

PROJET CarlHYng

Concertation garantie par



Création d'un site de production d'hydrogène
renouvelable et bas-carbone à Carling

DOSSIER DE LA CONCERTATION PRÉALABLE

Du 23 octobre 2023
au 18 décembre 2023

Toutes les informations sur
concertation-carlhyng.eu



Sommaire

Édito	5
Le mot des garants de la CNDP	7
Le projet CarlHYng en bref	8
Présentation du maître d'ouvrage, VERSO ENERGY, et des co-maîtres d'ouvrage, RTE et GRTgaz	10
VERSO ENERGY	10
RTE, en charge du raccordement électrique au réseau public de transport d'électricité	13
GRTgaz, en charge du raccordement à MosaHYc	14
1. Une concertation préalable avec garants, sous l'égide de la CNDP	16
1.1 À quoi sert une concertation préalable ?	17
1.2 Les caractéristiques d'une concertation sous l'égide de la CNDP avec garants	19
1.3 Le périmètre de la concertation autour du projet CarlHYng	19
1.4 Les attentes des maîtres d'ouvrage pour la concertation	20
1.5 Les modalités : comment vous informer et vous exprimer ?	20
2. Le contexte du projet CarlHYng	24
2.1 Les usages de l'hydrogène, vecteur majeur de décarbonation	25
2.2 Les enjeux de la production de l'hydrogène	26
2.3 Les engagements européens et français pour le développement de l'hydrogène	29
2.4 Carling/Saint-Avoid : un territoire industriel historique	34
2.5 L'émergence d'un projet de réseau hydrogène entre la France et l'Allemagne	35
2.6 Les perspectives du marché de l'hydrogène dans la Grande Région	37
3. Les caractéristiques du projet CarlHYng	41
3.1 Les objectifs du projet	42
3.2 Le site visé et les aménagements préparatoires nécessaires	45
3.3 Les procédés et technologies envisagés	46
3.4 Le raccordement électrique du projet par RTE	52
3.5 Le raccordement au réseau de transport d'hydrogène MosaHYc	58

4. Présentation des effets prévisionnels du projet	60
4.1 Préambule	61
4.2 Aperçu des enjeux en présence sur et autour du site visé pour l'implantation du projet	62
4.3 Les enjeux environnementaux en phase d'aménagement et de construction	70
4.4 Les enjeux environnementaux en phase d'exploitation	70
4.5 Les effets socio-économiques attendus	75
4.6 Les enjeux de sécurité	76
5. Les alternatives au projet CarlHYng	84
5.1 Une implantation sur un autre site	85
5.2 La production d'hydrogène à partir de combustibles fossiles	85
5.3 La production d'hydrogène via un autre procédé d'électrolyse	86
5.4 L'extraction d'hydrogène naturel	87
5.5 Retard ou non réalisation du réseau MosaHYc	87
5.6 Option zéro : la non-réalisation du projet	87
6. Les modalités de mise en œuvre du projet	88
6.1 Les procédures auxquelles le projet serait soumis	89
6.2 Coût et financement du projet	91
6.3 Calendrier prévisionnel	92
Annexes	93
Schémas d'implantation du projet CarlHYng	94
Lexique	97
Documents et sites de référence	99
Directives et textes de loi	100

Une transition énergétique et climatique réussie réside dans la mise en œuvre de projets ambitieux, innovants, et surtout inscrits dans les stratégies de décarbonation régionale, nationale et internationale.

Le projet « CarlHYng » de production par électrolyse d'hydrogène renouvelable*¹ et bas-carbone*, situé sur la commune de Carling en Moselle, se veut de ceux-ci.

Bénéficiant d'un emplacement stratégique, à proximité immédiate du réseau de canalisations transfrontalier de transport d'hydrogène MosaHYc, porté conjointement par les gestionnaires gaziers GRTgaz, Creos et Encevo, il desservirait les besoins d'industriels franco-allemands souhaitant se décarboner et être raccordés à la canalisation, ainsi que des usages locaux de mobilité urbaine et logistique (bus, camions). CarlHYng contribuerait ainsi à la décarbonation de la zone transfrontalière.

La production d'hydrogène envisagée, par électrolyse de l'eau, serait indépendante des combustibles fossiles étrangers et offrirait de nouvelles perspectives en termes d'innovation industrielle et de compétitivité au niveau local, national et européen. CarlHYng contribuerait ainsi au nouveau dynamisme industriel recherché par le territoire et à la création d'une filière hydrogène structurante pour celui-ci.

Le projet hydrogène que nous envisageons représente donc une étape majeure vers une transition énergétique durable et respectueuse de l'environnement. Nous croyons fermement que l'hydrogène jouera un rôle essentiel dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la construction d'un avenir énergétique plus propre.

Ce dossier de concertation vous permettra de prendre connaissance de notre projet et de notre vision. Au-delà de sa vocation informative, cette concertation est avant tout participative, l'occasion de répondre à vos interrogations et de recueillir vos avis et commentaires, afin de les prendre en compte dans l'élaboration du projet final.

Nous comptons sur votre implication pour enrichir et garantir la réussite de cette démarche collective qui permettra d'aboutir à un projet partagé.



Antoine HUARD
Directeur général



1. Tous les mots et acronymes suivis d'un * sont définis dans le lexique p. 97

Le mot des garants de la CNDP



M. Luc Martin

luc.martin@garant-cndp.fr
CNDP - 244 boulevard Saint-Germain
75007 Paris - France



Mme Valérie Trommetter

valerie.trommetter@garant-cndp.fr
CNDP - 244 boulevard Saint-Germain
75007 Paris - France

« Chers publics,

La Commission Nationale du Débat Public (CNDP) nous a désignés garants de la concertation préalable du projet CarlHYng et nous a communiqué notre lettre de mission (disponible sur le site internet de la concertation²). Dans ce contexte, notre rôle sera le suivant :

- garantir la procédure de concertation c'est-à-dire assurer le droit à l'information et le droit à la participation prévu par le code de l'environnement,
- veiller à la qualité, la sincérité et l'intelligibilité des informations qui vous seront diffusées ainsi qu'au bon déroulement de la concertation préalable et à la possibilité de formuler vos questions et de donner votre avis.

À l'issue de la concertation préalable, nous rédigerons un bilan qui sera rendu public et qui sera transmis au responsable de projet et à la CNDP. Il rendra compte du déroulement de la concertation, consignera l'ensemble des avis et arguments exprimés, comprendra des demandes de précisions aux questions restées sans réponse ainsi que des recommandations sur la poursuite du projet et des échanges jusqu'à l'enquête publique.

Nous sommes à votre disposition tout au long du déroulement de cette concertation préalable. N'hésitez pas à venir nous rencontrer ! »

2. <https://www.concertation-carlhyng.eu/fr/>

Le projet CarlHYng en bref

L'hydrogène est un gaz aujourd'hui principalement fabriqué, pour des raisons économiques, à partir d'hydrocarbures ou de charbon par des procédés très émetteurs de gaz à effet de serre (ex. par vaporeformage).

Une méthode alternative de production est l'électrolyse de l'eau, réaction électrochimique où l'eau H_2O est décomposée sous l'effet d'un courant électrique en 2 gaz : le dihydrogène H_2 et le dioxygène O_2 . L'équation de réaction est :



C'est cette méthode qui ne génère aucune émission de CO_2 , que **VERSO ENERGY** envisage d'utiliser dans le cadre du projet CarlHYng, situé sur la commune de Carling, à proximité de la plateforme pétrochimique Chemesis.

Ce projet consiste en un déploiement successif de 3 unités de production d'hydrogène par électrolyse : en 2027/2028, en 2029 et en 2030. Chaque unité d'une puissance de 100 MW* produirait jusqu'à 17 000 tonnes d'hydrogène par an, soit une production cumulée de 51 000 tonnes d'hydrogène par an à terme³.

L'industriel allemand SIEMENS ENERGY aura la charge de la fabrication et de la fourniture des électrolyseurs, et assurera le pilotage de l'exploitation et de la maintenance des infrastructures du site. Il sera par ailleurs accompagné dans ces tâches par le groupe TELLOS, implanté localement.

Le projet implique la création d'une ligne souterraine de 400 000 volts reliée au poste haute tension de Saint-Avoid.

Raccordé au réseau **MosaHYc**, projet de transport d'hydrogène transfrontalier par canalisations qui serait opérationnel en 2027, CarlHYng permettrait de desservir les usages des **industriels de la "Grande Région"**⁴, notamment du domaine de la sidérurgie, souhaitant **décarboner** leurs procédés.

L'hydrogène renouvelable et bas-carbone produit par CarlHYng, en remplacement de l'hydrogène carboné ou d'autres combustibles fossiles jusqu'alors utilisés dans l'industrie transfrontalière, permettrait d'éviter l'émission de plus de 13 367 000 tonnes de CO_2 sur 30 ans.

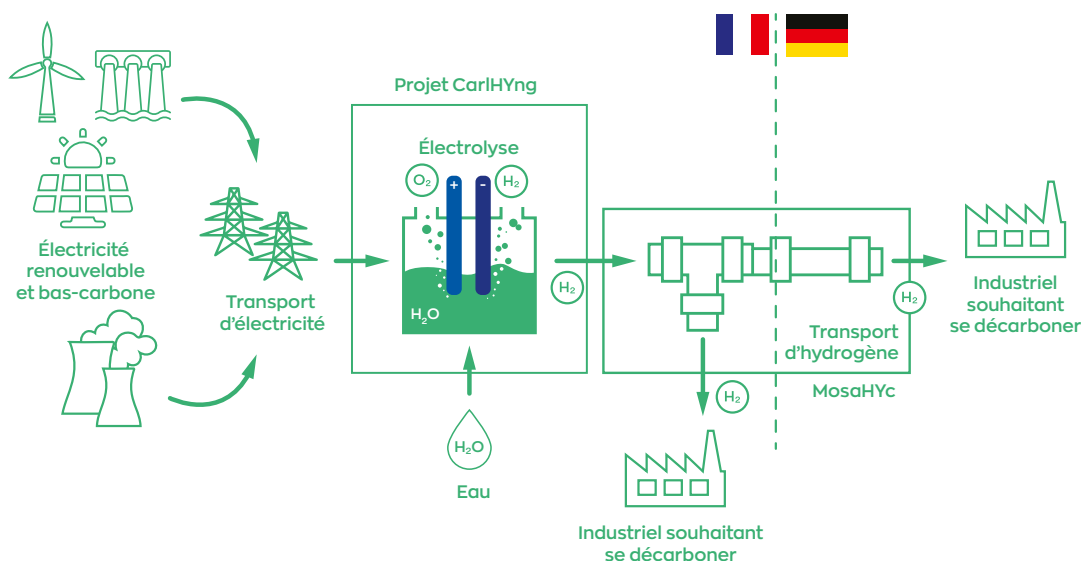


Figure 1 : Principe du projet CarlHYng

3. La puissance du projet CarlHYng est à mettre en perspective avec l'objectif de la France qui est d'installer 6,5 GW d'électrolyse d'ici 2030 afin d'apporter une contribution significative à la décarbonation de l'économie. Cela représenterait la production de plus de 600 000 tonnes d'hydrogène décarboné par an.

4. Pour rappel, tous les mots et acronymes suivis d'un * sont définis dans le lexique p. 97

Les enjeux du projet

Contribution aux objectifs de transition énergétique et d'indépendance énergétique européenne

La production d'hydrogène renouvelable a été retenue comme un vecteur majeur de la transition de l'industrie européenne. L'hydrogène électrolytique ne nécessitant que de l'eau et de l'électricité pour sa production, il permettra par ailleurs de participer à l'indépendance européenne vis à vis des combustibles fossiles étrangers.

Contribution à la décarbonation du territoire

La décarbonation des processus industriels permise par le projet permettra de réduire significativement l'émission de gaz à effet de serre dans la zone transfrontalière.

À noter : Le procédé d'électrolyse envisagé pour CarlHYng étant par nature décarboné (aucune émission de CO₂), le projet n'impactera pas par ailleurs la qualité de l'air.

Reconversion territoriale

L'installation d'industries innovantes contribue à la reconversion et au nouveau dynamisme recherché par le territoire mosellan, fragilisé par la fermeture des dernières mines de charbon.

Alignement du projet avec la déclaration commune sur la solidarité énergétique

La déclaration commune d'Emmanuel MACRON et d'Olaf SCHOLZ sur la solidarité énergétique souligne le rôle important de l'hydrogène pour atteindre la neutralité climatique, et évoque l'importance de développer des infrastructures transnationales et la nécessité d'une coopération européenne/régionale à ce sujet.

Le projet CarlHYng porté en collaboration avec l'industriel allemand SIEMENS ENERGY s'aligne sur cette déclaration.

Les chiffres clés du projet

La capacité de production d'hydrogène attendue :



PRODUCTION

17 kt d'hydrogène renouvelable et bas-carbone par an et par unité, soit à terme,

51 kt d'hydrogène par an

450 M€
d'investissement

20 à 40
emplois directs créés

0 émission de CO₂
ou de **particules fines**

13 367 kt de CO₂
évités sur **30 ans**

Présentation du maître d'ouvrage, VERSO ENERGY, et des co-maîtres d'ouvrage, RTE et GRTgaz

VERSO ENERGY

La société VERSO ENERGY a été créée en 2021 à l'initiative de Xavier Caïtuoli et Antoine Huard, à partir d'un constat partagé : les modèles énergétiques sur lesquels repose notre économie doivent être adaptés pour accompagner la transition énergétique et poser les fondements d'une économie nouvelle fondée sur :

- l'abondance de sources d'énergies propres ;
- une architecture du réseau électrique plus décentralisée et résiliente ;
- l'hydrogène comme combustible décarboné, afin de s'affranchir de la dépendance aux énergies fossiles.

Les solutions techniques pour rendre possible un mix énergétique décarboné sont connues – reste à relever le défi de la rapidité et l'envergure de leur déploiement pour respecter la feuille de route de la lutte contre le dérèglement climatique.

VERSO ENERGY s'attache à déployer ces solutions en mobilisant son expertise et ses capacités financières :



RENOUVELABLES

— PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

Verso Energy développe et finance des parcs essentiellement solaires, équipés de capacités de stockage pour les opérer ensuite afin de produire de l'électricité renouvelable adaptée aux besoins du réseau, des clients ou des actifs de production d'hydrogène développés par ailleurs.



HYDROGÈNE

— PRODUCTION D'HYDROGÈNE RENOUVELABLE ET BAS-CARBONE

Verso Energy développe et finance des projets de production d'hydrogène à partir d'électricité renouvelable et bas-carbone, provenant de ses actifs solaires et du mix énergétique français. Une fois les projets en phase d'exploitation, l'hydrogène desservira les besoins industriels et de mobilité, ainsi que la production de carburants de synthèse. Verso Energy s'engage comme maître d'ouvrage dans ses projets de production, distribution, stockage et consommation d'hydrogène décarboné.



