



Salamandre

LE MAGAZINE QUI TRAITE DE VOS DÉCHETS & DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



L'hydrogène, une énergie pour demain ?



Actualités

Mise en service du nouveau centre de tri AnjouTrivalor



Dossier

Filière Hydrogène, les défis à relever



Portrait

Erwann Rio, Directeur Projet Hydrogène à la Région des Pays de la Loire



Europe

Le pacte vert pour l'Europe s'engage dans l'hydrogène



04 Actualités

Ouverture du centre de tri AnjouTrivalor

Après plusieurs mois de travaux, le nouveau centre de tri AnjouTrivalor des collectivités du SIVERT est fonctionnel.



06 Focus

Perspectives énergétiques pour l'UVE Salamandre

Pour maintenir ses objectifs environnementaux et économiques, l'UVE Salamandre étudie des pistes de développement énergétique pour l'avenir. Après la valorisation de l'énergie fatale en 2021, l'hydrogène renouvelable ?



07 Dossier

L'hydrogène, vecteur de la transition énergétique

La forte consommation énergétique de nos sociétés engendre pollution et production de gaz à effet de serre. L'hydrogène offre des solutions prometteuses pour une énergie décarbonée, mais des questions demeurent.



10 Le point sur

Les résultats du plan de suivi de l'environnement



11 Portrait

Erwann Rio, Directeur Projet Hydrogène à la Région des Pays de la Loire

Erwann Rio dévoile les atouts des Pays de la Loire en matière d'hydrogène à travers la feuille de route adoptée en juillet 2020, et les projets innovants d'une filière hydrogène d'excellence sur le territoire.



12 Europe

Hydrogène propre : l'Europe face au défi de la transition énergétique

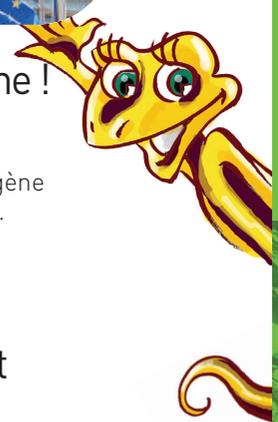
L'Europe s'est dotée d'une stratégie ambitieuse avec le pacte vert pour l'Europe, et s'engage dans une stratégie de développement d'écosystèmes hydrogène.



14 Éco-juniors

Ça gaze avec l'hydrogène !

Toutes les matières que nous connaissons sont constituées d'éléments chimiques, et l'hydrogène est le plus présent dans l'Univers. Réalisons une expérience pour produire du gaz dihydrogène.



16 Votre service de collecte

L'édito de votre syndicat de collecte





2022 s'annonce comme une année riche en projets pour le SIVERT de l'Est Anjou, dans un souci permanent d'optimisation de la valorisation des déchets, de la production d'énergie et de maîtrise des coûts.

Les élus du SIVERT auront à cœur de développer à nouveau cette année des projets en s'appuyant sur ses trois engagements historiques : la qualité et la continuité du service public, la maîtrise des coûts, et l'excellence environnementale.

Plusieurs projets structurants pour le territoire vont sortir de terre dans l'année à venir, tous créateurs d'emplois :

- L'ouverture du nouveau centre de tri du SIVERT, appelé « AnjouTrivalor », avec une capacité de traitement d'environ 30 000 T/an de matériaux recyclables, en collaboration avec Angers Loire Métropole. À pleine capacité, 55 personnes travailleront sur le site.
- La mise en service du projet ECOCIR, par l'exploitation de serres maraîchères chauffées en utilisant la chaleur fatale de l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE) Salamandre à Lasse. L'optimisation de la valorisation énergétique de l'Unité permet de bénéficier de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes la plus faible, et ancre l'UVE dans une logique d'économie circulaire sur le territoire, permettant la création de 80 à 100 emplois à terme.
- La préparation de l'avenir, avec la renégociation du contrat de délégation de service public à partir de 2024, et la réflexion sur l'optimisation économique et énergétique du modèle de l'UVE.

Le rapport du GIEC publié en août 2021 l'affirme : il est indispensable d'engager une transition énergétique rapide et efficace. Développement des énergies renouvelables, réduction des gaz à effets de serre, stockage de l'énergie sont autant de défis à relever, que le SIVERT cherche à anticiper en continuant à investir.

L'hydrogène est un vecteur d'énergie qui offre de nombreuses opportunités. Vous lirez dans le dossier les enjeux actuels et à venir de l'hydrogène, avec des engagements forts au niveau national et européen. Le portrait d'Erwann Rio, Directeur Projet Hydrogène pour la Région des Pays de la Loire, sera l'occasion de découvrir ses missions, la déclinaison de la feuille de route régionale adoptée en juillet 2020, ainsi que les projets qui positionnent la Région dans les territoires pilotes de la stratégie hydrogène. Les plus jeunes pourront même produire leur propre hydrogène dans la rubrique Éco-juniors, avec une expérience d'électrolyse de l'eau à réaliser chez soi.

Dans ce numéro, vous trouverez également toute l'actualité du SIVERT : l'ouverture du centre de tri AnjouTrivalor, le projet ECOCIR, l'agrandissement du territoire, les visites à l'UVE Salamandre et les derniers résultats du plan de suivi de l'environnement mis en place autour de l'UVE. Vous pouvez également suivre au quotidien les résultats des émissions de l'unité sur le site internet sivert.fr.

Je vous souhaite une excellente lecture de ce nouveau numéro, et vous transmets mes meilleurs vœux pour 2022.

Jean-Luc DAVY
Président du SIVERT de l'Est Anjou

www.sivert.fr





L'actu locale et nationale des déchets et de l'énergie

Actualités

Mise en service du centre de tri AnjouTrivalor

Après deux ans de travaux, le centre de tri AnjouTrivalor est sorti de terre et a débuté les tests de mise en service. Les premières tonnes sont arrivées sur site le 18 octobre 2021, pour six mois de réglages et d'ajustements de fonctionnement.

Dorénavant les poubelles jaunes et apports volontaires du SIVERT seront donc optimisés au centre de tri AnjouTrivalor. Plus de 15 équipements vont traiter environ 12 tonnes de déchets à l'heure, répartis en 16 flux de matières différentes : journaux-revues-magazines, bouteilles plastiques, films plastiques, acier, aluminium, briques alimentaires, cartons, cartonnettes...

Ce sont environ 30 000 tonnes de déchets par an qui seront triés sur place puis transférés vers des filières de recyclage, avec un taux de valorisation de plus de 99 %.



Trieurs, chefs d'équipe, chefs de cabines, caristes, techniciens et personnels administratifs : le site accueillera, à pleine capacité, 55 personnes recrutées sur le bassin de l'emploi local, en collaboration avec

des filières d'insertion.

Ce centre de tri est porté par une SPL détenue par le SIVERT de l'Est Anjou et Angers Loire Métropole.

