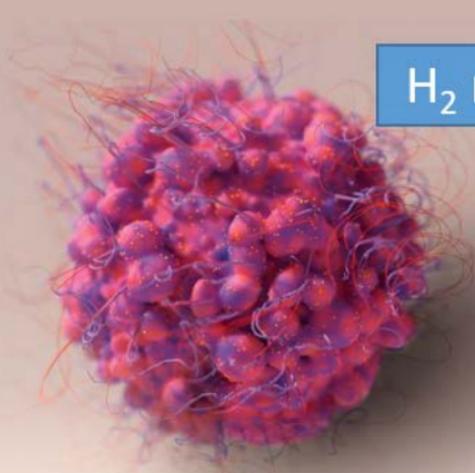


epsilon

nouveau magazine d'actualité scientifique

n°
23
mai
2023



H₂ natif

**HYDROGÈNE
BLANC**

L'ÉNERGIE
QUE PERSONNE
N'ATTENDAIT

PROTON

IL EST BIZARRE

**L'AFFAIRE DES
HIPPOPOTAMES
DE PABLO
ESCOBAR**

SÉCHERESSE

ÇA SE COMPLIQUE

GRATTE-CIEL

LE RETOUR
DE LA FOLIE DES
GRANDEURS

ET SI ON AVAIT ENFIN COMPRIS LE CANCER

TIKTOK

CE QU'EN DIT

LA SCIENCE

BELUX: 6,20 € - CH-10 CHF - IT-ESP-PORT-CONT-
6,30 € - DOM: 6,30 € - TOM: 820 XPF - TUN: 13 TND
MAR: 67 MAD - CAN: 9,99 \$CAN - D: 8,50 € CPPAP