STOCKAGE

— STOCKAGE ET FLEXIBILITÉ

Verso Energy développe, finance et opère des projets de stockage d'électricité pour répondre aux besoins des gestionnaires de réseaux électriques et ainsi contribuer à l'intégration des énergies renouvelables dans ces réseaux.

Verso Energy finance, installe et opère également des projets de stockage chez ses clients industriels, afin de leur offrir une solution d'effacement* plus performante tout en œuvrant à la réduction de l'empreinte carbone du mix électrique*.

La stratégie de développement de VERSO ENERGY repose sur la gestion de l'énergie depuis sa production, grâce à la sécurisation foncière des sites dédiés et la réservation de capacité sur le réseau électrique, jusqu'à sa commercialisation sous forme d'électron, ou de molécule d'hydrogène après conversion par électrolyse, à des partenaires industriels et de la mobilité.

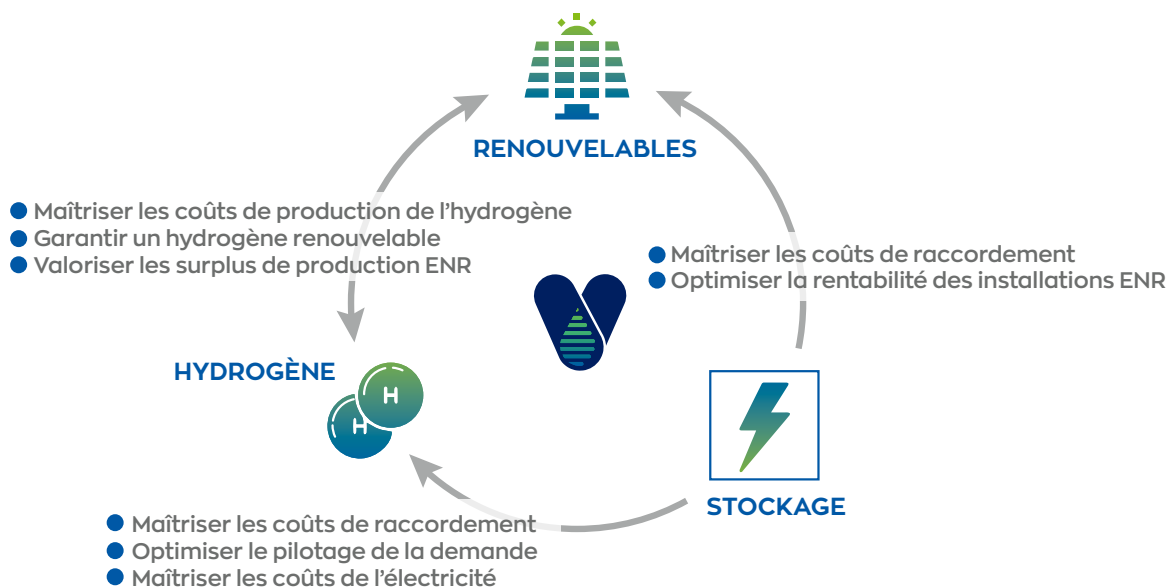


Figure 2 - Proposition de valeur de VERSO ENERGY.

Verso Energy développe des algorithmes innovants afin de créer des synergies entre les installations et les optimiser pour rendre possible un mix énergétique décarboné et compétitif avec une forte proportion d'énergies renouvelables.

VERSO ENERGY développe des écosystèmes énergétiques sur l'ensemble du territoire français et optimise les flux d'énergie entre les installations de son portefeuille afin de fournir chacun de ses clients avec l'énergie souhaitée dans les délais requis et à des coûts compétitifs.

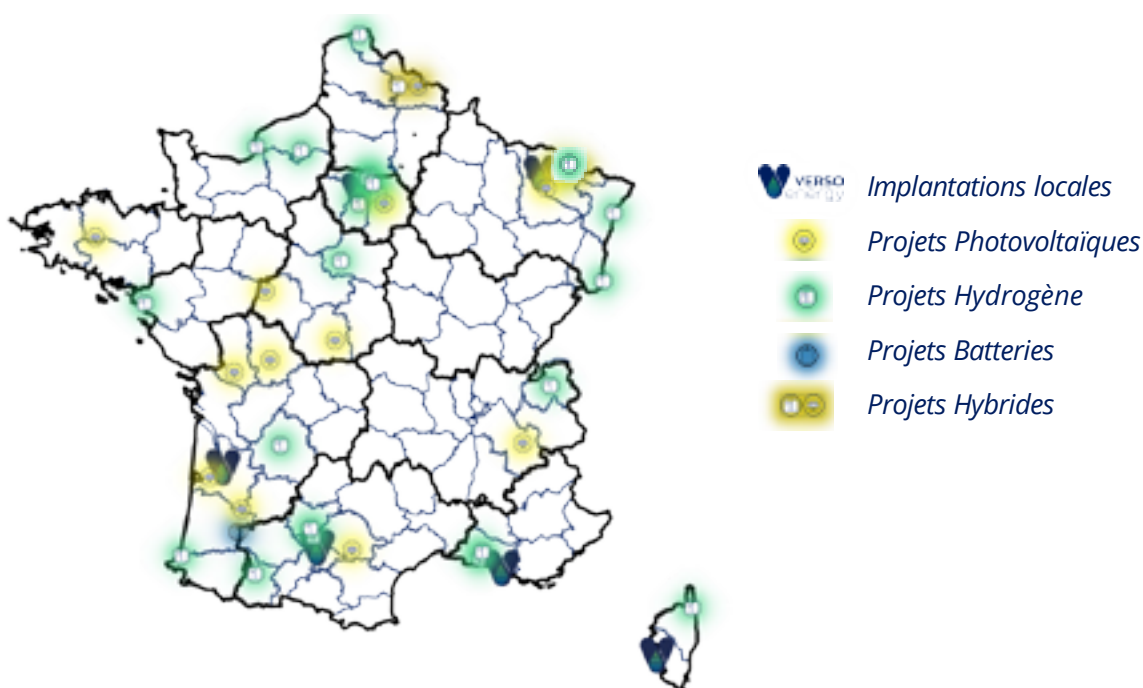


Figure 3 - Répartition nationale des projets en développement

Les actionnaires de VERSO ENERGY

VERSO ENERGY a été financée dans un premier temps pour l'essentiel par ses fondateurs :


- Xavier Caïtucoli – également cofondateur de l'entreprise Direct Énergie, rachetée en 2018 par TotalEnergies – via son fonds d'investissement CRESCENDIX,

crescendix

- Antoine Huard, ex-Directeur du Développement de la Générale du Solaire.


Depuis la levée de fonds de 50 millions d'euros réalisée par VERSO ENERGY en janvier 2023⁵, l'entreprise a vu s'étendre son actionnariat aux sociétés suivantes pour 32,1 % des parts :

-  **EIFFEL** Eiffel Investment Group, gérant d'actifs indépendant, spécialiste du financement des entreprises, s'engage à long terme aux côtés des entreprises pour financer leur croissance à travers quatre stratégies : la dette privée, les infrastructures de la transition énergétique, le « private equity » (capital-risque* ou capital-investissement) et les actions et crédits cotés. Sa mission est d'investir pour un monde durable, en développant des stratégies d'investissement générant des impacts positifs sur l'environnement et la société. Il accompagne les entreprises financées dans leur transition environnementale et sociale. Présent en Europe et aux États-Unis, Eiffel Investment Group est détenu par son équipe et par Impala, acteur majeur dans le domaine de la transition énergétique.

-  **AMS** **AMS Capital** : société de capital-risque française, filiale d'AMS INDUSTRIES, ayant essentiellement pour objet d'investir, directement ou indirectement, dans des sociétés non cotées notamment dans le secteur de l'énergie.

Les partenaires du projet CarlHYng

Compte tenu du contexte franco-allemand à l'origine du projet CarlHYng – proximité géographique de l'Allemagne, déploiement du réseau hydrogène MosaHYc le long de la frontière et présence d'industriels transfrontaliers souhaitant décarboner leur production – VERSO ENERGY a souhaité que le projet CarlHYng revête une dimension franco-allemande également via le choix de ses partenaires :

 **SIEMENS ENERGY**⁶, industriel et fabricant allemand d'envergure internationale, aura la charge de la conception, la fourniture, l'installation et la mise en service des unités de production d'hydrogène. L'entreprise sera également en charge de la fabrication et de la fourniture des électrolyseurs de technologie PEM* (pour « Proton Exchange Membrane », membrane échangeuse de protons) du projet et assurera le pilotage de l'exploitation et de la maintenance des infrastructures du site.

 **Le groupe TELLOS**⁷, entreprise familiale ancrée localement. Elle développera les infrastructures réseaux et interviendra sur les travaux de construction ainsi que l'exploitation et la maintenance du site. Le groupe TELLOS est par ailleurs propriétaire de l'emprise foncière nécessaire au projet.

5. <https://verso.energy/2023/01/12/verso-energy-annonce-le-succes-dune-levée-de-fonds-de-50-millions-deuros-afin-daccellerer-son-developpement-dans-lelectricite-renouvelable-et-lhydrogene-ver/>

6. <https://www.siemens-energy.com/global/en.html>

7. <https://TELLOS.fr/>

RTE, en charge du raccordement électrique au réseau public de transport d'électricité

RTE, gestionnaire du Réseau de Transport d'Électricité français, assure une mission de service public : garantir l'alimentation en électricité à tout moment et avec la même qualité de service sur le territoire national grâce à la mobilisation de ses 9 500 salariés.

RTE gère en temps réel les flux électriques et l'équilibre entre la production et la consommation. RTE maintient et développe le réseau haute et très haute tension (de 63 000 à 400 000 volts) qui compte près de 100 000 kilomètres de lignes aériennes, 7000 kilomètres de lignes souterraines, 2900 postes électriques en exploitation ou co-exploitation et 51 lignes transfrontalières.

Le réseau français, qui est le plus étendu d'Europe, est interconnecté avec 33 autres pays.

En tant qu'opérateur industriel neutre et indépendant, RTE optimise et transforme son réseau pour rendre possible la transition énergétique quels que soient les choix énergétiques futurs. En particulier, dans le cadre de l'accès au réseau, RTE est amené à assurer le raccordement des nouveaux clients, dans les conditions fixées notamment par le code de l'énergie et sous le contrôle de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE).

Enfin, RTE, par son expertise et ses rapports, éclaire les choix des pouvoirs publics.

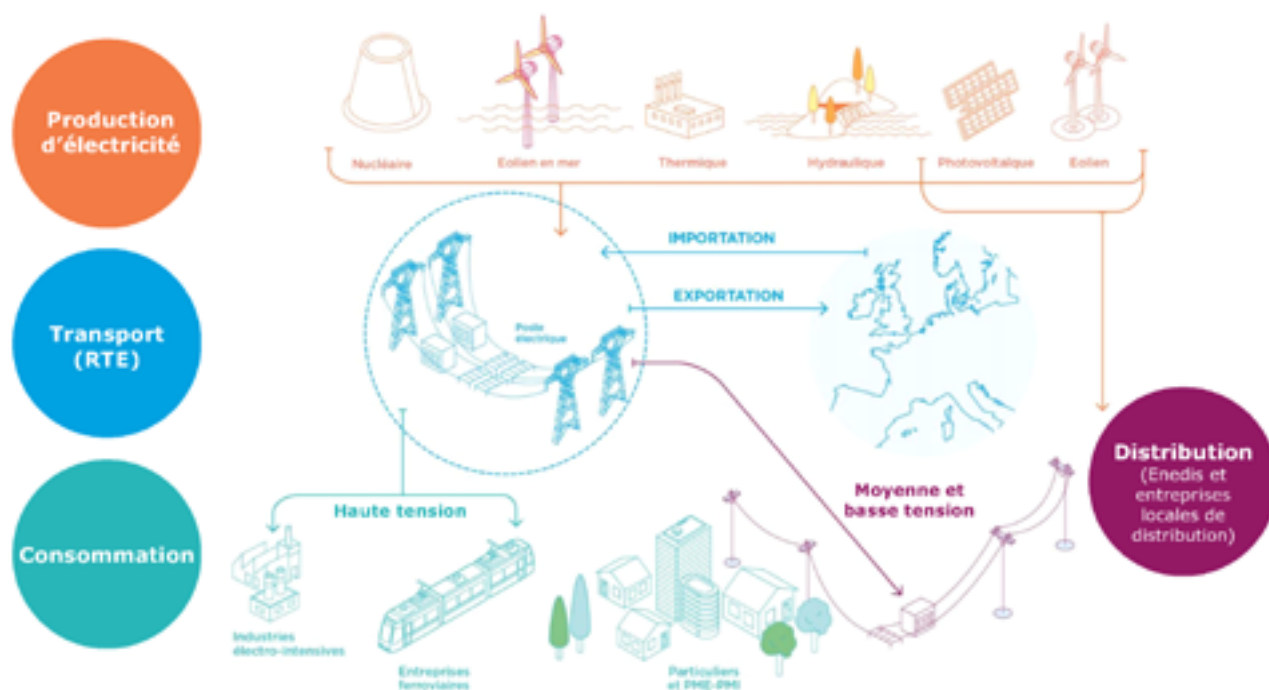


Figure 4 - La position de RTE au sein du paysage électrique (RTE, 2022)

GRTgaz, en charge du raccordement à MosaHYc

GRTgaz, Gestionnaire du Réseau de Transport de gaz, assure des missions de service public visant à garantir la continuité d'acheminement du gaz naturel. L'entreprise exporte ses savoir-faire à l'international, notamment grâce aux prestations développées par son centre de recherche RICE (Research & Innovation Center for Energy).

GRTgaz exploite des installations d'interconnexions et de compression permettant de diriger et d'optimiser les flux et pressions de gaz sur son réseau.

GRTgaz est un leader européen du transport de gaz et un expert mondial des systèmes gaziers. En France, l'entreprise exploite plus de 32 500 km de canalisations enterrées pour transporter le gaz des fournisseurs vers les consommateurs raccordés à son réseau :

gestionnaires des distributions publiques qui desservent les communes, centrales de production d'électricité, biométhane et sites industriels.

Acteur de la transition énergétique, GRTgaz investit dans des solutions innovantes pour accueillir sur son réseau un maximum de gaz renouvelables, pour développer des réseaux d'hydrogène et de CO₂, et soutenir ces nouvelles filières pour contribuer ainsi à l'atteinte de la neutralité carbone.

