



Le réseau
de transport
d'électricité

Projet H2V59 - Usine de production d'hydrogène vert dans les Hauts-de-France et son raccordement électrique

DOSSIER DE LA CONCERTATION PRÉALABLE
16 SEPTEMBRE - 20 NOVEMBRE 2019

Sommaire

Édito	1
Les maîtres d'ouvrage	2
Partie 1	4
La concertation préalable	
Partie 2	10
L'hydrogène vert au service de la transition énergétique	
Partie 3	20
Le projet H2V59	
Partie 4	32
Les effets du projet H2V59 sur le territoire	
Partie 5	42
La mise en œuvre	

Les termes signalés par un astérisque sont définis dans le lexique disponible en troisième de couverture.



Édito

H2V est né d'une conviction forte : l'hydrogène* sera l'un des carburants du futur. Produit massivement avec un très faible impact pour l'environnement, l'hydrogène sera le vecteur de la transition énergétique dans le monde au 21^{ème} siècle : il remplacera le pétrole et le gaz naturel. Il deviendra rapidement incontournable pour la mobilité, pour l'industrie et pour l'énergie.

Nous sommes donc à l'aube de la constitution d'une nouvelle filière industrielle qui pourrait conduire à la création de milliers d'emplois dans les décennies à venir. Or il n'existe aujourd'hui aucun leader de l'hydrogène dans le monde.

Nous voulons devenir ce leader mondial en développant, en construisant et en exploitant en France - en Normandie et dans les Hauts-de-France - deux premières usines de production d'hydrogène vert d'une taille inédite. Elles serviront de démonstrateurs et d'incubateurs d'un savoir-faire français en la matière. Nous entendons créer de nombreux emplois dans le monde, avec des ingénieurs formés en France qui développeront les usines à l'international.

Nous souhaitons que notre usine dans les Hauts-de-France, sur la commune de Loon-Plage, devienne notre modèle pour la production d'hydrogène destiné à transformer l'énergie produite à partir des énergies renouvelables pour l'injecter dans le réseau de gaz naturel et réduire ainsi le recours aux énergies fossiles.

Le projet H2V59 doit aussi être notre modèle dans la façon dont nous dialoguons avec nos territoires d'accueil et c'est pourquoi nous nous engageons pleinement dans cette concertation préalable qui s'ouvre. Elle nous permettra de vous faire découvrir notre projet et notre vision. Surtout, elle sera l'occasion pour vous de nous interroger, de nous faire part de vos remarques et de vos observations, afin d'aboutir à un projet partagé.

Lucien Mallet

Président et fondateur de H2V

Les maîtres d'ouvrage



H2V, leader dans la transition énergétique

H2V se positionne comme un acteur industriel majeur de l'atteinte des objectifs de la Loi de transition énergétique pour la croissance verte ainsi que de la mise en œuvre des carburants avancés du 21^{ème} siècle. L'ambition de la société est de développer une filière industrielle de production d'hydrogène vert. La société H2V est composée de plusieurs entités :

- H2V Product est la maison-mère de la société ;
- H2V Industry est en charge de la conception, du développement et de la construction des usines de la société ;
- H2V59 est le maître d'ouvrage du projet d'usine de production d'hydrogène vert dans les Hauts-de-France, dont elle assurera ensuite l'exploitation.

Des informations complémentaires sont disponibles sur le site : www.h2vindustry.net



Le réseau
de transport
d'électricité

RTE, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité en charge du raccordement électrique de l'usine de production d'hydrogène vert

RTE, le Réseau de Transport d'Électricité, est une entreprise qui gère le réseau électrique à haute et très haute tension entre 63 000 et 400 000 volts. Sa mission principale, de par la loi, est d'acheminer l'électricité partout en France, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Pour cela, RTE assure l'équilibre en temps réel sur le réseau entre la production et la consommation d'électricité.

RTE connecte ses clients par une infrastructure adaptée et leur fournit tous les outils et services qui leur permettent d'en tirer parti pour répondre à leurs besoins, dans un souci d'efficacité économique, de respect de l'environnement et de sécurité d'approvisionnement en énergie. À cet effet, RTE exploite, maintient et développe le réseau à haute et très haute tension. Il est le garant du bon fonctionnement et de la sûreté du système électrique. RTE achemine l'électricité entre les fournisseurs d'électricité (français et européens) et les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité ou industriels directement raccordés au réseau de transport.

RTE innove et investit dans la durée pour bâtir le réseau de transport d'électricité au service de l'économie et de l'énergie de demain. Interconnectés avec ses voisins européens, RTE favorise la transition énergétique en accueillant les énergies renouvelables* et en optimisant leur contribution grâce à l'étendue du maillage du réseau public de transport d'électricité, du local à l'europpéen.

105 000 kilomètres de lignes comprises entre 63 000 et 400 000 volts et 50 lignes transfrontalières connectent le réseau français à 33 pays européens, offrant ainsi des opportunités d'échanges d'électricité essentiels pour l'optimisation économique du système électrique. RTE emploie 8 500 salariés.

Des informations complémentaires sont disponibles sur le site : www.rte-france.com

Le projet H2V59 en bref

Le projet H2V59 consiste à créer une usine de production d'hydrogène* qui serait implantée sur un terrain appartenant au Grand port maritime de Dunkerque (GPMD*), sur la commune de Loon-Plage à proximité de Dunkerque. L'usine H2V59 doit être raccordée au réseau public de transport d'électricité au moyen d'une liaison souterraine entre le poste électrique* de Grande-Synthe et l'usine, liaison qui serait réalisée par RTE.

L'hydrogène serait produit avec un impact environnemental très faible grâce à l'électrolyse* de l'eau : sous l'action de l'électricité, issue des énergies renouvelables, l'eau est décomposée en oxygène* et en hydrogène. L'hydrogène ainsi produit est dit « vert » et serait injecté dans le réseau de transport du gaz naturel. L'hydrogène, dont la combustion génère beaucoup d'énergie et aucun gaz à effet de serre, pourrait ensuite être utilisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Le projet H2V59 est ainsi la première usine de la société dédiée au power-to-gas*.

28 000 tonnes
d'hydrogène par an
(soit 3% de la production française d'hydrogène)

Un investissement compris entre
230 et 251 millions d'euros

La réaction chimique de l'électrolyse de l'eau

Sous l'action de l'électricité... $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

...deux molécules d'eau se décomposent en deux molécules d'hydrogène et une molécule d'oxygène

70 emplois directs
100 emplois indirects

Mise en service entre **2022**
et **2023**

PARTIE 1

LA CONCERTATION PRÉALABLE

Le cadre de la concertation p.6

Comment s'informer et participer ? p.8

Les suites de la concertation préalable p.9

Le projet d'usine de production d'hydrogène dans les Hauts-de-France, porté par H2V et accompagné par RTE pour le raccordement électrique de l'usine, fait l'objet d'une concertation préalable.

Celle-ci est régie par le code de l'environnement et intervient en parallèle des premières études conduites sur le projet.

Le cadre de la concertation

La concertation préalable est une procédure organisée en amont d'un projet susceptible d'avoir un impact sur l'environnement, le cadre de vie ou l'activité économique d'un territoire.

Cette procédure, décrite aux articles L. 121-15-1, L. 121-16 et L. 121-16-1 du code de l'environnement, vise à :

- débattre de l'opportunité du projet ;
- informer le public (riverains, associations, élus, étudiants, professionnels...) et répondre à ses interrogations sur l'état d'avancement du projet, ses objectifs et ses effets ;
- enrichir le projet en intégrant au mieux les besoins et les attentes exprimés par le public ;
- éclairer les maîtres d'ouvrage sur les

suites à donner à leur projet, notamment les études nouvelles à conduire ou la manière dont ils peuvent le faire évoluer.

La concertation préalable est obligatoire ou facultative selon les caractéristiques du projet, en application de l'article L. 121-8 du code de l'environnement. Dans le cas du projet H2V59, dont le coût dépasse 150 millions d'euros, la concertation préalable est obligatoire.

Afin d'être accompagnés dans l'organisation de cette démarche de dialogue, H2V et RTE ont choisi de saisir la Commission nationale du débat public (CNDP) le 20 février 2019. Le 6 mars et le 31 juillet, la CNDP a désigné deux garantes pour la concertation préalable sur le projet H2V59¹.

LES GARANTES DE LA CONCERTATION PRÉALABLE

Désignées par la Commission nationale du débat public, deux garantes de la concertation préalable en assurent le bon déroulement. Dans le respect des principes de la CNDP, elles s'assurent que la concertation se tient dans les meilleures conditions : transparence des informations fournies et des échanges, équivalence de traitement entre tous les acteurs, argumentation des diverses positions... Elles veillent à la bonne information du public et à la mise en œuvre de modalités adaptées à l'expression et à la participation de tous. Elles ont également pour mission de rendre compte des questions, observations, propositions formulées par le public durant la concertation, lesquelles visent à discuter et à enrichir le projet.

Au terme de la concertation, les garantes rédigent un bilan dans lequel elles consignent l'ensemble des avis et arguments exprimés ; ce bilan est rendu public.

Les garantes de la concertation, Madame Isabelle Jarry et Madame Paola Orozco-Souël, sont indépendantes du maître d'ouvrage et dans une position de neutralité à l'égard du projet.

Elles sont garantes en binôme sur les deux projets de H2V dans les Hauts-de-France et en Normandie.



Madame Isabelle Jarry
isabelle.jarry@garant-cndp.fr
CNDP, 244 boulevard Saint-Germain,
75007 PARIS



Madame Paola Orozco-Souël
paola.orozco-souel@garant-cndp.fr
CNDP, 244 boulevard Saint-Germain,
75007 PARIS

¹ Sources : décisions de la CNDP - <https://bit.ly/2JUHwyl> et <https://bit.ly/2IQe6ZI>

L'articulation entre la concertation préalable sur le projet H2V59 et la concertation Fontaine spécifique à RTE

Si le projet H2V59 est confirmé et autorisé, RTE, maître d'ouvrage des infrastructures de raccordement au réseau public de transport d'électricité, réalisera le raccordement

de l'usine de production d'hydrogène vert* à ce réseau.

La procédure de raccordement suit plusieurs étapes précises, en parallèle et en cohérence avec les procédures de concertation et d'autorisations du projet d'usine. Le raccordement est notamment soumis à des phases de concertations spécifiques qui sont complémentaires à la concertation préalable.

2018

ÉTUDE EXPLORATOIRE

La faisabilité du raccordement de l'usine H2V59 au réseau public de transport d'électricité est confirmée par l'étude exploratoire réalisée par RTE.

PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIÈRE (PTF)

La PTF, à la charge de RTE, porte sur les travaux nécessaires à la réalisation du raccordement électrique de l'usine H2V59 et comprend une estimation des coûts et délais de réalisation. La signature de la PTF par H2V le 5 juillet 2018 a débouché sur le lancement des études et des procédures administratives relatives aux ouvrages de raccordement.

JUSTIFICATION TECHNIQUE-ÉCONOMIQUE (JTE)

La JTE a été validée le 30 octobre 2018 par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Pour chaque projet proposé par RTE, l'autorité de tutelle doit s'assurer que le ou les ouvrages répondent bien aux critères d'intérêt général en matière de service rendu, de prise en compte de l'environnement et de coût. RTE soumet donc un dossier de justification technico-économique qui développe les avantages et inconvénients de chaque solution étudiée et présente son choix à la Direction régionale de l'équipement, de l'aménagement et du logement (DREAL) ou à la DGEC. Ce dossier permet à l'autorité de tutelle de vérifier que le projet répond aux prévisions à long terme d'évolution des consommations d'électricité et aux données du schéma de développement.

2019

CONCERTATION « FONTAINE » PHASE 1

RTE est soumis pour tous ses projets à une concertation dite « Fontaine » (décrite dans la circulaire signée par la ministre déléguée à l'Industrie du 9 septembre 2002²) et distincte de la concertation préalable. La concertation Fontaine est menée sous l'égide du préfet, elle associe les élus et les représentants des parties prenantes. L'aire d'étude a été validée lors d'une première réunion de concertation qui s'est tenue le 2 juillet 2019.

CONCERTATION PRÉALABLE H2V59

La concertation préalable doit inclure toutes les composantes du projet, quel que soit le maître d'ouvrage. C'est pourquoi la concertation préalable concerne le projet d'usine de production d'hydrogène vert, porté par H2V, et le raccordement électrique de l'usine au réseau public de transport d'électricité, porté par RTE.

CONCERTATION « FONTAINE » PHASE 2

Sur la base de l'aire d'étude, du rapport des garantes et des enseignements de la concertation préalable sur le projet d'usine de production d'hydrogène vert, une réunion de concertation avec les élus et les représentants des parties prenantes doit permettre de discuter des différents fuseaux de tracé envisageables pour n'en retenir qu'un seul.

2020

AUTORISATIONS DU RACCORDEMENT

Une Déclaration d'utilité publique (DUP) est nécessaire pour l'établissement des servitudes légales ainsi qu'une demande d'autorisation environnementale, obtenues après une enquête publique. Les demandes d'autorisations propres aux ouvrages de raccordement seraient déposées en parallèle des demandes d'autorisations nécessaires au projet H2V59.

2 Source : Circulaire - <https://bit.ly/2jWXFDL>

Comment s'informer et participer ?

La concertation préalable se déroule du 16 septembre au 20 novembre inclus. Un dispositif d'annonce et d'information est déployé à Loon-Plage et plus largement sur le territoire de la Communauté urbaine de Dunkerque et au siège du Grand port maritime de Dunkerque (GPMD*).

Plusieurs modalités d'échanges sont organisées et des outils d'expression sont mis à votre disposition pour vous permettre de vous exprimer et recueillir votre avis.

Pour s'informer

- **Le dossier de concertation** : le présent dossier constitue le document support de la concertation. Il comprend les raisons d'être du projet, ses objectifs, ses principales caractéristiques, son coût estimatif, la liste des communes concernées, les solutions alternatives envisagées et un aperçu de ses incidences potentielles sur l'environnement.
- **La synthèse du dossier de concertation**

QUELLES SONT LES INFORMATIONS DISPONIBLES AU STADE DE LA CONCERTATION ?

Une concertation préalable s'appuie sur des études très amont, dites études de faisabilité. Elles permettent de définir les caractéristiques générales d'un projet et d'en appréhender les incidences potentielles sur l'environnement.

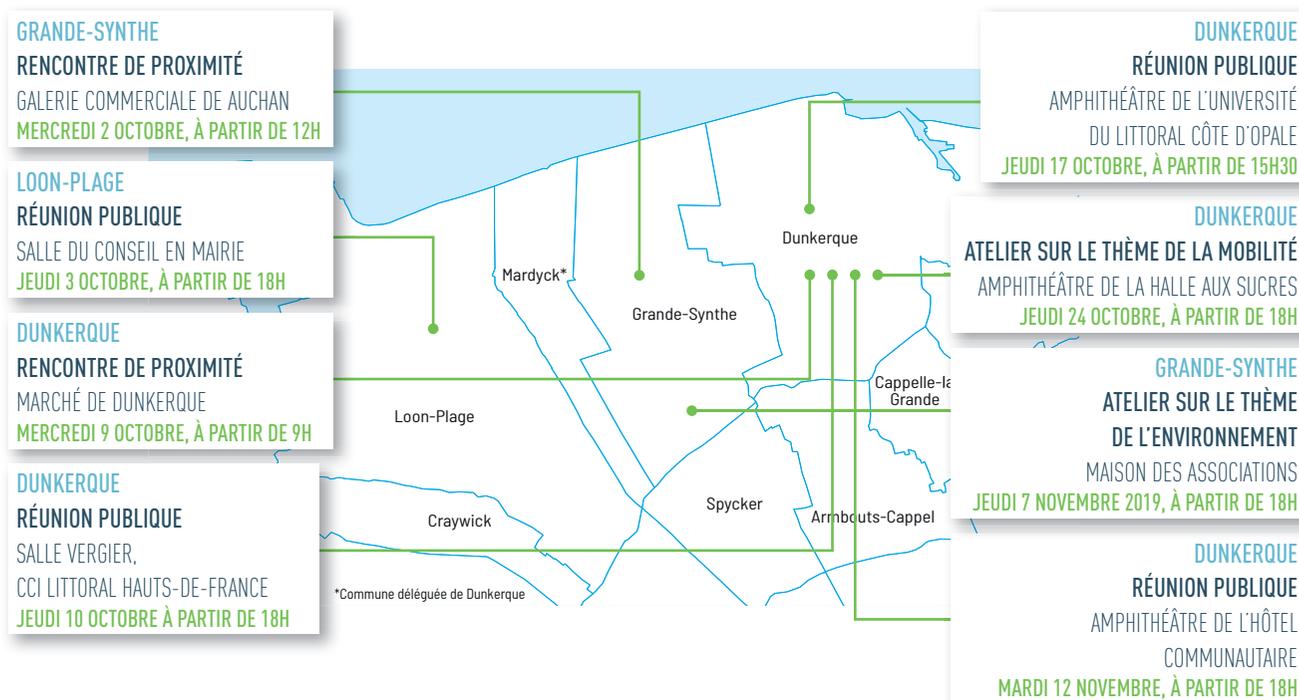
La concertation préalable ne permet donc pas de débattre sur des études détaillées (dont l'étude d'impact) qui sont en cours ou à venir, et qui seront présentées lors de l'enquête publique si le projet H2V59 se poursuit.

