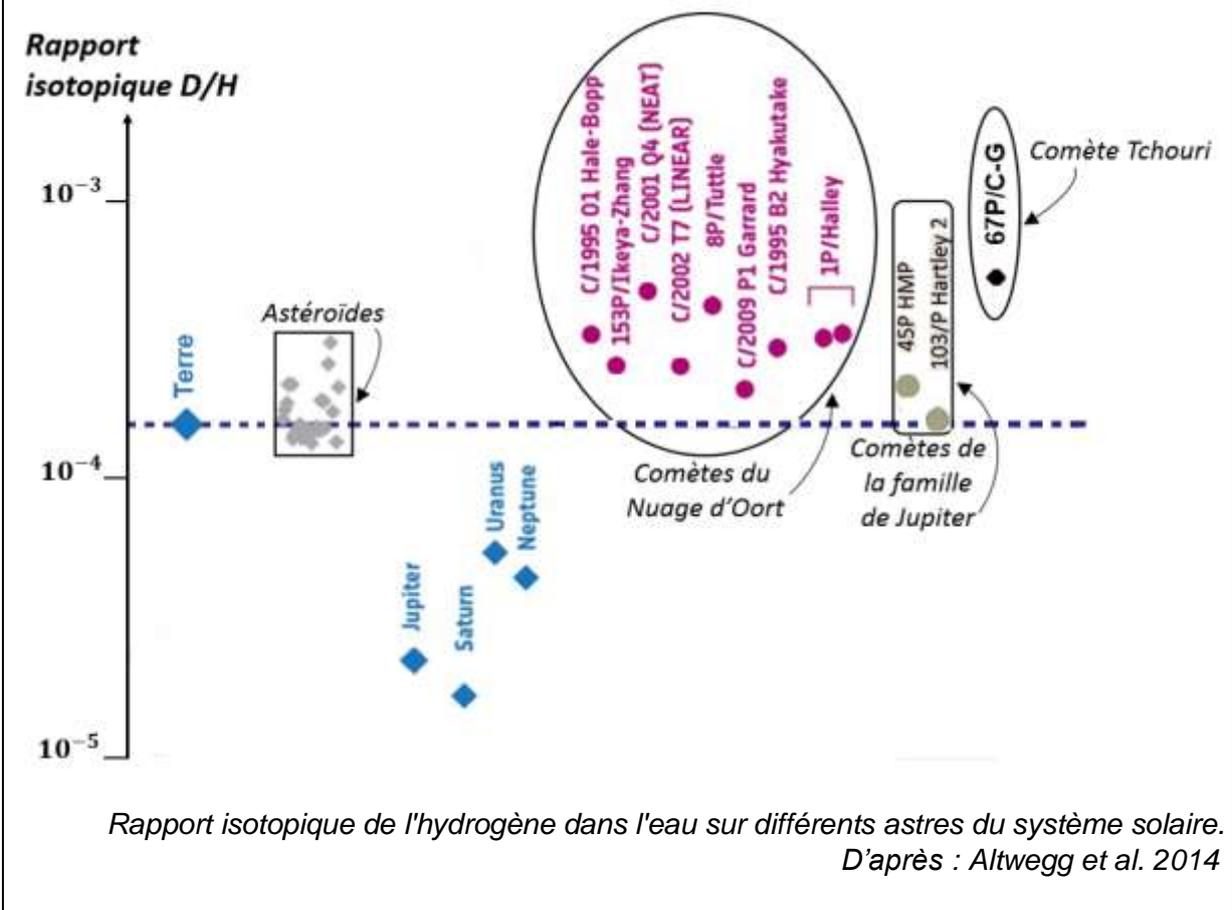
On définit le rapport isotopique de l'élément hydrogène par :

$$\text{rapport isotopique} = \frac{\text{nombre d'atomes D}}{\text{nombre d'atomes H}}$$

Le rapport isotopique de l'élément hydrogène permet d'identifier une eau. Ce rapport est constant sur tous les océans de la Terre ; il en est de même pour tous les astres.

D'après : <http://www.sciencesetavenir.fr/espace/20141212.OBS7746/infographie-comment-sait-on-que-l-eau-de-la-comete-tchouri-est-differente-de-celle-que-l-on-trouve-sur-terre.html>

Document 3. Rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur différents astres du système solaire



Les isotopes de l'hydrogène

Q1. (1 point) Indiquer la composition du noyau de l'atome d'hydrogène.

Q2. (1 point) L'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ et le deutérium ${}^2_1\text{H}$ sont deux isotopes de l'hydrogène. Expliquer la différence entre ces deux isotopes.

L'hydrogène et l'eau

Q3. (1,5 points) Le document 2 fait la différence entre les molécules d'eau H_2O et les molécules d'eau lourde D_2O . Justifier l'utilisation du terme « lourde ».