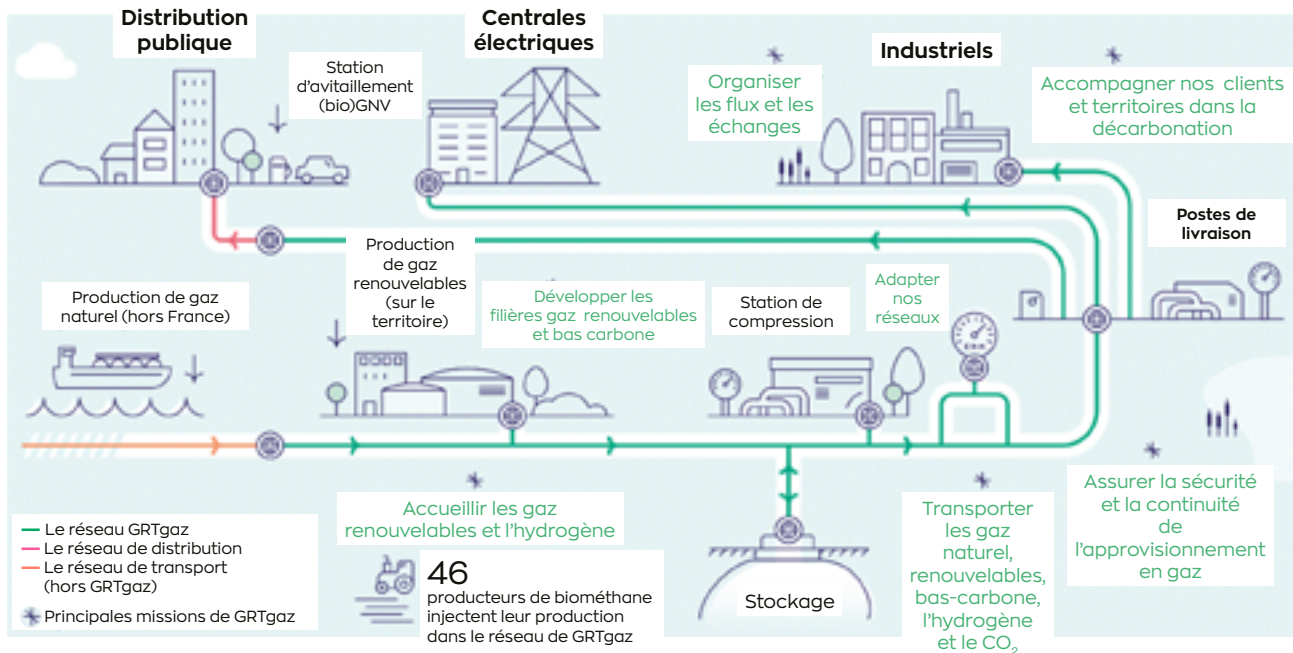


Figure 5 - Le rôle du transporteur de gaz



1.

**Une concertation
préalable
avec garants, sous
l'égide de la CNDP**



1.1 À quoi sert une concertation préalable ?

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 nouvelles études 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 CarlHYng, dont le montant est supérieur à 300 millions d'euros mais inférieur à 600 millions d'euros, la concertation préalable est optionnelle. Afin d'être accompagnés dans l'organisation de cette démarche de dialogue, VERSO ENERGY, RTE et GRTgaz, ont choisi, selon les modalités des articles L. 121-8-II et R. 121-3 du code de l'environnement, de saisir en juin 2023 la Commission nationale du débat public (CNDP)⁸. La CNDP a ensuite décidé de l'organisation d'une concertation préalable autour du projet⁹ et désigné le 6 juillet 2023 deux garants, **Madame Valérie Trommetter et Monsieur Luc Martin**.



8. Des avis de projet ont également été publiés dans un journal local (Le Républicain Lorrain, le 5 juillet) et dans un journal national (Les Echos, le 30 juin).

9. <https://www.debatpublic.fr/projet-carlhyng-de-production-dhydrogene-renouvelable-et-bas-carbone-carling-4425>.

Où se situe la concertation dans le développement d'un projet ?

Une concertation s'articule en deux phases principales, de la genèse d'un projet jusqu'à la réalisation des travaux :

- **La phase de participation amont, qui s'étend de la saisine de la CNDP par le porteur de projet jusqu'à l'instruction administrative des demandes d'autorisation.** La première phase de participation du public, aussi appelée concertation préalable, a lieu bien avant la réalisation du projet, au stade des études de faisabilité. Elle vise à définir l'opportunité du projet, en tenant compte de l'avis du public. À l'issue de cette concertation préalable, le maître d'ouvrage peut décider de poursuivre ou d'arrêter son projet. S'il le poursuit, le projet entre dans la phase d'optimisation, pendant laquelle sont réalisées les études approfondies (notamment l'étude d'impact) et l'instruction administrative des demandes d'autorisation. Pendant ce temps, l'information et la participation du public se poursuivent sous l'égide des garants.
- **La phase de participation aval, de l'enquête publique à la réalisation des travaux.** À ce stade, le public est invité à participer par voie électronique. Cette consultation porte sur un dossier finalisé (projet prêt à être approuvé ou autorisé) et permet d'améliorer et de faire encore évoluer celui-ci. Dès que les autorisations administratives sont obtenues, le maître d'ouvrage peut lancer les travaux. La CNDP continue de veiller à l'information du public pendant leur réalisation.

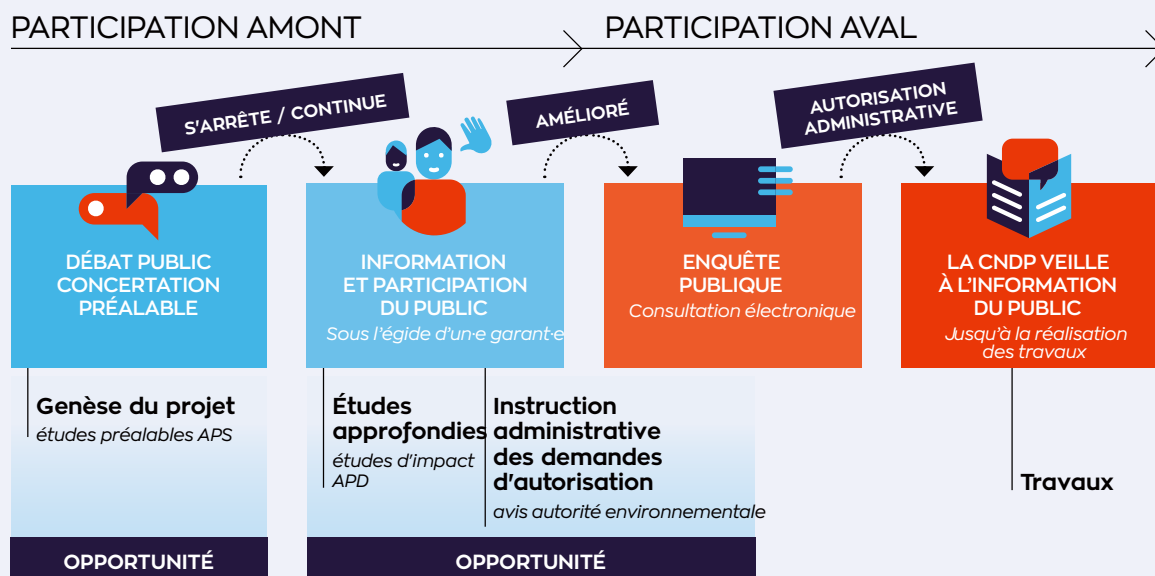


Figure 6 - Les étapes de la concertation (CNDP)

1.2 Les caractéristiques d'une concertation sous l'égide de la CNDP avec garants

Les garants de la concertation préalable assurent le bon déroulement. Dans le respect des principes de la CNDP, ils 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... Ils 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.

Ils 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 garants rédigent un **bilan** dans lequel ils consignent l'ensemble des avis et arguments exprimés. Ce bilan est rendu public.

Les garants de la concertation du projet CarlHYng, Madame Valérie Trommetter et Monsieur Luc Martin, **sont indépendants du maître d'ouvrage et dans une position de neutralité à l'égard du projet.**

1.3 Le périmètre de la concertation autour du projet CarlHYng

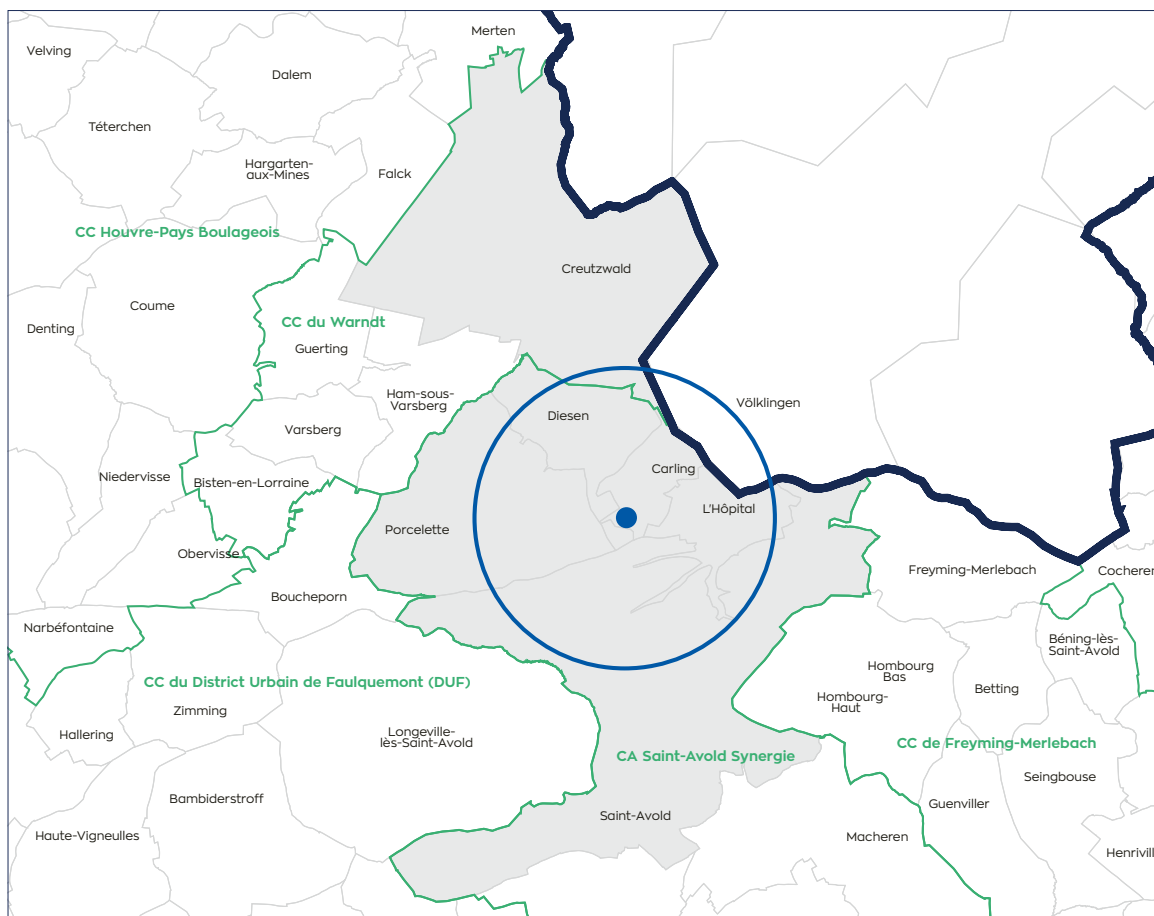


Figure 7 - Périmètre de concertation autour de CarlHYng (cercle bleu) et communes concernées par la concertation (en vert).

Le périmètre envisagé vise à intégrer toutes les communes situées à moins de 3 kilomètres du site d'implantation (cercle bleu de la figure 7 page précédente). Les collectivités locales suivantes sont concernées :

- les communes de : Carling, L'Hôpital, Saint-Avold, Porcelette, Diesen et Creutzwald ;
- les deux EPCI (Établissements Publics de Coopération Intercommunale) du périmètre : la Communauté d'Agglomération de Saint-Avold Synergie et la Communauté de Communes du Warndt.

1.4 Les attentes des maîtres d'ouvrage pour la concertation

Les équipes de VERSO ENERGY et les co-maîtres d'ouvrage associés souhaitent, à l'occasion de cette séquence amont de participation du public, présenter aux parties prenantes locales et au grand public les enjeux, les caractéristiques et les effets du projet CarlHYng.

En accord avec les stratégies nationale et européenne, CarlHYng peut contribuer à un nouvel élan industriel pour le territoire, celui d'une industrie décarbonée et innovante, s'appuyant sur l'hydrogène en lieu et place des énergies fossiles. Les acteurs de l'industrie lourde, très présents dans la Grande Région, sont demandeurs de solutions de décarbonation de leurs procédés.

Le projet présente également des enjeux environnementaux, notamment liés à la consommation d'eau et d'électricité, et des enjeux relatifs aux risques industriels. VERSO ENERGY apportera au public toute l'information disponible à ce stade des études sur ces thématiques.

Le maître d'ouvrage et ses co-maîtres d'ouvrage souhaitent mener cette démarche de concertation dans le but de bâtir avec le public un projet d'avenir pour le territoire, porteur de croissance et de rayonnement. Cet objectif passera par des discussions approfondies autour des thématiques de l'emploi, du développement économique et de la vie locale, des partenariats possibles avec le monde scolaire et universitaire, de l'intégration paysagère, de la gestion du chantier et de l'information des populations.

1.5 Les modalités : comment vous informer et vous exprimer ?

La concertation préalable se déroule du lundi 23 octobre au lundi 18 décembre inclus. Un dispositif d'annonce et d'information est déployé sur les communes présentes dans le périmètre de la concertation : Carling, L'Hôpital, Saint-Avold, Porcelette, Diesen et Creutzwald. Plusieurs modalités d'échanges sont proposées et des outils d'expression sont mis à votre disposition pour vous permettre de vous exprimer et recueillir votre avis.

Pour vous 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, les solutions alternatives envisagées, un aperçu de ses incidences potentielles sur l'environnement et le niveau de risque qu'il générera.

— **Le dépliant d'information** : ce document permet d'apporter une information brève sur le projet, d'expliquer la concertation préalable et d'annoncer les rencontres publiques. Il permet aussi le recueil d'avis via **un coupon T** (pré-affranchi). Le dépliant est distribué par La Poste dans toutes les boîtes aux lettres du périmètre de la concertation.

Des exemplaires du **dépliant**, et du **dossier de concertation** sont mis à disposition de toutes les communes du périmètre ainsi qu'aux deux intercommunalités. Ces documents sont également disponibles à l'attention des participants lors des rencontres publiques (réunions, ateliers, rencontres de proximité, etc.) et téléchargeables sur le site internet de la concertation.