- **Le site internet dédié** à la concertation : <http://h2v59-concertation.net>
Outre les informations du présent dossier, le site rassemble tous les autres documents utiles à la concertation, produits avant ou pendant celle-ci. Le calendrier, les présentations et les comptes rendus des rendez-vous de la concertation y seront progressivement mis en ligne.
- **L'exposition**, prévue dans les mairies des communes de Loon-Plage (du 17/09/19 au 03/10/19 - 27 place de la République - du lundi au vendredi de 8h30 à 12h et de 13h30 à 17h), Mardyck (du 03/10/19 au 21/10/19 - place du village - les lundi, mardi, mercredi matins de 9h à 12h, le jeudi après-midi de 13h30 à 18h30, le vendredi après-midi de 13h30 à 17h30), Grande-Synthe (du 21/10/19 au 07/11/19 - place François Mitterrand - du lundi au vendredi de 8h30 à 11h50 et de 13h30 à 17h30) et à l'Hôtel communautaire à Dunkerque (du 07/11/19 au 12/11/19 - Pertuis de la Marine - lundi au vendredi de 8h30 à 12h15 et de 13h45 à 17h30), et lors des rendez-vous de la concertation.
- **Le dépliant d'information**, mis à disposition dans les mairies concernées par le projet et lors des rendez-vous de concertation.

Pour s'exprimer

- **Les rendez-vous** de la concertation, qui permettront d'exprimer des avis, remarques et points de vue.
- **L'espace d'expression** dédié sur le site internet, pour déposer un avis ou poser une question.
- **Les garantes**, aux coordonnées indiquées en page 6.

Les rendez-vous de la concertation



Les suites de la concertation préalable

Le bilan des garantes rendra compte du déroulement de la concertation préalable. Il pourra comprendre des recommandations sur la poursuite des échanges au-delà de la concertation préalable.

C'est sur la base du bilan des garantes et de toutes les observations émises au cours de la concertation que H2V statuera sur l'opportunité de poursuivre le projet. C'est également sur cette base que H2V et RTE se positionneront sur l'évolution éventuelle des caractéristiques du projet H2V59 et de son raccordement électrique. Les deux maîtres d'ouvrage annonceront le cas échéant les mesures qu'ils jugent

nécessaire de mettre en place afin de tenir compte des enseignements tirés de la concertation et des recommandations des garantes.

Le bilan des garantes et les enseignements tirés de la concertation préalable viendront alimenter le dossier de la concertation « Fontaine » sur le raccordement électrique.

Si la décision est prise de poursuivre le projet H2V59, les études détaillées et les processus d'autorisation pourront être engagés.

PARTIE 2

L'HYDROGÈNE VERT AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Propriétés et usages de l'hydrogène p.12

La fabrication de l'hydrogène p.13

Un vecteur de la transition énergétique : le power-to-gas p.14

Un contexte propice au développement de l'hydrogène
et de son injection dans les réseaux de gaz naturel p.16

L'ambition de H2V en France : structurer une filière industrielle
pour la production d'hydrogène vert p.18

L'hydrogène est reconnu comme l'un des principaux vecteurs de la transition énergétique, en France et dans le monde. L'utilisation d'hydrogène permet d'éviter l'émission de gaz à effet de serre puisque sa combustion ne génère que de l'eau.

La production d'hydrogène par électrolyse de l'eau permet de stocker l'électricité produite par les énergies renouvelables : c'est le power-to-gas*, qui réalise le lien entre les réseaux d'électricité et de gaz naturel.

Propriétés et usages de l'hydrogène

Qu'est-ce que l'hydrogène ?

L'hydrogène est la plus petite molécule qui existe dans l'univers (son poids est environ 8 fois inférieur à celui de l'oxygène*), la plus légère et la plus abondante. Il est rarement présent à l'état pur sur Terre. Sous sa forme gazeuse, l'hydrogène associe deux atomes d'hydrogène : il est alors appelé dihydrogène ou gaz d'hydrogène. Le terme « hydrogène » désigne souvent ce qui est en réalité du dihydrogène.

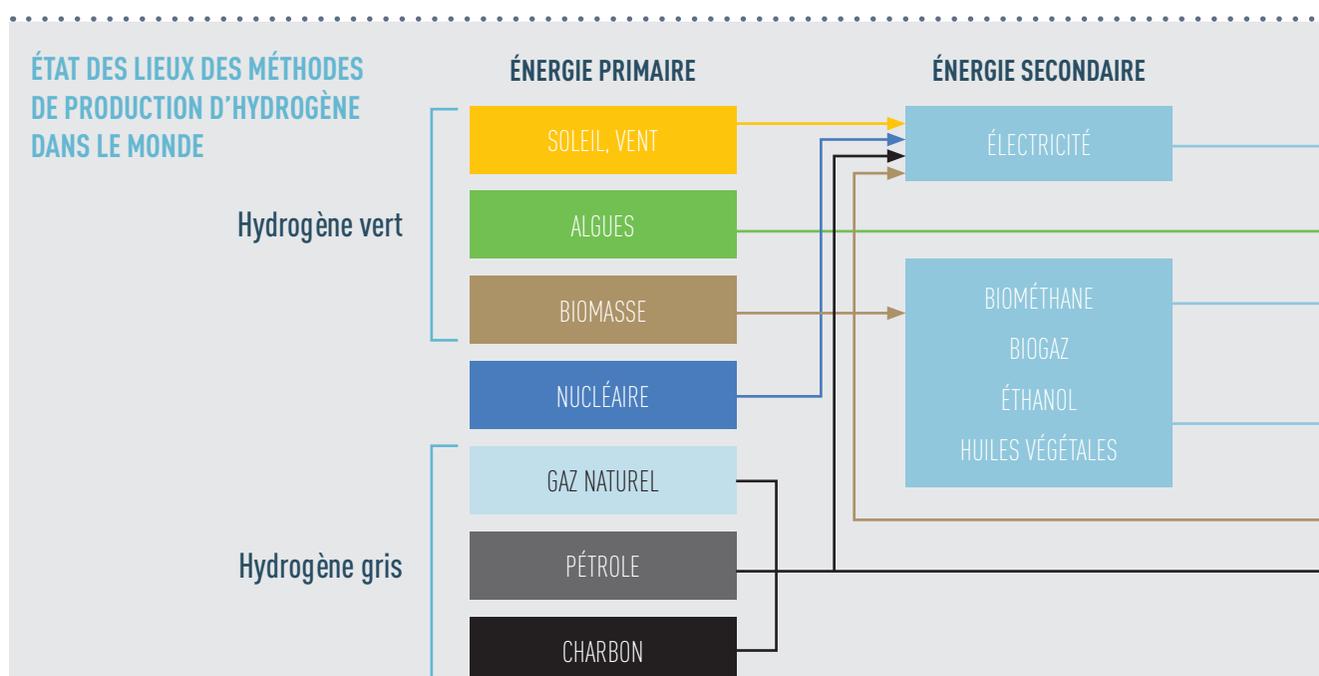
À quoi sert l'hydrogène ?

60 millions de tonnes d'hydrogène sont produites et consommées chaque année dans le monde, dont environ 900 000 tonnes en France, pour la fabrication d'engrais et l'industrie pétrolière principalement³. L'usage de l'hydrogène pour la mobilité est aujourd'hui encore très limité, essentiellement pour la propulsion d'engins spatiaux. L'hydrogène présente pourtant un intérêt

environnemental certain : la combustion d'un kilogramme d'hydrogène libère trois fois plus d'énergie que celle d'un kilogramme d'essence et ne produit que de l'eau, alors que la combustion d'essence dégage des gaz à effet de serre notamment.

Les perspectives d'utilisation de l'hydrogène, en substitution d'autres produits, pour réduire l'émission de gaz à effet de serre sont nombreuses :

- power-to-gas* : production d'électricité (centrales au gaz) ;
- power-to-heat : chauffage domestique et eau chaude sanitaire ;
- power-to-mobility : carburant pour véhicules (pile à combustible) ;
- power-to-industry : applications industrielles pour limiter les émissions de CO₂ ;
- ...



3 Source : AFHYPAC, Fiche 1.3, 2016 - <https://bit.ly/2DCkuu8>

La fabrication de l'hydrogène

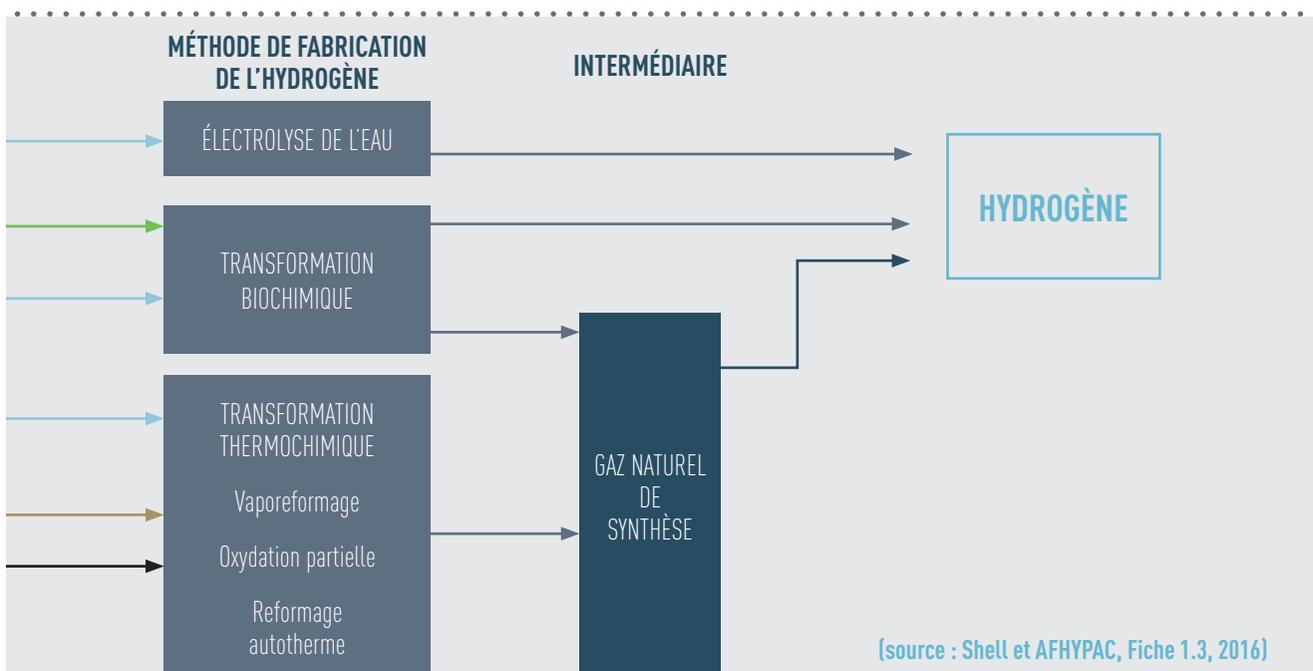
L'hydrogène pur n'existant presque pas sur Terre, il est produit à partir de molécules plus complexes comme de l'eau (qui associe deux atomes d'hydrogène à un atome d'oxygène), ou du méthane (qui associe un atome de carbone à quatre atomes d'hydrogène).

La méthode la plus utilisée : la production d'hydrogène gris par vaporeformage d'hydrocarbures

Le vaporeformage d'hydrocarbures*, qui représente 96% de la production d'hydrogène, est une méthode éprouvée et économique, mais fortement émettrice de gaz à effets de serre. En effet, pour une tonne d'hydrogène produite, c'est environ 10 tonnes de CO₂ qui sont générées. En France, la production d'hydrogène émet ainsi plus de 11 millions de tonnes de CO₂ par an, ce qui représente 3% des émissions nationales de CO₂⁴. L'hydrogène produit est donc dit « gris ».

La méthode retenue par H2V : la production d'hydrogène vert par électrolyse de l'eau, à partir d'électricité renouvelable

L'électrolyse est une réaction chimique, connue et utilisée depuis le 19^{ème} siècle, qui permet, sous l'effet d'un courant électrique, de décomposer une substance chimique en plusieurs autres éléments. L'électrolyse est un procédé largement répandu dans l'industrie, par exemple l'électrolyse du sel pour produire du chlore. L'électrolyse de l'eau permet de décomposer, sous l'effet d'un courant électrique, l'eau en hydrogène et en oxygène. L'électrolyse de l'eau requérant d'importantes quantités d'électricité, elle est pour l'instant plus coûteuse que le vaporeformage d'hydrocarbures pour la production d'hydrogène. Le prix de l'hydrogène vert (hors transport) est aujourd'hui compris entre 4 et 6 euros par kilogramme, contre 1,5 à 2 euros par kilogramme pour l'hydrogène gris⁵.



4 Source : Plan hydrogène, 2018 - <https://bit.ly/2J4fVc4>

5 Source : Projet de PPE, 2018 - <https://bit.ly/2TiLlew>

Un vecteur de la transition énergétique : le power-to-gas

L'hydrogène vert s'inscrit dans la transition écologique

L'hydrogène vert est une énergie à faible impact environnemental qui s'inscrit pleinement dans la transition écologique pour plusieurs raisons. La combustion d'hydrogène (industrie, mobilité, chauffage) ne génère que de la vapeur d'eau et sa production par électrolyse de l'eau à partir d'électricité renouvelable permet de limiter les émissions de CO₂. En outre, l'hydrogène vert est produit à partir d'électricité certifiée d'origine renouvelable. La loi du 17 août 2015, relative à la transition énergétique pour la croissance verte, fixe l'objectif de 10% de gaz renouvelable (biogaz et hydrogène inclus) à l'horizon 2030. Enfin, l'hydrogène vert est un moyen de stocker l'électricité renouvelable sous forme de gaz dans les réseaux de gaz naturel existants.

L'enjeu : « stocker » l'électricité pour accompagner le développement des énergies renouvelables*

La décarbonation de la production d'électricité en France est un axe majeur de la politique énergétique nationale. Les énergies renouvelables sont à cet effet largement privilégiées. Certaines d'entre elles - le solaire et l'éolien - sont intermittentes : elles ne sont pas disponibles en permanence et leur disponibilité varie sans possibilité de contrôle. La part des énergies renouvelables étant amenée à augmenter, le défi du stockage de l'électricité doit être relevé, afin de répondre aux besoins quand la production d'énergies renouvelables est au plus bas, ou à l'inverse de faire face à la

surproduction des énergies renouvelables. L'énergie excédentaire serait « stockée » au moment où la production excède la demande, puis restituée au moment où la demande excède la production. Plus la part des énergies renouvelables devient importante, plus le besoin du stockage est important pour faire face à l'intermittence de la production d'électricité.

Le stockage de l'électricité peut ainsi participer à l'équilibre du réseau public de transport d'électricité.

