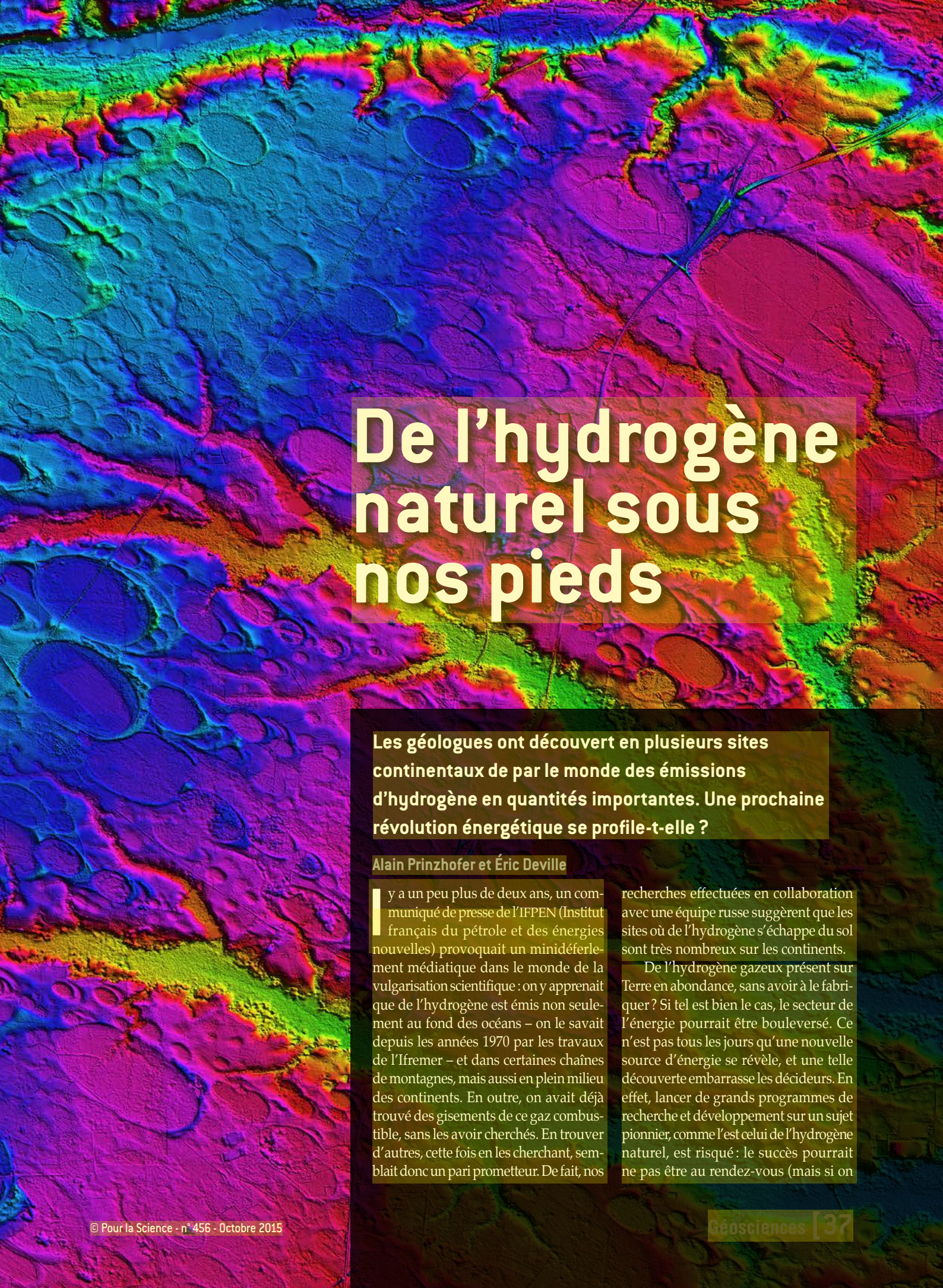


LES CAROLINA BAYS sont des dépressions elliptiques peu profondes présentes en grands nombres sur la côte atlantique des États-Unis (*ici une vue aérienne, en couleurs artificielles codant l'altitude, prise par lidar – un équivalent du radar dans le domaine visible*). Ces dépressions sont de taille variant entre quelques dizaines de mètres et plusieurs kilomètres. Leur origine est indéterminée. Il émane de certaines d'entre elles au moins des quantités notables d'hydrogène.