L 14100 - 23 - F: 5,90 € - RD



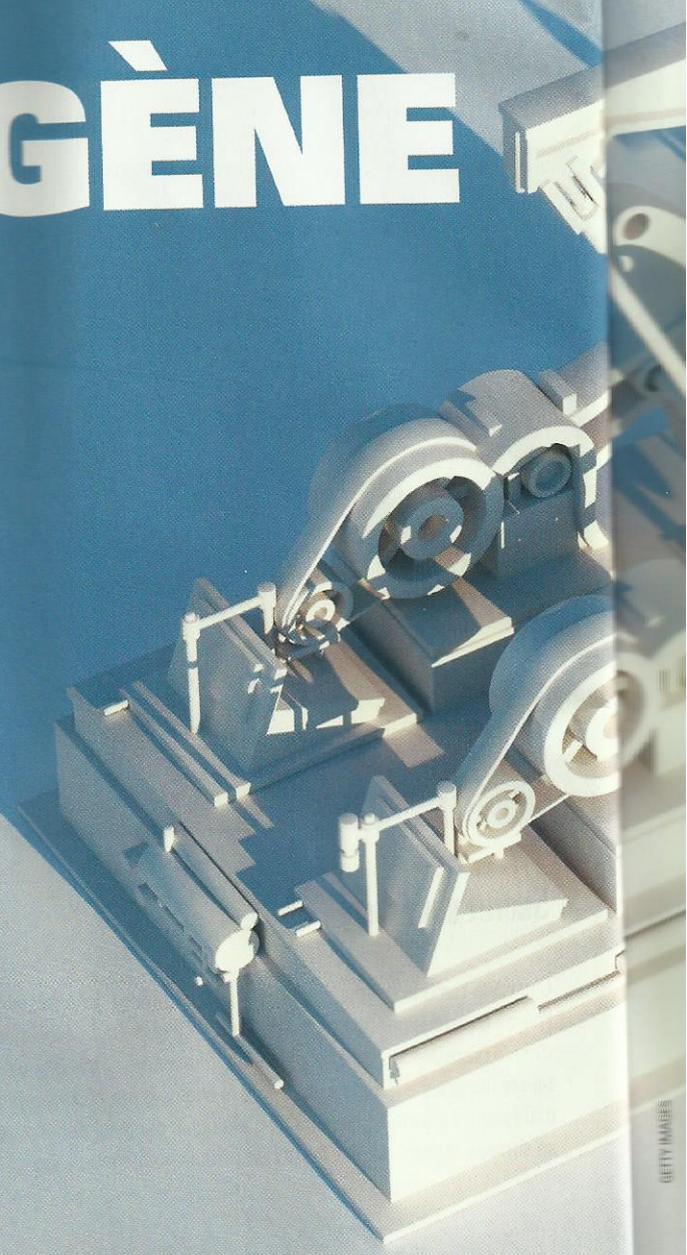
L'enquête

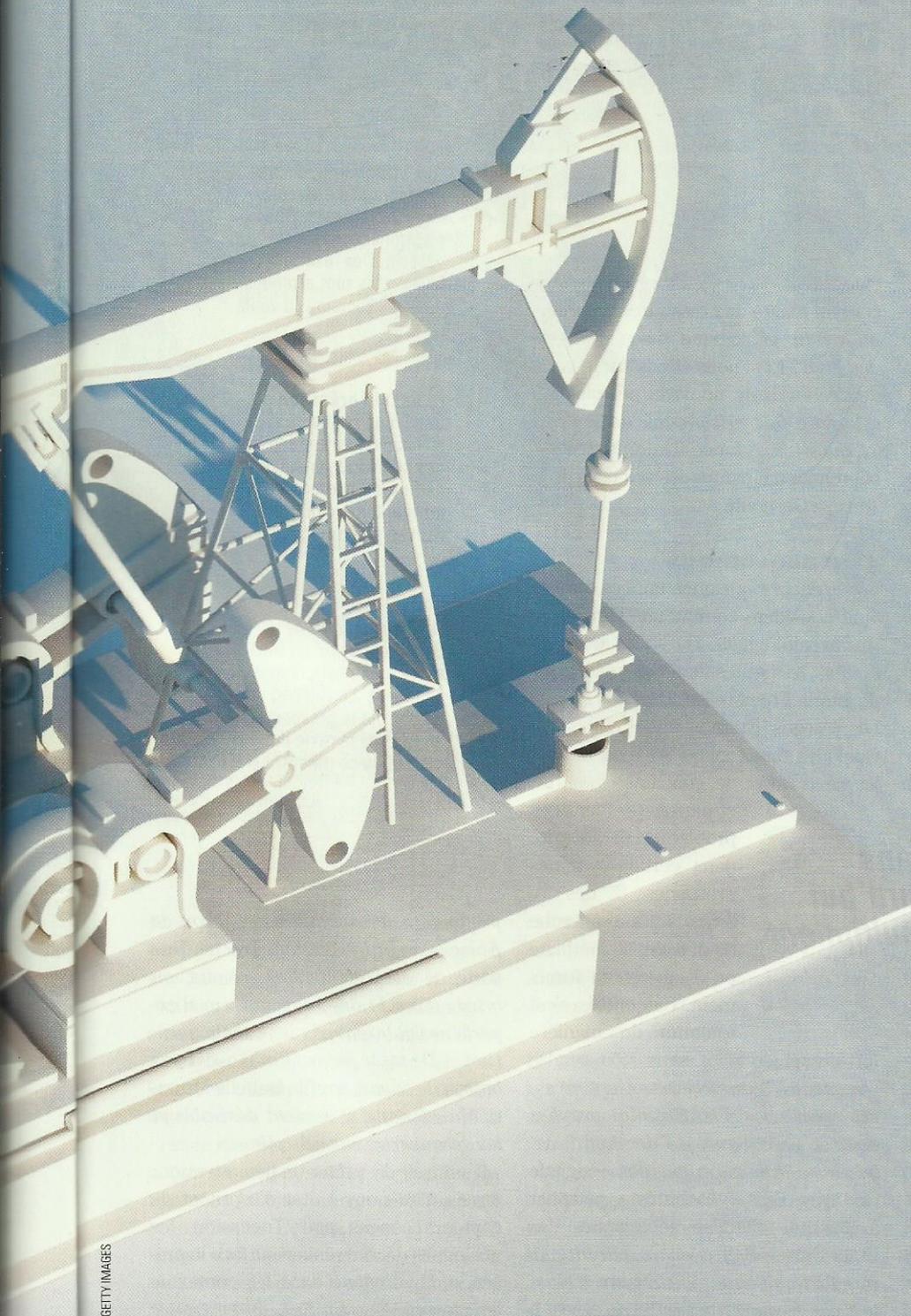
HYDROGÈNE BLANC

**L'énergie que
personne n'attendait**

Les perspectives de gisements affolent depuis quelques mois scientifiques et industriels. Ce gaz, que l'on fabrique aujourd'hui industriellement au prix d'une forte pollution, serait en fait naturellement présent sous terre dans des quantités considérables. Au point que certains n'hésitent plus à parler d'un nouveau pétrole...

PAR VINCENT NOUYRIGAT





«Nous en sommes actuellement au même point que les pionniers de l'or noir au XIX^e siècle attirés par les suintements de pétrole en surface»

Éric Gaucher, géochimiste à l'université de Berne

«En fait, on en trouve dans presque tous les pays, c'est extrêmement commun»

Alain Prinzhof, directeur scientifique de la compagnie GEO4U

«Je suis absolument convaincu que ce sera la prochaine source d'énergie majeure»

Viacheslav Zgonnik, géochimiste, directeur de la start-up Natural Hydrogen Energy

L'enquête

libérant ainsi du H_2 . Autre voie de production identifiée: l'oxydation du fer au contact de l'eau à des températures de plus de $200^\circ C$; mais d'autres réactions chimiques sont aussi envisagées, éventuellement à basse température. Autant de contextes géologiques de « roches ultramafiques » et de « cratons précambriens » qui nous éloignent des bassins sédimentaires tant explorés pour les hydrocarbures.

« Nous en sommes actuellement au même point que les pionniers de l'or noir au XIX^e siècle attirés par les suintements de pétrole en surface... avant que le fameux colonel Edwin Drake creuse son premier puits en 1859 à Titusville, en Pennsylvanie, déclenchant le premier rush pétrolier, évoque Éric Gaucher, géochimiste à l'université de Berne. Pour l'hydrogène, ce premier puits révélateur, ce point de bascule, se situe au Mali. » « Les flux d'hydrogène mesurés au niveau du sol sont trop diffus et faibles pour être exploités comme une ressource, mais effectivement, la découverte de ce gisement malien rebat les cartes », appuie Geoffrey Ellis.