Projet ECO CIR : les serres ont débuté leur production

Porté depuis plus de 4 ans par le SIVERT de l'Est Anjou, en collaboration avec la Communauté de Communes Baugeois-Vallée, le Siéml (Syndicat intercommunal d'énergies du Maine-et-Loire) et l'ensemble des partenaires, le projet ECO CIR (pour ECO nomie CIRculaire) est un projet d'envergure exploitant la chaleur non valorisée (chaleur dite « fatale ») de l'Unité de Valorisation Énergétique de Lasse. Un hydro-condenseur est installé depuis septembre 2021 à l'UVE Salamandre

afin de récupérer, en aval de la turbine, la chaleur résiduelle qui jusqu'ici se dispersait dans l'atmosphère. L'eau chaude produite par le biais d'un échangeur thermique est acheminée jusqu'aux serres via un réseau enterré. 2,5 millions d'euros ont été investis par le SIVERT dans ce projet, soutenus financièrement par les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).

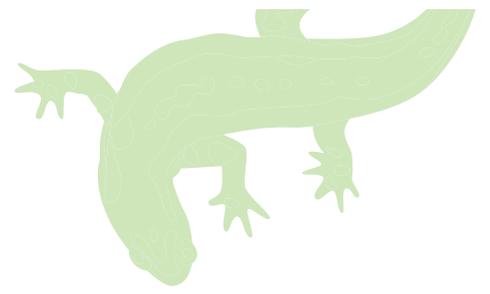
« Le Potager de Jade » occupe actuellement 4 hectares de serres, et s'étendra en 2024 sur 3 hectares

supplémentaires, pour la production de tomates essentiellement. Le projet va permettre à terme la création de 80 à 100 emplois sur le site.

La problématique de l'interruption du chauffage des serres lors des arrêts techniques de l'UVE s'est rapidement transformée en opportunités pour le territoire :

- Raccordement au réseau de gaz naturel et construction d'une chaufferie gaz, grâce au partenariat avec le Siéml.
- Ouverture d'une station GNV (Gaz Naturel pour Véhicules) en juin 2022.
- Création de deux unités de méthanisation portées par les agriculteurs du Noyantais et du Baugeois.
- Projet de mobilité Mobil'Ethic, qui a pour objectif d'accompagner les salariés des zones rurales dans leur mobilité.

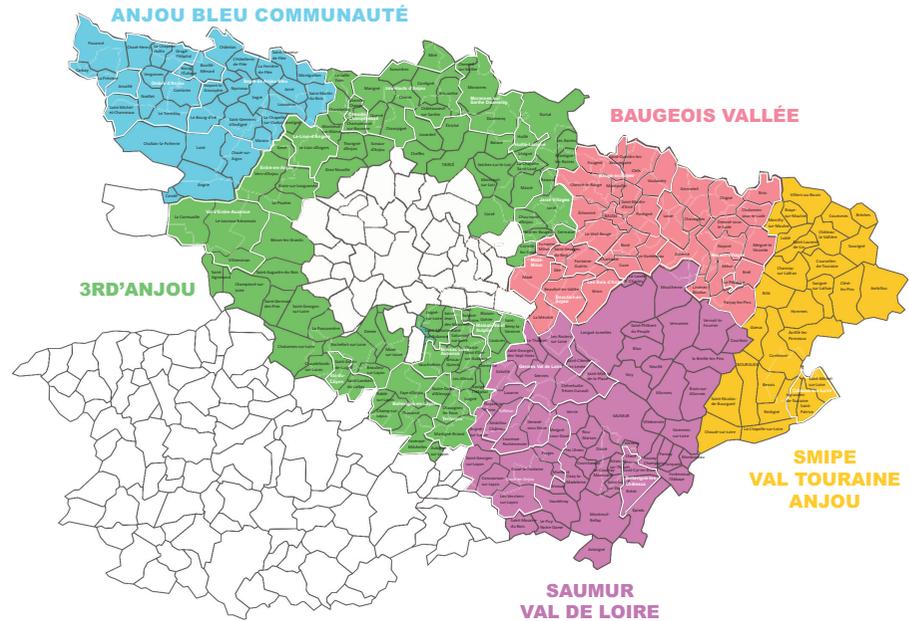




➤ Réorganisation du territoire du SIVERT au 1^{er} janvier 2022

Le SIVERT, Syndicat de valorisation et de recyclage thermique des déchets de l'Est Anjou, réunissait en 2021 240 000 habitants. Depuis le 1^{er} janvier 2022, ce sont 310 000 habitants qui composent le SIVERT, à travers cinq collectivités : la communauté d'agglomération Saumur Val-de-Loire, la communauté de communes Baugeois-Vallée et celle d'Anjou Bleu Communauté, et deux syndicats intercommunaux en charge de la collecte des déchets, les 3RD'Anjou (Syndicat pour la Réduction, le Réemploi et le Recyclage des Déchets en Anjou), et le SMIPE Val Touraine Anjou. Retrouvez toutes vos informations de collecte des déchets par commune sur le site du SIVERT : www.sivert.fr

Territoire du SIVERT au 1^{er} janvier 2022



PATRICE DE FOUCAULT ÉLU PRÉSIDENT D'HONNEUR DU SIVERT

Patrice De Foucault a assumé la fonction de président du SIVERT depuis l'origine du Syndicat en 1999, et ce jusqu'en 2020. Il a porté le projet de l'UVE Salamandre et les évolutions stratégiques, structurelles et territoriales du SIVERT avec détermination et conviction. Le 25 juin dernier, l'ensemble du comité syndical l'a nommé Président d'Honneur du SIVERT et l'a vivement remercié pour ces années d'engagement, en soulignant la satisfaction de voir les deux projets qu'il avait porté avec l'ancien conseil syndical - le centre de tri et le projet ECOCIR - sortir de terre.



ENVIE DE DÉCOUVRIR L'UNITÉ SALAMANDRE ?



Inscrivez-vous dès maintenant aux visites programmées, selon les mesures sanitaires en vigueur liées à la COVID-19 :

- samedi 12 mars, de 10h à 12h
- samedi 14 mai, de 14h30 à 16h30

Visite guidée gratuite. Accès soumis à la présentation d'un pass sanitaire valide.

Inscription obligatoire au 02 41 82 58 24, via www.sivert.fr ou audrey.piron@sivert.fr Nombre de places limité.





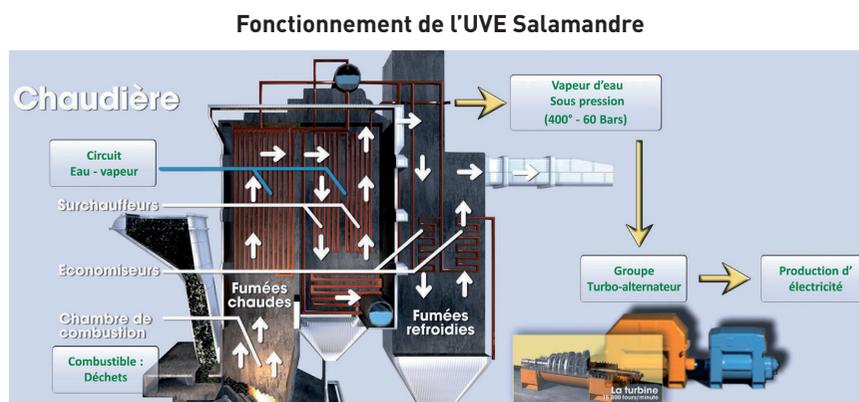
L'hydrogène, une valeur ajoutée pour l'UVE Salamandre ?

