

Transport de l'hydrogène

Le transport de l'hydrogène dépend de son conditionnement:

- L'hydrogène peut être liquide à -253°C . Le transport liquide est dépendant d'isolation et de système maintenant de très basse température.
- L'hydrogène gazeux à basse, moyenne et haute pression, de 1 jusqu'à 700 bars. Le transport se fait alors en gazoduc, en citerne et en bouteille.
- L'hydrogène peut être solide par absorption dans des matériaux. Suivant le matériau utilisé le transport peut se faire à très basse température, -196°C ou à température ambiante.

Carte des principaux flux de gaz dans le monde en 2003 (en milliards de mètres cubes).



1) LE TRANSPORT DE L'HYDROGÈNE PAR GAZODUC ET LES RÉSEAUX EXISTANTS DE GAZ NATUREL

- a) transport d'hydrogène par gazoduc
 - a1) air liquide en Europe du nord.
 - a2) pipelines d'Air Liquide aux Etats-Unis
 - a3) pipeline de Praxair sur le Golfe du Mexique
- b) Les gazoducs utilisés pour le gaz naturel peuvent aussi servir pour l'hydrogène
 - b1) North Stream
 - b2) South stream
 - b3) Le transport de l'hydrogène est aussi réalisable dans les réseaux existants de gaz naturel nationaux, à la pression que supporte les canalisations
 - b4) Les réseaux de gaz de ville peuvent servir à distribuer l'hydrogène, à une pression que peuvent supporter les canalisations, qui va de 2 à voir plus de 60 bars

2) TRANSPORT DE L'HYDROGÈNE PAR CAMION

- a) semi-remorque U
- b) Camion d'hydrogène liquide
- c) Transport d'hydrogène en bouteille

3) L'HYDROGÈNE EST TRANSPORTÉ PAR TRAIN SOUS FORME LIQUIDE OU À 700 BARS MAXIMUM SOUS FORME GAZEUSE

4) TRANSPORT D'HYDROGÈNE LIQUIDE PAR BATEAU

5) LE TRANSPORT D'HYDROGÈNE SOUS FORME SOLIDE

- a) Hydrogène sous forme solide dans des hydrures, à température très basse
- b) Hydrogène sous forme solide à température ambiante
- c) Jadoo Power Systems
- d) AMMINEX
- e) SAVANNAH RIVER NATIONAL LABORATORY (SRNL)
- f) micro-bulles

1) Le transport de l'hydrogène par gazoduc et les réseaux existants de gaz naturel

a) TRANSPORT D'HYDROGÈNE PAR GAZODUC



Les réseaux existant de gazoduc pour l'hydrogène utilisent actuellement une pression de 4, à un maximum de 100 bars, les distributeurs envisagent de passer à une pression de 150 bars et de 300 bars dans de nouveau gazoduc. La capacité totale annuelle est estimée à près de 100 000 millions de Nm^3 . Il existe plusieurs milliers de kilomètres de gazoduc dédiés à l'hydrogène en exploitation dans le monde depuis plus de 50 ans. Or, malgré des fuites ou ruptures occasionnelles, il n'y jamais eu, à ce jour, de blessé ou de dégâts matériels dus à ces canalisations et c'est en partie du fait des caractéristiques propres à l'hydrogène, telles que sa dissipation rapide dans l'air.



Implantation d'un gazoduc pour l'hydrogène

http://www-cep.enscm.fr/francais/themes/tgl/Actes/Transport_hydrogene

a1) Réseau de transport d'hydrogène par gazoduc à une pression de 100 bars, exploité depuis 1966 par air liquide en Europe du nord.