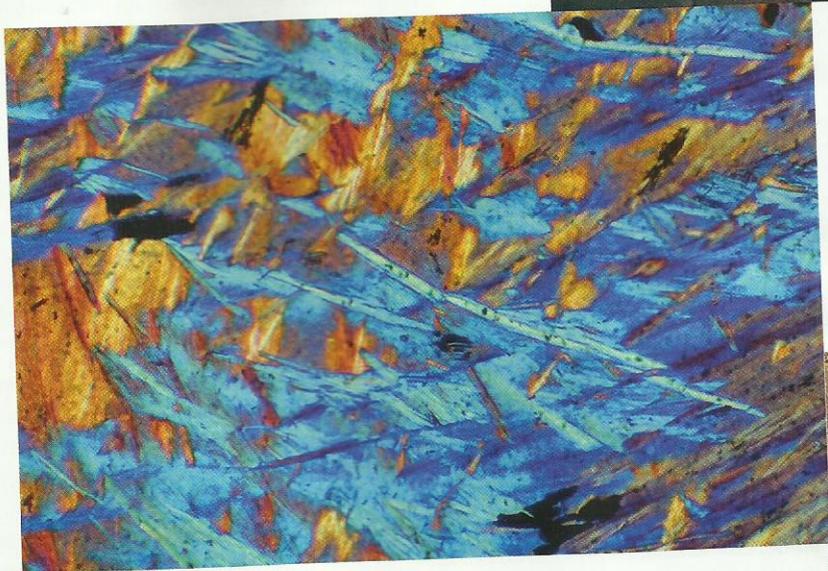
GRAND RUSH

L'espoir vibrant de tous les prospecteurs d' H_2 repose donc sous le village de Bourakebougou, à 50 km au nord de Bamako. Une révélation qui doit beaucoup au hasard: en 1987, le creusement d'un puits d'environ 100 m de profondeur échoue à trouver de l'eau potable; un technicien allume une cigarette au bord du trou et tout explose; le puits abandonné est ensuite repris en 2011 par la compagnie Petroma, dont les ingénieurs constatent qu'il crache de l'hydrogène quasi pur. D'autres forages ont depuis confirmé la présence d'une large poche de gaz. *« Nous avons estimé des volumes exploitables dans un rapport confidentiel, je peux juste dire qu'il y a ici au moins 60 milliards de mètres*

TROIS TYPES D'INDICES GÉOLOGQUES SONT TRAQUÉS

LES FORMATIONS DE FER RUBANÉ

Ces zones sédimentaires saturées de minerais ont déjà été largement exploitées par les compagnies minières au Brésil, en Australie, en Afrique du Sud. Certains géologues pensent que les infiltrations d'eau pourraient produire ici de l'hydrogène à basse température, l'oxydation du fer permettant de dissocier les molécules d' H_2O .



LES ZONES DE PIÉMONT

Gorgé de fer ferreux (Fe^{2+}) susceptible de produire de l'hydrogène, le manteau terrestre remonte vers la surface à certains endroits des continents. C'est notamment le cas dans les zones de piémont, comme les Pyrénées-Atlantiques ou les Alpes italiennes. Les prospecteurs les étudient maintenant avec attention.



MICROSCOPIQUE/SPL - SUZANNE LONG / ALAMY STOCK PHOTO - THOMAS DRESSLER / BIOSPHOTO

cubes», révèle Denis Brière, vice-président de la compagnie canadienne Chapman Petroleum Engineering. Il y aurait donc des accumulations d'hydrogène dans la croûte terrestre, comme il y a des gisements de pétrole ou de gaz naturel. «*Les flux qui nous parviennent en surface ne seraient en quelque sorte que la partie émergée de l'iceberg, et cela laisse espérer de grands volumes en profondeur*», imagine Éric Gaucher. «*Il n'y a pas de raison de penser que la découverte malienne relève d'une singularité géologique sans équivalent dans le monde*», tranche Geoffrey Ellis. Même s'il faut rester très prudents, avertit Laurent Truche: «*L'analyse des gaz en surface ne permet pas de définir l'origine de l'hydrogène, qui pourrait être aussi issu simplement de processus de fermentations bactériennes dans le sol.*»

Pour en avoir le cœur net, il va falloir explorer le sous-sol. Les pionniers des débuts sont en train de céder la place à de petites compagnies

de prospection capables de dépenser des millions de dollars pour forer un puits –susceptible de faire chou blanc. Tous se précipitent vers les roches les plus propices, les cercles de fées; certains épiluchent les rapports d'anciens forages à la recherche d'indices prometteurs. Les géologues tablent aussi sur la présence



Les flux qui nous parviennent en surface laissent espérer de grands volumes en profondeur

Éric Gaucher, géochimiste à l'université de Berne

de couches imperméables de sel ou d'argile, qui pourraient jouer le rôle de piège pour les très petites molécules de dihydrogène –au Mali, elles se sont accumulées dans un mille-feuille de dolérite, une roche magmatique très dense. Le grand rush de l'hydrogène peut maintenant commencer, avec son lot d'informations confidentielles, de spéculations et de promesses tonitruantes.

