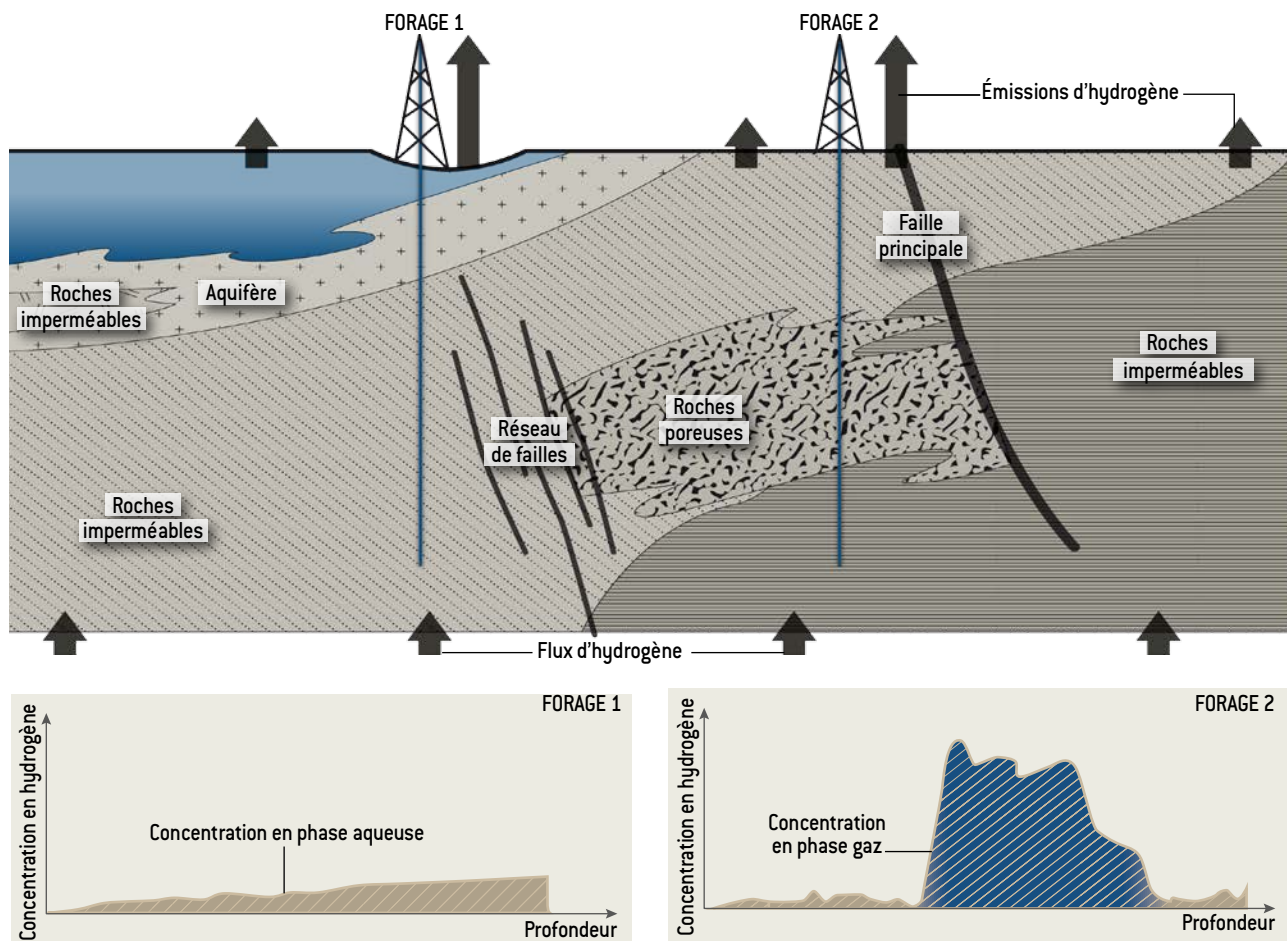




SCHÉMATISATION D'UNE ZONE GÉOLOGIQUE où un flux profond d'hydrogène s'achemine vers la surface, avec deux cas de figure distincts. Dans le cas du forage 1, l'hydrogène reste en solution dans l'eau des aquifères, migre uniquement par diffusion en milieu aqueux, avec des concentrations qui diminuent dans les zones plus superficielles et restent toujours modestes. Dans le cas du forage 2, un contraste