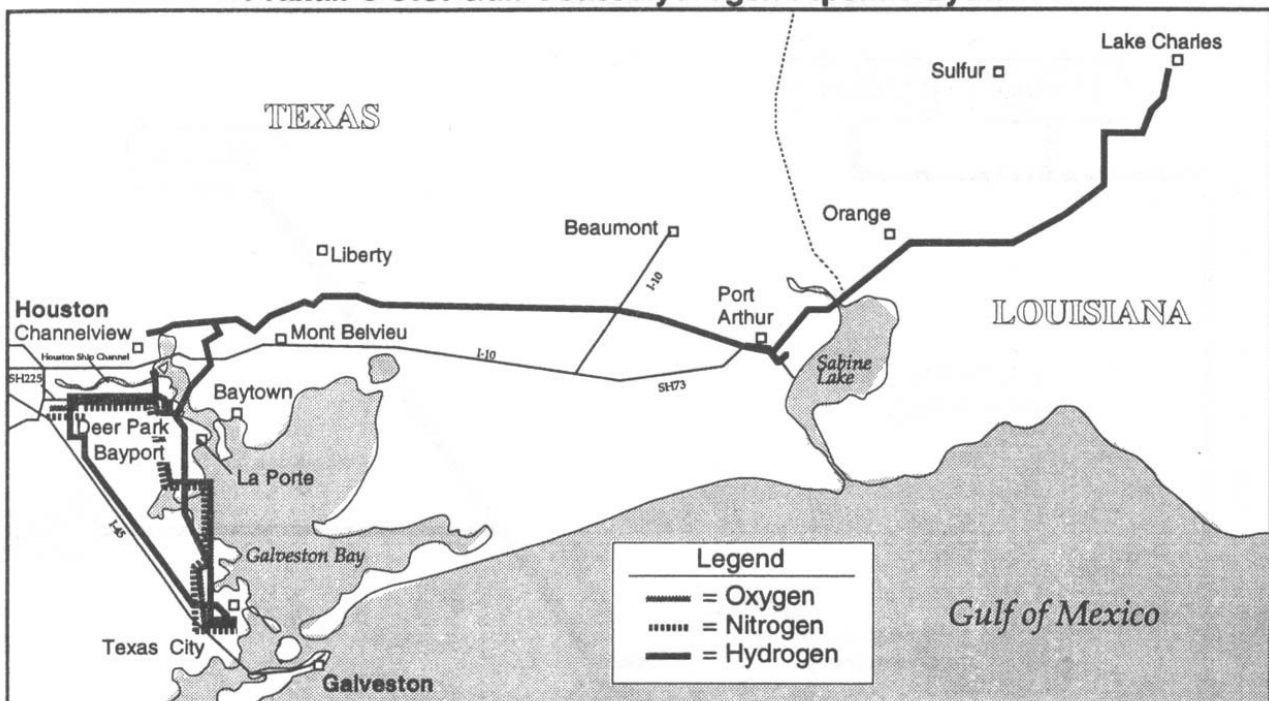


a2) Réseau de pipelines d'Air Liquide aux Etats-Unis



a3) Réseau pipeline de Praxair sur le Golfe du Mexique

Praxair's U.S. Gulf Coast Hydrogen Pipeline System



Source: Praxair, Inc.

b) Les gazoducs utilisés pour le gaz naturel peuvent aussi servir pour l'hydrogène



b1) North Stream:



Gazprom



Carte du tracé du North Stream



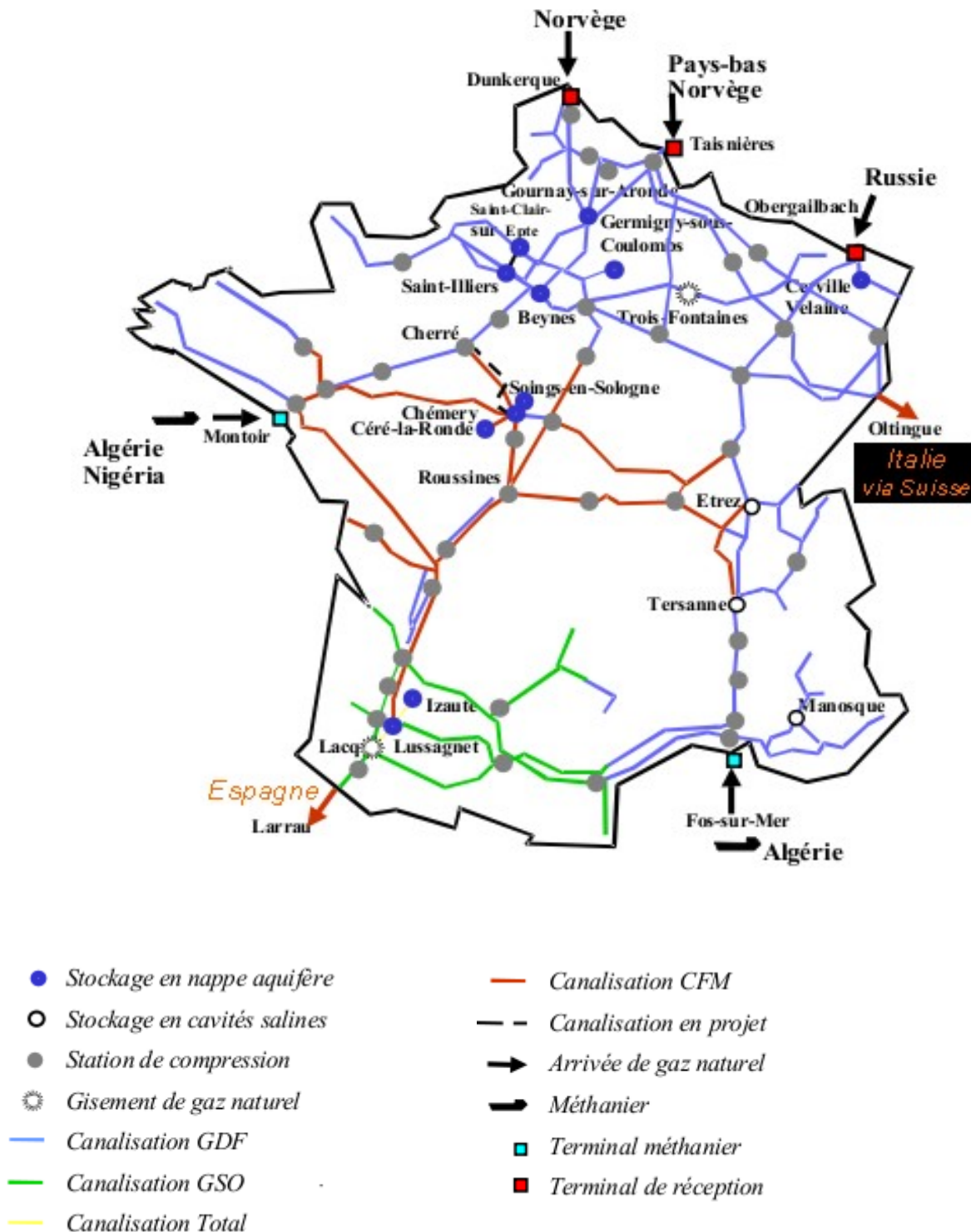
b2) South stream.

Nabucco_Gas_Pipeline appartient au consortium crée par les groupes, autrichien OMV et hongrois MOL. Il est long de 3 300 km et transportera annuellement un maximum de 31 milliards m³, soit 7% de la demande Européenne. Il est l'alternative du North Stream.



b3) Le transport de l'hydrogène est aussi réalisable dans les réseaux existants de gaz naturel nationaux, à la pression que supporte les canalisations

Carte du réseau de transport de gaz naturel national Français



b4) Les réseaux de gaz de ville peuvent servir à distribuer l'hydrogène, à une pression que peuvent supporter les canalisations, qui va de 2 à voir plus de 60 bars

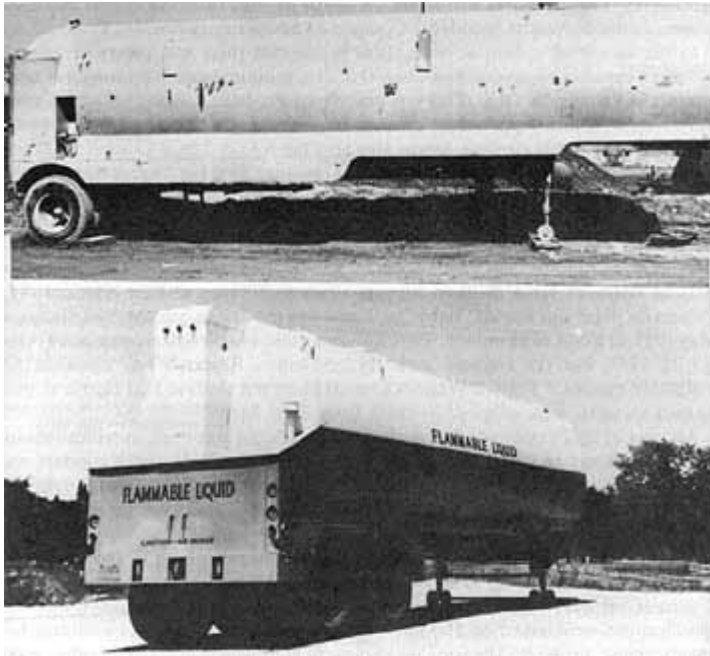
En France après la deuxième guerre mondiale, jusque vers la fin des années soixante, le gaz de ville était constitué à près de 50% d'hydrogène, le reste étant constitué en grande partie de CO (monoxyde de carbone).