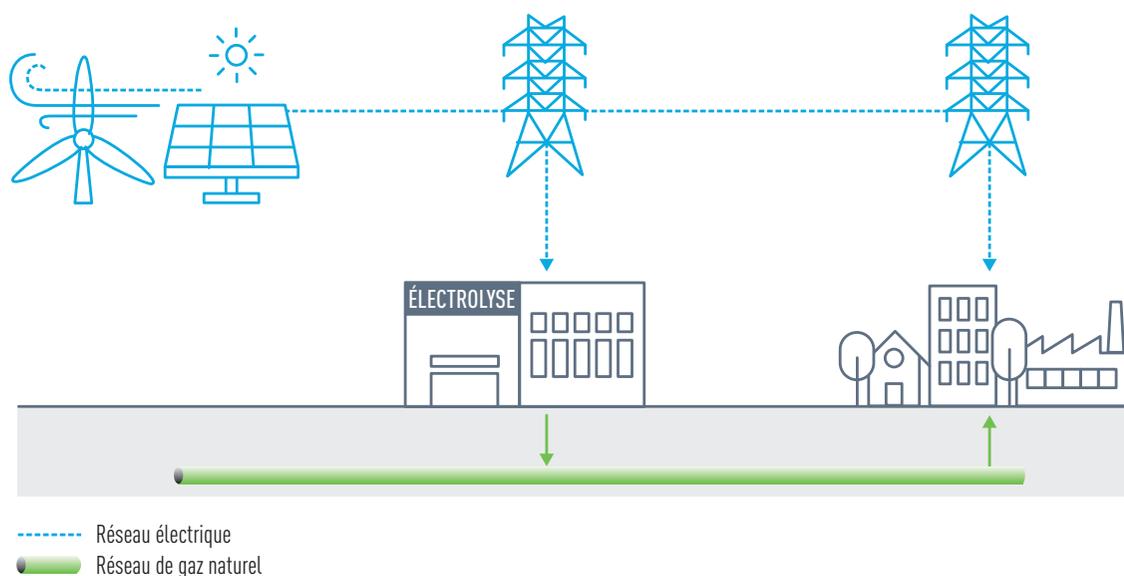
Le principe du power-to-gas

Les batteries permettent de stocker de l'électricité, mais sur de courtes durées et dans des quantités faibles.

Depuis quelques années, un moyen de stockage de l'électricité alternatif aux batteries s'est développé. Celui-ci utilise des technologies éprouvées et en constante amélioration. Il s'agit de produire, à partir d'électricité renouvelable excédentaire, de l'hydrogène par électrolyse de l'eau, hydrogène ensuite injecté dans le réseau de transport de gaz naturel. Le réseau permet donc le « stockage » d'électricité, sous forme d'hydrogène vert.

Le power-to-gas permet de faire le pont entre les réseaux électriques et les réseaux gaziers. Il participe donc à la transition énergétique, en constituant un outil de production flexible. La production d'hydrogène à partir de l'électrolyse de l'eau peut en effet être arrêtée très facilement, en cas de pic de consommation, puis redémarrée ensuite rapidement.

LE POWER-TO-GAS : UN PONT ENTRE LES RÉSEAUX D'ÉLECTRICITÉ ET DE GAZ NATUREL



COMMENT GARANTIR L'UTILISATION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE VERT ?

L'électricité utilisée pour la production d'hydrogène vert est fournie par le réseau public de transport d'électricité géré par RTE. Elle provient ainsi de multiples sources de production.

Pour garantir l'utilisation d'énergies renouvelables, H2V entend obtenir des certificats d'origine garantissant que l'électricité consommée et acheminée par le réseau public de transport d'électricité est d'origine renouvelable. Ces certificats seront attribués dans le cadre légal de l'application en 2021 de la directive européenne du 11 décembre 2018⁶.

En complément, H2V entend obtenir la certification CertifHy Green Hydrogen, du programme européen CertifHy, qui garantit que l'hydrogène produit est vert. La certification prend notamment en compte :

- les garanties d'origine, qui garantissent la traçabilité de l'origine de l'électricité ;
- la source d'énergie utilisée pour la production de l'hydrogène ;
- les informations sur l'installation de production ;
- les dates et horaires de production de l'hydrogène.

La fourniture d'électricité pour alimenter l'usine H2V59 fera l'objet d'appels d'offres auprès des fournisseurs d'électricité renouvelable.

⁶ Source : Directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables - <https://bit.ly/2GaVQRL>

Un contexte propice au développement de l'hydrogène et de son injection dans les réseaux de gaz naturel

Une pertinence du power-to-gas relevée dans le projet de PPE

Le projet de Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui établit les priorités d'action du gouvernement en matière d'énergie pour la métropole continentale, dans les dix années à venir, note que « *le power-to-gas est une solution de stockage saisonnier qui vient en soutien aux réseaux électriques. C'est même, en l'état actuel des technologies, la seule façon de stocker de l'électricité sur de très longues périodes. L'avantage des architectures « power-to-gas » réside à la fois dans la synergie créée entre les réseaux d'électricité et de gaz, et dans les multiples usages de l'hydrogène et du méthane de synthèse* ».

Des expérimentations et études en cours sur l'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel

Le power-to-gas suppose d'injecter de l'hydrogène dans le réseau de gaz naturel, qui contient principalement du méthane. À ce jour, le taux d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel ne dépasse pas 6% (dans l'Union européenne, ce taux varie de 0 à 12%)⁷. Ce taux a été fixé par GRTgaz et GRDF, transporteurs de gaz naturel en France.

L'impact de la présence d'hydrogène dans les réseaux n'est en effet pas précisément connu et la compatibilité des équipements raccordés aux réseaux de gaz naturel (comme les chaudières) doit être confirmée.

⁷ Source : Ademe, 2016 - <https://bit.ly/2Z4OI0r>

⁸ Source : Plan hydrogène, 2018 - <https://bit.ly/2J4fVc4>

Toutefois, des expérimentations sont en cours, notamment à Dunkerque où le taux d'injection d'hydrogène sera progressivement porté à 20% (projet GRHYD).

Le ministre de la Transition écologique et solidaire a demandé aux opérateurs d'infrastructures de gaz naturel un rapport sur les conditions techniques et économiques d'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel, portant notamment sur « *une attention particulière à la question de l'intégrité des canalisations et au fonctionnement sûr des appareils raccordés au réseau* »⁸. Les conclusions de ce rapport sont attendues pour le second semestre 2019.

ET AILLEURS EN EUROPE ?

Deux États européens sont aujourd'hui précurseurs dans le développement du power-to-gas.

Le Danemark, dont les ressources en énergies renouvelables reposent très fortement sur l'éolien pour l'électricité, fait face à des fluctuations importantes dans la production d'électricité. Le power-to-gas est identifié comme le seul moyen de répondre aux exigences de sécurité d'approvisionnement tout en atteignant 100% d'énergies renouvelables sur le long terme.

L'Allemagne compte 5 démonstrateurs du power-to-gas, dont le développement est pleinement inclus dans la stratégie énergétique du pays.

Un plan national soutenant le développement de l'hydrogène

Le 1^{er} juin 2018, le ministre de la Transition écologique et solidaire a lancé un plan national pour le développement de la filière hydrogène en France⁹. Le développement du power-to-gas en constitue un des trois axes majeurs. Le plan prévoit la production industrielle d'environ 100 000 tonnes d'hydrogène vert en France d'ici 2023, alors que les installations existantes ne produisent qu'entre 150 et 320 tonnes d'hydrogène vert par an (le projet H2V59 aurait une capacité annuelle de production de 28 000 tonnes).

Des objectifs ambitieux de décarbonation de la production de l'hydrogène industriel sont fixés : la part de l'hydrogène vert doit atteindre 10% d'ici 2023 et 20 à 40% d'ici 2028.

Enfin, le plan hydrogène prévoit de soutenir le développement de la mobilité hydrogène.

En complément, des appels à projets sur la mobilité et la production d'hydrogène à destination des industriels sont en cours ou ont été annoncés.

Une technologie qui entre en phase industrielle

Le coût des électrolyseurs constituait un frein au développement du power-to-gas et à la compétitivité de la production d'hydrogène vert. Or, ce coût diminue ces dernières années, comme le précise le Plan hydrogène : « *Les perspectives d'innova-*

tion et d'industrialisation et les économies d'échelle associées sont la clé pour continuer à faire baisser les coûts de manière importante ».

D'après le Plan hydrogène, « *la compétitivité de l'hydrogène « décarboné » ou « vert » (c'est-à-dire uniquement produit à partir d'énergies renouvelables) pourrait être atteinte à l'horizon 2035, en fonction des technologies utilisées* ». La compétitivité pourrait être atteinte encore plus tôt grâce à la multiplication des démonstrateurs.

Aujourd'hui, deux démonstrateurs de production d'hydrogène industriel par électrolyse de l'eau sont à l'essai en France :

- **GRHYD à Capelle-la-Grande** (à proximité de Dunkerque), qui injecte depuis juin 2018 de l'hydrogène dans le réseau de gaz naturel et produit un carburant composé à 80% de gaz naturel et jusqu'à 20% d'hydrogène pour les bus de la Communauté urbaine de Dunkerque¹⁰ ;
- **Jupiter 1000 à Fos-sur-Mer** (dans les Bouches-du-Rhône), situé à l'intersection des réseaux de gaz naturel et d'électricité (proche des éoliennes du Grand port maritime de Marseille) et à proximité d'une source de CO₂ industrielle. Deux technologies d'électrolyseurs y sont testées ainsi qu'une unité de méthanation* pour convertir l'hydrogène produit et le CO₂ en méthane de synthèse¹¹.

9 Source : Plan hydrogène, 2018 - <https://bit.ly/2J4fVc4>

10 Source : GRHYD - <http://grhyd.fr/>

11 Source : Jupiter 1000 - <https://www.jupiter1000.eu/>

L'ambition de H2V en France : structurer une filière industrielle pour la production d'hydrogène vert

Au regard de ce contexte favorable à la production d'hydrogène vert, H2V est convaincu que les perspectives de développement de la filière hydrogène - largement promue par les collectivités et par les pouvoirs publics en général - sont très importantes, que ce soit pour l'industrie, le power-to-gas ou la mobilité. C'est pour cette raison qu'H2V est membre d'associations en faveur du développement de l'hydrogène, qu'elles soient nationales (AFHYPAC, Atee) ou européennes (Hydrogen Europe), et que la société travaille en étroite relation avec de nombreux acteurs de l'énergie.

Les deux projets d'usine de production d'hydrogène vert en France - en Normandie et dans les Hauts-de-France - témoignent de l'ambition de H2V pour le développement de cette nouvelle filière industrielle. Ces deux usines, complémentaires dans la démarche de développement de la société, doivent servir de démonstrateurs et d'incubateurs d'un savoir-faire français en la matière. La formation des futurs salariés est donc un enjeu majeur pris en compte par H2V qui entend participer activement au projet H2 Académie, pour la création d'un centre de formation dédié aux métiers de l'hydrogène.

Les concertations préalables sur les deux projets de H2V sont concomitantes, sous l'égide des mêmes garantes.

Le projet H2V59, objet du présent dossier

Le projet H2V59 consiste à créer une usine de production d'hydrogène qui serait implantée sur un terrain appartenant au Grand port maritime de Dunkerque (GPMD), sur la commune de Loon-Plage à proximité de Dunkerque. L'usine H2V59 doit être raccordée au réseau public de transport d'électricité au moyen d'une liaison souterraine entre le poste électrique de Grande-Synthe et l'usine, liaison qui serait réalisée par RTE.

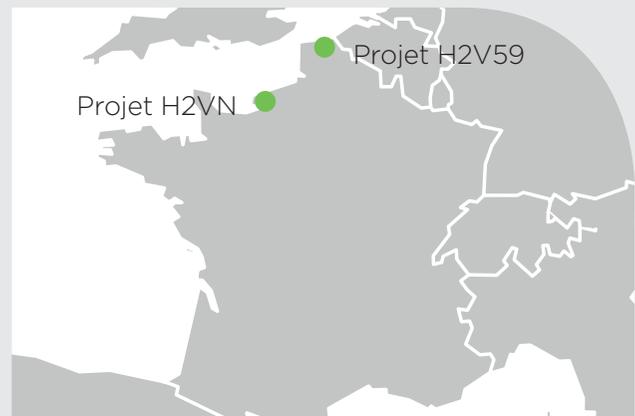
L'hydrogène serait produit avec un impact environnemental très faible grâce à l'électrolyse de l'eau : sous l'action de l'électricité, issue des énergies renouvelables, l'eau est décomposée en oxygène et en hydrogène. L'hydrogène ainsi produit est dit « vert » et serait injecté dans le réseau de transport du gaz naturel. L'hydrogène, dont la combustion génère beaucoup d'énergie et aucun gaz à effet de serre, pourrait ensuite être utilisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Le projet H2V59 est ainsi la première usine de la société dédiée au power-to-gas.

L'autre projet de H2V en Normandie

H2V a initié un autre projet d'usine de production d'hydrogène vert en Normandie. L'usine serait implantée à Saint-Jean-de-Folleville, dans le département de la Seine-Maritime. L'usine H2VN serait raccordée au réseau public de transport d'électricité grâce à un poste de répartition construit par RTE. Ce poste serait raccordé aux lignes à très haute tension existantes par deux nouvelles liaisons aériennes d'une centaine de mètres.

Le procédé serait le même que dans les Hauts-de-France mais les débouchés seraient différents. En Normandie, l'hydrogène vert produit ne serait pas injecté dans le réseau de transport de gaz naturel : il serait mis à disposition d'industriels locaux qui utilisent aujourd'hui de l'hydrogène gris*. L'utilisation d'hydrogène vert leur permettrait ainsi de réduire leur bilan carbone.

Pour plus d'informations : <http://h2vnormandy-concertation.net>



Le partenariat avec HYDROGEN PRO

H2V a choisi de travailler avec la société norvégienne HYDROGEN PRO, qui propose la technologie d'électrolyseurs la plus performante et la plus adaptée au regard des besoins de H2V. HYDROGEN PRO associe une expertise historique de l'électrolyse acquise en Norvège, et la technologie d'électrolyseurs proposée par THE (société chinoise).

HYDROGEN PRO a établi une filiale en France, HYDROGEN PRO France SAS, qui jouerait un rôle actif dans la conception, la fourniture et l'installation d'équipements pour les usines de H2V.

H2V et HYDROGEN PRO ont ainsi signé un protocole d'accord comportant :

- une commande ferme pour l'ingénierie (conception du procédé de fabrication de l'hydrogène) des usines H2V ;
- l'engagement d'une commande ferme de H2V à HYDROGEN PRO pour les équipements (électrolyseurs mais aussi purificateurs, compresseurs, équipements électroniques...) si les projets de H2V en Normandie et dans les Hauts-de-France se poursuivent ;
- l'engagement pour HYDROGEN PRO d'installer dans les Hauts-de-France une usine d'assemblage d'électrolyseurs, si les projets de H2V en France se poursuivent. Dans un premier temps, cette usine permettrait la création de 50 emplois pour fournir les électrolyseurs à H2V. Dans un second temps, cette usine pourrait permettre de fabriquer des électrolyseurs pour d'autres commandes que recevrait HYDROGEN PRO.

PARTIE 3

LE PROJET H2V59

Le choix du site p.22

Le raccordement au réseau public de transport d'électricité p.24

Le fonctionnement de l'usine de production d'hydrogène vert p.26

L'organisation du site p.30

La stratégie de H2V s'inscrit dans un contexte national et local propice au développement de la production d'hydrogène vert.