— **Les panneaux d'exposition** : Il s'agit de kakémonos déployés lors des rencontres publiques, et notamment lors des rencontres de proximité, afin d'offrir une rapide vue d'ensemble de l'objet de la concertation.

— **Le site internet dédié à la concertation** (concertation-carlhyng.eu) : le site internet permettra au public de prendre connaissance du projet et d'accéder à tous les supports de communication, comme le dossier de concertation ou les présentations diffusées lors des rencontres publiques. Cet outil comporte :

- des actualités sur la concertation,
- une présentation du contexte, des objectifs et des caractéristiques du projet,
- les documents de référence et études,
- les présentations et comptes rendus des rencontres publiques,
- un formulaire de dépôt de contributions ou de question (avec pièce jointe si besoin),
- les réponses du maître d'ouvrage aux différentes questions du public,
- les cahiers d'acteurs.

Focus sur l'information transfrontalière

Le dépliant de la concertation et le site internet ont été traduits en allemand, et officiellement communiqués aux autorités allemandes avant le lancement de la concertation préalable : commune de Völklingen, duLand de Sarre, ministère de l'Environnement et associations environnementales sur le secteur.

Pour vous exprimer

Les rencontres publiques vous permettent de poser des questions et d'exprimer des avis, remarques et sur les thématiques abordées.

Les comptes rendus des réunions sont systématiquement mis en ligne, de même que les présentations diffusées en séances.

NB : le terme « rencontres publiques » désigne les réunions publiques, les ateliers, les rencontres de proximité et toute autre modalité d'échange entre le maître d'ouvrage et les publics.

Les réunions publiques sont ouvertes à tous sans inscription.

Une personne parlant allemand sera présente lors de chacune des réunions pour répondre aux interventions du public germanophone.

Au-delà des rencontres publiques et de proximité, le public pourra s'exprimer au moyen :

- **des coupons T attachés au dépliant**,
- **du formulaire de dépôt d'observations, de questions et/ou de cahiers d'acteurs** sur le site internet de la concertation,
- **du registre papier** mis à disposition en mairie de Carling.

Les avis et questions reçus via les coupons T seront retranscrits sur le site internet de la concertation préalable.

Les garants pourront également être contactés aux coordonnées indiquées en page 7.

Calendrier et thématiques des réunions et ateliers

LES RENDEZ-VOUS DE LA CONCERTATION

PARTICIPEZ AUX RENCONTRES PUBLIQUES !

Mercredi 25 octobre

RÉUNION PUBLIQUE D'OUVERTURE

Salle des Fêtes de Carling, 18h30

Mardi 14 novembre

RÉUNION PUBLIQUE THÉMATIQUE

« L'hydrogène, vecteur de transition écologique et énergétique du territoire »

Salle Truffaut au Centre culturel Pierre Messmer de Saint-Avold, 18h30

Mercredi 22 novembre

ATELIER D'APPROFONDISSEMENT

« Comment le projet s'intègre dans le territoire : emploi-formation, maîtrise des risques industriels et des effets sur l'environnement, intégration paysagère... »

Salle Patrimoine au Centre culturel Pierre Messmer de Saint-Avold, 18h30

Jeudi 7 décembre

RÉUNION PUBLIQUE DE SYNTHÈSE

Salle des Fêtes de Carling, 18h30

NOUS VENONS AUSSI À VOTRE RENCONTRE :



Jeudi 26 octobre / Marché de Creutzwald

Mercredi 8 novembre / Marché de Völklingen

Vendredi 10 novembre / Marché de Saint-Avold

Les suites de la concertation

Le bilan des garants 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 garants et de toutes les observations émises au cours de la concertation que VERSO ENERGY statuera sur la poursuite et les modalités de mise en œuvre du projet. C'est également sur cette base que RTE et GRTgaz se positionneront sur l'évolution

éventuelle des raccordements qu'ils assurent. Les maîtres d'ouvrage annonceront le cas échéant les mesures qu'ils jugent nécessaires de mettre en place afin de tenir compte des enseignements tirés de la concertation et des recommandations des garants.

Si la décision est prise de poursuivre le projet CarIHYng, les études détaillées et les processus d'autorisation pourront être engagés (voir 7.3 Calendrier prévisionnel).

2.

Le contexte du projet CarlHYng



L'augmentation de l'effet de serre est la cause principale du réchauffement climatique observé ces dernières décennies. Elle est induite par les émissions de gaz à effet de serre* provoquées par l'activité humaine, et en particulier par la production d'énergie issue de combustibles fossiles. Aussi, en France comme dans le reste de l'Europe, les politiques énergétiques favorisent-elles les énergies d'origine renouvelable

et les technologies sobres en émission de carbone. C'est pour cette raison que ces dernières années, l'accent a été mis (à travers le monde, via différents accords, plans, directives et lois) sur la production d'hydrogène renouvelable et/ou bas-carbone en remplacement de l'hydrogène très carboné, majoritairement utilisé dans l'industrie mondiale.

2.1 Les usages de l'hydrogène, vecteur majeur de décarbonation

L'industrie est et sera de loin le premier consommateur d'hydrogène. L'hydrogène est en effet un intrant utilisable en substitution au charbon et gaz naturel dans de nombreux procédés industriels. Le potentiel de décarbonation par la production d'hydrogène bas-carbone est particulièrement important sur les segments industriels suivants :

- dans la sidérurgie pour produire de l'acier bas-carbone ;
- dans la chimie comme réactif pour la production d'engrais décarboné ou de nylon bas-carbone ;
- dans le raffinage, essentiellement pour désulfurer les carburants ;
- pour la production de carburants de synthèse (notamment dans l'aviation et le maritime).

La mobilité sera le second consommateur massif de l'hydrogène. Son emploi comme vecteur énergétique dans les transports est amené à croître et à se généraliser (mobilité routière lourde et intensive, train pour les tronçons non électrifiés, navires et à plus long terme l'aéronautique), là où la technologie batteries est peu attractive pour des raisons de poids, de densité énergétique ou de coût.



2.2 Les enjeux de la production de l'hydrogène

Le dihydrogène H₂, plus communément désigné par « hydrogène »¹⁰ à l'état naturel étant rare sur Terre¹¹, il est produit après mise en œuvre d'un procédé industriel.

La méthode de production la plus utilisée dans le monde est le vaporeformage* d'hydrocarbures, qui consiste à produire de l'hydrogène en présence de vapeur d'eau H₂O et d'hydrocarbures (on utilise surtout du méthane CH₄), en chauffant le gaz utilisé à une température extrêmement élevée. L'équation de réaction simplifiée est :

$$2 \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 \rightarrow 4 \text{H}_2 + \text{CO}_2$$

Cette méthode éprouvée est cependant fortement émettrice de gaz à effets de serre : pour une tonne d'hydrogène produite, environ 10 tonnes de CO₂ sont générées. Cet hydrogène sera donc qualifié de « carboné ».

La méthode de production d'hydrogène retenue par VERSO ENERGY est celle de l'électrolyse* de l'eau, qui consiste en une réaction chimique, connue et utilisée depuis le 19^e siècle, permettant, sous l'effet d'un courant électrique, de décomposer l'eau H₂O en deux gaz : le dihydrogène H₂ et le dioxygène O₂. La réaction simplifiée est :

$$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2.$$

Les différents procédés de fabrication de l'hydrogène sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

	Procédé de fabrication	Énergie primaire utilisée ou source de l'électricité employée	Empreinte carbone	Terminologie de l'hydrogène produit
Production via biomasse	Thermolyse	Biomasse	Basse : (< 3 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Renouvelable
	Vaporeformage*	Biométhane	Basse : (< 3 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Renouvelable
Production via l'électricité	Électrolyse de l'eau*	Solaire, éolienne, hydroélectricité	Minimale : (< 2 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Renouvelable
		Nucléaire	Minimale : (< 2 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Bas-carbone
		Réseau électrique (FR)	Basse : (< 3 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Bas-carbone
Production via les énergies fossiles	Vaporeformage* Gazéification	Gaz naturel, charbon + CCUS*	Basse : (< 3 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Bas-carbone
	Pyrolyse	Gaz naturel	Basse : (< 3 kg CO ₂ eq/kgH ₂) + Noir de carbone (coproduit)	/
	Vaporeformage*		Élevée : (~11 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Carboné
	Gazéification	Lignite	Très élevée : (>20 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Carboné
		Charbon bitumineux	Très élevée : (>20 kg CO ₂ eq/kgH ₂)	Carboné

Tableau 1 - Procédés de fabrication d'hydrogène. Source : France Hydrogène*

À noter : Dans le cas de l'électrolyse, la qualification de l'hydrogène - renouvelable et/ ou bas-carbone - est le reflet de la composition de l'électricité alimentant les électrolyseurs.

10. Dans le dossier, dès qu'il est question d'« hydrogène », il sera en fait mention du gaz dihydrogène H₂ et non de l'atome d'hydrogène H seul que l'on retrouve pour sa part en abondance sur Terre combiné à d'autres atomes (ex. combinés avec un atome d'oxygène O, il compose la molécule d'eau H₂O).

11. À noter cependant qu'un gisement a été identifié récemment dans le bassin houiller lorrain - à ce jour, la technologie pour extraire cet hydrogène n'est pas disponible. <https://lejournal.cnrs.fr/articles/un-gisement-geant-dhydrogene-en-lorraine>

Définition des différentes catégories d'hydrogène selon le code de l'énergie. Extrait de l'article L811-1¹² du code de l'énergie* modifié par LOI n°2023-175 du 10 mars 2023 - art. 81 (V)

« Au sens du présent code, est désigné comme “ hydrogène ” le gaz composé, dans une proportion déterminée par arrêté du ministre chargé de l'énergie, de molécules de dihydrogène, obtenu après mise en œuvre d'un procédé industriel.

L'hydrogène renouvelable est l'hydrogène produit soit par électrolyse en utilisant de l'électricité issue de sources d'énergies renouvelables telles que définies à l'article L. 211-2, soit par toute une autre technologie utilisant exclusivement une ou plusieurs de ces mêmes sources d'énergies renouvelables et n'entrant pas en conflit avec d'autres usages permettant leur valorisation directe. [...] Dans tous les cas, son procédé de production émet une quantité d'équivalents dioxyde de carbone inférieure ou égale au seuil de 3,38 kg CO₂eq par kg H₂ fixé par la Commission Européenne.

L'hydrogène bas-carbone est l'hydrogène dont le procédé de production engendre des émissions inférieures ou égales au seuil retenu pour la qualification d'hydrogène renouvelable, sans pouvoir, pour autant, recevoir cette dernière qualification, faute d'en remplir les autres critères (ex : électricité non renouvelable).

L'hydrogène carboné est l'hydrogène qui n'est ni renouvelable, ni bas-carbone.

L'hydrogène coproduit lors d'un procédé industriel dont la fonction n'est pas d'obtenir cet hydrogène et autoconsommé, au sens donné à ce terme à l'article L. 813-2, au sein du même processus n'est pas considéré comme de l'hydrogène bas-carbone au sens du présent code. Il n'est pas comptabilisé au titre de l'objectif de décarbonation énoncé au 10° du I de l'article L. 100-4.

La définition de l'ensemble des conditions, en particulier des seuils et procédés, nécessaires à l'application du présent article est précisée par arrêté du ministre chargé de l'énergie. »

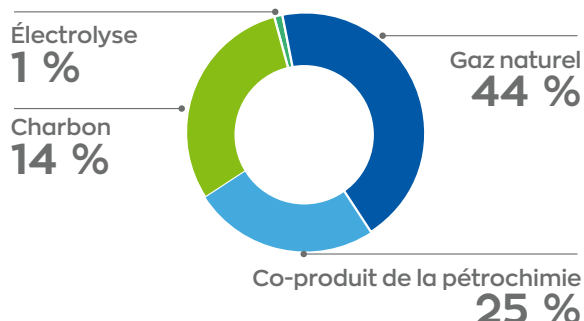
Note : il existe une autre catégorie d'hydrogène, non citée à ce jour dans le code de l'énergie, l'hydrogène natif, également appelé hydrogène naturel ou hydrogène blanc. C'est le dihydrogène présent dans la nature, par opposition au dihydrogène produit au laboratoire ou dans l'industrie.

Aujourd'hui, l'essentiel de la production mondiale d'hydrogène émet du CO₂. Environ 116 millions de tonnes d'hydrogène sont produites par an dans le monde, dont seulement 1 % provient de l'électrolyse de l'eau.

Le vaporeformage de gaz naturel est la méthode de production la plus répandue (44 % des volumes). Cette technologie a pour avantage principal sa compétitivité (entre 1 € et 2,5 € le kilogramme d'H₂). Vient ensuite la gazéification du charbon (30 % des volumes), également compétitive économiquement (entre 1,5 € et 3 € le kg) mais encore plus polluante que le vaporeformage (19 kilogrammes de CO₂ par kilogramme d'hydrogène produit contre 12 kg pour le gaz naturel). Enfin, 25 % des volumes d'hydrogène sont des co-produits de la pétrochimie (hydrogène fatal*).

12. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043154073#:~:text=L'hydrog%C3%A8ne%20bas%20Dcarbone%20est,en%20remplir%20les%20autres%20crit%C3%A8res.

Production mondiale d'hydrogène selon la matière première utilisée



Unité : % du total en volume

Figure 8 - Production mondiale d'hydrogène selon la matière première utilisée (2020).

Source : Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène

Production française d'hydrogène selon la matière première utilisée

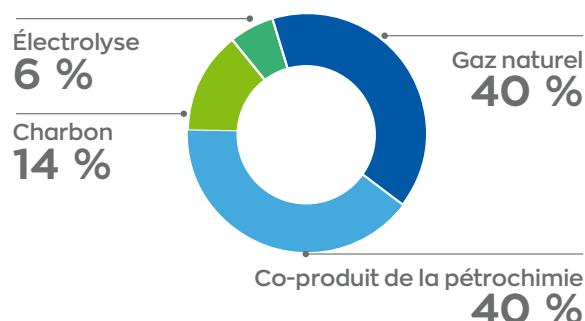


Figure 9 - Production française d'hydrogène selon la matière première utilisée (2020).

Source : Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène

En France, la part de l'électrolyse est plus importante que dans le reste du monde (6 % des volumes).

La production d'hydrogène par électrolyse de l'eau à partir d'électricité bas-carbone ou renouvelable est donc encore très peu développée, notamment parce que celle-ci est encore 3 à 6 fois plus chère que la production par vaporeformage du gaz naturel.

Néanmoins, différents facteurs pourront réduire ces coûts à l'avenir : la baisse du tarif de l'électricité renouvelable et bas-carbone liée à une production accrue, le développement de la filière hydrogène et les avancées technologiques telles que l'amélioration de l'efficacité des électrolyseurs.