L'origine de l'eau sur Terre

Q4. (2 points) Une des hypothèses proposées par les chercheurs sur l'origine de l'eau terrestre est que les comètes ou les astéroïdes auraient pu déposer l'eau sur notre planète.

En utilisant les informations des documents 2 et 3 :

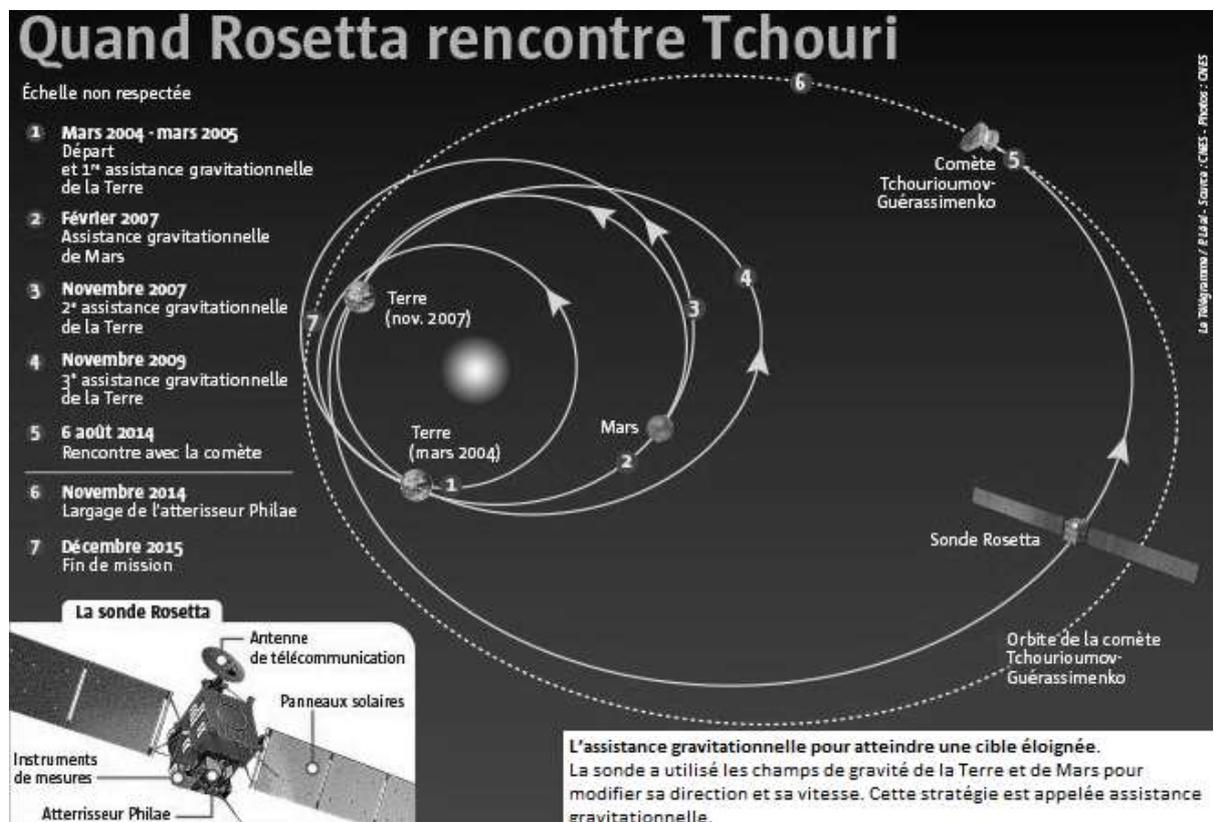
- expliquer pourquoi les données concernant certaines comètes et certains astéroïdes ont conduit les chercheurs à proposer cette hypothèse,
- montrer que les mesures réalisées sur la comète Tchouri ne permettent pas de confirmer cette hypothèse.

Vous êtes invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Mission Rosetta, à la recherche des origines de l'eau sur Terre

Le document suivant retrace le voyage de Rosetta depuis la Terre jusqu'à la comète Tchouri :

Document 4.



Q5. (2,5 points) En utilisant le document 4, répondre par **Vrai** ou **Faux** aux affirmations suivantes, sans justifier :

- La jonction de la sonde Rosetta avec la comète Tchouri s'est déroulée après un voyage d'environ 10 ans.
- La trajectoire de la comète Tchouri (Tchourioumov-Guérassimenko) est un cercle dans le référentiel héliocentrique (lié au Soleil).
- Au cours de son voyage, la sonde Rosetta est uniquement en interaction avec la comète Tchouri.
- La sonde Rosetta a utilisé l'assistance gravitationnelle au cours de son voyage.
- La sonde Rosetta est soumise à des forces qui se compensent tout au long de son voyage.

