

► Trouver le gaz pour chercher l'eau

Sources

Evidence of ^{210}Po on Martian dust at Meridiani Planum, Pierre-Yves Meslin, Jean-Christophe Sabroux, Lionel Berger, Jean-François Pineau et Eric Chassefière, *Journal of Geophysical Research Planets*, vol 111, E9, E09012, 2006

Notes

Particule alpha :

Cette particule est constituée de deux protons et deux neutrons. Elle correspond à un noyau d'hélium. Quand un corps radioactif émet une particule alpha il se transforme en un composé ayant perdu quatre masses atomiques et deux numéros atomiques.

Particule beta :

Cette particule est un électron et elle est produite à l'intérieur d'un noyau atomique par la transformation d'un neutron en proton. Un corps radioactif émettant une particule β^- se transforme en l'élément qui le suit dans la table de Mendeleiev sans changer de masse atomique.

Emanation :

Libération d'un gaz à partir d'un solide dans lequel il a été emmagasiné ou produit.

Exhalaison :

Transfert d'atomes d'un espace poreux vers l'atmosphère.

De nombreux indices, comme des dépôts sédimentaires, des traces de rivages et des cours d'eau asséchés indiquent qu'il y aurait eu sur Mars une activité hydrologique intense dans le passé. L'eau liquide a aujourd'hui disparu de la surface. La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère est très faible, l'eau existe sous forme de glace dans les calottes polaires et dans certains cratères. La quantité d'eau qui existe actuellement sur la planète sous toutes ses formes ne peut expliquer les traces géologiques observées. L'eau manquante s'est peut-être « échappée » dans l'espace sous l'effet du vent solaire, elle pourrait aussi être dans le sous-sol.

Les auteurs proposent une méthode innovante pour montrer la présence d'eau dans les premiers mètres du sous-sol martien. Cette méthode repose sur la mesure des échanges surface-atmosphère d'un élément naturellement radioactif : le radon-222.

Tout l'uranium-238 du système solaire est présent dès l'origine de ce dernier. Cet uranium-238 donne naissance à des éléments radioactifs par une cascade de désintégrations [alpha](#) ou [beta](#). Cette cascade d'évènements se poursuit jusqu'à ce qu'une désintégration mène à un noyau stable : le plomb-206. Le radon-222 et le polonium-210 sont tous deux, dans cette cascade, des descendants radioactifs de l'uranium-238 (voir tableau page 2).

Le radon-222 est le seul élément de cette cascade à être gazeux, il peut donc s'échapper du milieu dans lequel il se forme. Lorsque le radium-226 se désintègre, en émettant une particule alpha, et forme un noyau de radon-222, celui-ci subit un mouvement de recul. Dans un milieu poreux exempt de glace d'eau, le noyau quitte un grain puis entre dans un autre et y reste piégé. Si cet espace interstitiel contient de la glace, le noyau est freiné en ionisant les molécules d'eau et ce gaz radioactif peut alors diffuser jusqu'à la surface. C'est [l'émanation](#).

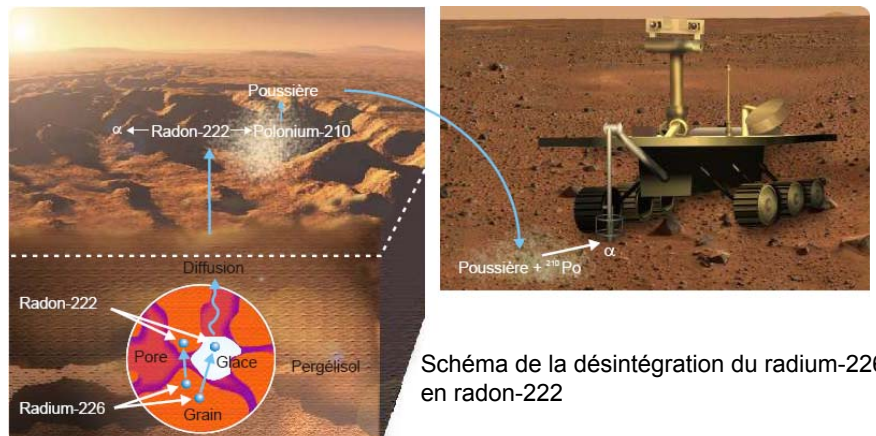


Schéma de la désintégration du radium-226 en radon-222

► C'est la demi-vie qui compte

Notes

Demi-vie (ou période) :

Chaque élément radioactif, en plus de la nature de son rayonnement, est caractérisé par sa demi-vie. On appelle « période radioactive » le temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs présent dans l'échantillon est réduit de moitié. Cette durée peut aller selon les isotopes de la fraction de seconde au milliard d'années.

L'instrument APXS (Alpha Particle and X-ray Spectrometer) :

Cet instrument est employé pour des analyses rapprochées de la composition élémentaire des roches et du sol. Les sources radioactives de Curium-244 de l'appareil bombardent de particules α et de rayons X le substrat à étudier. Ensuite, il analyse soit les rayons X émis par les éléments les plus lourds, soit les particules α réfléchies par les éléments les plus légers (carbone, oxygène, azote à l'exclusion de l'hydrogène et de l'hélium). Cet instrument est fixé au bout d'un bras robotisé.

Régolite :

Couche superficielle constituée de poussières et de petits débris d'impact.