La demande croissante d'hydrogène décarboné, associée aux engagements de l'Union Européenne et des différents États pour la décarbonation de l'économie, va également encourager des investissements dans ce domaine, favorisant ainsi la baisse des coûts. Des mécanismes de financement sont déjà en cours de mise en place à l'échelle européenne (Banque européenne de l'hydrogène¹³) et nationale (CfDs¹⁴ soit "Contrats pour la Différence") pour financer les infrastructures ou compenser la différence de prix avec l'hydrogène carboné.

Enfin, les politiques publiques, telles que les subventions et les incitations fiscales pour l'hydrogène renouvelable et bas-carbone, peuvent également influencer les prix en stimulant la demande et en réduisant les coûts de production.

13. <https://www.france-hydrogene.org/magazine/banque-europeenne-de-lhydrogene-demarrage-en-2023>

14. <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/propositions/deployer-lhydrogene-pour-la-decarbonation-en-europe-la>

2.3 Les engagements européens et français pour le développement de l'hydrogène

Les engagements européens

L'Accord de Paris, adopté à l'issue de la COP 21 en 2015, a donné un cadre international à l'atténuation du dérèglement climatique. Il a notamment fixé une trajectoire pour le développement et la croissance des énergies renouvelables, dans la perspective d'une réduction des gaz à effet de serre dans le monde, de 40 % en 2030 et de 80 à 95 % en 2050 par rapport aux niveaux de 1990.

Avec son Pacte vert pour l'Europe (ou "*European Green Deal*"), l'Union européenne a adopté en juillet 2020 une stratégie hydrogène pour une Europe climatiquement neutre en 2050. Dans le même temps, la plupart des pays européens ont mis en place des stratégies hydrogène nationales et de nombreuses coopérations internationales ont vu le jour pour promouvoir la filière¹⁵.

Une place grandissante de l'hydrogène renouvelable en Europe

Le 14 juillet 2021, l'ambition climatique de l'Union européenne a été revue à la hausse à travers le paquet de propositions présenté par la Commission européenne, « Fit for 55 »¹⁶. Son objectif principal est de parvenir à une réduction nette, à horizon 2030, des émissions de gaz à effet de serre de 55 % par rapport aux niveaux de 1990.

En mai 2022, le plan REPowerEU¹⁷ a été présenté pour pallier les difficultés et perturbations induites sur les marchés de l'énergie par l'invasion de l'Ukraine par la Russie. Ce plan vise à mettre un terme à la dépendance de l'Union européenne vis-à-vis des combustibles fossiles russes en favorisant notamment le déploiement des énergies renouvelables.

Le Pacte Vert pour l'Europe¹⁸

Cette stratégie sur l'hydrogène doit stimuler la production d'hydrogène décarboné en Europe, suivant une feuille de route déclinée en trois étapes :

- de 2020 à 2024, l'Union européenne soutiendra l'installation sur son territoire d'une capacité d'au moins 6 GW* d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable, avec l'objectif de produire jusqu'à 1 million de tonnes d'hydrogène décarboné ;
- de 2025 à 2030, l'hydrogène devra faire partie intégrante du système énergétique intégré de l'Union européenne, avec une capacité d'au moins 40 GW* d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable et une production allant jusqu'à 10 millions de tonnes d'hydrogène renouvelable dans l'Union européenne ;
- de 2030 à 2050, les nouveaux procédés et technologies employant l'hydrogène comme vecteur de décarbonation devraient atteindre leur maturité et être déployés à grande échelle dans tous les secteurs difficiles à décarboner.

15. Plus d'infos sur les décisions et dates-clés : <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/green-deal/timeline-european-green-deal-and-fit-for-55/>

16. <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

17. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fr

18. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr

Dans ce contexte, les États membres de l'Union européenne se sont accordés pour une révision de la directive sur les énergies renouvelables en cohérence avec les objectifs visés par le paquet « Fit for 55 » et le plan REPowerEU. Un accord provisoire entre les instances européennes sur cette directive révisée (RED III) a été conclu en mars 2023.

Cette nouvelle directive donne une place stratégique à l'hydrogène renouvelable dans la décarbonation de l'industrie avec une cible d'incorporation de celui-ci de 42 % pour 2030 et de 60 % en 2035.

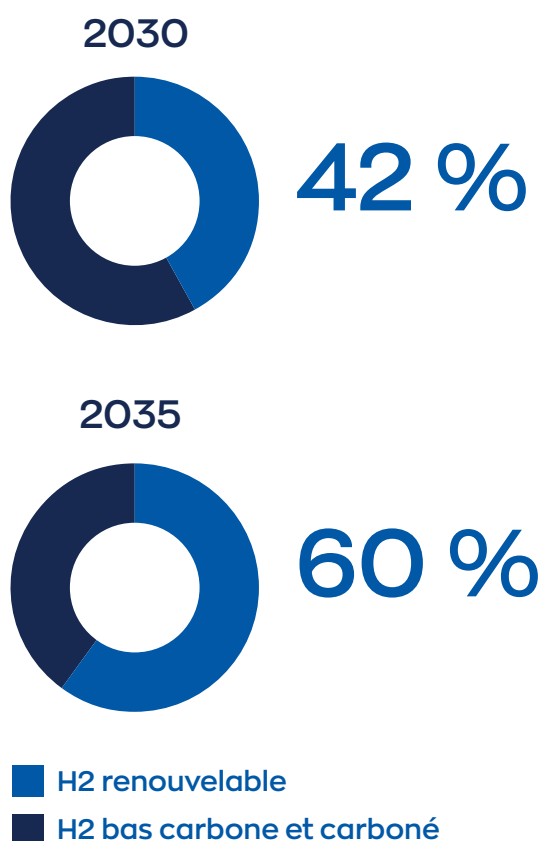


Figure 10 - Cibles d'utilisation de l'hydrogène dans l'industrie (selon la directive RED III)

Le 16 juin, cette nouvelle directive européenne (RED III) a été approuvée par le Comité des représentants permanents de l'Union européenne (COREPER). En plus des objectifs d'incorporation d'hydrogène renouvelable dans l'industrie, cette réforme réhausse les objectifs européens relatifs à la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale à 45 % pour 2030, contre 32 % auparavant. Cela implique une multiplication par deux des capacités installées d'énergies renouvelables, et notamment l'installation de plus de 100 GW de capacités éolienne et photovoltaïque par an en Europe. Les mesures d'accélération mises en place pendant la crise énergétique seront également maintenues, en particulier le processus d'autorisation de nouveaux projets d'énergies renouvelables dans certaines zones ne devra pas dépasser 12 mois¹⁹.

Les engagements français : lois et stratégies

La France s'est également engagée résolument dans la décarbonation de son économie pour atteindre la neutralité carbone à horizon 2050. Pour permettre cela, des objectifs, des feuilles de route et des lois ont été définis par le gouvernement français :

La Stratégie française pour l'énergie et le climat²⁰ publiée le 23 avril 2020, constitue la feuille de route collective et actualisée pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et pour assurer l'adaptation de notre société aux impacts du changement climatique. Elle comprend trois volets :

19. <https://energie-fr-de.eu/fr/systemes-marches/actualites/lecteur/adoption-de-la-directive-europeenne-pour-les-enr-red-iii-en-coreper.html>

20. <https://www.ecologie.gouv.fr/publication-strategie-francaise-lenergie-et-climat-france-confirme-engagement-vers-societe-neutre-en#:~:text=Ce%20texte%20pr%C3%A9voit%20notamment%20la,d'%C3%A9nergies%20fossiles%20en%202030.>

— **1. La loi de programmation sur l'énergie et le climat (LPEC)²¹**, qui définit les objectifs et les priorités d'action de la politique énergétique nationale pour répondre à l'urgence écologique et climatique, parmi lesquels les objectifs de :

- réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030,
- réduction de la consommation énergétique finale (-20 % en 2030) et en particulier de la consommation d'énergies fossiles (-40 % en 2030),
- accélération de l'augmentation de la part des énergies renouvelables à 33 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030,
- développement de l'hydrogène renouvelable et bas-carbone,
- diversification du mix de production d'électricité en réduisant notamment la part du nucléaire à 50 % à l'horizon 2035.

— **2. La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC)²²**, donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable afin d'atteindre les objectifs définis par la loi LPEC. Elle définit une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 et fixe des objectifs à court-moyen termes : les budgets carbone. Elle a deux ambitions : atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français.

La France avait été l'un des premiers pays à fixer par la loi cet objectif de neutralité carbone, aujourd'hui partagé au niveau européen au travers du Pacte Vert porté par la Commission européenne.

La SNBC-3 sera adoptée avant la fin de l'année 2023

Le nouvel objectif de réduction d'émissions au secteur de l'industrie manufacturière sera inscrit dans la prochaine Stratégie Nationale Bas-carbone (la SNBC-3 doit être adoptée avant décembre 2023), après concertation avec l'ensemble des filières industrielles.

En cas de maintien du rythme annuel moyen de réduction des émissions de GES observé depuis 2015 (environ - 1,2 % par an), la baisse totale des émissions atteinte en 2030 par rapport à 2015 pourrait s'élever à - 17 %, soit un peu moins de la moitié de l'objectif de - 35 % fixé par la SNBC-2. Le rythme actuel de décarbonation ne suffira donc pas à assurer l'atteinte des objectifs en la matière.

— **3. La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)²³**, fixe les priorités d'actions des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie afin d'atteindre les objectifs fixés par la loi LPEC en cohérence avec la Stratégie nationale bas-carbone. Elle fixe ainsi le cap et les mesures opérationnelles pour toutes les filières énergétiques qui constitueront, de manière complémentaire, le mix-énergétique français de demain. La PPE porte sur deux périodes successives de 5 ans. La PPE 3 (2024-2033) sera votée d'ici la fin de l'année.

21. <https://outil2amenagement.cerema.fr/la-loi-de-programmation-sur-l-energie-et-le-climat-r1626.html#:~:text=En%20quelques%20phrases%20%3A-,La%20loi%20de%20programmation%20sur%20l'%C3%A9nergie%20et%20le%20climat,puis%20tous%20les%20cinq%20ans.>

22. <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

23. <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe#:~:text=La%20PPE%20comporte%20une%20%C3%A9tude,objectifs%20quantitatifs%20de%20la%20programmation.>

Répondre à l'objectif de la loi LPEC de porter à 33 % la part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2030

Pour y parvenir, la PPE décline les objectifs généraux et les mesures par énergie renouvelable :

- augmenter les capacités de production d'électricité renouvelable en attribuant 1 GW d'éolien en mer par an dès 2024, en multipliant par 3 la puissance installée de photovoltaïque d'ici 2028 (passer d'environ 15 à 45 GW) et en portant la capacité installée d'éolien à 35 GW ;
- porter la part de chaleur renouvelable à 38 % en multipliant par 5 la quantité de chaleur et de froid livrée par les réseaux ;
- porter la part de renouvelables dans les carburants à 15 % ;
- porter la part de gaz renouvelable à 10 % en 2030.

La PPE cadre également le nouveau calendrier d'appels d'offres pour les énergies renouvelables, la consolidation de l'obligation d'achat à tarif réglementé pour le gaz renouvelable, l'augmentation des aides financières pour la chaleur renouvelable (fonds chaleur de l'Ademe), etc.

La loi relative à l'accélération de la production des énergies renouvelables²⁴ publiée au Journal officiel du 10 mars 2023. C'est le volet législatif du plan d'accélération des énergies renouvelables. Elle porte une ambition claire : rattraper le retard de la France dans l'atteinte de ses objectifs de développement du renouvelable, et lui donner tous les moyens pour atteindre ses prochains objectifs qui seront encore plus ambitieux. La loi vise donc à diviser par deux le temps de déploiement des projets et revenir dans la moyenne des pays européens.

Elle s'articule autour de quatre axes :

1. Planifier avec les élus locaux le déploiement des énergies renouvelables dans les territoires,
2. Simplifier les procédures d'autorisation des projets d'énergies renouvelables,
3. Mobiliser les espaces déjà artificialisés pour le développement des énergies renouvelables,
4. Partager la valeur des projets d'énergies renouvelables avec les territoires qui les accueillent.

Le projet de loi "Industrie verte"²⁵ ayant pour objectif de faire de la France le leader des technologies vertes²⁶ nécessaires à la décarbonation, et verdir les industries existantes, a été voté en première lecture à l'Assemblée le 22 juillet 2023. Il sera remis à l'ordre du jour des députés et sénateurs en octobre 2023, en vue de son adoption définitive.

L'industrie « verte » regroupe deux grandes familles d'activités, différentes mais complémentaires :

- La création d'industries vertes d'une part, qui consiste à établir et étendre les nouvelles industries qui fournissent des biens et services permettant la décarbonation de l'économie. Parmi elles les électrolyseurs pour la production d'hydrogène, les batteries électriques, les pompes à chaleur, les biogaz et biométhane, les technologies de capture et de stockage de carbone, etc.
- La décarbonation de l'industrie existante d'autre part : elle doit permettre, indépendamment de leur secteur, taille ou emplacement, de verdir leurs opérations et les accompagner dans cette démarche.

24. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/07.02.2023_DP-ENR_vf.pdf

25. <https://www.economie.gouv.fr/industrie-verte-presentation-projet-loi#>

26. <https://librairie.ademe.fr/cadic/6532/transitions2050-infographie-s3.pdf?modal=false>

Ce projet de loi comprend 15 mesures définies autour de quatre leviers :

1. Faciliter et accélérer l'implantation de sites industriels en France,
2. Financer l'industrie verte par la mobilisation des fonds publics et privés,
3. Favoriser les entreprises vertueuses dans toutes les interventions de l'État,
4. Former aux métiers de l'industrie verte.

La Stratégie nationale hydrogène²⁷: Pour atteindre les objectifs définis par la trajectoire SNBC, l'hydrogène décarboné est une des solutions ambitionnées pour agir sur la diminution des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Le développement de l'usage de cet hydrogène permet notamment de répondre favorablement à plusieurs problématiques :

- d'un point de vue environnemental, l'hydrogène est une réponse à la décarbonation de l'industrie et des transports ;
- d'un point de vue économique, l'hydrogène permet de créer de nouvelles filières et, de ce fait, de nouveaux emplois ;
- l'usage de l'hydrogène décarboné répond aux souhaits de la France de réduire sa dépendance aux énergies d'importation ;
- l'hydrogène décarboné permettrait également à la France d'asseoir son indépendance technologique.

Dans le cadre du plan de relance, une enveloppe de 2 milliards d'euros est d'ores et déjà attribuée au développement de l'hydrogène décarboné. Au total, un financement de 7 milliards d'euros de soutien public est prévu jusqu'en 2030.