De l'hydrogène naturel sous nos pieds

Les géologues ont découvert en plusieurs sites continentaux de par le monde des émissions d'hydrogène en quantités importantes. Une prochaine révolution énergétique se profile-t-elle ?

Alain Prinzhofer et Éric Deville

Il y a un peu plus de deux ans, un communiqué de presse de l'IFPEN (Institut français du pétrole et des énergies nouvelles) provoquait un minidéferlement médiatique dans le monde de la vulgarisation scientifique : on y apprenait que de l'hydrogène est émis non seulement au fond des océans – on le savait depuis les années 1970 par les travaux de l'Ifremer – et dans certaines chaînes de montagnes, mais aussi en plein milieu des continents. En outre, on avait déjà trouvé des gisements de ce gaz combustible, sans les avoir cherchés. En trouver d'autres, cette fois en les cherchant, semblait donc un pari prometteur. De fait, nos

recherches effectuées en collaboration avec une équipe russe suggèrent que les sites où de l'hydrogène s'échappe du sol sont très nombreux sur les continents.

De l'hydrogène gazeux présent sur Terre en abondance, sans avoir à le fabriquer ? Si tel est bien le cas, le secteur de l'énergie pourrait être bouleversé. Ce n'est pas tous les jours qu'une nouvelle source d'énergie se révèle, et une telle découverte embarrasse les décideurs. En effet, lancer de grands programmes de recherche et développement sur un sujet pionnier, comme l'est celui de l'hydrogène naturel, est risqué : le succès pourrait ne pas être au rendez-vous (mais si on

L'ESSENTIEL

- L'hydrogène utilisé aujourd'hui est produit à partir d'hydrocarbures ou par électrolyse de l'eau, et ne constitue donc pas une source d'énergie.
- Des émissions naturelles d'hydrogène ont été découvertes récemment dans plusieurs régions continentales.
- De tels sites d'émission, où le flux d'hydrogène est important, semblent nombreux.
- Des études sont nécessaires pour évaluer la possibilité d'exploiter industriellement cet hydrogène naturel, qui pourrait constituer une source d'énergie.

Page précédente: © citius.org

LES AUTEURS



Alain PRINZHOFER est directeur scientifique de la société GEO4U, au Brésil, et professeur associé à l'Institut de physique du globe de Paris et au Laboratoire interdisciplinaire des énergies de demain, à Paris.



Éric DEVILLE est géologue à l'IFPEN (Institut français du pétrole et des énergies nouvelles) et professeur à IFP School, à Rueil-Malmaison.

connaissait, avant de lancer un programme de recherche, son résultat final, la recherche n'existerait plus...).

Par ailleurs, après bientôt deux siècles de dépendance vis-à-vis des énergies fossiles (charbon et pétrole), envisager de nouvelles structures techniques et sociétales pour y intégrer l'hydrogène naturel est un défi. Il est plus aisé d'exploiter de vieilles sources d'énergie (le soleil, le vent) avec des technologies d'aujourd'hui (panneaux photovoltaïques, éoliennes)...

L'hydrogène qui nous occupe ici se réfère au composé gazeux H_2 , plus proprement nommé dihydrogène, et dont les molécules sont l'association de deux atomes d'hydrogène au sens strict, l'élément le plus abondant de l'Univers. La découverte de gisements d'hydrogène laisse-t-elle espérer un meilleur avenir énergétique pour l'humanité? Nous allons tenter de faire le point sur cette question, mais il faut bien garder à l'esprit que si l'on n'entreprend pas de recherches pour approfondir nos connaissances, l'hydrogène n'a aucune chance de devenir une source significative d'énergie.

