



Hydrogène métallique : sa découverte pourrait raccourcir le voyage vers Mars (Géoparc Jbel Bani)

Hydrogène métallique : sa découverte pourrait raccourcir le voyage vers Mars (Géoparc Jbel Bani)

L'hydrogène isolant devient un solide métallique conducteur à très hautes pressions. Cette transition de phase étonnante viendrait d'être observée dans des conditions de pressions difficiles à obtenir par une équipe de chercheurs français du CEA et du Synchrotron Soleil. L'hydrogène métallique serait le plus efficace carburant pour fusée connu et il pourrait déboucher sur des matériaux supraconducteurs à températures et pressions ambiantes. Comme Futura l'expliquait dans le précédent article ci-dessous, cela fait quelques centaines d'années que l'étude de l'élément hydrogène (constitué d'un proton et d'un électron en orbite) a scientifiquement débuté et elle a joué un rôle clé dans le développement de la théorie quantique pendant le premier quart du XXe siècle. Outre son rôle pour le développement de la physique fondamentale -- indirectement par exemple lorsque l'on fait collisionner des protons au LHC pour découvrir de nouvelles particules et que l'on s'en sert au CERN sous forme d'antiprotons pour sonder les mystères de l'antimatière et découvrir, peut-être, des effets d'antigravité -- l'hydrogène, sous forme métallique, pourrait bouleverser notre technologie. Cela concernerait la propulsion spatiale, la conduction de l'électricité sans pertes via des matériaux supraconducteurs à température ambiante et également aussi la possibilité de faire un tour du monde en Maglev en moins de 6 heures utilisant des aimants supraconducteurs de ce type. Les physiciens sont en effet arrivés à cette conclusion en partant en quête des implications

d'une découverte théorique faite en 1935 par le prix Nobel de physique et chimiste hongrois Eugène Wigner. En se basant sur la fameuse équation de Schrödinger, le chercheur était arrivé à une étonnante prédiction en compagnie de son collègue le physicien états-uniens Hillard Bell Huntington. Selon les calculs des deux hommes, à très basse température et à haute pression, un gaz d'hydrogène moléculaire isolant doit se transformer en un cristal métallique conducteur dont les sites sont occupés par des atomes provenant de la dissociation des molécules de dihydrogène (H₂).

En 1935, le physicien Eugene Wigner prédisait qu'en portant l'hydrogène à très hautes pressions, il serait possible de le transformer en métal. Plus de 80 ans ont passé et le défi de l'hydrogène métallique a été relevé. Paul Loubeyre (CEA), Florent Occelli (CEA) et Paul Dumas (Synchrotron Soleil) espéraient y parvenir... comme plusieurs autres équipes à travers le monde. Un reportage d'Olivier Boulanger datant de 2017. © universcience.tv L'hydrogène métallique, une clé de la colonisation du Système solaire ? La technologie des très hautes pressions de l'époque, un domaine en cours de développement notamment grâce au physicien états-uniens Percy Bridgman, n'était pas en mesure de vérifier cette prédiction. Mais les décennies passant, les physiciens allaient être fascinés car les travaux de Wigner et Huntington contenaient donc en germe deux possibilités extraordinaires. Si l'on savait comment s'y prendre, de l'hydrogène rendu métallique dans des conditions extrêmes pouvait peut-être le rester une fois ramené à températures et pressions ambiantes. C'est un exemple d'un phénomène connu en physico-chimie sous le terme de métastabilité. En comprimant du graphite par exemple, celui-ci devient du diamant et le reste très longtemps à la surface de la Terre. On le sait notamment parce que les diamants se forment à grandes profondeurs à l'intérieur de notre planète et qu'ils restent stables sur des milliards d'années et plus, une fois ramenés en surface par des éruptions volcaniques comme celles à l'origine des cheminées diamantifères d'Afrique du Sud. Or, là où les choses deviennent particulièrement intéressantes, c'est lorsque l'on apprend que selon certaines théories, l'hydrogène métallique dans les conditions ambiantes pourrait être un supraconducteur. L'obtention d'un tel matériau serait peut-être plus facile cependant en le synthétisant sous forme d'alliage avec d'autres métaux, en particulier des super-hydrures, comme FeH₅ ou l'hydrure de lanthane LaH₁₀. Enfin, comme Futura l'expliquait aussi précédemment dans le tout premier article consacré ci-dessous à la quête de l'hydrogène métallique, du fait de sa densité (sous forme solide dense, l'énergie stockée prend moins de place que sous forme liquide), il serait un carburant plus efficace que tous les autres d'un facteur 10 environ. Un voyage vers Mars en serait donc raccourci de plusieurs mois, ce qui aiderait à rendre les prédictions d'Elon Musk plus crédibles, et il suffirait de fusées à un seul étage pour mettre des satellites en orbite. La colonisation de la Lune elle-même serait facilitée. L'équipe de chercheurs sur la ligne de lumière SMIS, auprès du dispositif expérimental qui a permis la mise en évidence de l'état métallique de l'hydrogène. De gauche à droite : Florent Occelli, Paul Loubeyre et Paul Dumas. © Synchrotron Soleil L'hydrogène métallique, une fenêtre sur l'intérieur des géantes gazeuses Depuis des décennies, les physiciens discutent donc entre eux des moyens nécessaires pour faire passer l'hydrogène de l'état gazeux à un état métallique et plusieurs équipes ont pensé y être arrivées. Jusqu'à présent, tous les résultats obtenus ont été critiqués notamment parce qu'ils n'ont jamais pu être reproduits. Mais il semble maintenant qu'une équipe française, composée de Paul Loubeyre et Florent Occelli, deux chercheurs du CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives) et de Paul Dumas, chercheur émérite de l'Institut de Chimie du CNRS, détaché au Synchrotron Soleil, y soit parvenue. Leurs résultats sont publiés dans le journal scientifique Nature. Les trois hommes étaient sur la piste de l'hydrogène métallique depuis quelques années déjà comme le prouve la vidéo ci-dessus. Il fallait pour cela atteindre des pressions supérieures à 4 millions d'atmosphères (rappelons la pression au niveau de la mer est de 1 atmosphère, et qu'au centre de la Terre, elle est estimée à