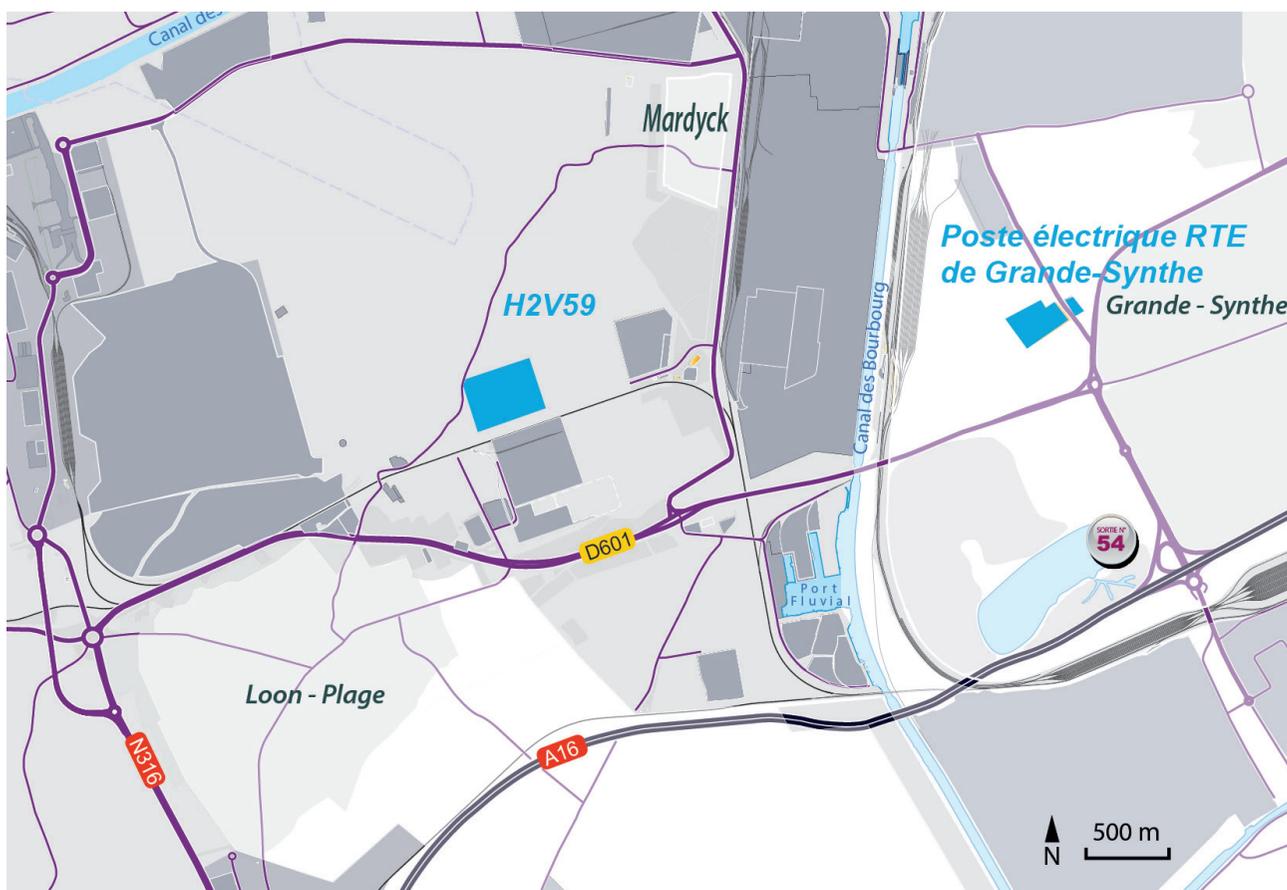
Le projet H2V59 d'usine de production d'hydrogène vert dans les Hauts-de-France, à proximité de Dunkerque, vise à produire annuellement 28 000 tonnes d'hydrogène qui seraient injectées dans le réseau de GRTgaz.

Afin d'assurer l'approvisionnement électrique de l'usine, un raccordement au réseau public de transport d'électricité est nécessaire.

Le choix du site

Dans les Hauts-de-France, l'usine H2V59 serait implantée sur un terrain appartenant au Grand port maritime de Dunkerque (GPMD), terrain situé sur la commune de Loon-Plage, entre la rue de Mardyck et la route de Mardyck. Les communes concernées par le projet H2V59 et l'aire d'étude de son raccordement électrique sont Loon-Plage, Grande-Synthe et Dunkerque (plus précisément la commune associée Mardyck).

LOCALISATION DU PROJET H2V59



Les éléments ayant conduit au choix du site

Le positionnement par rapport au réseau de transport de gaz naturel : Dunkerque constitue un des points d'entrée du gaz naturel de la France, avec plusieurs interconnexions avec des réseaux voisins. Le

port de Dunkerque dispose d'une canalisation d'importation de gaz naturel en provenance de Norvège. C'est sur la zone industrialo-portuaire du GPMD qu'à son arrivée en France, le gaz naturel est pris en charge par GRTgaz qui l'achemine vers ses différents utilisateurs.

Les perspectives de développement des énergies renouvelables à proximité de Dunkerque

: un projet d'éoliennes en mer de 500 à 600 mégawatts est programmé au large de Dunkerque dans le cadre d'un appel d'offres remporté en juin 2019 par EDF Renouvelables.

Les facilités de raccordement électrique :

l'usine doit être alimentée en électricité d'origine renouvelable par un raccordement au réseau public de transport d'électricité. La proximité d'un poste de transformation électrique (à environ quatre kilomètres), avec des capacités d'accueil disponibles, garantit un raccordement simple, peu coûteux et avec des incidences faibles sur l'environnement.

L'implication des collectivités locales :

la Région Hauts-de-France a été choisie en raison de ses débouchés et de son dynamisme industriels. Au travers de la Troisième Révolution Industrielle (la démarche REV3), la Région est en effet pleinement engagée dans la transition énergétique et en particulier dans le développement de la filière hydrogène. La Région est aussi lauréate de l'appel à projets « Territoires hydrogène » lancé en mai 2016 qui a pour objectif de faire émerger des projets de démonstrateurs mettant en œuvre l'hydrogène dans ses différents usages (mobilité, stockage de l'énergie, valorisation de l'hydrogène fatal...) et autour de dynamiques de territoires. La Communauté urbaine de Dunkerque est pleinement engagée dans le développement de la filière hydrogène, avec plusieurs projets en cours (ALTHYTUDE en 2005, GRHYD en 2013).

Enfin, fort de son histoire industrialo-portuaire et de sa capacité à innover, le territoire dunkerquois a officiellement été retenu pour l'appel à projets national lancé par le gouvernement « Territoire d'Innovation - Grande Ambition » (TIGA).

Cet appel à projets vise à accompagner les gisements d'innovations, entre autres dans les domaines de l'énergie durable, ou la mobilité propre.

La Communauté Urbaine de Dunkerque fait également partie des 124 territoires à forte identité industrielle sélectionnés dans le cadre de l'action « Territoires d'industrie » annoncée par le gouvernement dans le cadre du plan national de transformation de l'industrie¹².

Les caractéristiques du terrain :

situé à l'intérieur de la zone industrielle du GPMD, le terrain est éloigné de plus d'un kilomètre des premières habitations. La proximité des activités industrielles pourrait ouvrir de nombreux débouchés aux produits de la future usine de H2V :

- l'hydrogène vert en remplacement de l'hydrogène gris ou pour la mobilité, en complément ou en substitution d'une injection dans le réseau de GRTgaz ;
- la chaleur et l'oxygène générés par l'électrolyse de l'eau, qui pourraient intéresser des industriels voisins, et/ou de nouvelles activités.

L'ALTERNATIVE ÉTUDIÉE ET ÉCARTÉE

En 2016-2017, H2V avait étudié un autre terrain à Leffrinckoucke (à l'est de Dunkerque), sur le site de l'aciérie Ascométal. Les premières études ont toutefois révélé que le site était soumis à des dispositions constructives assez contraignantes en raison de la loi littoral.

Les études ont également montré qu'il était beaucoup plus complexe et onéreux d'adapter les installations de l'aciérie que d'en créer de nouvelles. Les raccordements aux réseaux d'électricité et de gaz étaient également difficiles. Ces études ont donc conduit à abandonner cette option alternative.

¹² Source : CGET - <https://bit.ly/2IXk6Qd>

Le raccordement au réseau public de transport d'électricité

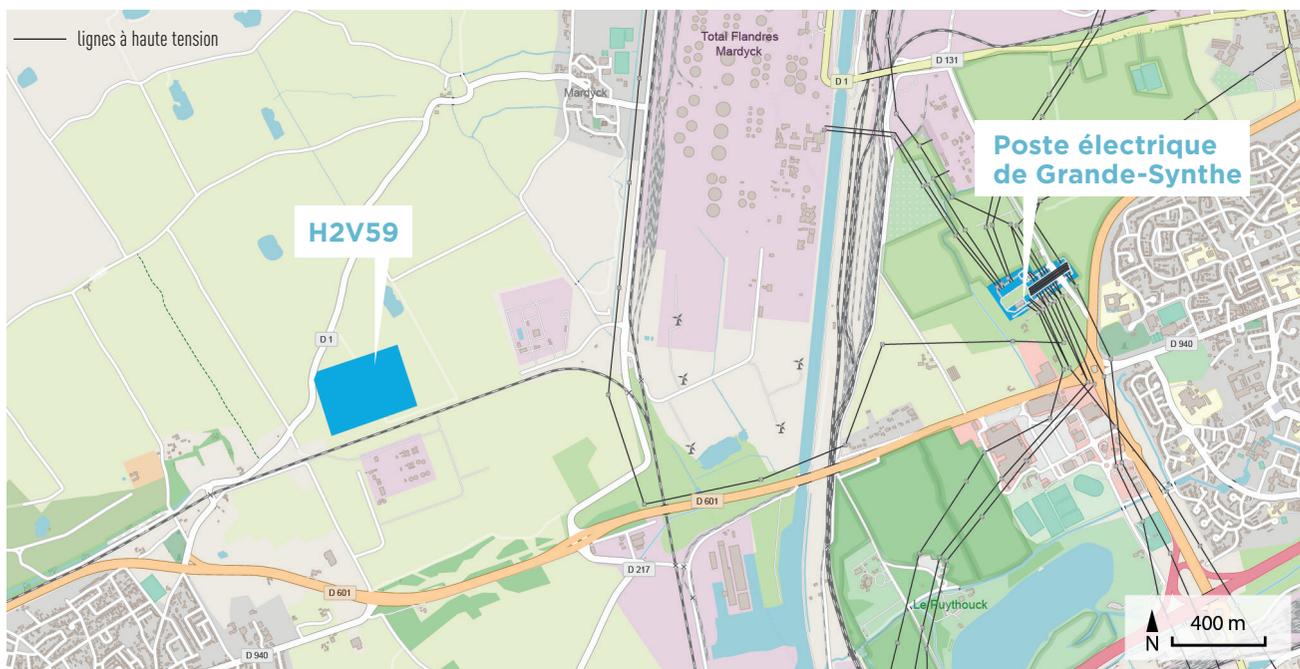
En vertu des missions de service public qui lui sont conférées, RTE assure le raccordement et l'accès, dans des conditions non discriminatoires, au réseau public de transport d'électricité. En tant que gestionnaire du réseau public de transport d'électricité en France, RTE instruit la demande de raccordement de l'usine au réseau public de transport d'électricité.

RTE a lancé en 2017 une étude exploratoire à partir des premières informations fournies par H2V. Le site d'implantation de l'usine de production d'hydrogène vert n'était alors pas précisément défini. La première option prévoyait un raccordement au poste de transformation 400 000 volts et 225 000 volts de Warande (commune de Bourbourg), situé à plus de 8 kilomètres. La faisabilité a été analysée et confirmée lors de l'étude exploratoire réalisée en 2017 par RTE.

Suite à une définition plus précise du site d'implantation de l'usine H2V59, le raccordement au poste de transformation 225 000 volts de Grande-Synthe (commune de Grande-Synthe) a finalement été privilégié, permettant de réduire la longueur de la ligne à créer.

Le raccordement électrique consisterait d'une part en la création d'une liaison souterraine 225 000 volts en courant alternatif, d'environ 4 kilomètres, reliant le poste de transformation situé sur la parcelle de H2V59 au poste électrique* de RTE de Grande-Synthe. D'autre part, des équipements nécessaires à l'accueil de la nouvelle liaison sur le réseau public de transport d'électricité seraient installés à l'intérieur du poste électrique de Grande-Synthe, en restant dans l'emprise foncière du poste électrique RTE existant.

LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE À HAUTE TENSION À PROXIMITÉ DU SITE D'IMPLANTATION PROJETÉ POUR H2V59

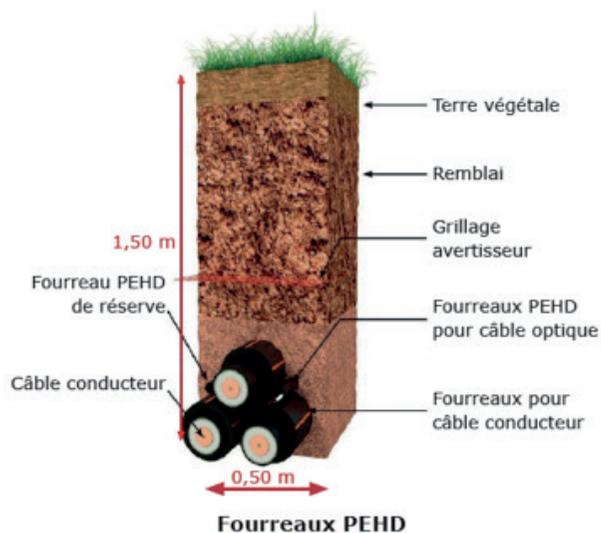


Les caractéristiques de la liaison électrique souterraine

La liaison électrique souterraine serait localisée sur les communes de Dunkerque, Grande-Synthe et Loon-Plage. Entre le poste de transformation de l'usine H2V59 et le poste électrique RTE de Grande-Synthe, le tracé de la liaison n'est pas déterminé à ce stade du projet. La concertation « Fontaine » permettra d'arrêter le fuseau de moindre impact à l'intérieur duquel ce tracé pourra être figé, sur la base des résultats des études menées ainsi que des apports de la concertation préalable.

Pour la création de liaisons électriques souterraines, plusieurs techniques peuvent être utilisées, en fonction de l'environnement traversé :

- la pose en fourreaux PEHD (Polyéthylène haute densité) est utilisée pour dérouler les câbles sur de grandes longueurs, en milieu agricole notamment ;
- la pose en fourreaux PVC (Polychlorure de vinyle) est utilisée en zone urbaine afin d'assurer une meilleure protection de la ligne, sous une route à fort trafic par exemple.



Au regard des caractéristiques du terrain, la pose en fourreaux PEHD est privilégiée à ce jour. Les fourreaux seraient posés dans une tranchée d'environ 1,5 mètre de profondeur et 60 centimètres de large. Un grillage avertisseur serait disposé au-dessus pour signaler la présence des câbles lors de creusements éventuels du sol.

Compte tenu de la distance entre les deux postes électriques de Grande-Synthe et de H2V59, il ne serait pas possible - pour des raisons techniques - d'utiliser un seul et même câble pour la liaison souterraine. Celle-ci comprendrait ainsi plusieurs tronçons de câble (dont la longueur moyenne est généralement de 1 400 mètres). Une chambre de jonction serait creusée à chaque jonction de deux tronçons. Une fois celle-ci réalisée, la chambre serait refermée puis recouverte.

Pour relier le poste de transformation de l'usine de production d'hydrogène vert au site RTE de Grande-Synthe, plusieurs infrastructures devraient être franchies, telles que des réseaux tiers, des watergangs* (fossés de drainage), des voies ferrées, la route de Mardyck, le Canal de Bourbourg. RTE pourra avoir recours aux techniques du forage dirigé ou du fonçage qui consistent, sans ouvrir de tranchée, à poser des fourreaux au moyen d'une foreuse, fourreaux dans lesquels les câbles sont ensuite introduits.

Les travaux au sein du poste de Grande-Synthe

Afin de compléter le raccordement, de nouveaux équipements nécessaires seraient installés sur l'emprise foncière existante du poste électrique, sur une surface approximative de 100 m². D'autres travaux seraient nécessaires pour l'aménagement de la plateforme d'accueil des équipements (gravillonnage, réseau de drainage des eaux de pluie, circuit de terre...).

Le fonctionnement de l'usine de production d'hydrogène vert

Ce qui est nécessaire

L'ÉLECTRICITÉ

Sans électricité, l'électrolyse de l'eau n'est pas possible. L'électricité, d'origine renouvelable, serait livrée par le réseau public de transport d'électricité géré par RTE.

L'EAU

L'eau a deux usages : elle alimente (après épuration) la réaction d'électrolyse, et assure le refroidissement des électrolyseurs. L'eau brute proviendrait du réseau d'eau industrielle* du GPMD.

LA POTASSE

La potasse - ou hydroxyde de potassium (KOH) - est un minéral très soluble dans l'eau et qui sert de conducteur pour l'électricité. La potasse circule en circuit fermé dans le procédé : l'appoint représente donc de très petites quantités. Elle serait apportée par la route.

Ce qui est produit

L'HYDROGÈNE

Après purification (retrait des traces d'oxygène, de potasse et d'eau), l'hydrogène serait compressé avant d'être injecté dans le réseau de gaz naturel.

L'OXYGÈNE

L'oxygène est, avec l'hydrogène, un produit de l'électrolyse de l'eau. Il serait collecté à la sortie du procédé, puis rejeté dans l'atmosphère par des événements.