Allô la Terre, ici Rosetta !

Q6. (2 points) Les signaux utilisés pour communiquer entre Rosetta et la Terre sont des ondes électromagnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière dans le vide.

À l'aide du document 1, montrer que la durée nécessaire pour recevoir sur Terre les informations relevées sur Tchouri et transmises par Rosetta le 6 août 2014, est d'environ 28 minutes.

Vous êtes invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

| Question | Tâche | Niveau de difficulté | Compétence évaluée | Réponse attendue | | | | | Évaluation-Notation | | | | |
|---|----------|----------------------|-------------------------------------|---|---|---------|---|---------|---------------------|--------------------|---|---|--|
| Q1 | Simple | 1 | restituer ses connaissances | Le noyau d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ a pour numéro atomique $Z=1$, il contient donc 1 proton. Son nombre de masse est $A=1$, il ne contient donc aucun neutron puisque $A-Z=0$ | | | | | 1 | | | | |
| Q2 | Simple | 1 | restituer ses connaissances | Deux isotopes possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent. | | | | | 1 | | | | |
| Q3 | Simple | 2 | analyser | Le noyau de deutérium ${}^2_1\text{H}$ est plus lourd que celui d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ car il contient un neutron de plus. Pour cette raison, la molécule d'eau D_2O est plus lourde que la molécule H_2O | | | | | 1,5 | | | | |
| Q4 | Complexe | 4 | ÉVALUATION DES COMPÉTENCES | | <i>A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité. B : Les critères choisis apparaissent partiellement C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante. D : Les critères choisis ne sont pas présents.</i> | | | | | Niveau de maîtrise | | | |
| | | | s'approprier | L'élève extrait les deux informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Le rapport isotopique est environ constant sur un astre du système solaire et est caractéristique de l'eau présente sur un astre. (document 2). Le document 3 permet de comparer le rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur différents astres du système solaire | | | | | A | B | C | D | |
| | | | analyser | L'élève compare le rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur Terre et sur la comète Tchouri et indique qu'ils sont différents. L'élève compare le rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur Terre et sur les comètes de la famille de Jupiter et indique qu'ils sont relativement proches. L'élève compare le rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur Terre et sur les comètes du Nuage d'Oort et indique que certaines des comètes de ce groupe ont un rapport isotopique compatible avec celui de la Terre. L'élève compare le rapport isotopique de l'hydrogène dans l'eau sur Terre et sur les astéroïdes et indique que la plupart des astéroïdes ont un rapport isotopique compatible avec celui de la Terre. | | | | | | | | | |
| | | | communiquer | D'après les résultats regroupés dans le document 3, l'eau présente sur certaines comètes et certains astéroïdes pourrait avoir une origine commune avec l'eau présente sur Terre. Toutefois, les analyses des prélèvements réalisés sur Tchouri montrent que toutes les comètes n'ont pas une eau dont le rapport isotopique est semblable à celui de l'eau terrestre. Même si la mission Rosetta n'a pas permis aux scientifiques de généraliser leur hypothèse à toutes les comètes, on peut dire que le scénario qui envisage que les comètes ou les astéroïdes auraient pu déposer l'eau sur notre planète est plausible. <i>La rédaction fait apparaître une maîtrise satisfaisante des compétences langagières de base et du vocabulaire scientifique.</i> | | | | | | | | | |
| | | | NOTATION : | | CRITÈRES INDICATIFS | | Majorité de A → 2 Majorité de B → 1,5 Majorité de C → 1 Majorité de D → 0 ou 0,5 | | | 2 | | | |
| Le regard porté sur la grille de compétences de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à la note évaluant la production de l'élève. | | | | | | | | | | | | | |
| Q5 | Simple | 1 | s'approprier | a. Vrai | b. Faux | c. Faux | d. Vrai | e. Faux | 2,5 | | | | |
| Q6 | Complexe | 3 | s'approprier réaliser valider | Les signaux émis par Rosetta sont des ondes électromagnétiques, ils se déplacent donc à la vitesse de la lumière qui vaut $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. $\Delta t = d/c$; où $d = 500$ millions de km soit $d = 500 \times 10^6 \text{ km} = 500 \times 10^9 \text{ m}$ $\Delta t = (500 \times 10^9 \text{ m}) / (3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}) = 1,7 \times 10^3 \text{ s}$ or $1,7 \times 10^3 \text{ s} / 60 = 28 \text{ min}$ | | | | | 2 | | | | |

lien vers le document de l'IGEN : « recommandations pour l'épreuve écrite... » http://www.cndp.fr/portails-disciplinaires/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/Recommandations_pour_l_epreuve_ecrite_du_bac_S_15-12-2013.pdf