«*Je ne peux pas vous dire comment nous avons sélectionné notre site, mais nous avons effectué un forage dans le Nebraska de 3,4 km de profondeur, qui a montré la présence d'hydrogène en profondeur...*», signale Viacheslav Zgonnik, directeur de la start-up Natural Hydrogen Energy. En Australie, c'est la ruée: une trentaine de permis d'exploration ont déjà été attribués ces derniers mois dans l'État d'Australie-Méridionale. En France, l'hydrogène natif a été inscrit en avril 2022 dans la liste des ressources du code minier. Et une demande de permis de recherches a été déposée l'été dernier par la société TBH2 Aquitaine en Béarn et Soule. «*Cette zone des Pyrénées est un système potentiellement fertile, il y a de vrais arguments: le manteau terrestre riche en fer remonte ici jusqu'à 8 km*» →

LES CERCLES DE FÉES

Ils apparaissent dans les parties très anciennes des croûtes continentales au Brésil, en Russie, en Afrique, en Australie. Les géologues ont détecté au niveau de ces affaissements circulaires dépourvus de végétation, sources de beaucoup de fantômes et de légendes, des émanations d'hydrogène. Reste à savoir si des gisements se cachent dessous.



L'enquête

de profondeur, des failles majeures permettent des apports en eau et la migration de l'hydrogène, tandis qu'il y a des roches qui pourraient faire office de couverture pour former des accumulations», lâche Laurent Truche. « Nous venons de déposer avec un grand groupe une demande de permis quelque part en France, affirme de son côté Nicolas Pélissier, un ancien de Total qui a fondé la start-up 45-8 Energy. Nous avons déjà un permis dans le Jura, qui pourrait associer hélium et hydrogène, ce qui semble être la marque de la radiolyse de l'eau. En fait, on regarde un peu partout dans le monde, au Kosovo, en Afrique, en Amérique du Sud... »

« Nous discutons avec les autorités brésiliennes dans l'optique de réaliser

La transition peut se produire en une décennie. C'est une très bonne nouvelle pour la planète...

Viacheslav Zgonnik, directeur de la start-up Natural Hydrogen Energy

des premiers forages à proximité des cercles de fées, indique à son tour Olivier Lhote, d'Engie. Nous regardons aussi dans d'autres pays, mais je ne peux pas vous en dire plus pour ne pas donner trop d'indications à la concurrence. » Emballés, les experts promettent même des coûts d'extraction inférieurs à 1 euro le kilo, contre 2 à 6 euros avec les procédés de fabrication actuels.

Si de plus en plus d'ingénieurs pétroliers y voient une possibilité de reconversion, la quête de l'hydrogène nécessite de sérieux ajustements. H₂

FRAGILE, ABRASIVE, RENOVELABLE... CETTE RESSOURCE RESTE À APPRIVOISER

Le dihydrogène s'annonce très différent des hydrocarbures exploités depuis plus d'un siècle. Cette molécule est d'abord très fragile : H₂ se transforme rapidement au contact de nombreux minéraux, et elle est abondamment consommée par les bactéries du sous-sol. Très petite et légère, elle s'échappe vite des cuves ; très réactive, elle s'attaque aux aciers. Mais elle a aussi un atout singulier : alimentés en flux continu par les roches, les gisements d'H₂ pourraient être constamment renouvelés. Une ressource renouvelable !

Forage au Nebraska



est une molécule bien plus petite, mobile et réactive que le méthane, en plus d'être très appétissante pour les bactéries du sous-sol. « Ce gaz n'aura pas forcément les mêmes circuits de migration que le gaz naturel et il nous faut encore comprendre les conditions favorables à l'établissement et la préservation de gisements d'hydrogène », estime Olivier Lhote. À vrai dire, la nature de ces hypothétiques gisements reste mystérieuse : s'agit-il d'accumulations liées à une ancienne activité géologique, ou de réservoirs sans cesse alimentés par de nouvelles réactions chimiques – ce qui en ferait une ressource renouvelable ? « Il est encore trop tôt pour le dire, admet Denis Brière, l'un des rares à avoir pu étudier de près le site du Mali. Notre théorie actuelle sur le renouvellement de l'hydrogène reste spéculative. » Tout est à découvrir et à réinventer. « À l'Institut américain d'études géologiques, nous sommes en train d'adapter nos modèles pétroliers pour l'hydrogène », explique Geoffrey

Ellis. « Moi, je travaille sur une méthode qui permettra d'évaluer les volumes d'hydrogène disponibles dans une formation géologique », informe Éric Gaucher.