La Stratégie nationale hydrogène définie en 2020 fixe de son côté les objectifs pour développer les technologies de l'hydrogène permettant d'accélérer la transition écologique et de créer une filière industrielle dédiée à :

1. installer suffisamment d'électrolyseurs pour apporter une contribution significative à la décarbonation de l'économie. La France se fixe ainsi un objectif de 6,5 GW d'électrolyseurs installés en 2030.
2. développer les mobilités propres, en particulier pour les véhicules lourds.
3. construire en France une filière industrielle créatrice d'emplois et garante de notre maîtrise technologique, notamment en créant 50 000 à 150 000 emplois sur le territoire.

Une nouvelle version de cette stratégie devrait être présentée d'ici la fin de l'année 2023.

27. <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/strategies-d-acceleration/strategie-nationale-pour-developpement-de-l-hydrogene-decarbone-france#:~:text=L'objectif%20est%20de%20r%C3%A9duire,d'acc%C3%A9l%C3%A9ration%20%C2%AB%20hydrog%C3%A8ne%20%C2%BB>.

2.4 Carling/Saint-Avold : un territoire industriel historique

Dévolue à l'industrie depuis des décennies, la plateforme de Carling/Saint-Avold, située dans le département de la Moselle en France et à proximité de laquelle s'implanterait CarlHYng, bénéficie d'une situation géographique privilégiée, au sein de la Grande Région*, espace de coopération regroupant des territoires partenaires allemands (Sarre, Rhénanie-Palatinat), belge (Wallonie) et français (Lorraine, au sein de la Région Grand Est), ainsi que le Grand-Duché du Luxembourg. Ce territoire, principalement connu pour son passé industriel lié à l'exploitation du charbon, à la chimie lourde et à la production d'acier, s'engage aujourd'hui dans

l'industrie de demain. Au niveau de la plateforme cela se traduit déjà par la mise en place de nouveaux projets dans le domaine de la chimie verte et des énergies décarbonées (projet de centrale renouvelable et biomasse en remplacement du charbon sur le site Emile Huchet, projet de production de plastiques PET à partir de matériaux recyclés/recyclables par SUEZ, Loop Industries et SK Geo Centric, etc.).

Le projet CarlHYng, en s'installant à proximité immédiate de la plateforme, bénéficierait d'un environnement industriel dense, résolument tourné vers la transition énergétique et favorisant la venue de nouveaux projets innovants.

Carling autrefois

La région de Carling/Saint-Avold a été un important bassin houiller à partir du XIX^e siècle. L'exploitation du charbon a joué un rôle clé dans le développement économique de la région. Les mines de charbon étaient une source importante d'emplois et ont attiré une main-d'œuvre nombreuse. Cependant, avec l'épuisement progressif des gisements et la concurrence internationale, l'activité minière a connu un déclin à partir du milieu du XX^e siècle.

La région était également marquée par une industrie sidérurgique prospère. Les hauts fourneaux et les aciéries ont contribué à sa croissance économique et à la création d'emplois dans le secteur de la métallurgie. Cependant, comme pour l'industrie minière, la sidérurgie a également connu des difficultés au cours des dernières décennies en raison de la mondialisation et de la concurrence étrangère.

2.5 L'émergence d'un projet de réseau hydrogène entre la France et l'Allemagne

Le projet transfrontalier MosaHYc²⁸ (Moselle Sarre Hydrogène Conversion), porté par les opérateurs de réseaux de distribution Creos (Allemagne) et de transport GRTgaz (France), en coopération avec le groupe énergétique Encevo (Luxembourg), vise à établir un réseau de 100 km de canalisations 100 % hydrogène dans la Grande Région. 70 km de ce réseau proviendront d'infrastructures existantes de transport de gaz naturel (pour GRTgaz) et de naphta (pour CREOS Allemagne) qui seront reconverties à l'hydrogène. En France, trois tronçons de canalisations neuves, d'environ 2 km chacun, resteront à construire respectivement sur les communes de Creutzwald, Diesen et Bouzonville. Des modifications des installations de surface existantes seront également nécessaires.

Le projet MosaHYc permettra d'interconnecter Völklingen, Perl (Sarre), Bouzonville et Carling (Moselle) jusqu'à Dillingen sur le territoire allemand. L'aciérie allemande SHS (Stahl Holding Saar), ayant d'importants besoins en hydrogène, est implantée à Dillingen. La capacité du réseau pourra atteindre, en fonction de la pression de fonctionnement maximale, jusqu'à 91 000 m³/h. Sa mise en service est prévue en 2027 et, dès 2030, 60 000 tonnes d'hydrogène pourront être transportées chaque année.

Les grandes étapes de la partie française de MosaHYc portée par GRTgaz sont :

- Études de base (en cours) ;
- Information du public fin 2023 ;
- Dépôt de la demande d'autorisation de construire et d'exploitation 2^e trimestre 2024 ;
- Enquête publique 4^e trimestre 2025 ;
- Obtention de l'autorisation de construire et d'exploitation 2^e trimestre 2026 ;
- Travaux et mise en service pour fin 2027.

Grâce à MosaHYc, l'hydrogène pourrait être mis à disposition comme combustible ou source d'énergie aux secteurs de l'industrie, de la mobilité, de la reconversion en électricité et de la production de chaleur dans la Grande Région*, contribuant ainsi à ses ambitions de décarbonation.

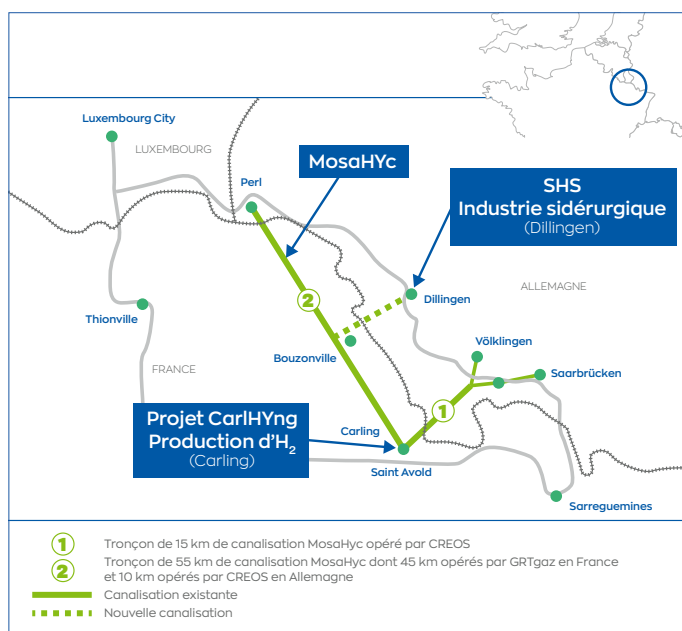


Figure 11 - Localisation du projet CarlHYng et de l'aciérie allemande SHS par rapport à la canalisation MosaHYc

28. <https://grande-region-hydrogen.eu/fr/projets/MosaHYc-francais/>

Le réseau MosaHYc s'inscrit dans la stratégie hydrogène adoptée par la Commission Européenne. De par sa forte dimension transfrontalière, il contribuera au développement d'un véritable hub régional européen d'hydrogène décarboné.

À plus long terme, le projet ouvre la voie à la pose de canalisations neuves ou à d'autres conversions de canalisations de gaz naturel au transport 100 % hydrogène et donc à l'ac-

célération du développement d'un marché de l'hydrogène en Europe. En effet, le projet a vocation à devenir le premier démonstrateur pour la dorsale européenne de l'hydrogène (European Hydrogen Backbone)²⁹.

Ce réseau de transport hydrogène pourrait atteindre 40 000 km d'ici 2040 en Europe, dont 60 % constitués de réseaux de gaz existants reconvertis, en s'étendant à plus de 21 pays.

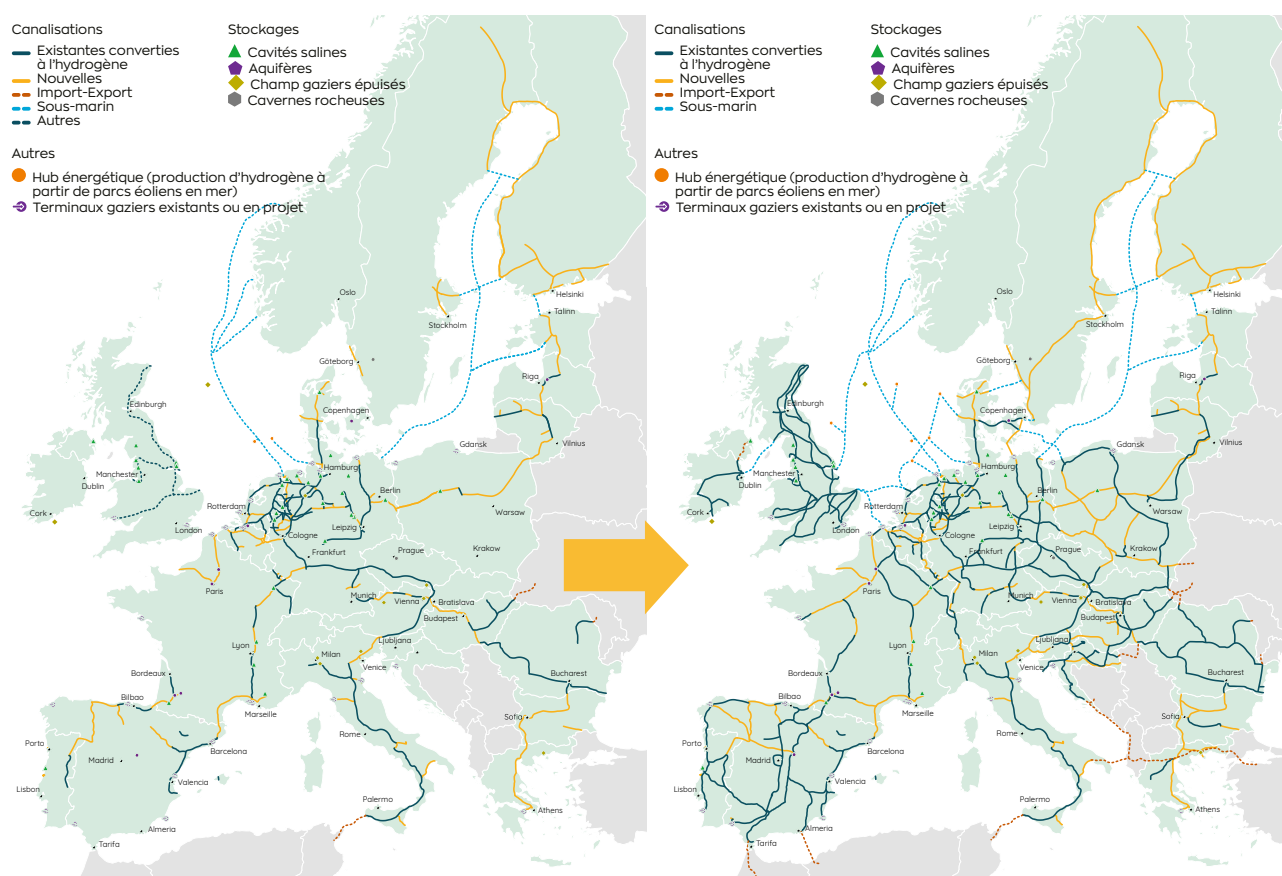


Figure 12 - prévision de la dorsale européenne de l'hydrogène en 2030 et en 2040
« European Hydrogen Backbone. A european hydrogen infrastructure vision covering 28 countries », avril 2022

CarlHYng et MosaHYc, des projets distincts

Si le projet CarlHYng pourra pleinement bénéficier de la mise en service du réseau MosaHYc, en alimentant en hydrogène les industries implantées le long de la canalisation, les deux projets relèvent pour autant de calendriers et de procédures d'études et d'autorisations distinctes.

29. <https://www.grtgaz.com/medias/communiqués-de-presse/dorsale-hydrogene-europeenne>

2.6 Les perspectives du marché de l'hydrogène dans la Grande Région

La Grande Région

Située au cœur de l'Europe, la «Grande Région» regroupe les Länder de Sarre et de Rhénanie-Palatinat en Allemagne, la Région Lorraine en France, la Région wallonne, les communautés française et flamande en Belgique et le Grand-Duché de Luxembourg.

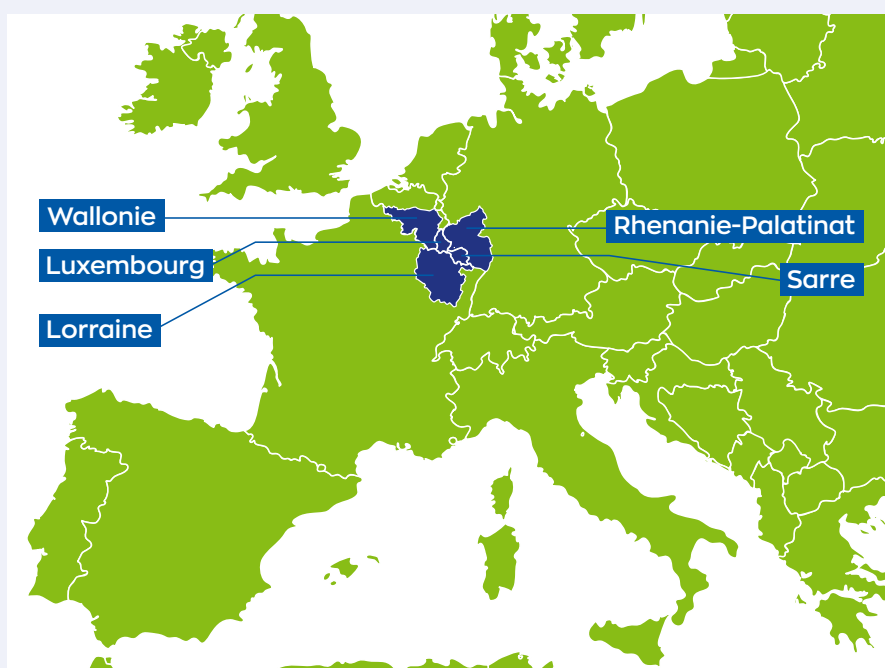


Figure 13 - Carte de la Grande Région

D'une superficie de 65 401 km², elle comprend 11,3 millions d'habitants dont 213 400 travailleurs frontaliers.

Ce territoire est à la fois marqué par une grande diversité et par des enjeux communs. Il se caractérise par un marché commun de l'emploi et une mobilité transfrontalière en constante augmentation.

Le premier sommet de la Grande Région a eu lieu en 1995, sur une initiative du premier ministre luxembourgeois et du ministre-président du Land de Sarre. Une déclaration commune, signée lors de cette rencontre, a permis d'initier un cadre de coopération en instituant l'organisation régulière des sommets de la Grande Région permettant notamment de faire le point sur les différents domaines de la coopération (économie, transports, recherche, tourisme, éducation, aménagement du territoire).