Focus

Après 16 ans de fonctionnement de l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE) Salamandre, le Syndicat Intercommunal de Valorisation Et de Recyclage Thermique des déchets (SIVERT) se doit d'évoluer vers de nouveaux modèles économiques de valorisation énergétique, avec la volonté de conserver les engagements pris à sa création : excellence environnementale, qualité et continuité du service public, et maîtrise des coûts.

Le modèle environnemental énergétique du SIVERT est la valorisation énergétique des déchets : à l'UVE Salamandre, une turbine utilise l'énergie dégagée par la vapeur de combustion des déchets pour produire environ 60 000 MWh d'électricité par an, soit l'équivalent de la consommation annuelle de la ville de Saumur. 15 % de l'électricité produite est utilisée pour le fonctionnement de l'usine, les 85 % restants sont revendus sur le réseau à EDF.

Jusqu'à 2016, l'électricité produite par les UVE était soutenue financièrement par l'État, dans le cadre de contrats avec obligation d'achat. Ce système imposait aux fournisseurs d'électricité (EDF et entreprises locales de distribution) l'achat de cette électricité d'origine renouvelable à un tarif fixe durant 15 ans. Ce contrat arrive à échéance pour l'UVE Salamandre, et cela entraîne une incertitude sur les recettes liées à la vente d'électricité (pour référence la baisse de tarif de vente de l'électricité au niveau national est de 16 €/MWh d'après des études menées par AMORCE¹). Ces évolutions encouragent les exploitants d'UVE à



rechercher et développer de nouveaux modèles de valorisation : réseaux de chaleur, consommateurs industriels, nouvelles énergies...

La question se pose donc pour le SIVERT, afin non seulement d'optimiser le coût à la tonne des déchets, mais aussi d'anticiper les enjeux de la transition énergétique dans les cinq ans à venir. La production d'hydrogène à partir de l'énergie produite sur site (voir le dossier p. 8 à 10), en particulier comme moyen de stocker l'énergie, fait partie de la réflexion engagée par les élus du SIVERT sur cette mandature.

Aujourd'hui, un certain nombre d'acteurs travaillent sur cette hypothèse, comme dans la région Pays de la Loire, à l'UVE du Mans. En région Île-de-France, le Syndicat Mixte de traitement des déchets urbains du Val-de-Marne (SMITDUVM) s'est déjà engagé dans la filière hydrogène, et mettra en service fin 2022 une centrale de production et de distribution d'hydrogène vert à partir de déchets ménagers, pour alimenter une flotte de véhicules publics (bus, car, bennes à ordures ménagères). 1 tonne d'hydrogène par jour devrait être produite à pleine capacité, économisant « l'émission d'au moins 1300 tonnes de CO₂ chaque année ».

La mise en place d'un électrolyseur pour la production d'hydrogène à l'UVE Salamandre permettrait de stocker l'électricité sous forme d'hydrogène gazeux, pour alimenter des véhicules à hydrogène, des sites industriels, le transformer en électricité selon les besoins, ou en l'injectant sur le réseau gaz. Une perspective énergétique à l'étude dans les mois à venir, dans la lignée du projet ECOCIR de valorisation de la chaleur fatale par le chauffage de serres.



¹ Association d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement des collectivités et acteurs locaux en matière de transition énergétique, de gestion territoriale des déchets et de gestion durable de l'eau





L'Hydrogène, vecteur de la transition énergétique

Le GIEC, Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, évalue depuis 30 ans les données scientifiques sur le changement climatique : ses causes, ses conséquences, mais aussi les solutions à mettre en place pour l'atténuer. Dans son sixième rapport publié le 9 août dernier, il affirme clairement la responsabilité des activités humaines sur le changement climatique, notamment par l'émission des gaz à effet de serre ou GES (dioxyde de carbone ou CO₂, vapeur d'eau, ozone et méthane principalement). Si la France est un pays dont le niveau de CO₂ produit par KWh est l'un des plus faible au monde, il n'en demeure pas moins que 70 % des GES émis le sont dans le domaine de l'utilisation de l'énergie¹. La décarbonation de nos systèmes énergétiques est donc prioritaire pour espérer contenir le réchauffement global du globe. L'hydrogène est une des voies développées pour activer cette transition énergétique, par l'émergence de nouvelles filières de la croissance verte.

L'hydrogène : un gaz vecteur d'énergie

L'hydrogène est un vecteur énergétique, au même titre que le charbon, le pétrole, ou l'électricité : il contient et peut transporter de l'énergie. Couramment appelé hydrogène, il s'agit en réalité du dihydrogène, ou H₂, une molécule réunissant deux atomes d'hydrogène.



CARTE D'IDENTITÉ

Nom : **Hydrogène**

Symbole chimique : **H**

Âge : **13.5 milliards d'années**
(le plus ancien des éléments)

Poids : **Le plus léger des gaz**

Nombre d'électrons : **1**

Forme la plus courante : **Gazeuse**

Couleur : **Invisible**

Odeur : **Aucune**

Abondance : 92 % des atomes dans l'univers (étoiles, planètes gazeuses)
Signe particulier : Inflammable et explosif en présence d'oxygène

OÙ TROUVER L'HYDROGÈNE ?

Sur Terre, l'hydrogène est très rare à l'état pur, et se combine donc à d'autres éléments :

- Au carbone, pour former les **hydrocarbures**, issus de la décomposition de la matière vivante. Il s'agit des énergies fossiles, comme le méthane, constituant principal du gaz naturel, le charbon ou le pétrole.
- À l'oxygène pour composer l'**eau**, combinaison entre un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène, suivant la formule H₂O.
- Au carbone et à l'oxygène, en constituant la **matière vivante** (63 % des atomes du corps humain sont des atomes d'hydrogène).

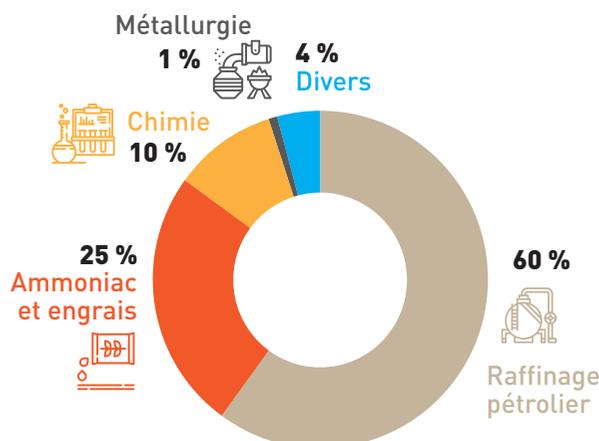
UTILISATIONS ACTUELLES

Au XIX^{ème} siècle, l'hydrogène était déjà utilisé, mélangé au monoxyde de carbone, pour alimenter les logements en gaz de ville. Il a été remplacé au XX^{ème} siècle par le gaz naturel et le pétrole.