suffisant d'imperméabilité permet à l'hydrogène de se concentrer et de se désorber de l'eau qui le contient, formant des bulles de gaz qui remontent par poussée d'Archimède et conduisent à une accumulation transitoire d'hydrogène, *a priori* facile à exploiter. Le forage 1 serait caractéristique du Kansas, tandis que le forage 2 représenterait ce que l'on croit savoir des accumulations présentes au Mali.

géologiques. Cette hypothèse est problématique, étant donné la longue remontée de l'hydrogène à travers les roches (des oxydes) du manteau terrestre. Il nous est difficile d'imaginer que les molécules H_2 , très réactives, parviendraient jusqu'à la surface sans s'être chimiquement liées à d'autres éléments ou composés.

Plusieurs hypothèses

Une autre explication invoque la radiolyse de l'eau, c'est-à-dire la décomposition des molécules d'eau sous l'effet de la radioactivité naturelle, due à l'uranium en particulier. Ce phénomène a été mis en évidence, par exemple, dans des formations géologiques du Gabon datant de deux milliards d'années, et il est bien documenté. Cependant, il nous semble qu'aujourd'hui, les teneurs résiduelles des roches en uranium radioactif ne contribueraient que marginalement à la production d'hydrogène.

L'hypothèse que nous privilégions pour la genèse de l'hydrogène continental n'est

pas très éloignée de l'interprétation de l'hydrogène océanique : il s'agirait d'une réduction de l'eau par un métal susceptible de s'oxyder. L'élément chimique le plus abondant pouvant convenir est le fer, car il a plusieurs degrés possibles d'oxydation : comme on l'a vu plus haut, entre la forme métallique, qui n'existe à l'état naturel sur Terre qu'au sein du noyau de la planète et dans les rares météorites de fer, et le fer ferrique, ou Fe^{3+} , bien connu sous forme de « rouille », il existe une troisième forme intermédiaire d'oxydation du fer, le fer ferreux, ou Fe^{2+} . La déstabilisation d'un minéral contenant du fer ferreux rend possible une réaction où l'eau se réduit en H_2 tandis que le fer devient ferrique.

Il reste à trouver, dans la croûte continentale, des minéraux contenant du fer ferreux et qui peuvent, par enfouissement, donc sous l'effet de l'augmentation de température et de pression, se déstabiliser et libérer du fer ferreux dans les eaux souterraines. L'un de ces minéraux vient d'être étudié par Vincent Milesi, de l'Institut de physique

du globe de Paris, et ses collaborateurs. Il s'agit d'un minéral à base de carbonate de fer ($FeCO_3$) nommé sidérite. Il se déstabilise à relativement basse température (vers 200 °C), et il ne contient que du fer ferreux, qui peut alors réduire l'eau pour produire de l'hydrogène (selon la réaction $3FeCO_3 + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 3CO_2 + H_2$). Cependant, bien d'autres minéraux sont envisageables, même si les études expérimentales restent à faire : chlorites ferreuses, pyroxènes, amphiboles, micas, etc.

L'hydrogène continental a été découvert à ce jour dans presque tous les continents : en Russie, aux États-Unis (au Kansas et en Caroline du Nord, où des structures circulaires émettent également de l'hydrogène, voir la figure pages 36-37), au Brésil, au Mali, et même dans l'ouest de la France (voir la figure page 39). Mais pour l'instant, seuls deux endroits au monde (au Mali et au Kansas américain) ont fait l'objet de forages en vue de récupérer ce gaz.

Les autres localités ont surtout été soumises à des études géochimiques