L'EAU

La purification de l'eau industrielle génère une eau résiduelle qui serait rejetée après traitement et contrôle du respect des normes de rejet (niveau de qualité 2, norme NF EN ISO 3696).

LA CHALEUR

L'électrolyse de l'eau génère de la chaleur évacuée par un circuit d'eau de refroidissement (40 à 50°C) ; cette eau serait refroidie par des tours de refroidissement.

EAU DE REFOUILLISSEMENT

L'eau chaude refroidie par les tours de refroidissement générerait des pertes par évaporation qu'il serait nécessaire de combler par un appoint. De plus, afin de conserver une bonne qualité d'eau dans ce circuit de refroidissement, il serait nécessaire de rejeter une partie de cette eau après traitement et contrôle du respect des normes de rejet.



EAU



ÉLECTRICITÉ



HYDROGÈNE



OXYGÈNE

	EAU	ÉLECTRICITÉ	HYDROGÈNE	OXYGÈNE
Volumes annuels (pour deux unités de production, sur 7 500 heures de fonctionnement)	Consommation de 1,9 million m ³ par an	Consommation de 1 500 GWh (soit sur 7 500 heures une puissance moyenne de 200 MW*)	Production annuelle de 28 000 tonnes	Production de 220 000 tonnes par an (le poids de l'oxygène est environ 8 fois supérieur à celui de l'hydrogène)
À titre de comparaison	Production annuelle du réseau d'eau industrielle de Dunkerque : 20 millions m ³ par an	Parc éolien offshore de Dunkerque : 500 MW sur 3 500 heures (puissance installée prévue)	Production nationale annuelle : 900 000 tonnes	La forêt de Compiègne (14 400 hectares) produit entre 150 000 et 215 000 tonnes d'oxygène par an

Le choix de la technologie d'électrolyse

Il existe actuellement deux technologies commercialisées pour l'électrolyse d'eau :

- l'électrolyse alcaline (à pression atmosphérique ou sous pression) ;
- l'électrolyse PEM (Proton Exchange Membrane).

La première est largement répandue dans l'industrie : l'électrolyse alcaline à pression atmosphérique est la technologie historique. Sa variante, sous pression, présente un mieux-disant en termes de rendement, de flexibilité et d'impact environnemental notamment. La technologie PEM, plus récente, est de plus en plus répandue¹³. Ses performances sont meilleures mais elle est 1.2 à 2 fois plus chère que l'électrolyse alcaline, de par le coût de certains composants et l'usage de métaux nobles.

Une troisième technologie est aujourd'hui à l'essai : l'électrolyse à haute température SOEC (Solide Oxide Electrolyser Cell). Avec

cette technologie, une partie de l'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau est remplacée par de la chaleur. L'électrolyse à haute température offre des perspectives intéressantes pour l'avenir mais n'est pas encore assez mature (manque de retours d'expérience) pour être exploitée à un niveau industriel. Elle n'a donc pas été étudiée par H2V.

Au regard des atouts et inconvénients des technologies alcalines et PEM, H2V a retenu la technologie alcaline sous pression, qui offre la meilleure solution pour l'usage recherché en termes de rendement et de flexibilité pour un investissement compétitif. Cette technologie est largement répandue dans l'industrie et bénéficie donc de nombreux retours d'expérience.

L'usine H2V59 serait dotée de 52 électrolyseurs. En régime normal, chaque électrolyseur produirait 800 Nm³ (Normo mètre cube*) d'hydrogène par heure. La production atteindrait 850 Nm³ en régime maximal.

COMPARAISON DES TECHNOLOGIES (SOURCE : ÉTUDE H2V)

	Alcaline à pression atmosphérique	Alcaline sous pression	PEM
Retour d'expérience	Équivalent	Équivalent	Moins-disant
Rendement total	Équivalent	Mieux-disant	Moins-disant
Flexibilité	Équivalent	Mieux-disant	Mieux-disant
Pureté de l'hydrogène	Équivalent	Moins-disant	Mieux-disant
Empreinte au sol	Équivalent	Mieux-disant	Équivalent
Durée de vie	Équivalent	Équivalent	Équivalent
Impact environnemental	Équivalent	Mieux-disant	Mieux-disant

- : moins-disant par rapport à la technologie alcaline à pression atmosphérique
- : équivalent par rapport à la technologie alcaline à pression atmosphérique
- : mieux-disant par rapport à la technologie alcaline à pression atmosphérique

13 Source : Étude comparative des réglementations, guides et normes concernant les électrolyseurs et le stockage d'hydrogène, Ineris, 2016 - <https://bit.ly/2wDYpqi>

La production d'hydrogène étape par étape

1 LA TRANSFORMATION ET LA RÉPARTITION DE L'ÉLECTRICITÉ

L'usine de production d'hydrogène vert serait raccordée au réseau public de transport d'électricité au moyen d'une liaison électrique souterraine reliée au poste électrique RTE de Grande-Synthe. L'électricité arriverait ensuite sur un poste de transformation électrique (225/30kV) appartenant à H2V où elle serait répartie vers des transformateurs desservant les différents équipements (éclairage, compression, alimentation des systèmes de sécurité...) et les électrolyseurs. Pour ceux-ci, le courant triphasé alternatif (AC) serait converti en courant continu (DC) au moyen d'un redresseur. Afin de limiter les harmoniques (courants d'une fréquence susceptibles de générer des perturbations sur le réseau public de transport d'électricité) et de respecter les exigences de RTE, H2V prévoit d'utiliser des transformateurs garantissant un courant de qualité.

2 LA PURIFICATION DE L'EAU

L'eau industrielle peut contenir des métaux et des minéraux. Ces éléments, s'ils sont introduits dans les électrolyseurs, peuvent perturber leur fonctionnement et altérer leur durée de vie. L'épuration de l'eau se ferait par adoucisseur, osmose inverse* et électrodéionisation*. L'eau est purifiée jusqu'à un niveau de qualité 2 (norme NF EN ISO 3696 relative aux qualités d'eau).

3 LA FABRICATION DE L'HYDROGÈNE PAR ÉLECTROLYSE DE L'EAU

L'eau épurée serait injectée dans les électrolyseurs où elle se décomposerait en oxygène et en hydrogène, sous l'action de l'électricité. De la potasse serait injectée pour créer des conditions favorables à l'électrolyse de l'eau. L'usine H2V59 comprendrait 52 électrolyseurs produisant chacun 800 Nm³* d'hydrogène.

4 LA SÉPARATION DES GAZ ET LA PURIFICATION DE L'HYDROGÈNE

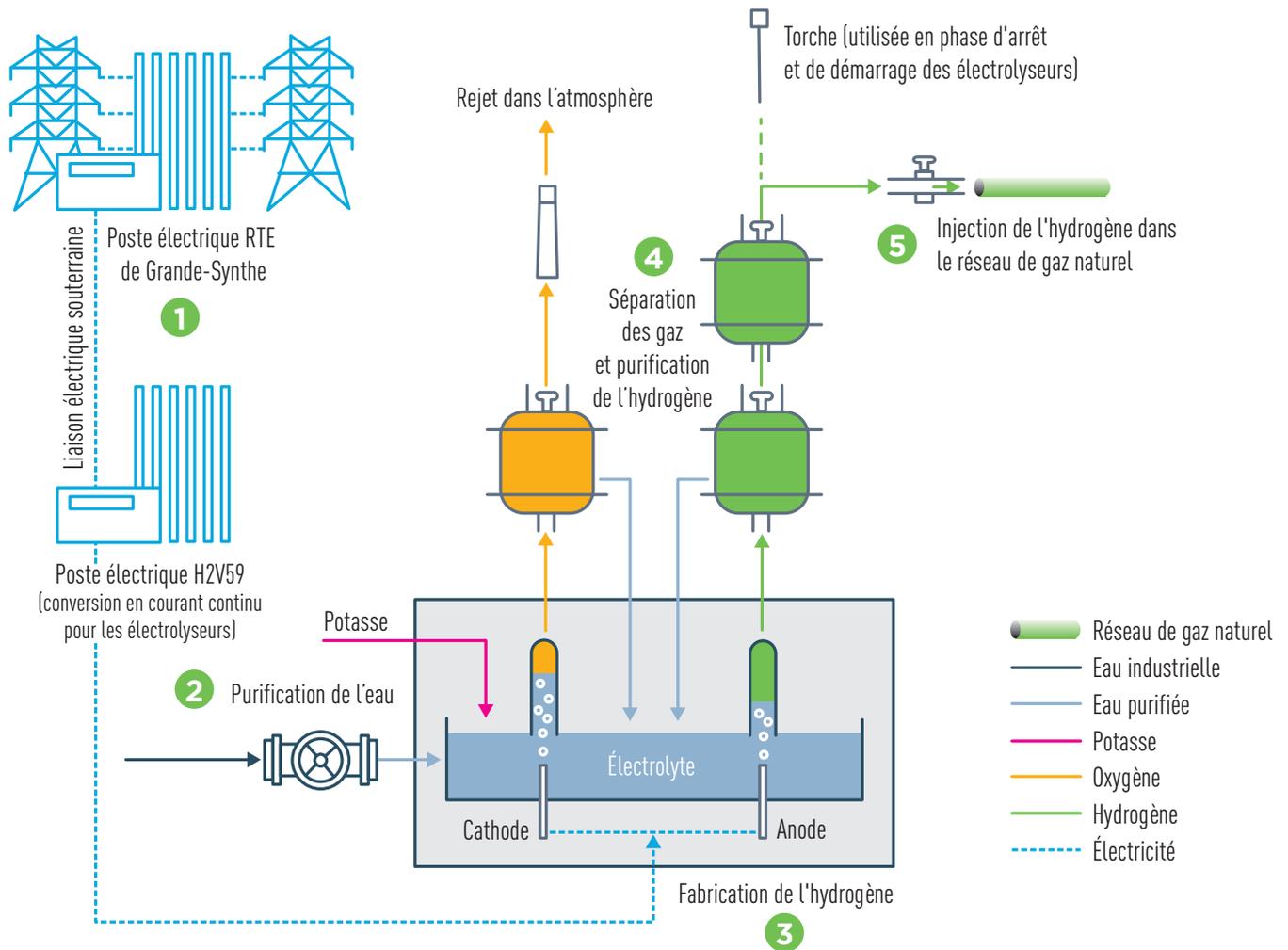
Par effet d'entraînement des bulles dans les électrolyseurs, l'hydrogène contient des traces d'eau et de potasse. Ces traces ne doivent pas se retrouver dans le réseau de gaz naturel après injection, au risque de conduire à une usure des canalisations. L'hydrogène serait donc purifié. Les traces d'eau et de potasse récupérées seraient réinjectées dans les électrolyseurs, où elles serviraient de nouveau. Ainsi, les électrolyseurs seraient initialement remplis de potasse, lors de leur mise en service, et ne seraient réalimentés que très occasionnellement.

5 L'INJECTION DE L'HYDROGÈNE DANS LE RÉSEAU DE GAZ NATUREL

Après compression, l'hydrogène serait conduit par une canalisation souterraine vers le réseau GRTgaz situé à environ un kilomètre du site (les canalisations utilisées respectent les recommandations de l'Association européenne des gaz industriels (EIGA) sur les canalisations d'hydrogène¹⁴). L'hydrogène y serait injecté dans le réseau de gaz naturel en fonction des conditions d'injection définies par GRTgaz, actuellement en cours de discussion. Si la production d'hydrogène dépasse la capacité d'injection dans le réseau de GRTgaz, l'usine H2V59 s'arrêtera en quelques secondes par une interruption de l'alimentation en électricité.

14 Source : EIGA IGC Doc 121/14 - <https://bit.ly/2lyjtUE>

SCHEMA SIMPLIFIE DE LA PRODUCTION D'HYDROGENE PAR ELECTROLYSE DE L'EAU



L'ÉLECTROLYSE DE L'EAU

Elle se produit dans une cuve contenant un électrolyte*, c'est-à-dire une substance permettant le passage de l'électricité (de l'eau avec de l'hydroxyde de potassium dans le cas du projet H2V59). Elle se déroule à une température comprise entre 80 et 90°C et sous pression, à 30 bars (soit 10 fois la pression dans un pneumatique de voiture).

Deux électrodes* (éléments solides qui peuvent conduire l'électricité) sont plongées dans cette substance et reliées à la source d'électricité. C'est au niveau des électrodes que se produisent les deux réactions nécessaires à l'électrolyse de l'eau :

- l'anode, reliée à la borne positive, est le siège d'une réaction d'oxydation : l'eau est décomposée en oxygène gazeux et en ions hydrogène, qui se propagent dans l'électrolyte ;
- la cathode, reliée à la borne négative, est le siège d'une réaction de réduction : les ions hydrogène présents dans l'électrolyte sont transformés en hydrogène gazeux.

La réaction chimique de l'électrolyse de l'eau est la suivante : $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

Autrement dit, l'électrolyse de l'eau conduit à la formation de deux fois plus d'hydrogène que d'oxygène.

L'organisation du site

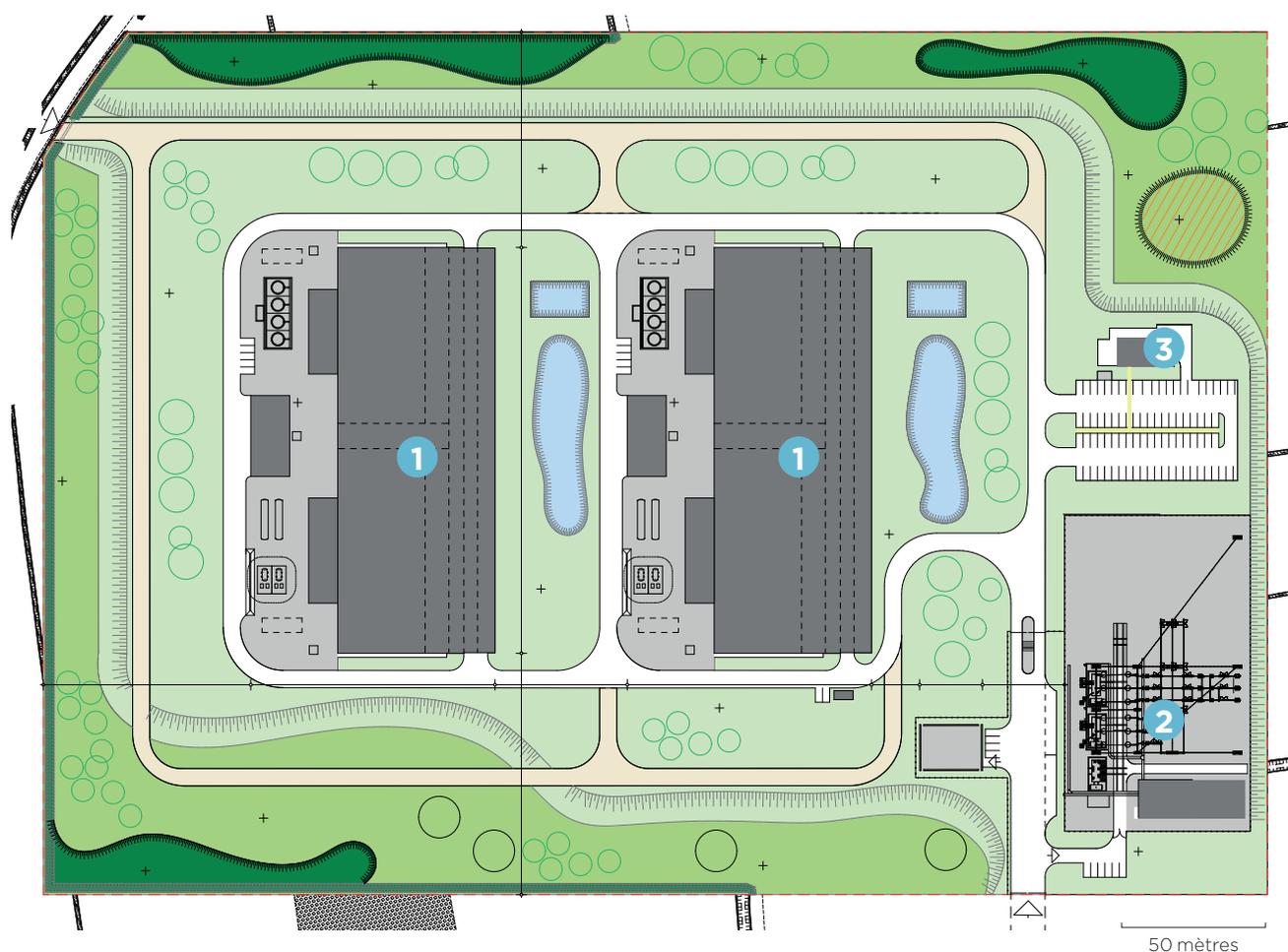
Le site d'implantation identifié pour le projet d'usine de production d'hydrogène vert représente une surface d'environ 12 hectares ; il a fait l'objet d'un accord avec le GPMD. H2V prendrait en charge tout l'aménagement à l'intérieur de la parcelle (voiries, bassins, installations).