Actuellement, 60 millions de tonnes d'hydrogène sont produites par an dans le monde, dont plus de 900 000 tonnes en France, pour des utilisations principalement dans le domaine de l'industrie comme matière première :

- Raffinage des produits pétroliers, pour désulfurer le gazole et l'essence ou produire du méthanol
 - Fabrication d'ammoniac, à destination de la production d'engrais
 - Chimie, métallurgie, industrie du verre, électronique, et domaine spatial, où il est utilisé comme vecteur d'énergie pour la propulsion de satellites ou de fusées.
- L'hydrogène est un gaz inflammable. Son usage est donc réglementé de façon à limiter les risques d'inflammation et d'explosion : les systèmes de transports et de stockage d'hydrogène sont particulièrement surveillés.

Utilisation de l'hydrogène en France



¹ Source : DataLab 2021, Ministère de la transition écologique





L'hydrogène : production et perspectives

L'hydrogène est de plus en plus présent dans le débat de la transition énergétique. Décarbonation, soutien aux énergies renouvelables, mobilité, stockage d'énergie : quelles sont les perspectives offertes par l'hydrogène ?

HYDROGÈNE : QUELLES TECHNIQUES DE PRODUCTION ?

Afin de le produire et de l'exploiter, il est nécessaire de séparer l'hydrogène des autres éléments chimiques avec lesquels il est lié. Plusieurs procédés chimiques, nécessitant une importante source d'énergie, peuvent être utilisés, à partir d'hydrocarbures ou d'eau : le vaporeformage et la gazéification d'une part, l'électrolyse d'autre part.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Des recherches sont menées actuellement pour produire de l'hydrogène à partir de la biomasse (gazéification de bois, paille, microalgues, bactéries), ou encore pour récupérer de l'hydrogène naturel dans de potentiels gisements sous-terrains.

LE VAPOREFORMAGE ET LA GAZÉIFICATION

Ils permettent de transformer, à hautes températures, des hydrocarbures en hydrogène (en présence d'eau pour le méthane, et en présence de dioxygène pour le charbon et le pétrole).

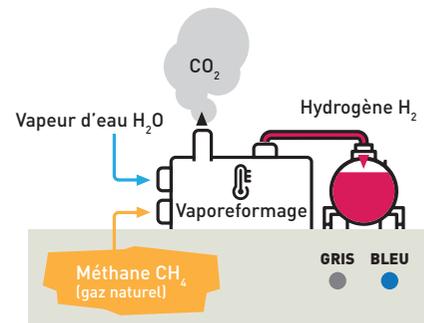
Matière première : hydrocarbures

Inconvénient : la réaction rejette du CO₂, principal GES.

Atout : bon rendement énergétique

Proportion actuelle dans la production française : 95 %

Coût : 1,5 à 3 €/kg.



→ **Hydrogène gris, ou fossile :** hydrogène à base d'hydrocarbures.

→ **Hydrogène bleu, ou bas carbone :** le CO₂ rejeté est stocké, par exemple par injection dans le sol.

L'ÉLECTROLYSE

Un courant électrique, passant entre deux électrodes plongées dans l'eau, permet d'en séparer les atomes d'hydrogène et d'oxygène. 1 L d'eau produit environ 100 g de dihydrogène.

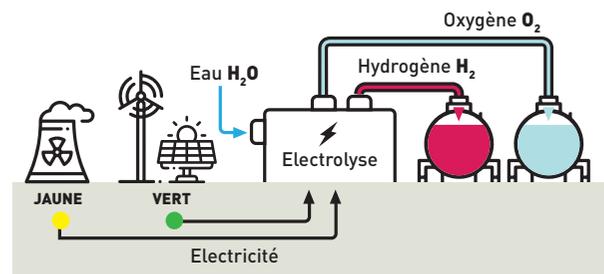
Matière première : eau (formule H₂O)

Inconvénient : nécessite un gros apport en électricité, du fait de son faible rendement énergétique

Atout : aucun rejet de CO₂ ou de polluant, uniquement de la vapeur d'eau

Proportion actuelle dans la production française : 5 %.

Coût : jusqu'à 10 €/kg



→ **Hydrogène jaune, ou bas carbone :** alimentation en électricité d'origine nucléaire.

→ **Hydrogène vert, ou renouvelable :** alimentation en électricité d'origine renouvelable (éolienne, solaire...).

VERS LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

Aujourd'hui 95 % de la production française d'hydrogène à destination de l'industrie est de l'hydrogène gris, issu d'hydrocarbures. Ce secteur rejette ainsi 11,5 mégatonnes de CO₂ par an, soit environ 3 % des émissions nationales de GES. La décarbonation de l'industrie consiste à réduire, voire annuler, ces émissions de CO₂. Des techniques sont développées pour stocker le carbone émis lors du vaporeformage et de la gazéification dans des cavités souterraines naturelles et hermétiques (anciens puits de pétrole par exemple), mais sans réelle perspective à ce jour. L'enjeu prioritaire réside dans une transformation complète

du système de production d'hydrogène par l'électrolyse, à partir d'électricité d'origine renouvelable, qui réduirait à zéro les émissions de GES pour cette activité industrielle. On parle alors de Power-to-gas.

L'hydrogène peut également être une solution pour les industries émettant du CO₂ (industries du ciment par exemple, avec 4 % des émissions mondiales). Il permet en effet de capter le CO₂ pour former du méthane de synthèse (par une réaction de méthanation), qui peut être ensuite injecté dans le réseau de gaz.





L'HYDROGÈNE POUR UNE MOBILITÉ DÉCARBONÉE

En France, le transport émet 42 % des émissions de GES globales, ce qui en fait le premier secteur émetteur. Les véhicules fonctionnant à l'hydrogène représentent une alternative décarbonée pour l'avenir, rejetant uniquement de la vapeur d'eau, et ne provoquant pas de nuisance sonore. On parle de Gas-to-power.

L'hydrogène peut être utilisé comme carburant, en alimentant des piles à combustibles embarquées dans le véhicule. Actuellement, 50 stations hydrogène sont ouvertes sur le territoire français. Cet usage est plutôt fléché pour les transports lourds, où les batteries électriques sont trop encombrantes : transport collectif de personnes (bus, trains, avion), de marchandises, ou pour les véhicules professionnels légers en milieu urbain.