Précisons pour commencer que le marché industriel de l'hydrogène est aujourd'hui bien plus important qu'on ne l'imagine: son chiffre d'affaires dépasse les 100 milliards de dollars par an dans le monde. Le volume d'hydrogène que nous consommons, principalement dans les raffineries et dans l'industrie de l'ammoniac, correspond à environ 22 % de la consommation de «gaz naturel» (terme qui désigne, de façon simplifiée et abusive, le méthane extrait du sous-sol).

Cependant, cet hydrogène est en totalité fabriqué par l'homme, et ce à 94 % à partir d'énergies fossiles (méthane, pétrole, charbon), le reste par hydrolyse. Son coût est très élevé, tant sur le plan financier que sur le plan environnemental: à énergie égale, il coûte environ cinq fois plus que le pétrole, et pour un kilogramme d'hydrogène fabriqué, on libère dix kilogrammes de dioxyde de carbone (CO_2). De plus, le rendement énergétique de sa production est inférieur à celui de la combustion directe des ressources hydrocarbonées fossiles servant à le fabriquer.

Par conséquent, aujourd'hui, rouler à l'hydrogène signifie polluer et consommer davantage que lorsqu'on roule aux carburants classiques, hydrocarbonés. C'est pourquoi l'emploi de l'hydrogène comme carburant reste depuis des décennies un

rêve peu développé, même si Toyota vient de lancer le premier modèle industriel de voiture à hydrogène (la *Mirai*).

Cette situation pourrait changer dans un proche avenir, pour deux raisons. D'une part, l'augmentation de la part des énergies renouvelables (photovoltaïque, éolienne) exige un stockage de l'électricité produite, ces sources d'énergie étant intermittentes. Or on ne sait pas stocker de grandes quantités d'électricité. En revanche, on peut facilement transformer l'électricité en hydrogène, grâce à l'électrolyse; et la transformation inverse, d'hydrogène en électricité, se fait aussi sans problème majeur avec des piles à combustible (inventées en 1842!). On envisage donc d'utiliser l'équivalence électricité-hydrogène pour suivre la demande énergétique avec la même souplesse qu'avec les énergies fossiles «de stock», sans souffrir du bon vouloir du soleil ou du vent.

D'autre part, on peut maintenant considérer l'hydrogène non simplement comme un vecteur d'énergie (une forme utilisable d'énergie produite par l'homme à partir d'une autre source), mais aussi comme une source d'énergie, produite directement par la nature. C'est tout l'enjeu de l'hydrogène naturel qui est, comme nous le verrons, produit par la Terre en quantités importantes et dans de nombreux endroits.

Des gisements qui semblent bien répartis

Cette nouvelle source d'énergie pourrait changer les structures de nos sociétés, fondées depuis les révolutions industrielles sur les énergies fossiles de stock. L'exploitation du pétrole, des hydrocarbures gazeux ou du charbon a un caractère centralisé, l'extraction de ces ressources n'étant possible qu'en un nombre limité de lieux inégalement répartis à la surface du globe. Au contraire, l'hydrogène naturel semble réparti à peu près partout, son exploitation telle qu'on l'imagine aujourd'hui pourrait se faire avec des forages peu profonds (plus proches des forages à eau que des forages pétroliers), et l'on peut envisager son utilisation sans avoir à le raffiner. Rappelons aussi que la consommation d'hydrogène n'est pas polluante, puisque sa combustion (la réaction $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$) ne produit que de l'eau.

Que sait-on de l'hydrogène naturel? Des émissions d'origine souterraine de ce gaz sont avérées depuis les années 1970 au moins. Mais il s'agissait de curiosités