Allumeur de réverbère.

2) Transport de l'hydrogène par camion

a) Photos d'une semi-remorque l'U-1 et de sa remplaçante l'U-2 utilisées aux états Unis pour le transport de l'hydrogène, dont les dernières caractéristiques ont été émises le 15 mars 1957.



La densité très faible de l'hydrogène rendait les essieux doubles inutiles sur la semi-remorque, ainsi l'U-1 n'en possédait qu'un seul. Pendant l'utilisation de l'U-1, chaque fois qu'une de ces grandes semi-remorques traversait un état, cela suscitait des soupçons et des enquêtes au sujet de la nature du chargement. Car l'axe simple de l'U-1 semblait trop fragile pour une semi-remorque aussi grande.

L'équipe du Suntan a envisagé de peindre un deuxième faux axe sur les semis, mais c'était trop évident, et ils ont résolu le problème en commandant l'U-2 avec son deuxième axe qui n'était pas nécessaire pour supporter le chargement, mais qui n'a soulevé aucune question sur la route.

b) Camion d'hydrogène liquide remplissant une cuve dans une station service LENDE



c) Transport d'hydrogène en bouteille à une pression maximum de 700 bars par camion



Il y a Plus de 40 ans, en 1964, Air Liquide a ouvert l'unité de conditionnement Air Liquide Frais-Marais, aux portes de Douai, pour mettre en bouteille en toute sécurité de l'hydrogène gazeux et du protoxyde d'azote médicinal.

Le site industriel d'Air Liquide de Frais-Marais, aux portes de Douai est un espace de 5 hectares éloigné des maisons.

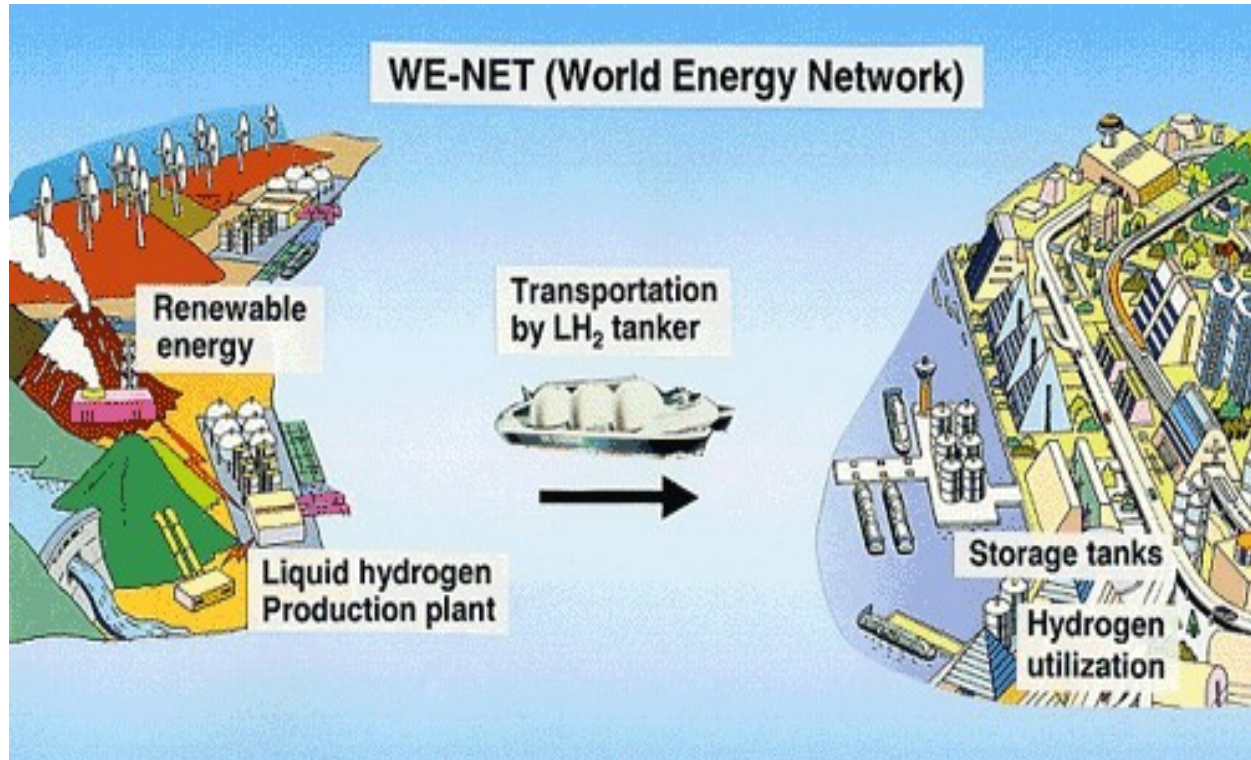


3) L'hydrogène est transporté par train sous forme liquide ou sous forme gazeuse au maximum à 700 bars