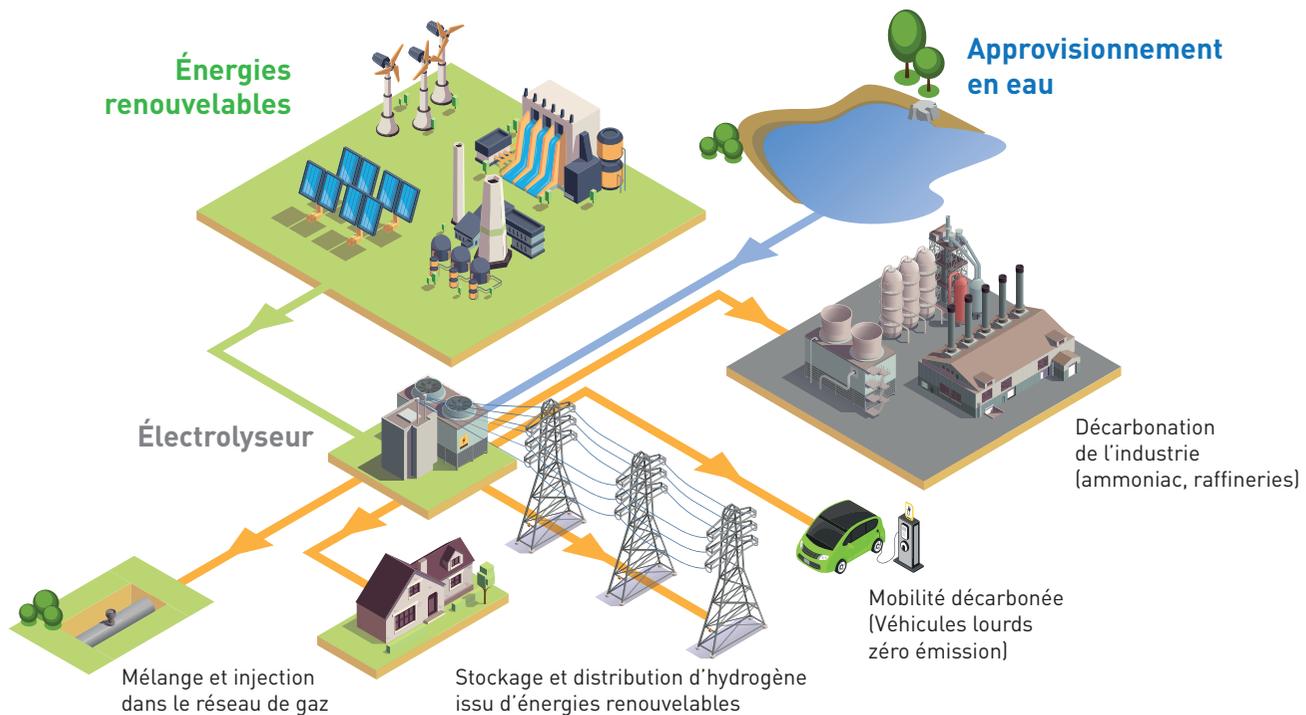
Avec un temps de rechargement rapide, une autonomie de près de 500 km (soit le double de l'autonomie d'un véhicule électrique à batterie), les véhicules lourds à hydrogène sont en plein essor. Pour les véhicules légers en revanche,

les coûts de production sont encore trop importants pour une généralisation sur le marché à destination des particuliers.

STOCKER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UNE ALTERNATIVE AUX BATTERIES

La production d'énergies renouvelables, à partir de panneaux solaires ou d'éoliennes par exemple, est intermittente. Lors des périodes de coups de vent pour l'éolien, ou de ciel dégagé pour le photovoltaïque, la production d'énergie peut être plus importante que la consommation. Il est nécessaire de stocker cette énergie pour la restituer en fonction de la demande. L'hydrogène offre des perspectives à cette intermittence, que les batteries actuelles ne permettent pas d'optimiser. Il permet en effet d'utiliser une surproduction d'électricité pour la transformer en hydrogène par électrolyse. Celui-ci peut ensuite être stocké sous forme gazeuse, liquide ou solide, puis retransformé en électricité en fonction des besoins, grâce à une pile à combustible.

Les enjeux de la production d'hydrogène renouvelable



FILIÈRE HYDROGÈNE, DES DÉFIS À RELEVER

Le déploiement des technologies hydrogène dépend encore en grande partie de la réduction de leurs coûts : l'hydrogène produit par électrolyse revient aujourd'hui aux environs de 5 à 10 €/kg en fonction du système développé, de la durée d'utilisation et du coût de la source d'électricité. Un montant qui pourrait rejoindre le prix actuel de l'hydrogène gris, de 1 à 2 €/kg, à l'horizon 2028, grâce aux économies d'échelles et aux avancées technologiques dans le domaine.

La mise en place d'écosystèmes hydrogènes adaptés aux réalités des territoires est également essentielle : réseaux de transport, de distribution, zones et infrastructures de stockage, mise en place de normes de sécurité. Les systèmes de gestion intelligente seront de précieux alliés pour optimiser l'adéquation de l'offre et de la demande. Porté au niveau national et européen par des politiques d'investissements à grandes échelles, l'hydrogène devrait prendre dans les années à venir une part de plus en plus importante dans le mix énergétique français.

POUR EN SAVOIR PLUS

ADEME : www.ademe.fr
Ministère de la transition écologique : www.ecologie.gouv.fr
Association France Hydrogène : www.afhypac.org





Les résultats du plan de suivi de l'environnement

Le point sur...

Les résultats du plan de suivi de l'environnement mis en place par le SIVERT de l'Est Anjou sont présentés chaque année à la Commission de Suivi de Site présidée par le sous-préfet de Saumur et sont consultables sur le site internet du SIVERT.

Les résultats des émissions atmosphériques sont également communiqués quotidiennement sur le site du SIVERT (www.sivert.fr) à J+1 (exception faite du week-end).

> Le Système AMESA - in situ Mesures de dioxines en semi continu : des rejets 60 fois inférieurs au seuil autorisé

Dioxines – émissions en sortie de cheminée

Périodes	Suivi en phase d'exploitation		
	Valeur arrêté du 20/09/2002 en application de la directive européenne du 04/12/2000	Valeur de l'arrêté d'exploitation de l'UVE Salamandre	Valeur moyenne mesurée sur l'UVE Salamandre
Du 09/03/21 au 06/04/21	0,1 ng I-Teq/Nm ³	0,08 ng I-Teq/Nm ³	0,0014 ng I-Teq / Nm ³
Du 06/04/21 au 04/05/21			0,0005 ng I-Teq / Nm ³
Du 04/05/21 au 01/06/21			0,0018 ng I-Teq / Nm ³
Du 01/06/21 au 29/06/21			0,0004 ng I-Teq / Nm ³
Du 29/06/21 au 27/07/21			0,0005 ng I-Teq / Nm ³
Du 27/07/21 au 24/08/21			0,0073 ng I-Teq / Nm ³

Unité de mesure utilisée : le nanogramme, 10⁻⁹ g par Normaux M³.



CONCLUSIONS :

- Sur l'année 2021, la moyenne des valeurs annuelles d'émission est 60 fois inférieure à la norme européenne.

Source SIVERT



> L'analyse des retombées atmosphériques : 8 pôles de collecteurs dans un rayon de 3 km autour de l'U.V.E.

Retombées dioxines et métaux lourds - air



CONCLUSIONS :

Pour les campagnes P98 à P100 (du 15 janvier 2021 au 16 juillet 2021) : «Les résultats obtenus pour les dioxines et les métaux lourds correspondent à un bruit de fond rural.»