Porté par l'impulsion donnée par l'Union européenne, l'objectif est de construire un espace économique et social intégré sur ce territoire d'une superficie équivalent à deux fois la Belgique, et de développer une action plus large que la simple action locale transfrontalière³⁰.

30. <https://www.granderegion.net/Actualites/2022/Conference-ministerielle-sectorielle-industrie-Focus-sur-la-filiere-automobile-et-la-decarbonation-de-l-industrie>

Plusieurs acteurs industriels transfrontaliers sont d'ores et déjà engagés dans une démarche de décarbonation par l'hydrogène de leurs procédés : l'industriel sidérurgique allemand Stahl Holding Saar (SHS), le céramiste allemand Villeroy et Boch et certains industriels français situés à Saint-Avold.

Il sera également nécessaire à terme d'approvisionner la mobilité lourde hydrogène (poids lourds, bus, véhicules utilitaires, trains ...) dans une région transfrontalière connaissant de forts transits routiers quotidiens.

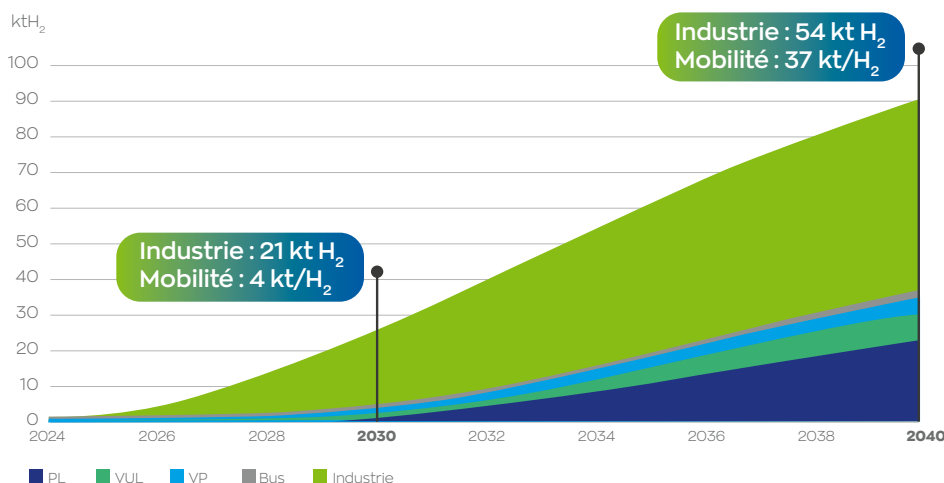
VERSO ENERGY a déjà engagé des discussions avec l'ensemble des acteurs précités et un gestionnaire local de cars pour la fourniture d'hydrogène.

À ce jour, les besoins industriels rendus publics dans la Grande Région sont de l'ordre de 62 à 77 kt d'hydrogène d'ici 2030, répartis de la façon suivante :

- 45 à 60 kt côté SHS, industriel sidérurgique allemand ;
- 1 à 2 kt côté Villeroy & Boch, céramiste allemand ;
- 1,5 à 1,7 kt d'ici 2027 puis 15 kt d'ici 2030 côté HDF Energy, gestionnaire de centrales Power-to-H₂-to-Power* (cette société a pour objectif de stocker l'hydrogène pour le convertir à la demande en électricité).

D'autres industriels sont également en train d'étudier l'intégration d'hydrogène dans leur processus et seront donc amenés à augmenter les besoins régionaux en hydrogène. Cela rejoint les projections de la région Grand Est quant à la demande en hydrogène à l'horizon 2030 de l'écosystème Thionville/Saint-Avold, qui est estimée à 21 kt d'hydrogène pour l'industrie et 4 kt d'hydrogène pour les usages liés à la mobilité.

Évolution de la demande dans l'écosystème à horizon 2030 et 2040



Répartition de la demande en 2030

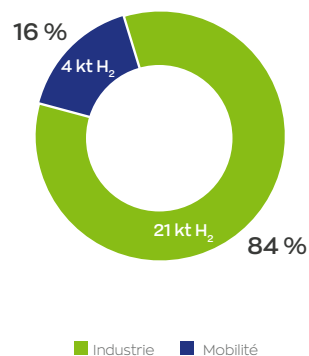


Figure 14 - Source : Région Grand Est

De plus, du côté de la région Grand Est, une stratégie Hydrogène 2020-2030³¹ est déjà à l'œuvre, déclinée selon 5 axes (voir figure ci-dessous).

Du point de vue de VERSO ENERGY, la demande du marché régional et transfrontalier identifiée à ce jour, justifie le développement d'une installation de production d'hydrogène bas-carbone stratégiquement située à Carling pour répondre à une partie des besoins.

Par ailleurs, l'importance de ceux-ci, ainsi que la volonté exprimée par certains consommateurs de diversifier leurs sources d'approvisionnements en hydrogène – notamment SHS – sont autant de facteurs favorables au développement simultané de plusieurs projets de production d'hydrogène menés par différentes entreprises dans le territoire.



Figure 15 - Les 5 axes de la stratégie hydrogène de la région Grand Est

31. <https://www.grandest.fr/wp-content/uploads/2020/12/3222-hydrogene-strategie-v8-1.pdf>

3.

Les caractéristiques du projet CarlHYng



3.1 Les objectifs du projet

CarlHYng est un projet de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, qui a pour objectif de fournir de l'hydrogène renouvelable et bas-carbone à différents industriels de la Grande Région, notamment du domaine de la sidérurgie. CarlHYng participerait également à l'approvisionnement des futures mobilités hydrogène (poids lourds, bus, véhicules utilitaires, trains...).

La capacité de production d'hydrogène attendue :

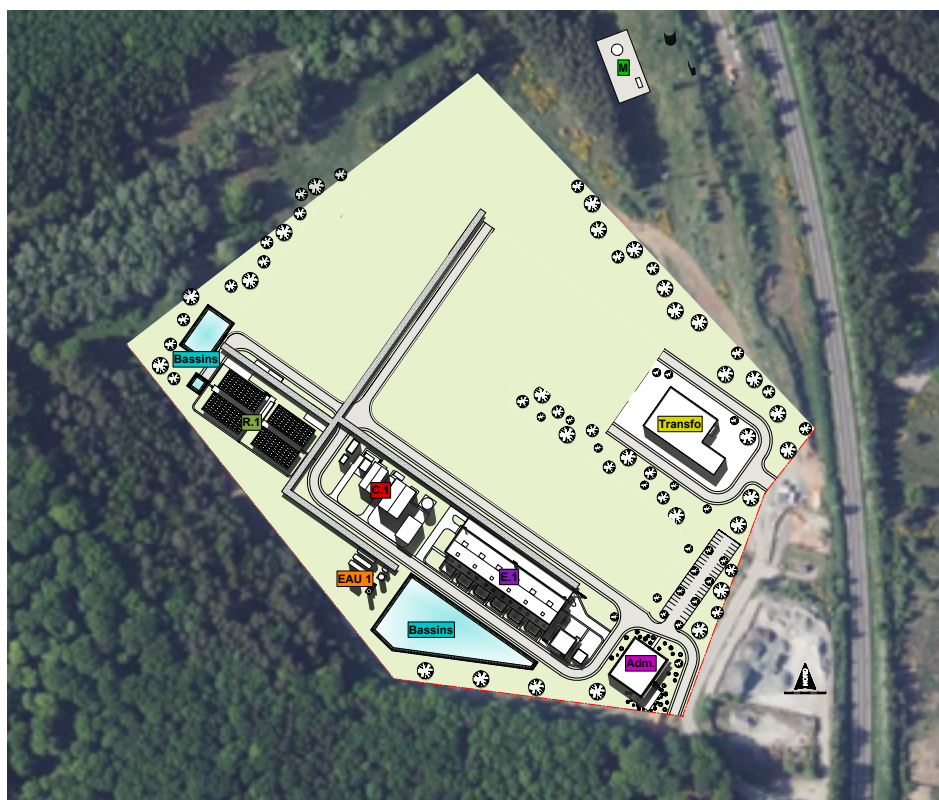


Figure 16 - Implantation de CarlHYng fin 2027- début 2028

- | | | | | | |
|------------|---------------------|--------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| E.1 | Unité Electrolyseur | R.1 | Unité Refroidissement | M | Poste de raccordement MosaHYc |
| E.2 | | R.2 | | Adm. | |
| E.3 | | R.3 | | Transfo | Bassins |
| C.1 | Unité Compression | EAU 1 | Poste de transformation électrique | EAU 2 | Unité de traitement d'eau |
| C.2 | | EAU 2 | | | |
| C.3 | | EAU 3 | | | |

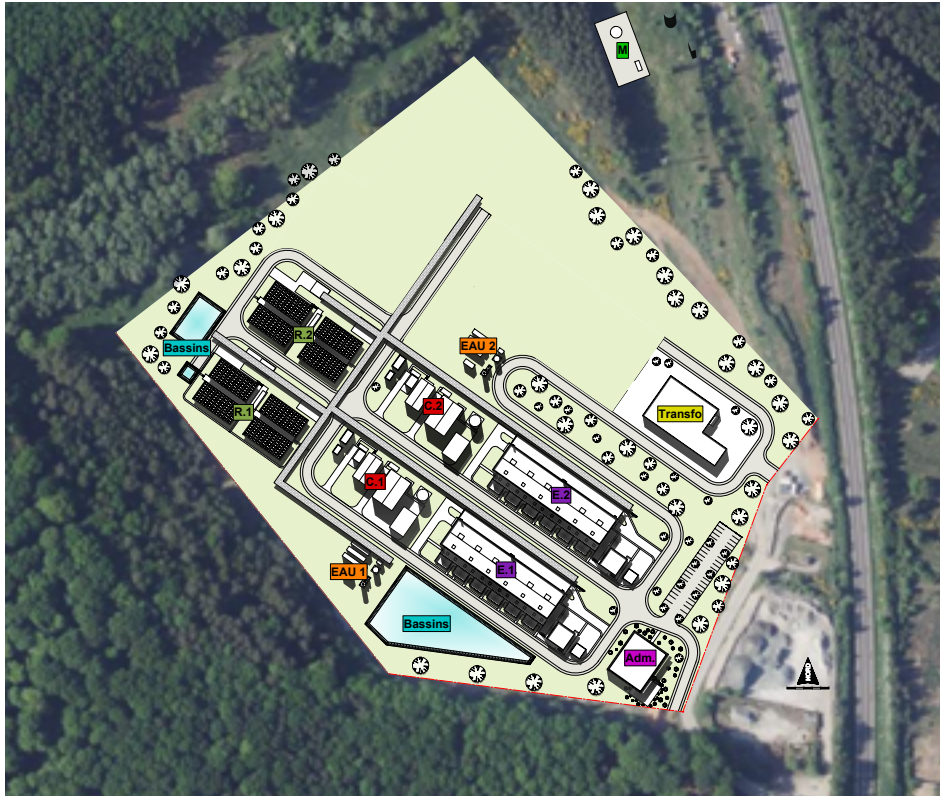


Figure 17 - Implantation de CarlHYng en 2029

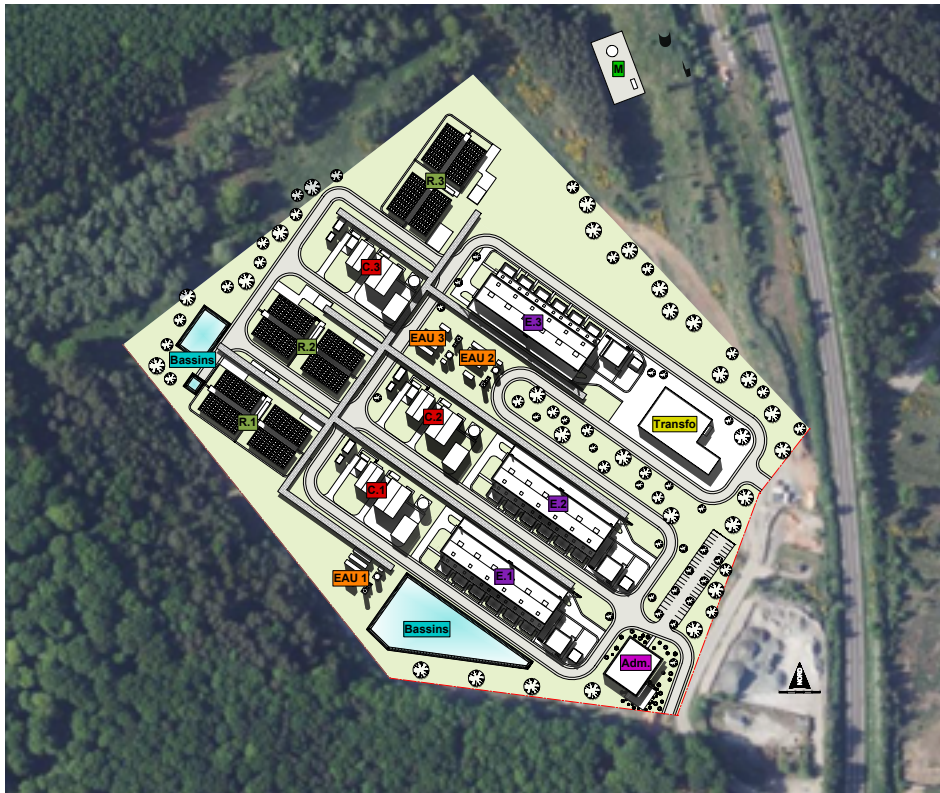


Figure 18 - Implantation de CarlHYng en 2030



Figure 19 - Esquisse du projet. Vue depuis l'entrée du site (bâtiment administratif au premier plan à gauche, bâtiments d'électrolyse des phases 1 et 2 au second plan)

Un débouché probable : la production d'acier vert de l'aciérie SHS basée à Dillingen

L'industriel sidérurgique allemand Stahl Holding Saar (SHS) a mis en place un plan de décarbonation ambitieux pour produire de l'acier à teneur réduite en CO₂, basé sur la consommation d'hydrogène décarboné dans le processus de réduction directe, en remplacement du gaz naturel.

Les besoins de SHS à l'horizon 2030 sont estimés entre 45 et 60 kt d'hydrogène par an, atteints de façon phasée :

- environ 15 kt d'hydrogène en 2027/2028,
- environ 30 kt d'hydrogène en 2029,
- environ 45 à 60 kt d'hydrogène en 2030

VERSO ENERGY est actuellement en discussion avec SHS pour fournir les phases 1, 2 et/ ou 3 de ses besoins en hydrogène.

Cette première vague de besoin en hydrogène du sidérurgiste permettrait de décarboner la production annuelle de plus de 3,5 millions de tonnes d'acier.