4) Transport d'hydrogène liquide par bateau

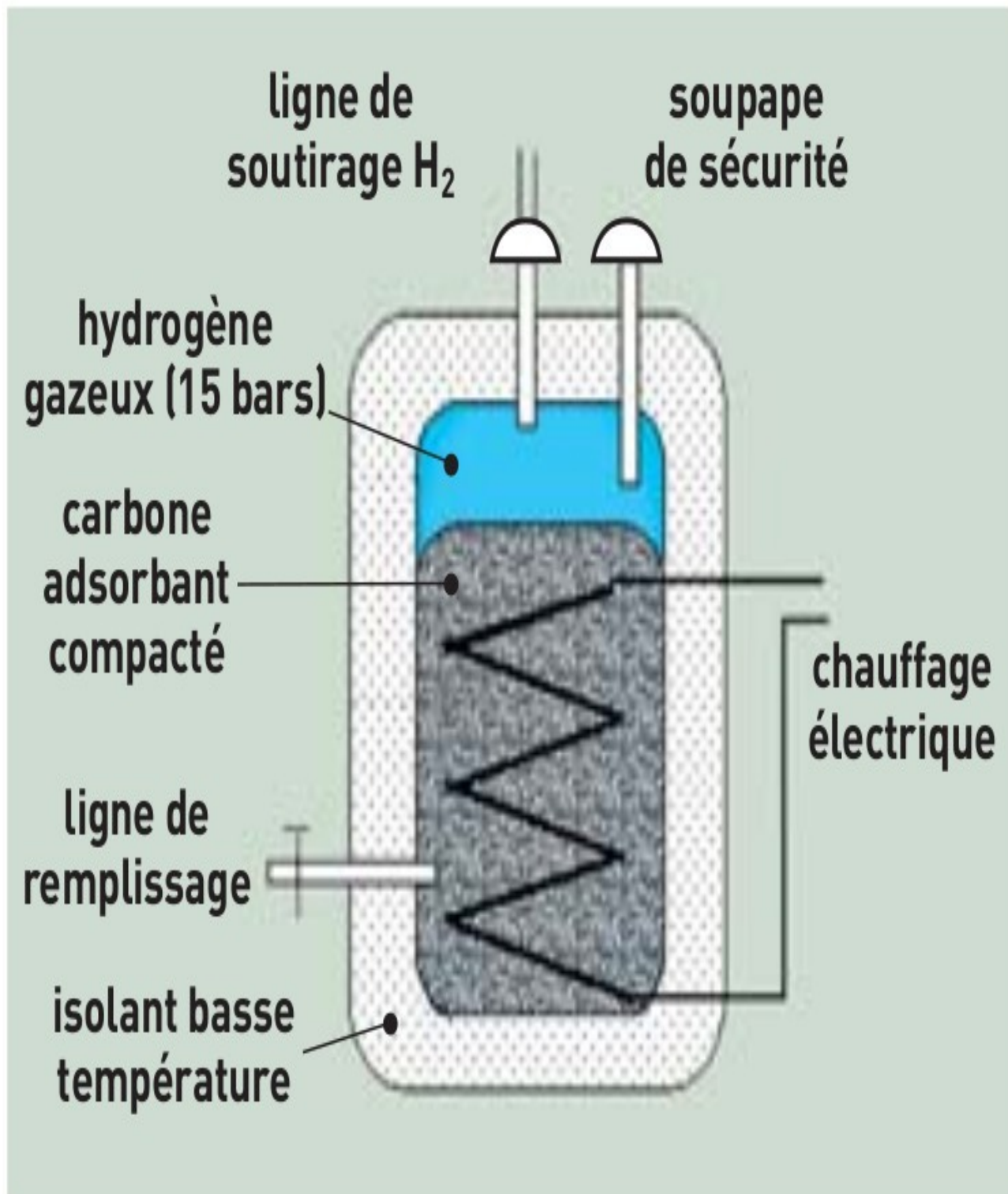
Le projet Hydrogène japonais, appelé WE-NET, appartient à un programme plus large : le New Sunshine Project. Le WE-NET est géré par la New Energy and Industrial Technology Development Organisation (NEDO) et réalise déjà le transport d'hydrogène par bateau.