Source IRH

> Les lichens, des biocepteurs vivants analysés à 10 km du site : aucune traçabilité

Dioxines et métaux lourds – lichen

Phase de suivi : Année 2020

	Dioxines (en ng I-TEQ/kg)	Métaux lourds (en mg/kg)		
		Plomb	Cadmium	Mercuré
Grangeardière	2,3	2,4	0,12	0,06
Briantaisière	2,9	3,1	0,21	0,21
Bois Martin	2	2,3	0,07	0,14
Brégellerie	2,6	2,3	0,24	0,06

Dioxines et furanes

Objectif : < 20 ng I-TEQ / Kg

Restriction à l'usage agricole : > 160 ng I-TEQ / Kg

* lq = limite de quantification



CONCLUSIONS :

«En 2020, la surveillance environnementale autour du SIVERT Est-Anjou à Lasse (49) montre la réapparition de PCDD/F modérés (L2-Bois Martin) et un mercure faiblement remarqué (L4-Briantaisière). 2021 permettra de vérifier qu'il s'agissait d'interférences passagères.»

Source Air lichens

> Le Lait, un traceur naturel étudié dans les exploitations agricoles voisines : aucun impact

Dioxines - lait



Valeur cible	Obligation de recherche des sources	Impropre à la consommation
1	3	> 5
	État des lieux En pg I-TEQ/g de matière grasse ¹	
	OMS 1998 ³	OMS 2005 ³
La Rigoletterie	0,41	0,35
La Verne	0,42	0,37
L'Homme-laie	0,34	0,30
Le Cormier	0,45	0,39
Le Theil	-	-
		OMS 2005 ³
		/ ²
		0,25
		0,22
		0,23
		0,23

1 Unité de mesure utilisée : le picogramme, 10⁻¹² pour un gramme de matière grasse

2 Dispositif modifié suite à l'arrêt de l'exploitation, remplacée par l'exploitation du Theil, choisie car elle se trouve également sur l'axe M' des retombées atmosphériques et à proximité de l'UVE.

3 Le 2 décembre 2011, changement de réglementation européenne qui prend le référentiel OMS 2005 pour le calcul de l'équivalent toxique (I-Teq) UE n° 1259/2011.



CONCLUSIONS :

«Les teneurs en Dioxines et Furanes correspondent à un niveau de concentration faible en regard des valeurs guides. Il n'existe pas à ce jour d'impact de l'unité sur le lait.»

Source INERIS



Erwann Rio, Directeur Projet Hydrogène en Région des Pays de la Loire

En 2016, la région des Pays de la Loire a adopté une feuille de route régionale sur la transition énergétique, s'engageant notamment dans le développement d'une filière hydrogène sur son territoire. En juillet 2020, elle votait un ambitieux plan hydrogène, assorti d'un budget de 100 M€. Erwann Rio porte depuis le mois de mai 2021 la direction de ce projet, avec pour objectifs d'identifier, de connecter et d'accompagner les différents acteurs ligériens dans la construction d'une filière hydrogène d'excellence en Région des Pays de la Loire.



Erwann Rio

Quel est votre parcours, en quelques mots ?

E.R. Ingénieur de formation, j'ai un parcours d'industriel en construction navale, énergies renouvelables, intégrant des projets écoresponsables et favorisant la circularité de l'économie. J'aime chercher les synergies entre innovation, économie et écologie.

Quelles sont vos missions depuis votre prise de fonction au sein de la Région Pays de la Loire ?

E.R. Ma mission, sous les orientations des élus du Conseil régional, est de dynamiser et de coordonner la mise en œuvre de la feuille de route Hydrogène de la Région des Pays de la Loire, et de veiller à l'investissement optimal des 100 M€ alloués pour le développement de la filière d'excellence Hydrogène.

Quels sont pour vous les principaux atouts de la Région des Pays de la Loire pour le développement de la filière hydrogène (H2) ?

E.R. Les forces de la Région des Pays de la Loire reposent sur l'expérience acquise depuis plusieurs années, avec

de nombreux acteurs impliqués dans le développement technologique et économique de projets H₂ : des projets précurseurs comme Minerve (hydrogène produit par électrolyse, réagissant avec le CO₂ d'une chaufferie biomasse pour produire du méthane de synthèse), Navibus (navettes fluviales fonctionnant à l'hydrogène par le biais de deux piles à combustible), Station H₂ Le Mans (distribution d'hydrogène pour les transports en commun de la métropole nantaise) ou encore Delta Green (bâtiment autonome en énergie dans la banlieue nantaise avec une station hydrogène pour stocker l'énergie). Ils mènent à des projets opérationnels tels que celui conduit par Lhyfe, station de production d'H₂ à partir d'énergies marines renouvelables à Bouin, inaugurée le 30 septembre dernier.

L'attractivité du territoire est très importante : la région dispose des compétences et des talents « disponibles » (pôle de compétitivité, CEA Tech...). L'existence de filières déjà matures en aéronautique, naval, énergies marines renouvelables (EMR), ou encore réseaux électriques intelligents (SMART GRIDS), favorise plus qu'ailleurs la réussite des acteurs à se positionner dans la chaîne de valeur Hydrogène.

La situation géographique et économique de la région est également un atout : ouverture sur la façade Atlantique, dynamisme économique, écosystème de sous-traitance technologique, infrastructures logistiques.

Enfin un environnement de recherche/développement/innovation permet de se positionner à la pointe dans le domaine scientifique, avec des

laboratoires universitaires travaillant sur les membranes, des électrolyseurs pour la production, les technologies de stockage, l'optimisation des usages via les piles à combustibles.

L'ADEME a lancé en septembre 2020 un appel à projets « Ecosystèmes territoriaux Hydrogène », dans le cadre du Plan de relance, dont deux projets sont lauréats : H₂ Loire Vallée et Vhygo. Depuis 2020, l'écosystème H2Ouest avait été précurseur, pouvez-vous nous en dire plus ?

E. R. H₂ Ouest est un exemple d'écosystème H₂ concret dans la Région. La production d'hydrogène renouvelable (300 kg par jour) est réalisée à partir d'électricité d'origine éolienne et d'eau de mer à Bouin, en Vendée. Le SyDEV, service public de la distribution des énergies vendéennes, assure la distribution, avec la création d'une station multi-énergie à La Roche-sur-Yon. Les usages seront assurés par l'implication et la dynamique des collectivités locales et acteurs du territoire : mise en place de véhicules à hydrogène (bus, véhicule de pompier, bennes à ordures ménagères, poids lourds), et approvisionnement de stations de distribution au niveau régional (au Mans par exemple). Plus localement dans la région angevine, nous accompagnons actuellement une étude sur les potentiels de création d'écosystèmes hydrogène, en partenariat avec le Siéml.