Un plan d'implantation des installations sur le terrain a été réalisé au stade des premières études. Ce plan est amené à évoluer au fur et à mesure de l'avancement des études et en fonction des enseignements de la concertation préalable.

L'usine comprendrait plusieurs ensembles :

- 1 deux unités identiques de production d'hydrogène, produisant chacune en moyenne 14 000 tonnes d'hydrogène par an. Chaque unité comprendrait 26 électrolyseurs ;
- 2 un poste de transformation, raccordé au poste RTE de Grande-Synthe via une liaison souterraine, d'une capacité totale de 314 MW*, pour alimenter les différents équipements ;
- 3 un bâtiment pour les employés (local commande, bureaux, vestiaires...).

PLAN D'IMPLANTATION PRÉVISIONNEL



Les aménagements nécessaires au fonctionnement de l'usine

Plusieurs aménagements seraient nécessaires au fonctionnement de l'usine H2V59. Ils ont été définis par les maîtres d'ouvrage responsables, au regard des besoins de H2V et de RTE mais aussi des caractéristiques des ouvrages et réseaux existants.

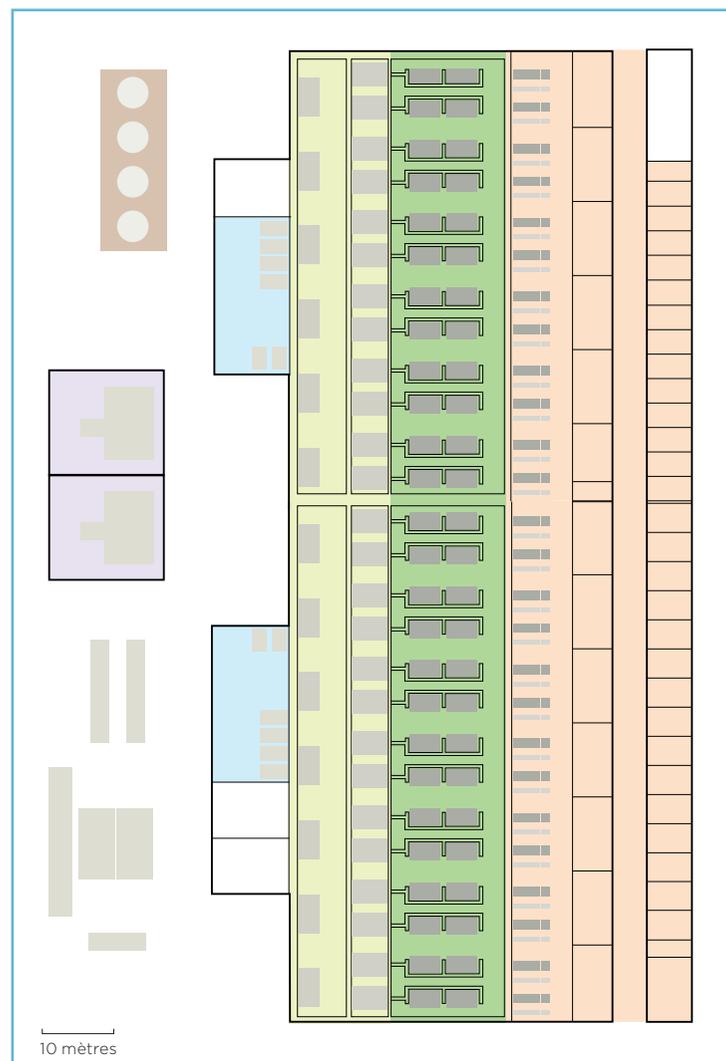
L'hydrogène produit par l'usine H2V59 est destiné à être injecté dans le réseau de gaz naturel géré par GRTgaz. Pour ce faire, l'hydrogène serait acheminé depuis l'usine jusqu'à un poste d'injection dans le réseau de gaz naturel où l'hydrogène serait mélangé au gaz naturel. H2V serait maître d'ouvrage de cette canalisation d'hydrogène pur entre les deux sites, sur une distance d'un peu plus d'un kilomètre. GRTgaz créerait ce poste d'injection. L'exploitation de la canalisation créée serait confiée à un opérateur de canalisation.

Le GPMD, propriétaire des terrains, serait maître d'ouvrage de la route d'accès au site. Cette voirie consisterait en un prolongement de la route de la Warlande sur une longueur d'environ 450 mètres. La route de la Warlande est une chaussée à double sens de circulation d'une largeur totale de 7 mètres dont les accotements ne sont pas stabilisés.

Le Syndicat de l'Eau du Dunkerquois est l'opérateur de toutes les canalisations d'eau (industrielle et potable) sur la zone du GPMD. Une canalisation d'eau

industrielle passe le long de la bordure sud du site envisagé, et une canalisation d'eau potable, nécessaire pour alimenter le personnel de l'usine, passe également à proximité. Le Syndicat réaliserait les travaux pour connecter l'usine à ces deux canalisations. L'eau industrielle est celle que les entreprises utilisent dans leur procédé industriel, et qui n'est pas forcément potable. Dans le Dunkerquois, elle représente 64% du volume total d'eau consommée, et est pompée dans le canal de Bourbourg.

ZOOM SUR UNE UNITÉ DE PRODUCTION



- Transformation de l'électricité
- Fabrication de l'hydrogène par électrolyse de l'eau
- Séparation des gaz et purification de l'hydrogène
- Purification de l'eau
- Injection de l'hydrogène dans le réseau de gaz naturel
- Tours de refroidissement

PARTIE 4

LES EFFETS DU PROJET H2V59 SUR LE TERRITOIRE

La démarche d'évaluation des impacts p.34

La gestion de l'eau p.35

La faune et la flore p.36

Les impacts fonciers du raccordement électrique p.37

Des nuisances limitées p.38

Les enjeux de sécurité p.40

Le volet économique p.41

Les premières études réalisées sur le projet H2V59 et sur le raccordement électrique ont permis d'en définir les grandes lignes et d'en appréhender les incidences potentielles sur l'environnement ainsi que les risques.

Des études détaillées sont en cours ou seront prochainement lancées pour évaluer précisément les impacts du projet, et déterminer les mesures à mettre en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les effets.

La démarche d'évaluation des impacts

Si le projet H2V59 se poursuit suite à la concertation préalable, plusieurs études seront produites dans le cadre des processus d'autorisations de l'usine de production d'hydrogène vert et de son raccordement électrique. Notamment, une étude d'impact présentera l'état initial de l'environnement, les effets du projet dans son ensemble sur l'environnement et les mesures associées pour éviter, réduire ou compenser ces impacts. Les études détaillées seront présentées au public au moment de l'enquête publique.

Au stade de la concertation préalable, H2V et RTE sont en mesure de présenter les résultats des études de faisabilité, qui donnent un aperçu des impacts du projet H2V59 et de son raccordement électrique sur l'environnement au sens large (milieu physique, milieu naturel et milieu humain).

Pour leur projet dans les Hauts-de-France, H2V et RTE suivent les principes de la démarche ERC, pour éviter-réduire-compenser. Cette démarche consiste de manière générale :

- premièrement, à trouver des solutions pour éviter l'impact sur l'environnement ;
- deuxièmement, quand il n'est pas possible d'éviter l'impact, à prendre des mesures pour réduire les effets du projet sur l'environnement ;
- troisièmement, quand il n'est pas possible de réduire les impacts, à les compenser.

La gestion de l'eau

L'eau qui alimenterait l'usine viendrait du canal de Bourbourg, via une canalisation d'eau industrielle* exploitée par le Syndicat de l'Eau du Dunkerquois. La consommation d'eau annuelle s'élèverait à 1,9 million de m³. La capacité annuelle de production du réseau dunkerquois d'eau industrielle est de 20 millions de m³ par an.

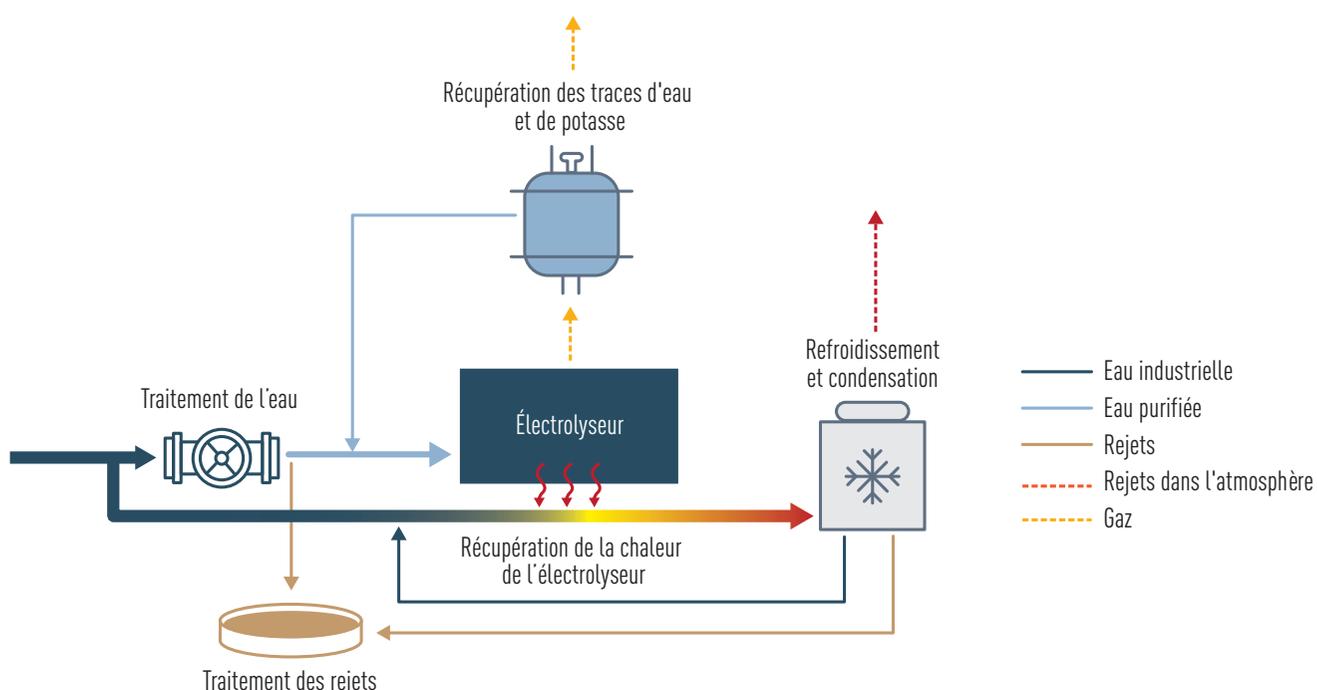
Deux circuits séparés d'eau cohabiteraient dans l'usine H2V59 : l'eau purifiée et l'eau de refroidissement.

L'eau utilisée pour l'électrolyse (30% de la consommation totale en eau de l'usine) serait purifiée par adoucissement, osmose inverse* et électrodéionisation* afin d'éviter la présence d'éléments indésirables susceptibles de perturber le fonctionnement des électrolyseurs. Les déchets de cette purification, appelés concentrats, sont constitués d'éléments variés (métaux, minéraux...) déjà présents dans l'eau industrielle. Ils

seraient traités, analysés puis rejetés dans le respect de la réglementation en vigueur. L'eau purifiée serait quant à elle injectée dans les électrolyseurs où elle permettrait la formation d'hydrogène et d'oxygène. Les traces d'eau et de potasse contenues dans ces gaz seraient récupérées puis réinjectées dans les électrolyseurs, où elles serviraient de nouveau.

L'eau serait surtout utilisée pour le refroidissement des équipements (électrolyseurs, séparateurs, purificateurs, compresseurs), soit 70% de la consommation totale en eau de l'usine. L'eau chaude (40 - 50°C) sortant des électrolyseurs et du procédé serait refroidie par des tours de refroidissement et repartirait vers les électrolyseurs. Toutefois, un appoint serait nécessaire pour compenser les pertes par évaporation et les rejets d'eau de refroidissement (nécessaires pour conserver une qualité suffisante de l'eau de refroidissement).

LE CYCLE DE L'EAU DANS L'USINE DE PRODUCTION D'HYDROGÈNE VERT



La faune et la flore

H2V et RTE ont fait réaliser par un bureau d'études spécialisé un inventaire des espèces présentes sur le site.

Cette étude fait ressortir une forte artificialisation du site, dominé par les cultures. Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été observé et aucune zone humide n'a été détectée (hors fossés et watergangs*) mais certains habitats peuvent être utilisés par des espèces protégées* ou remarquables.

Concernant spécifiquement la flore, 141 espèces ont été identifiées dont 2 protégées : l'Orchis de Fuchs au niveau de la prairie sèche et l'Ophrys abeille au niveau de la prairie sèche et du chemin agricole. Ces espèces sont protégées dans le département du Nord et des mesures adaptées devront être mises en place.

Concernant la faune, plusieurs espèces patrimoniales ont été aperçues, dont 3 espèces d'oiseaux présentant a priori un enjeu fort : le Gorgebleue à miroir, le Bruant des roseaux et l'Hypolaïs icterine. Les travaux de l'usine de production d'hydrogène vert devront prendre en compte la présence de ces espèces sur site.

De façon générique, les travaux de construction peuvent en effet avoir une incidence négative et directe sur les espèces animales et végétales présentes dans la zone, de façon permanente (destruction d'habitats, destruction des nichées) ou temporaire (dérangement, bruit, poussières).

En revanche, une fois l'usine en fonctionnement, l'impact pourrait être positif du fait de l'aménagement de milieux favorables aux espèces notamment. En outre, H2V n'utiliserait pas de produits phytosanitaires.



La partie sud de la parcelle, où la faune et la flore sont concentrées

Plusieurs mesures sont d'ores et déjà envisagées :

- évitement : préservation d'une bande de plusieurs mètres de large au sud du terrain (où plusieurs espèces ont été identifiées), déplacement des accès chantier au regard de la présence de ces espèces...
- réduction : balisage des zones sensibles, limitation des émissions lumineuses, pose de barrières de protection, planification des travaux hors de période de reproduction ou de migration...

Si l'impact sur des espèces n'était pas évitable, une demande de dérogation pourrait alors être déposée en accord avec la réglementation et toutes les mesures seraient mises en place pour compenser l'atteinte de manière pérenne (avec, par exemple, la replantation des deux espèces végétales identifiées).

L'inventaire réalisé à ce stade du projet sera approfondi. H2V et RTE sont à l'écoute du territoire pour toute donnée utile à l'identification de ces espèces et pour l'élaboration de mesures utiles à la faune et à la flore locales.

Les impacts fonciers du raccordement électrique

Les travaux sur le poste électrique de Grande-Synthe auraient une incidence foncière très faible : ils interviendraient dans l'emprise existante du poste.

La liaison électrique souterraine envisagée demeurerait un ouvrage de dimensions modestes (emprise d'environ 0,50 mètre de large et 1,50 mètre de profondeur). Les travaux ne concerneraient que les couches superficielles et après remise en état, aucun effet sur le sous-sol ni sur la topographie n'est attendu. Concernant l'hydrographie, les études à venir permettront de définir précisément les impacts de l'ouvrage RTE et les dispositions nécessaires.

Une fois les travaux réalisés, une liaison souterraine n'engendre aucun impact visuel en surface hormis les bornes de géolocalisation.

Afin de ne pas affecter l'activité agricole, prédominante dans le secteur, les terres excavées lors du creusement de la tranchée seraient triées afin d'éviter un mélange des sols préjudiciable au développement des

cultures. Par ailleurs, les travaux seraient circonscrits au maximum afin de limiter le tassement des terres. Au droit de la liaison souterraine, une servitude limitant la constructibilité serait instaurée (largeur de 5 mètres) pour toute la durée de l'ouvrage, afin de laisser un accès libre aux agents pour la maintenance et l'entretien.