5) Le transport d'hydrogène sous forme solide

Hydrogène sous forme solide dans des hydrures, à température très basse

Réservoir cryogénique à charbon actif pour le stockage de l'hydrogène



Hydrogène sous forme solide à température ambiante

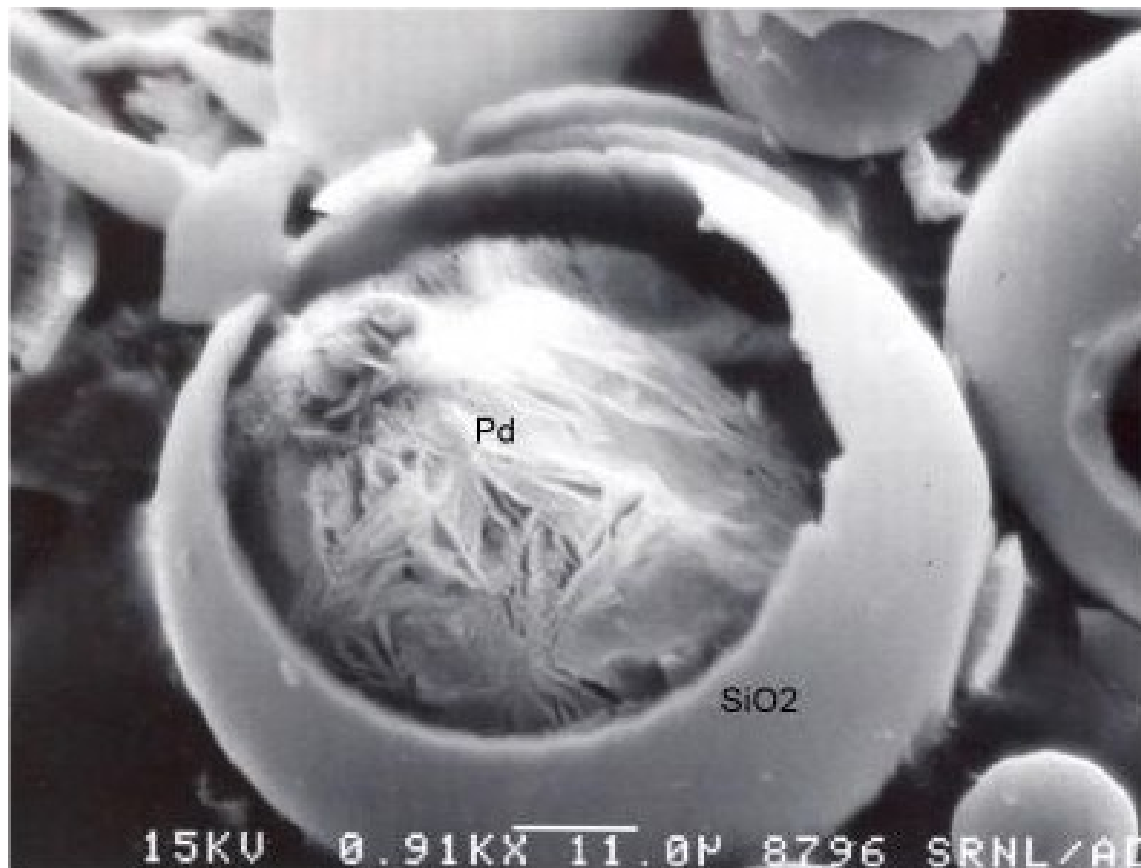
a) Jadoo Power Systems propose pour le transport une capsule où l'hydrogène est stocké dans de l'hydrure.



b) AMMINEX permet le transport de l'hydrogène sous forme de pastilles d'un cm^3 d'ammoniaque dans du cristal de sel de magnésium.



c) L'équipe du SAVANNAH RIVER NATIONAL LABORATORY (SRNL) pour sa part, met au point des micro-bulles contenant de l'hydrogène.



d) Le transport de l'hydrogène avec les micro-bulles correspond à une poudre sans risque, pouvant couler comme un liquide.