POUR EN SAVOIR PLUS

<https://www.paysdelaloire.fr>





Hydrogène propre : l'Europe face au défi de la transition énergétique

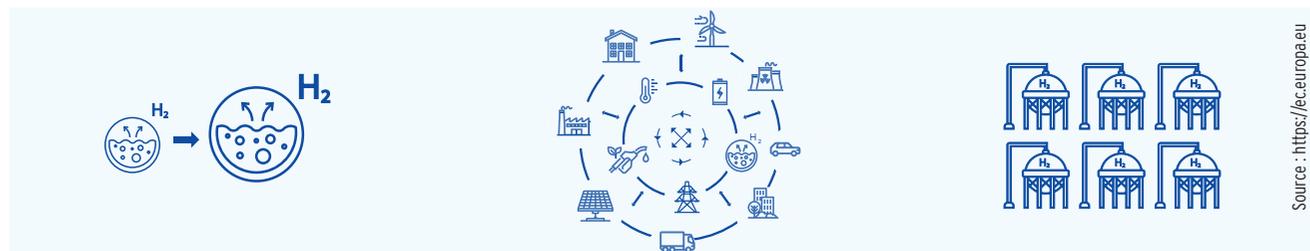
Et nos voisins européens ?

L'European Green deal, ou **Pacte Vert pour l'Europe**, est acté le 11 décembre 2019, avec comme objectifs la fin des émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici à 2050, et une croissance économique européenne durable. Il est financé par des investissements liés au plan de relance, créé pour sortir de la pandémie de COVID-19, et au budget septennal de l'Union Européenne. En juillet 2020, deux stratégies s'affinent autour de la transition du système énergétique européen, responsable de 75 % des émissions de gaz à effet de serre de l'Europe : l'intégration du système énergétique, et la stratégie pour l'hydrogène.

Un plan d'action ambitieux pour la stratégie hydrogène

Matière première, carburant, vecteur d'énergie et solution de stockage : l'Europe investit dans l'hydrogène comme technologie clé pour atteindre ses objectifs climatiques. Ses applications à des domaines très variés (industrie, transport, électricité, construction) et sa neutralité d'émission carbone font de l'hydrogène renouvelable un allié de choix dans la transition énergétique.

UN PLAN EUROPÉEN DÉVELOPPÉ EN 3 PHASES



Première phase (2020-2024)

Objectif : décarboner la production d'hydrogène existante pour les utilisations actuelles, valoriser de nouvelles applications.

Capacité estimée : au moins 6 gigawatts d'électrolyseurs pour produire jusqu'à un million de tonnes d'hydrogène renouvelable (actuellement environ 1 gigawatt).

Deuxième phase (2024-2030)

Objectif : étendre la production d'hydrogène vert à de nouveaux secteurs : sidérurgie, poids lourds, transport ferroviaire ou maritime.

Capacité estimée : au moins 40 gigawatts d'électrolyseurs pour produire jusqu'à dix millions de tonnes d'hydrogène.

Troisième phase (2030-2050)

Objectif : déployer les technologies parvenues à maturité à grande échelle, pour atteindre tous les secteurs difficiles à décarboner.

DES PERSPECTIVES ENCOURAGEANTES

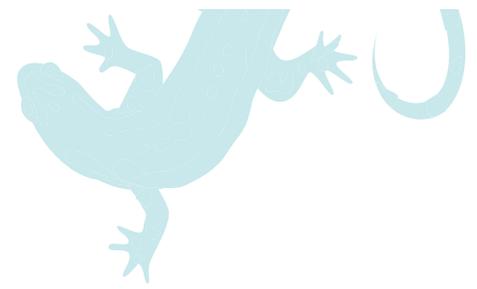
Actuellement en Europe, le coût de l'hydrogène d'origine fossile (hydrogène gris) est estimé à 1,5 €/kg. L'hydrogène bas carbone (hydrogène bleu) est à 2 €/kg, et l'hydrogène renouvelable (hydrogène vert) jusqu'à 10 €/kg. Malgré cette différence de compétitivité, le coût des électrolyseurs a baissé de 60 % en dix ans, et les économies d'échelles dans les années à venir pourraient diviser leur prix par deux d'ici 2030.

La baisse du prix des énergies renouvelables, et l'accélération des progrès techniques (l'Europe se situe au 1^{er} rang des technologies

d'électrolyseurs, des grandes piles à combustibles et des stations de ravitaillement) devraient rendre l'hydrogène renouvelable compétitif dans les années à venir.

Des infrastructures de transport (gazoducs) et de stockage de l'hydrogène se mettent en place pour arriver en 2040 à un réseau potentiel de 40 000 km. 21 pays européens se sont ainsi regroupés pour le projet de dorsale hydrogène européenne (EHB), réutilisant une partie des réseaux gaziers existants et créant de nouvelles canalisations.





Les pays européens pionniers en projets Hydrogène

La Commission européenne a créé la **Clean Hydrogen Alliance** afin d'organiser et coordonner les travaux collectifs des Etats membres et des différents industriels autour de l'hydrogène. La construction d'un **Projet Important d'Intérêt Européen Commun (PIIEC)** permettra de financer conjointement la création d'une chaîne de valeur à l'échelle européenne sur l'hydrogène, à l'instar des projets qui ont été financés dans le cadre du « plan batteries ». Plusieurs pays se positionnent déjà comme pionniers de solutions hydrogènes innovantes.

LA FRANCE FAIT LE PARI DE L'AVION À HYDROGÈNE

Le secteur de l'aéronautique bénéficie d'un plan de soutien particulièrement appuyé en France : 1,5 milliard d'euros attribués d'ici à 2022 à la recherche et au développement d'un avion zéro émission à hydrogène propre. Airbus, dans l'objectif de développer un avion à hydrogène d'ici 2035, a dévoilé 3 concepts basés sur une propulsion à hydrogène liquide en septembre 2020. Plusieurs défis techniques doivent être surmontés dans les 10 prochaines années : poids et volumes nécessaires aux réservoirs, matériaux pour la pressurisation et la cryogénéisation à -270 °C de l'hydrogène liquide, sécurité pendant le stockage et la distribution. Un 4^{ème} concept a été proposé en novembre 2020, s'appuyant sur 6 moteurs électriques alimentés par des piles à combustibles hydrogène. Les recherches se poursuivent jusqu'en 2025 pour sélectionner le modèle d'avion moyen le plus approprié, et un lancement industriel est prévu en 2028.

L'ALLEMAGNE ET L'AUTRICHE, SUR LES RAILS DU TRAIN À HYDROGÈNE

Expérimenté depuis 2018 en Allemagne et plus récemment en Autriche, le train Coradia iLint, destiné à transporter des passagers, pourrait circuler en exploitation commerciale dès 2022. Alternative décarbonée aux rames fonctionnant au diesel, ce train, s'il est alimenté en hydrogène renouvelable, ne rejette que de la vapeur d'eau et dispose d'une autonomie maximale de 1000 km. L'Italie et le Royaume-Uni se préparent également à adopter ces trains, ainsi que la France pour des versions bi-modes, alimentées en électricité et en hydrogène.



LE SAVIEZ-VOUS ?

En Europe, les principaux pays consommateurs d'hydrogène sont l'Allemagne et le Royaume-Uni, ayant à décarboner un secteur énergétique historiquement basé sur les énergies fossiles comme le charbon. L'Allemagne, avec un plan d'investissement de 9 milliards d'euros, annonce l'ambition de devenir le 1^{er} producteur et utilisateur mondial d'hydrogène. Le Royaume-Uni quant à lui prévoit l'injection de 12 milliards d'euros dans sa stratégie hydrogène.