PROMETTRE LA LUNE

L'enthousiasme général est indéniable. Les premiers congrès sur l'hydrogène naturel font le plein. Comme aux premières heures du gaz de schiste, les majors se gardent de prendre trop de risques. « Néanmoins, je peux vous dire qu'en coulisses, toutes les grandes compagnies pétrolières se montrent très intéressées », chuchote Alain Prinzhofer. Mais peut-on réellement croire à la découverte imminente d'une nouvelle ressource géologique d'ampleur mondiale ? « Il ne faut pas avoir peur que la réponse soit négative », pose Laurent Truche. « Pour ma part, je pense que le potentiel est très grand : mes calculs, effectués sur un coin de table, montrent que la récupération des seules émanations du sous-sol brésilien pourrait satisfaire la demande



mondiale», s'enflamme Alain Prinzhofer. «Notre estimation préliminaire, qui tient compte de toutes les pertes et des faibles taux de récupération, aboutit à des chiffres importants correspondant à plusieurs centaines d'années de consommation potentielle», avance Geoffrey Ellis; même si cela reste théorique, voire un peu vaseux, le modèle de l'Institut d'études géologiques estime avec 98% de probabilité que la production géologique pourrait satisfaire au moins 50% de la consommation d'H₂

d'ici à 2100 et au-delà. «Il y a vraiment trop d'incertitudes, je trouve qu'il y a beaucoup de rêves, d'intérêts privés, plusieurs de mes confrères vendent la Lune, je suis choqué par certaines annonces», tance Fabrice Brunet, minéralogiste à l'université Grenoble Alpes.

ALLER AU BOUT

Mais l'heure n'est pas vraiment à la tiédeur... «J'ai choisi de quitter le confort d'un poste salarié bien payé chez Total pour prendre ce risque, je suis persuadé

que la Terre produit d'énormes quantités d'hydrogène», témoigne Éric Gaucher. On doit aller au bout de cette aventure, forer au moins vingt puits aux bons endroits pour se faire une idée. S'il y a vingt échecs, alors d'accord, on aura peut-être tué l'idée.» Viacheslav Zgonnik remet une pièce dans la machine: «Je suis absolument convaincu que ce sera la prochaine source d'énergie majeure. L'hydrogène naturel permet de faire pivoter rapidement l'industrie fossile vers une nouvelle ressource, cette transition peut se produire en une décennie. C'est une très bonne nouvelle pour la planète.»

Évidemment, nous ne sommes pas obligés de le croire; il y a tellement d'obstacles à franchir, tellement de raisons de douter. Mais avouez que vous êtes maintenant aussi impatients que nous de connaître le dénouement de cette incroyable quête...

Retrouvez nos sources sur epsilon.com/sources. Toutes les citations sont extraites d'interviews réalisées par Epsilon.

Un grand rush sur l'hélium aussi

Certains chasseurs d'hydrogène comptent bien trouver au passage des gisements d'hélium; des études récentes suggèrent que les deux éléments s'accumulent parfois ensemble. Il faut dire qu'une pénurie touche en ce moment ce gaz noble, très recherché par les fabricants de semi-conducteurs et de fibres optiques. L'hélium, qui est aujourd'hui extrait de gisements de méthane, affronte depuis quelques années des problèmes en série dans les principales installations russes, américaines, algériennes et australiennes. Sachant qu'il est très difficile à stocker – un container se vide en 40 jours. «Les prix ont été multipliés par six, beaucoup de start-up se sont lancées dans la prospection», témoigne Nicolas Pelissier de 45-8 Energy, qui vise des gisements dans la Nièvre et le Jura.