La liaison souterraine se situerait dans le domaine public ou privé. RTE n'étant pas propriétaire, ni acquéreur des terrains traversés, une convention amiable serait signée entre chaque propriétaire et RTE afin de définir la présence des ouvrages et les modalités selon lesquelles RTE pourrait pénétrer dans la propriété pour dépanner ou entretenir la liaison souterraine.

Des nuisances limitées

Le bruit

Le terrain identifié pour le projet dans les Hauts-de-France est situé dans la zone industrielle du GPMD et les premières habitations sont situées à plusieurs kilomètres. Les voisins immédiats de l'usine de production d'hydrogène seraient uniquement d'autres sites industriels.

Pendant les travaux, possiblement générateurs de nuisances sonores localisées, les riverains ne devraient pas être affectés.

Certains équipements d'une usine de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau peuvent être bruyants (compresseurs, transformateurs et torchère utilisée en phase d'arrêt et de démarrage des électrolyseurs). L'usine en fonctionnement devra respecter la réglementation ICPE* en matière de bruit et notamment l'arrêté du 23 janvier 1997 qui précise que « *l'installation est construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits [...] susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci* ».

COMMENT UNE ICPE* EST-ELLE CONTRÔLÉE ?

Une ICPE est contrôlée en continu par l'exploitant, notamment pour les rejets, et les mesures sont transmises aux services de l'État (police des installations classées). Elle fait aussi l'objet de contrôles programmés ou inopinés par l'extérieur, conduits par des laboratoires agréés sur demande de la police des installations classées, ou directement par celle-ci.

En outre, une commission de suivi de site associant élus locaux, représentants de l'État, associations, représentants de l'exploitant, représentants des salariés peut être mise en place sur décision du préfet.

Les émissions sonores fixées par l'arrêté d'autorisation ne doivent pas excéder 70 dB(A)* pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit. L'émergence sonore, c'est-à-dire la différence entre d'une part le niveau de bruit avec l'usine en fonctionnement et d'autre part le niveau de bruit avec l'usine en l'absence de bruit généré par cette dernière, est également réglementée.

En termes de bruit, les installations de RTE devront respecter les prescriptions de l'arrêté technique du 17 mai 2001.

Le trafic routier

Pendant les travaux de construction, une augmentation du trafic des poids lourds et des engins de chantier est probable, compte tenu de la présence de nombreux intervenants sur site.

Au-delà, en fonctionnement, les principaux entrants (eau et électricité) et les sortants (hydrogène) de l'usine de production d'hydrogène seraient acheminés par des réseaux. Le réapprovisionnement en potasse n'interviendrait qu'une fois par an en moyenne, et pour de faibles quantités (quelques kilogrammes). L'azote (utilisé uniquement pour les phases d'arrêt, de redémarrage et de maintenance des électrolyseurs) serait aussi acheminé par camion-citerne.

Le personnel et les visiteurs se rendant sur le site devraient augmenter le trafic de véhicules légers dans la zone. L'accès à l'usine H2V59 se ferait à partir de la route de Mardyck.

Les rejets atmosphériques

La production d'hydrogène par électrolyse de l'eau ne génère pas de gaz à effet de serre, contrairement au vaporeformage d'hydrocarbures. À titre de comparaison, une usine d'une capacité annuelle de production d'hydrogène gris de 30 000 tonnes produit environ 300 000 tonnes de CO₂.

Produit en parallèle de l'hydrogène, l'oxygène ne serait pas valorisé et donc rejeté directement dans l'atmosphère par des événements. H2V est prêt à étudier toute option de valorisation de cet oxygène dans l'économie circulaire (industrie, aquaculture...).

L'oxygène comme l'hydrogène sont des gaz qui se diffusent très rapidement dans l'atmosphère et qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et pour l'Homme.

Les odeurs

Le procédé de fabrication de l'hydrogène par électrolyse de l'eau ne génère pas d'odeurs. Les produits utilisés ne sont pas odorants. En conséquence, aucune nuisance olfactive n'est attendue.

Les déchets

L'activité de l'usine de production d'hydrogène vert ne générerait aucun déchet à l'exception des concentrats générés par la purification de l'eau, qui seront analysés avant rejet.

La pollution lumineuse

L'activité principale est concentrée à l'intérieur des bâtiments. L'éclairage extérieur est limité à l'éclairage de sécurité. Plusieurs mesures de réduction sont habituellement mises en place pour limiter la pollution lumineuse : éclairage dirigé vers le sol, éclairage/extinction automatique, éclairage LED.

La réglementation sur les champs électromagnétiques

La recommandation européenne de 1999 sur les Champs électromagnétiques (CEM)¹⁵ se fixe pour objectif d'apporter aux populations « *un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM* ». Les limites préconisées sont des valeurs instantanées applicables aux endroits où « *le public passe un temps significatif* ».

Les limites de 5 000 volts par mètre (champ électrique) et de 100 microtesla (champ magnétique), issues de cette recommandation européenne, sont reprises dans l'arrêté du 17 mai 2001¹⁶, qui s'applique à tous les nouveaux ouvrages électriques en France.

Les conditions d'application de cet arrêté sont les conditions normales de fonctionnement de l'ouvrage. Compte tenu des dispositions constructives mises en œuvre par RTE pour ses nouveaux ouvrages, les valeurs de champs électriques et magnétiques émis ne dépassent jamais les limites réglementaires : en conséquence et dans tous les cas, l'ouvrage considéré est conforme à la réglementation.

¹⁵ Source : <https://bit.ly/2XHNYz>

¹⁶ Source : <https://bit.ly/2KLQHTq>

Les enjeux de sécurité

Les risques d'explosion et d'incendie liés à l'hydrogène

Les risques industriels d'une usine de production d'hydrogène vert tiennent à la nature des gaz produits. L'hydrogène est extrêmement inflammable et l'oxygène est un comburant (c'est-à-dire un gaz qui permet la combustion de l'hydrogène quand une source de chaleur est présente).

La production d'hydrogène à partir de l'électrolyse de l'eau présente ainsi deux risques principaux :

- la fuite d'hydrogène, susceptible de générer un incendie ou une explosion ;
- le mélange d'hydrogène et d'oxygène, susceptible de générer une explosion.

Le classement administratif en termes de sécurité

Les risques liés à la production ou à l'usage d'hydrogène sont pris en compte dans la réglementation française.

L'usine de production d'hydrogène vert sera donc une Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE), qui devra faire l'objet de demandes d'autorisation auprès des services de l'État.

LE PPRT* DU GPMD

Les Plans de prévention des risques technologiques (PPRT) sont obligatoires pour les installations classées Seveso*. Ils ont pour objectifs de résoudre les situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et de mieux encadrer l'urbanisation future. La mise en œuvre des PPRT peut contraindre l'urbanisation ou l'installation de certaines activités par l'instauration de servitudes d'utilité publique.

La parcelle où l'usine de production d'hydrogène vert serait installée ne recoupe pas le zonage réglementaire des installations les plus proches. De plus, les zones d'impact et de danger du projet H2V59 ne sortiraient pas de l'emprise du site.

Compte tenu des informations disponibles à ce stade, l'usine H2V59 ne serait pas classée Seveso*, dont le seuil est notamment atteint à partir de 5 tonnes d'hydrogène stockées¹⁷. Or, aucune capacité de stockage de l'hydrogène produit par H2V n'est prévue sur site : l'hydrogène ne resterait que quelques minutes dans l'usine avant injection dans le réseau de gaz naturel. Si le projet se poursuit, le classement de l'usine devra être confirmé par les services de l'État lors de l'instruction des demandes d'autorisation.

L'usine projetée étant une ICPE, une étude de dangers devra être produite dans le cadre du processus de demande d'autorisation. Cette étude décrira les risques présentés par une ICPE, leur potentielle gravité, leur probabilité de survenance et l'ensemble des dispositifs mis en œuvre pour empêcher leur survenance ou pour en réduire les effets.

Les mesures de maîtrise des risques

Outre les mesures mises en place dans toutes les usines (plan de prévention, formation et habilitation du personnel, bon entretien du matériel...), plusieurs mesures permettent de garantir la maîtrise des risques dans les usines de production d'hydrogène :

- stricte séparation entre oxygène et hydrogène à l'intérieur de l'usine et ventilation continue des bâtiments ;
- éloignement des événements de rejet d'hydrogène et d'oxygène pour éviter la rencontre des panaches issus de l'usine. La taille du terrain permet de garantir le respect de ces distances de sécurité, et de contenir à l'intérieur de la parcelle tout impact d'un problème éventuel ;
- détection renforcée de l'hydrogène à l'intérieur des bâtiments pour identifier rapidement toute fuite ;

¹⁷ Les quantités de produits dangereux stockées sont prises en compte pour déterminer le classement ou non d'une installation en site Seveso

- combustion de l'hydrogène au moyen d'une torche en phase d'arrêt et de démarrage des électrolyseurs (la combustion de l'hydrogène ne génère que de l'eau), avec une surveillance renforcée ;
- équipement des canalisations d'hydrogène pour détecter les fuites ;
- arrêt des installations et mise en sécurité en cas de détection d'hydrogène.

Ces différentes mesures de maîtrise des risques sont intégrées dans la conception même de l'usine H2V59. Elles s'adosent à la fois à des normes et directives nationales et internationales sur la production d'hydrogène et à des analyses de risques

détaillées conduites selon des méthodologies reconnues internationalement. H2V travaille également avec des bureaux d'étude spécialisés et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) pour la mise en œuvre des systèmes de détection d'hydrogène, de mise en sécurité des installations et de ventilation afin d'assurer un niveau de sécurité optimal.

Le contexte environnemental doit aussi être pris en considération. Au sein de l'usine comme des usines voisines, l'oxygène ne doit pas se mélanger avec l'hydrogène. En outre, les risques des ICPE voisines doivent être pris en compte ainsi que les PPRT* quand ces usines sont classées Seveso*.

Le volet économique

Les emplois

En fonctionnement, l'usine de production d'hydrogène vert conduirait à la création d'environ **70 emplois directs et pérennes**.

Près de **100 emplois indirects**¹⁸ pourraient également être créés :

- pendant la période de travaux : génie civil, bâtiment, soudure/tuyauterie... ;
- pendant l'exploitation : surveillance du site, entretien des espaces verts, maintenance spécialisée...

H2V souhaite participer à l'émergence d'une filière française de l'hydrogène. En conséquence, la société entend créer des emplois locaux. Pour les travaux, H2V ferait appel autant que possible à des entreprises locales. Concernant l'exploitation, l'usine étant amenée à fonctionner en continu, H2V recourrait vraisemblablement à une organisation du travail en 5x8 (2 jours de matin, 2 jours de l'après-midi, 2 jours de nuit, et 4 jours de repos) qui implique de faire appel à des salariés habitant à proximité. En complément, H2V souhaite privilégier les entreprises locales pour des

services quotidiens (le nettoyage et le gardiennage par exemple) et pour certaines opérations de maintenance.

Le projet représenterait un investissement total compris entre 230 et 251 millions d'euros (incluant le coût du raccordement électrique), qui bénéficierait au territoire par les emplois et l'activité créés, mais également par les impôts versés localement.

Une usine de fabrication d'électrolyseurs

Par ailleurs, le protocole d'accord entre H2V et HYDROGEN PRO prévoit l'installation dans les Hauts-de-France d'une usine de fabrication d'électrolyseurs si les projets de H2V en Normandie et dans les Hauts-de-France se poursuivent. Dans un premier temps, cette usine permettrait la création de **50 emplois** pour fournir les électrolyseurs à H2V. Dans un second temps, cette usine pourrait permettre de fabriquer des électrolyseurs pour d'autres commandes que recevrait HYDROGEN PRO.

¹⁸ Correspondant au coefficient multiplicateur retenu par France Industrie pour quantifier les emplois indirects créés par rapport aux emplois directs

PARTIE 5

LA MISE EN ŒUVRE

Le calendrier p.44

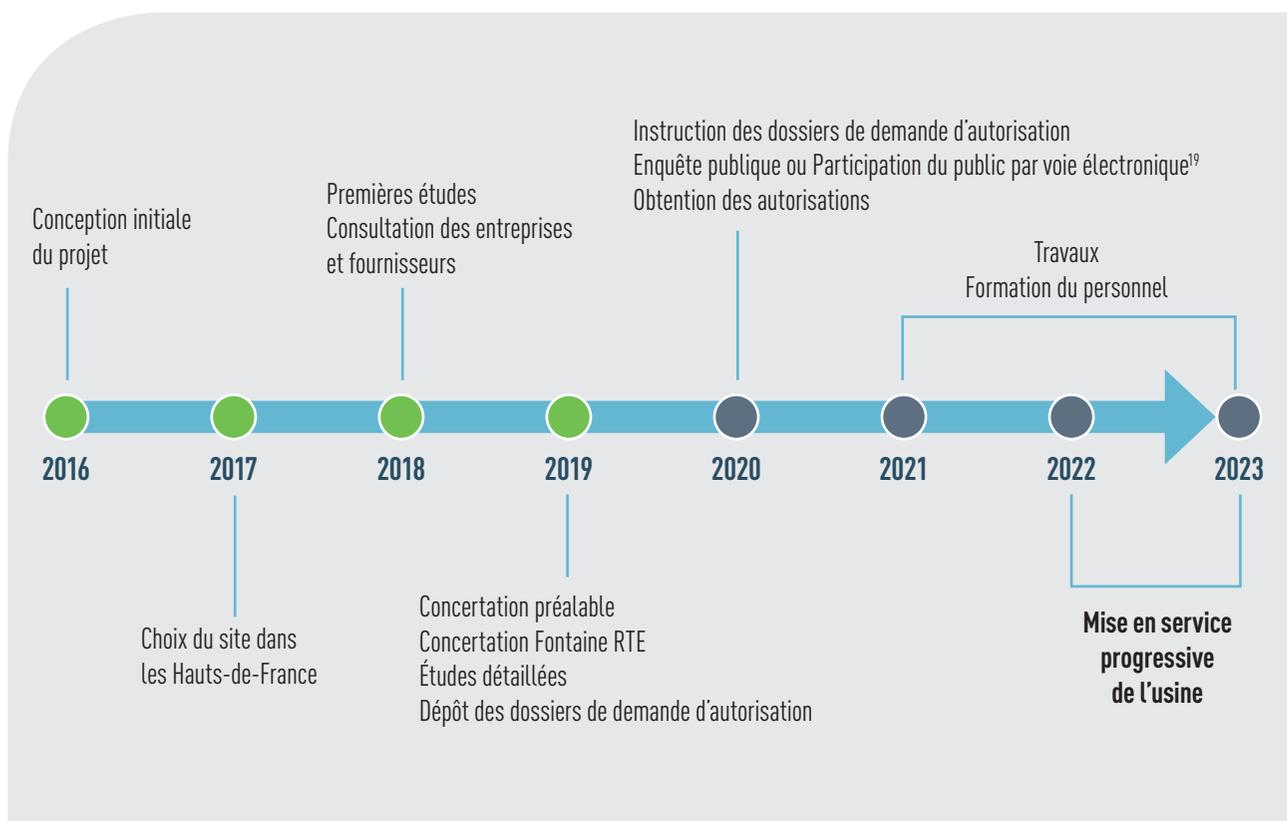
Le coût et le financement p.46

Le modèle économique p.47

Si le projet d'usine de production d'hydrogène vert se poursuit, et si les autorisations administratives sont obtenues, le démarrage des travaux est prévu fin 2020 pour une mise en service de l'usine en 2023. La réalisation du raccordement électrique, sous maîtrise d'ouvrage de RTE, interviendrait en parallèle.

La réalisation du projet H2V59 représenterait un investissement compris entre 230 et 251 millions d'euros.

Le calendrier



Après la concertation préalable, les procédures d'autorisations

Si le projet H2V59 se poursuit suite à la concertation préalable, les études détaillées seront complétées en vue des procédures d'autorisations de l'usine de production d'hydrogène vert et du raccordement électrique. Bien qu'elles ne suivent pas

forcément les mêmes dispositions réglementaires, les procédures d'autorisations seront conduites en coordination entre H2V et RTE. En particulier, l'étude d'impact (qui couvre les thèmes de l'eau, des rejets, de la faune et de la flore, du trafic, du bruit, de la santé...) du projet d'usine H2V59 prendra en compte les impacts du raccordement électrique, et inversement.