LA FRANCE MET L'HYDROGÈNE AU CŒUR DE SON PLAN DE RELANCE

En 2018, le Gouvernement annonce un **Plan Hydrogène** de 100 millions €/an en faveur de l'hydrogène. Objectif : aller vers la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Cette stratégie s'affirme nettement en septembre 2020 : en réponse à la crise sanitaire, le Gouvernement lance « **Le plan France Relance** », doté d'un budget de 100 milliards d'euros, autour de l'écologie, la compétitivité et la cohésion, avec une logique territoriale. 7 milliards d'euros sont affectés en 2021 pour développer l'hydrogène décarboné.

Cette **Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France** s'articule autour de trois priorités :

- La décarbonation de l'industrie par l'hydrogène vert (ambition : 6,5 Gigawatts d'électrolyseurs installés en 2030, contre 5 Mégawatts actuellement)
- Le développement des mobilités lourdes
- Le soutien de la recherche et le développement de la formation, avec l'objectif de générer entre 50 000 et 150 000 emplois directs et indirects.

Le plan « France 2030 » enfin, annoncé le 12 octobre 2021, et doté de 30 milliards d'euros déployés sur 5 ans, vise à développer la compétitivité industrielle et les technologies d'avenir. 1,9 milliard d'euros seront consacrés à la filière hydrogène.





Ça gaze avec l'hydrogène !

L'hydrogène est le plus petit des éléments chimiques de l'univers, et pourtant c'est aussi lui le plus présent : 9 atomes sur 10 sont des atomes d'hydrogène ! Il porte le numéro 1 dans le tableau de tous les éléments chimiques existants, car il n'a qu'une particule électrique, un électron, qui tourne autour de son noyau. C'est grâce à lui qu'il va pouvoir s'associer à d'autres éléments chimiques. Découvre les secrets de l'hydrogène !

En chimie, chaque élément a une ou deux lettres pour symbole. En 1869, le chimiste russe Dmitri Mendeleïev propose un tableau réunissant tous les éléments chimiques connus.

Ces éléments, en s'assemblant sous forme de molécules, constituent toute la matière qui nous entoure : bois, plastique, métal, eau, air, et même notre propre corps !

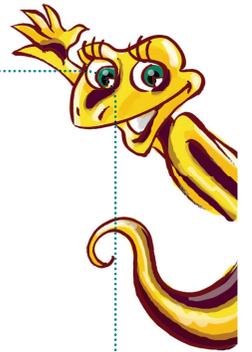
■ Non-métaux
 ■ Métaux alcalins
 ■ Métaux alcalino-terreux
 ■ Métaux de transitions
 ■ Métaux pauvres
 ■ Métalloïdes
 ■ Halogènes
 ■ Gaz nobles
 ■ Lanthanide
 ■ Actinide

Jeu

La chimie, c'est élémentaire !

Relie chaque élément à son symbole chimique, et à l'utilisation que nous pouvons en faire :

Élément	Symbole chimique	Utilisation
● Oxygène	● He	●  Élément qui transporte l'énergie
● Hydrogène	● Al	●  Gaz plus léger que l'air avec lequel on gonfle des ballons
● Calcium	● O	●  Métal doré très recherché pour ses pépites
● Hélium	● H	●  Gaz qui nous permet de bien respirer
● Or	● Ca	●  Métal argenté utilisé pour fabriquer les canettes
● Aluminium	● Au	●  Élément dont tes os ont besoin pour grandir



Expérience : fabrication du dihydrogène

(à réaliser en présence d'un adulte, les gaz produits, même s'ils sont en quantité très faible, peuvent être inflammables sous certaines conditions)

Tu l'as compris, l'hydrogène est la plupart du temps combiné avec d'autres atomes. Pour l'avoir à l'état pur, il va donc falloir le séparer des autres éléments. Tu vas découvrir ici une expérience qui va couper la molécule d'eau H_2O en 2, pour en extraire l'hydrogène !

Pour ton expérience, tu as besoin de :

- Deux punaises (enlever la protection plastique s'il y en a une)
- Une pile de 9 Volts
- Un récipient en plastique fin transparent
- 200 ml d'eau (formule chimique H_2O)
- Une 1/2 petite cuillère de sel fin (formule chimique $NaCl$)
- Un verre



Les étapes :

1 Perce le fond du récipient en plastique avec les punaises. L'espace entre les punaises doit correspondre à l'espace entre les deux bornes de la pile 9 Volts. Attention, elles ne doivent pas se toucher, au risque de provoquer un court-circuit qui déchargerait la pile et la ferait chauffer.



2 Prépare une solution d'eau salée dans le verre : mélange 1/2 petite cuillère de sel dans 200 ml d'eau, jusqu'à ce que le sel soit bien dissous.



3 Remplis le récipient en plastique avec l'eau salée.



4 Place la pile sous le récipient en posant une borne de la pile sous chaque punaise.



5 Observe le résultat : des bulles de gaz apparaissent sur chacune des punaises plongées dans l'eau !

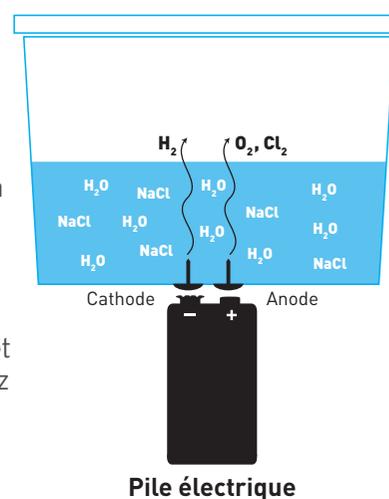
Que se passe-t-il ?

Tu as réalisé une électrolyse de l'eau !

L'électricité de la pile est passée dans la première punaise métallique, qui est conductrice d'électricité. Elle a ensuite traversé l'eau pour revenir à la pile en passant par la seconde punaise.

Les ions contenus dans l'eau H_2O (hydrogène et oxygène) et dans le sel $NaCl$ (sodium et chlore) se sont déplacés et réorganisés, en étant traversés par le courant électrique :

- Les ions hydrogène ont été attirés vers la borne - de la pile (cathode) et en se réunissant ont formé des bulles de dihydrogène H_2 (attention, gaz inflammable)
- Les ions oxygène sont allés vers la borne + de la pile (anode) et en se réunissant ont formé des bulles de dioxygène O_2 . Du chlore Cl_2 a aussi été dégagé (attention, ne pas respirer).



Pour cette expérience tu as utilisé une pile, mais dans la réalité, pour produire de l'hydrogène vert respectueux de l'environnement, l'électricité doit provenir d'une source d'énergie renouvelable : vent avec des éoliennes, soleil avec des panneaux solaires, etc.

Solutions

• **Jeu :** Oxygène, O, Gaz qui nous permet de bien respirer ; Hydrogène, H, Élément qui transporte l'énergie ; Calcium, Ca, Élément important dont tes os ont besoin pour grandir ; Hélium, He, Gaz plus léger que l'air avec lequel on gonfle des ballons ; Or, Au, Métal doré très recherché pour ses pépites ; Aluminium, Al, Métal argenté utilisé pour fabriquer les canettes.