Filiation radioactive de l'uranium-238

Elément	Période	Rayonnement émis
Uranium-238	4,468 milliards d'années	α
Thorium-234	24,10 jours	β -
Protactinium-234	6,70 heures	β -
Uranium-234	245 500 ans	α
Thorium-230	75 380 ans	α
Radium-226	1 600 ans	α
Radon-222	3,8235 jours	α
Polonium-218	3,10 minutes	α
Plomb-214	26,8 minutes	β -
Bismuth-214	19,9 minutes	β -
Polonium-214	164,3 microsecondes	α
Plomb-210	22,3 ans	β -
Bismuth-210	5,013 jours	β -
Polonium-210	138,376 jours	α
Plomb-206	stable	

Le radon-222 et ses descendants ont une demi-vie très courte à l'échelle géologique, la détection du polonium-210, à la surface ou dans l'atmosphère, apporte une preuve indirecte d'une exhalaison récente et vraisemblablement continue de radon-222.

L'instrument APXS du véhicule martien Opportunity a pu mesurer, de manière fortuite, le rayonnement émis lors de la désintégration du polonium-210 à la surface de Mars. L'activité du polonium-210 est plus élevée sur les poussières atmosphériques que sur les roches du site où Opportunity a atterri. Le bruit de fond a été estimé, pour comparaison, par des mesures acquises sur les roches débarrassées de la poussière. Compte tenu des demi-vies très brèves des descendants du radon-222, ces mesures confirment donc bien une exhalaison récente de ce gaz, même s'il n'a pas été détecté directement.

Lorsqu'il se forme dans l'atmosphère, le polonium-210, se dépose immédiatement sur les poussières. Celles-ci étant brassées en permanence par les vents, l'activité du polonium-210 est, a priori, répartie de façon homogène sur l'ensemble de la planète Mars. Le taux moyen d'exhalaison du radon-222 peut donc être estimé à partir de la mesure de cette activité et de la connaissance de la quantité de poussière régulièrement remise en suspension dans l'atmosphère.

Dans la limite des données disponibles, le taux d'exhalaison moyen du radon-222 est plus élevé sur Mars que sur la Lune qui est prise comme référence d'un régolite déshydraté. D'autres facteurs doivent, certes, être

▶ Quand l'eau est là, le gaz s'en va...

Contact chercheur

Pierre-Yves MESLIN
Institut de Radioprotection et de
Sûreté Nucléaire, Centre de
Saclay
GIF SUR YVETTE
pierre-yves.meslin@irsn.fr

+ sur le radon

[Site Internet de l'IRSN](#)

+ sur Mars

[Site Internet de la NASA](#)

[Site Internet du JPL](#)

[Site du Max Planck Institut](#)

+ sur le CNES

[Site Internet du CNES](#)

[Site Internet missions
scientifiques](#)

pris en compte pour interpréter ces résultats : d'une part, la teneur du sol en uranium-238 semble plus faible à la surface de Mars que sur la Lune et d'autre part, la température du sol contrôle l'adsorption du gaz radon-222 sur les grains de régolite. Cependant les comparaisons entre Mars et la Lune semblent montrer que l'augmentation de l'émanation de radon-222 est bien due à la présence d'eau dans la couche superficielle du sol.

Les instruments embarqués sur les véhicules d'exploration de Mars :

Les véhicules martiens, Spirit et Opportunity, envoyés par la Nasa à la surface de Mars fournissent grâce à leurs multiples instruments d'importantes quantités de données mises librement à la disposition des chercheurs. Pour l'étude décrite dans cet article, les auteurs ont utilisé les données fournies par le « Spectromètre à Particules Alpha et Rayons X » (APXS) d'Opportunity

Le spectromètre APXS photographié sur Mars par la caméra panoramique d'Opportunity sur le site de Méridiani Planum.

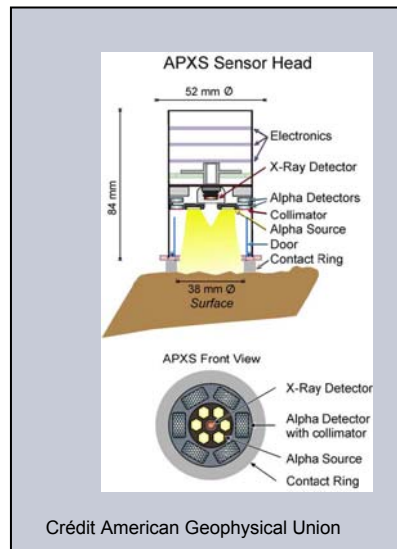
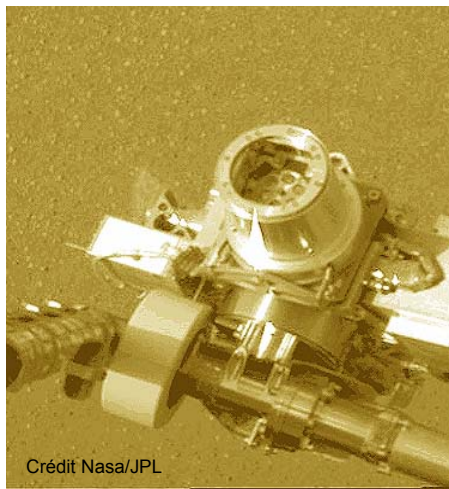


Schéma de la tête du spectromètre APXS.

E-Space & Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication: **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction: **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Myriana Lozach** ■ Rédactrice : **Martine Degrave** ■ Diffusion du magazine: **INIST diffusion** ■

Abonnement

Vous voulez vous abonner à la version française; envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Française](#)

Vous voulez vous abonner à la version anglaise; envoyer un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Anglaise](#)

Désabonnement

Vous voulez vous désabonner de la version française; envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Française](#)

Vous voulez vous désabonner de la version anglaise; envoyer un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Anglaise](#)