¹⁹ Les services de l'État détermineront au cours de l'instruction des demandes d'autorisation si le projet H2V59 et le raccordement électrique de RTE entrent ou non dans le champ de l'expérimentation de la « procédure de participation du public par voie électronique » dans les Hauts-de-France, et donc s'il y a enquête publique ou non. Dans tous les cas, les documents de demande d'autorisation seront rendus publics.

Les procédures applicables au projet d'usine de production d'hydrogène vert

En tant qu'ICPE, l'usine H2V59 doit obtenir une autorisation environnementale, délivrée suite à plusieurs étapes :

- la réalisation d'un dossier de demande d'autorisation environnementale, incluant notamment une étude d'impact dans plusieurs domaines et une étude de dangers ;
- l'instruction du dossier par les services de l'État (qui évaluent la complétude et la recevabilité du dossier) et par l'Agence régionale de santé (ARS) ;
- l'examen de l'étude d'impact par l'Autorité environnementale, qui rend un avis. Ce dernier ne porte pas sur l'opportunité du plan ou du document mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le plan ou document. Il n'est donc ni favorable ni défavorable. Il vise à permettre d'améliorer la conception du projet et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur celui-ci ;
- l'enquête publique* au cours de laquelle le public peut consulter le dossier de demande d'autorisation environnementale et déposer des observations et propositions sur le projet. Tenant compte de toutes les expressions, le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête rend ensuite un avis sur le projet, assorti d'éventuelles réserves et/ou de recommandations auxquelles le maître d'ouvrage doit répondre ;
- l'examen du projet par le Comité départemental d'évaluation des risques sanitaires et technologiques (Coderst), qui donne un avis consultatif ;

- sur la base de tous les avis rendus sur le projet, la délivrance de l'arrêté d'autorisation par le préfet, précisant notamment les exigences environnementales de l'ICPE.

L'usine de production d'hydrogène vert devra par ailleurs obtenir un permis de construire.

Les procédures applicables au raccordement électrique

RTE n'étant pas propriétaire des terrains traversés par la liaison électrique souterraine, une Déclaration d'utilité publique (DUP) est requise pour l'instauration des servitudes, au titre du code de l'énergie. La DUP est obtenue suite à plusieurs étapes :

- la réalisation d'un dossier de demande de DUP, comprenant une étude d'impact du raccordement électrique ;
- l'instruction du dossier par les services de l'État ;
- l'enquête publique ;
- la délivrance de la DUP.

En outre, une demande d'autorisation environnementale doit être déposée et soumise à enquête publique.

La procédure applicable à la création de la canalisation d'hydrogène

Pour la canalisation d'hydrogène reliant l'usine H2V59 au poste d'injection de GRT-gaz, une DUP est requise pour l'instauration des servitudes. Les étapes préalables à l'obtention de la DUP sont similaires à celles du raccordement électrique.

Le coût et le financement

Un investissement compris entre 230 et 251 millions d'euros

Le projet d'usine de production d'hydrogène vert dans les Hauts-de-France représenterait un investissement compris entre 230 et 251 millions d'euros hors taxes. Cette somme comprend :

- la phase de développement du projet, estimée entre 8 et 10 millions d'euros ;
- les aménagements, y compris les raccordements aux différents réseaux (dont celui au réseau électrique), estimés entre 12 et 16 millions d'euros ;
- la construction, estimée entre 35 et 40 millions d'euros ;
- les équipements, estimés entre 175 et 185 millions d'euros.

Le financement de la phase de développement - qui s'étend des premières études à l'obtention des autorisations requises - serait assuré par H2V.

Le financement de la réalisation du projet serait assuré à 30% sur les fonds propres de H2V et à 70% par une dette contractée le moment venu auprès de différentes banques.

H2V entend également mettre en place un financement participatif.

Des appels à projets français et européens

Plusieurs appels à projets pour la production d'hydrogène décarboné ont été lancés aux niveaux français et européen, appels à projets auxquels H2V entend participer.

Lancé par l'État et l'ADEME dans le cadre de l'action « Démonstrateurs et territoires d'innovation de grande ambition » du Programme d'investissements d'avenir (PIA), l'appel à projets « Production et fourniture d'hydrogène décarboné pour des consommateurs industriels » concerne les entreprises comme H2V qui conduisent des projets de production d'hydrogène décarboné. L'enveloppe indicative consacrée au financement des projets retenus dans le cadre de cet appel à projets²⁰ pourra aller jusqu'à 50 millions d'euros (limitée à 15 millions d'euros par projet). H2V participe à cet appel à projets.

Avec le soutien de l'association Hydrogen Europe, H2V prévoit de participer au premier appel d'offre européen du Fonds pour l'Innovation prévu pour 2020. La production d'hydrogène figure dans la liste des projets éligibles : démonstration à grande échelle de la production d'hydrogène renouvelable et de son utilisation pour le stockage d'énergie, passage à l'hydrogène bas carbone, production d'hydrogène bas carbone au moyen d'électricité renouvelable.

LES ACTIONNAIRES DE H2V

Le groupe SAMFI INVEST est une société indépendante française (basée en Normandie) qui investit dans des sociétés situées dans des secteurs à fort potentiel de croissance ou dans des secteurs de spécialité : éolien (134 MW de parcs éoliens en France), hydrogène (projets des Hauts-de-France et de Normandie), photovoltaïque (45 MW développés dont 20 construits) mais aussi immobilier (216 000 m² de bureaux et bâtiments commerciaux), selfstockage (76 000 m²) et publicité (7 000 faces publicitaires).

FONVERT est une société holding française (basée dans la Drôme), propriétaire de droits de sociétés de production d'énergies renouvelables et d'hydrogène par électrolyse de l'eau. Elle est dirigée par Lucien Mallet, président de la société H2V.

²⁰ Source : Ademe - <https://bit.ly/2TwmlsH>

Le modèle économique

Le modèle économique de l'usine de production d'hydrogène vert repose sur deux grands piliers : le prix de l'électricité utilisée pour la production de l'hydrogène et le prix de vente de l'hydrogène injecté dans le réseau de gaz naturel.

Le prix de l'électricité

L'usine H2V59 serait dédiée au power-to-gas. Elle participerait donc à l'absorption des variations de la production nationale d'électricité liée à l'intermittence des énergies éoliennes et solaires :

- l'usine produirait de l'hydrogène en régime normal ou en cas de pic de production des énergies renouvelables ;
- à l'inverse, en cas de pic de consommation et sur demande de RTE, l'usine serait capable de baisser sa consommation - plus ou moins fortement - voire de s'arrêter, sur des périodes variables.

Ainsi, H2V prévoit 200 à 400 heures d'effacement* par an, qui s'ajoutent aux 500 heures supplémentaires d'arrêt de l'usine pour des périodes de maintenance, qui seraient également planifiées de préférence lors de pics de consommation électrique.

L'usine de production d'hydrogène vert fonctionnerait donc environ 85% du temps, en dehors des plus importantes pointes de consommation d'électricité.

Cette souplesse est permise par la flexibilité de l'électrolyse de l'eau, réaction qui peut s'arrêter et démarrer rapidement, en quelques secondes, par une interruption de l'alimentation en électricité. Le procédé H2V a été étudié pour maximiser cette flexibilité. Elle permet de prévoir un fonctionnement pendant les périodes les moins contraintes, c'est-à-dire les périodes où les prix de marché de l'électricité sont les plus bas.

L'usine H2V59 serait donc en mesure de participer aux mécanismes rémunérateurs de capacité, d'effacement* et/ou d'ajustement.

Le prix de vente de l'hydrogène vert

L'hydrogène produit dans l'usine H2V59 serait injecté dans le réseau de gaz naturel de GRTgaz, à un prix qui reste à définir.

Le prix de l'hydrogène vert (hors transport) est aujourd'hui compris entre 4 et 6 euros par kilogramme, contre 1,5 à 2 euros par

LES MÉCANISMES DE CAPACITÉ, D'EFFACEMENT ET D'AJUSTEMENT

Le mécanisme de capacité permet de renforcer la sécurité d'approvisionnement lors des pics de consommation, en rémunérant les producteurs d'énergie en période de pointe, ou celle des opérateurs d'effacement (c'est-à-dire les structures qui peuvent abaisser leur consommation d'énergie). RTE en assure le pilotage opérationnel tandis que la Commission de régulation de l'énergie (CRE) veille au bon fonctionnement général du mécanisme de capacité.

L'effacement consiste, sur demande de RTE, à une réduction de la consommation d'une usine, moyennant une rémunération.

Le mécanisme d'ajustement permet de rééquilibrer le système électrique suite à des aléas survenus en temps réel : déséquilibre entre la production et la consommation prévisionnelle, panne fortuite d'un groupe de production, perte d'une ligne d'interconnexion entre deux pays... RTE dispose ainsi d'un ensemble d'options offertes par plusieurs types d'acteurs pour remédier à toute difficulté.

kilogramme pour l'hydrogène gris²¹. Une importante réduction du coût de production de l'hydrogène vert est attendue. Ainsi, le projet de PPE prévoit qu'à l'horizon 2028, l'hydrogène vert représentera un coût de 2 à 3 euros par kilogramme, soit un prix très proche de celui de l'hydrogène gris aujourd'hui (dont le prix de production ne diminuera pas à l'avenir). Cette diminution du coût de la production de l'hydrogène vert serait notamment rendue possible par la diminution du prix des électrolyseurs, de par l'industrialisation de leur production.

Le principe de soutien de l'État au développement de filières s'inscrivant dans la transition écologique

Pour faciliter l'émergence de nouvelles filières de production d'énergie renouvelable, comme le solaire ou le biogaz, les pouvoirs publics ont mis en place des soutiens de différentes formes : obligation d'achat, complément de rémunération, tarif d'achat... Ces soutiens permettent de compenser des coûts de production élevés dans un premier temps, jusqu'à ce que la filière soutenue se développe et réduise ses coûts.

D'ici 2028, le prix de l'hydrogène vert resterait supérieur à celui de l'hydrogène gris. Le projet de loi énergie-climat prévoit la mise en place d'un mécanisme de soutien financier. La filière hydrogène profiterait ainsi de soutiens économiques jusqu'au démarrage d'une production de masse, dont le coût sera destiné à baisser par une utilisation croissante. Le développement de la production d'hydrogène suivrait ainsi celui des énergies renouvelables ou du biogaz (issu de la méthanisation).

Les autres débouchés

Les possibilités d'utilisation de la chaleur produite n'ont pas encore été identifiées mais le développement du GPMD pourrait ouvrir des opportunités.

De même, la valorisation de l'oxygène n'est pas prévue à ce jour. H2V est à l'écoute du territoire et des industriels pour toute opportunité d'utilisation de l'oxygène produit.

Concernant l'hydrogène produit, il serait destiné à l'injection dans le réseau de gaz naturel de GRTgaz, dans un premier temps du moins. H2V n'exclut pas, en effet, dans sa stratégie globale, de développer des solutions en faveur de l'industrie (substitution de l'hydrogène gris par de l'hydrogène vert) et de la mobilité (piles à combustible notamment).

Si le marché le justifie, de nouvelles unités de production pourront être créées sur le site H2V59. Tout développement ultérieur devra faire l'objet d'un processus d'autorisation.

LA MOBILITÉ HYDROGÈNE

Les transports représentent 38% des émissions de gaz à effet de serre en France²², 2018). L'hydrogène constituerait un vecteur très intéressant pour la décarbonation des transports.

D'un point de vue environnemental, la combustion de l'hydrogène ne génère que de la vapeur d'eau. Le bilan carbone d'une pile à combustible est meilleur que celui d'une batterie, dont le retraitement est complexe. L'hydrogène est en outre un carburant pratique : la recharge d'un véhicule à hydrogène ne prend que 3 à 5 minutes et son autonomie peut atteindre 600 kilomètres. Enfin, la pile à combustible occupe un espace plus réduit qu'une batterie, ce qui est intéressant pour des usages lourds comme le transport routier de marchandises ou le transport ferroviaire.

Toutefois, plusieurs défis doivent être relevés : le coût de production de l'hydrogène, le coût des véhicules et l'amélioration du taux de charge des stations.

21 Source : Projet de PPE, 2018 - <https://bit.ly/2TiLleW>

22 Source : Plan hydrogène, 2018 - <https://bit.ly/2J4fVc4>

Lexique

db(A), décibel : unité de mesure de la puissance sonore

eau industrielle : eau utilisée pour un procédé industriel

effacement : action visant à baisser temporairement la consommation électrique d'un site de consommation en échange d'une rémunération

électrodéionisation : procédé de captation des ions, permettant d'atteindre le niveau de conductivité de l'eau requis pour l'électrolyse de l'eau

électrolyse : réaction chimique permettant, sous l'effet d'un courant électrique, de décomposer une substance chimique en plusieurs autres éléments

électrolyte : substance permettant le passage de l'électricité

électrode : élément solide qui peut conduire l'électricité. La cathode est l'électrode reliée à la borne positive d'une source de courant alors que l'anode est l'électrode reliée à la borne négative

énergies renouvelables : énergies inépuisables et disponibles en grande quantité

espèce protégée : espèce végétale ou animale bénéficiant d'un statut de protection légale, pour des raisons d'intérêt scientifique ou de nécessité de préservation. Les travaux sur des zones accueillant des espèces protégées doivent respecter de nombreuses règles pour les préserver, elles et leurs habitats

GPMD : Grand port maritime de Dunkerque

GWh, gigawatt-heure (1 000 000 000 watts) : unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance d'un gigawatt actif pendant une heure

habitat (pour la faune ou pour la flore) : espace dont les conditions écologiques sont favorables au développement d'une espèce animale, notamment pour son alimentation ou pour sa reproduction

hydrogène : plus petite molécule de l'univers, rarement présent à l'état pur sur Terre. Sous sa forme gazeuse, l'hydrogène associe deux atomes d'hydrogène : on l'appelle alors dihydrogène ou gaz d'hydrogène. On utilise généralement le terme d'hydrogène pour désigner ce qui est en réalité le gaz d'hydrogène

hydrogène gris : hydrogène produit à partir de la technique du vaporeformage d'hydrocarbures

hydrogène vert : hydrogène produit à partir de l'électrolyse de l'eau, au moyen d'électricité verte

ICPE, Installation classée pour la protection de l'environnement : classement réglementaire réservé aux installations qui, en raison des nuisances ou des risques de pollution ou d'accident qu'elles présentent, sont soumises à de nombreuses normes et à des autorisations. Une ICPE peut être une usine, mais aussi une installation agricole, une station-service, un hôpital...

méthanation : production de méthane à partir d'hydrogène et de dioxyde de carbone

MW, mégawatt (1 000 000 watts) : unité de mesure de la puissance électrique

Nm³, Normo mètre cube : unité de mesure de quantité de gaz qui correspond au contenu d'un volume d'un mètre cube, pour un gaz se trouvant dans les conditions normales de température et de pression (0°C et 1 bar absolu)

osmose inverse : système de purification de l'eau au moyen de filtres et de membranes

oxygène : molécule abondamment présente sur Terre. Sous sa forme gazeuse, l'oxygène associe deux atomes d'oxygène : on l'appelle alors dioxygène ou gaz d'oxygène. On utilise généralement le terme d'oxygène pour désigner ce qui est en réalité le gaz d'oxygène

poste électrique : équipement qui reçoit l'énergie électrique, la transforme et la répartit

power-to-gas : conversion de l'électricité en hydrogène

PPRT, Plan de prévention des risques technologiques : documents rendus obligatoires pour les installations classées Seveso. Ils ont pour objectifs de résoudre les situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et de mieux encadrer l'urbanisation future, au moyen de servitudes si besoin

Seveso : classement de certaines installations industrielles qui manipulent, fabriquent, utilisent ou stockent des substances dangereuses. Les quantités de produits dangereux stockés sont prises en compte pour déterminer le classement ou non d'une installation en site Seveso

vaporeformage d'hydrocarbures : production de gaz de synthèse en présence d'hydrocarbures et de vapeur d'eau

watergangs : réseau de canaux de drainage à vocation de dessèchement de bas-marais, de zones humides ou inondables situées en plaines maritimes sous le niveau des hautes mers