3,5 millions d'atmosphères environ), ce qui a nécessité de faire des progrès dans la technologie des fameuses presse à enclumes de diamant. Un échantillon d'hydrogène dont la taille était inférieure à un cube de 5 micromètres de côté était donc comprimé entre deux pointes de diamant. Pour étudier le comportement de cet échantillon, un faisceau de lumière infrarouge disponible sur l'une des lignes de lumière du Synchrotron Soleil et produites par le rayonnement d'électrons accélérés par cette machine était utilisé. Cette lumière infrarouge traversait les deux diamants de la presse à enclumes et ses caractéristiques étaient affectées par le passage à travers l'hydrogène au cours de la montée en pression faisant passer l'hydrogène de l'état gazeux à l'état solide isolant, puis semi-conducteur, tel le silicium, pour finir par devenir métallique à 4,2 millions d'atmosphères. À ce moment là, comme l'explique le communiqué du Synchrotron Soleil, l'observation d'une absorption totale de la lumière infrarouge démontrait « la disparition de la barrière énergétique qui jusque-là empêchait les électrons liés aux molécules de se mouvoir librement comme dans un métal ». En bonus, cette découverte ouvre une fenêtre sur le comportement de l'hydrogène à hautes pressions dans les entrailles des géantes gazeuses que sont Jupiter et Saturne ainsi que dans leurs cousines dans le monde des exoplanètes. Ce qu'il faut retenir

En 1935, le prix Nobel de physique Eugène Wigner prédisait en se basant sur la mécanique quantique que l'hydrogène, un isolant, deviendrait un métal conducteur à hautes pressions. Ce phénomène surprenant avait depuis été confirmé à plusieurs reprises mais les travaux le concernant ont été critiqués. Une équipe française avec des membres du CEA et du Synchrotron Soleil serait enfin parvenue à produire cette transition de phase de manière convaincante dans un domaine de pressions et de températures difficiles à obtenir. De l'hydrogène métallique devrait exister au cœur de Jupiter, générant un champ magnétique par un effet de dynamo comme il en existe au cœur de la Terre et du Soleil, avec des processus différents. L'hydrogène métallique ou ses dérivés pourraient être la clé des supraconducteurs à température ambiante et sans doute aussi le meilleur carburant pour fusée de par sa densité énergétique. Le 04/02/2020 Source web Par futura-sciences