À noter : une deuxième vague de besoin en hydrogène s'ensuivrait pour décarboner le reste de la production (plus de 4,9 millions de tonnes d'acier). SHS estime avoir besoin de 130 à 150 kt d'hydrogène en tout à l'horizon 2035.

3.2 Le site visé et les aménagements préparatoires nécessaires

Le projet sera installé sur un site exploité aujourd'hui par l'entreprise CGR Environnement, filiale du groupe TELLOS, spécialisé dans la récupération et le recyclage de déchets de chantiers triés.

L'activité de TELLOS cessera afin de laisser place au projet CarlHYng, qui s'implanterait sur une superficie d'un peu moins de 9 ha. VERSO ENERGY sera le locataire du groupe TELLOS.

À noter : la demande d'autorisation d'exploiter déposée par CGR Environnement (ex-Henry Environnement) en février 2010 prévoyait un retour à l'état naturel du site en fin d'exploitation à l'horizon 2033. TELLOS se chargera dans un premier temps de réaliser un porter à connaissance auprès de l'administration pour formuler une demande de modification de remise en état du site, vers une destination industrielle. Dans un second temps, pour accueillir le projet CarlHYng, il appartiendra à TELLOS de déposer une notification de cessation d'activité auprès de la préfecture. Suite à la cessation d'activité, VERSO ENERGY réalisera les aménagements nécessaires pour l'installation du projet CarlHYng.

Le terrain visé est déjà artificialisé et considéré à ce stade des études comme exempt d'enjeux écologiques majeurs et de zones humides. Les études préalables permettront d'inventorier plus précisément ces éléments.

À ce stade, il est prévu que les unités d'électrolyse soient exclusivement installées sur la zone aujourd'hui encore exploitée par CGR. Aucun défrichage ne serait donc à prévoir pour leur implantation.



- Limite ICPE
- Réseau MosaHYc
- Ligne RTE 63kV
- Ligne ENEDIS HTA
- Réseau d'eau industrielle
- Empreinte foncière dédiée à l'implantation de CarlHYng

Figure 20 - Site exploité aujourd'hui par CGR Environnement sur la commune de Carling et sur lequel CarlHYng s'implanterait

Par ailleurs, l'emplacement choisi bénéficie de la présence directe sur le site du réseau hydrogène MosaHYc et du réseau d'eau de la Société des Eaux de l'Est (SEE), facilitant les démarches et travaux de raccordement. Le poste RTE de Saint-Avold, à partir duquel sera raccordé le projet CarlHYng, est situé également à proximité, à 2,3 km à vol d'oiseau.

« L'emplacement choisi bénéficie de la présence directe sur le site du réseau MosaHYc et du réseau d'eau »

3.3 Les procédés et technologies envisagés

Chaque unité de production de 100 MW* est composée de **6 électrolyseurs PEM*** d'une capacité de **17,5 MW chacun**, constituant le cœur de l'installation. À ces électrolyseurs s'ajoutent plusieurs auxiliaires nécessaires à leur fonctionnement :

- **un système de refroidissement en boucle fermée** qui fournira suffisamment d'eau de refroidissement pour les équipements moyenne tension, les unités d'électrolyse et le refroidissement de l'hydrogène gazeux ;
- **une unité de traitement de l'eau** pour purifier/déminéraliser l'eau du réseau local afin de répondre aux exigences de qualité des électrolyseurs ;

- **un système de gestion de l'hydrogène produit** qui comprend un réservoir tampon, un système de compression et un système de purification.

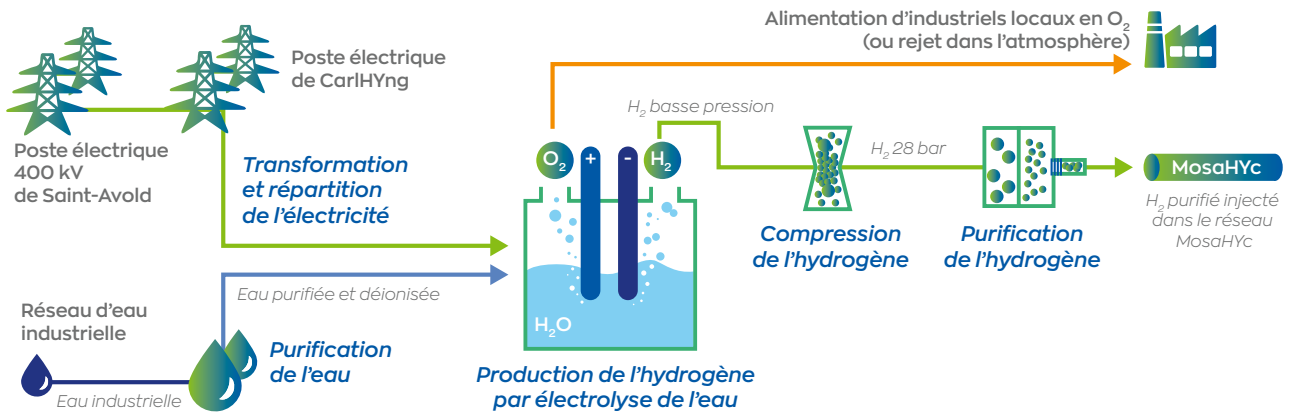
Le rendement électrique de l'ensemble de l'infrastructure (300 MW + les auxiliaires) est d'environ 60 kWh/kg d'hydrogène, ce qui signifie que pour chaque kg d'hydrogène produit, 60 kWh d'électricité seront consommés.

La production est estimée à 17 000 tonnes d'hydrogène par an et par unité de 100 MW. Avec une capacité totale de 300 MW prévue à l'horizon en 2030, 51 000 tonnes d'hydrogène seront produites chaque année par CarlHYng pour répondre aux besoins locaux et transfrontaliers.



Figure 21 - Électrolyseur PEM de Siemens Energy

Les étapes de la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau



1 Transformation et répartition de l'électricité

Avant l'entrée dans les électrolyseurs, le niveau de tension de l'électricité acheminée depuis le réseau public de transport est abaissé, passant d'une tension de 400 kV à moins de 30 kV grâce au poste de transformation. Le courant alternatif est ensuite converti en courant continu avant d'alimenter chaque électrolyseur.

2 Purification de l'eau

Pour le bon fonctionnement des électrolyseurs, l'eau en entrée requiert un niveau de pureté précis. L'eau industrielle qui alimentera le projet CarlHYng sera ainsi traitée au sein d'une unité de déminéralisation afin d'obtenir l'eau purifiée et déionisée adéquate.

3 Production de l'hydrogène par électrolyse de l'eau

L'eau purifiée (H_2O) sera injectée dans les électrolyseurs où elle sera décomposée en dioxygène (O_2) et dihydrogène (H_2) gazeux, sous l'action de l'électricité. Ces deux produits de décomposition seront séparés au sein de la cellule d'électrolyse par la membrane PEM* permettant de récupérer d'un côté l'hydrogène et de l'autre l'oxygène*.

4 Compression de l'hydrogène

La technologie d'électrolyse PEM* employée dans le cadre du projet CarlHYng implique que le procédé d'électrolyse se déroule à pression ambiante. L'hydrogène produit en sortie des électrolyseurs nécessitera donc d'être comprimé afin d'atteindre le niveau de pression requis pour être injecté dans le réseau MosaHYc, soit 28 bar effectif.

5 Purification de l'hydrogène

En sortie de l'électrolyseur, l'hydrogène contient des traces d'oxygène* et d'eau. Afin de garantir le niveau de pureté requis pour être transporté dans le réseau MosaHYc et être utilisé par les consommateurs, l'hydrogène produit sera désoxygéné et séché préalablement à son injection dans la canalisation.

Figure 22 - Schéma de fonctionnement du projet CarlHYng

Le choix de la technologie PEM* pour les électrolyseurs

SIEMENS ENERGY, industriel allemand d'envergure internationale, fabriquera et fournira à CarlHYng les électrolyseurs de technologie PEM* (pour « *Proton Exchange Membrane* », membrane échangeuse de protons). Plus précisément chaque unité de 100 MW* du projet sera composée de 6 Silyzer 300, soit 6 électrolyseurs de 17,5 MW de puissance chacun.

Dans une cellule d'électrolyseur PEM, les deux électrodes* (anode et cathode) sont séparées par une membrane en polymère solide échangeuse de protons. La technologie PEM peut fonctionner sur une large plage de puissance et répondre à des variations rapides de charge, même à froid. Cela offre à cette technologie l'avantage d'être facilement réactive à un approvisionnement électrique issu de sources renouvelables fluctuantes et intermittentes ou de réagir très rapidement aux arrêts d'urgence.

La technologie PEM revêt également l'avantage d'être « propre » : ses systèmes d'électrolyse ne contiennent que de l'eau, de l'hydrogène* et de l'oxygène*. Aucun électrolyte* chimique n'est requis, limitant ainsi les risques pour le personnel et allégeant les procédures d'exploitation et d'entretien des infrastructures.

Enfin, le PEM est une technologie compacte, notamment plus compacte que les systèmes alcalins (encombrement inférieur d'environ 30 % pour la même quantité d'hydrogène produite), ce qui permet de limiter l'emprise au sol des bâtiments dédiés à l'électrolyse.

Paramètre	Donnée
Délai de démarrage d'une unité (100 MW*)	<1 min
Dynamique de charge des modules Silyzer 300	≥ 10 % de la charge électrique nominale / sec
Plage de fonctionnement dynamique des modules Silyzer 300	0 - 100 % de la charge électrique nominale
Délai d'activation de l'unité à partir d'un état de veille	~50 sec. jusqu'à la production totale d'hydrogène

« La technologie d'électrolyse PEM est réactive, compacte, propre et robuste »

Nature et provenance de l'électricité utilisée

Dans le cadre du projet CarlHYng, les électrolyseurs seront alimentés par de l'électricité renouvelable sécurisée par le biais de « contrats long terme d'achat d'électricité » (ou PPA* en anglais, pour « *Power Purchase Agreement* ») signés avec des parcs renouvelables composant le portefeuille de Verso Energy ou d'entreprises partenaires. Ces parcs pourront être photovoltaïques, éoliens ou hydrauliques...

Compte tenu de l'intermittence des sources renouvelables et afin d'optimiser la part de renouvelable dans l'approvisionnement électrique des électrolyseurs, Verso Energy contractualisera plusieurs PPA avec différents parcs de différentes technologies.

La figure 23 illustre l'une des stratégies d'alimentation envisagées pour un électrolyseur de 100 MW*, reposant sur un parc solaire de 100 MWc* et un parc éolien de 30 MW sur une journée donnée. Du fait de l'intermittence des énergies renouvelables, le productible cumulé des parcs solaires et éoliens ne permet pas de fournir assez d'électricité à l'unité de production pour un fonctionnement optimal des électrolyseurs (charge maximale en régime permanent).

Le contrat long terme d'achat d'électricité (PPA), définition

Un Power Purchase Agreement (PPA) ou « contrat long terme d'achat d'électricité » est signé entre un producteur d'énergie et un acheteur, généralement un utilisateur final ou un fournisseur d'électricité. Ce contrat définit les modalités d'achat et de vente de l'électricité produite par le producteur sur une période prolongée, pouvant s'étendre de 3 à 20 ans.

Dans un PPA, le producteur d'énergie s'engage à fournir une quantité spécifiée d'électricité au client à un prix convenu à l'avance. Le client s'engage, quant à lui, à acheter cette électricité sur la durée du contrat. Le prix de l'électricité peut être fixe ou varier en fonction de certains paramètres tels que les fluctuations des prix des combustibles ou les conditions du marché.

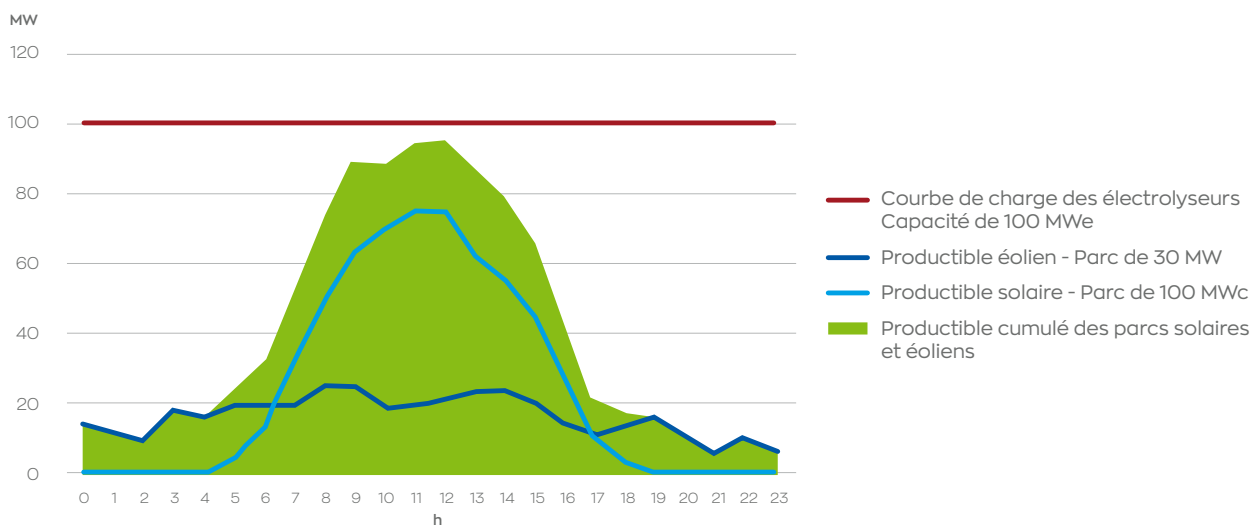


Figure 23 - Couverture des besoins d'un électrolyseur de 100 MWe* par un parc solaire de 100 MWc et un parc éolien de 30 MW sur un jour donné

Afin d'optimiser le facteur de charge des électrolyseurs et de leur permettre dans la mesure du possible de fonctionner à pleine charge la plupart du temps, Verso Energy complètera l'approvisionnement électrique de ceux-ci par de l'électricité bas-carbone provenant du marché français de l'énergie.

La composition du mix énergétique français*, majoritairement nucléaire et renouvelable, lui permet d'avoir une empreinte carbone parmi les plus faibles d'Europe.

Selon la réglementation européenne, tout électrolyseur alimenté par le réseau français peut en conséquent qualifier 25 % de sa production de renouvelable (RFNBO*) et le reste de « bas-carbone ». Avec l'accélération du développement des énergies renouvelables en France, cette part qualifiée de renouvelable produite à partir de l'électricité du réseau français pourrait dépasser les 50 % d'ici 2050.

La gestion et l'optimisation de l'approvisionnement électrique du projet à partir des différentes sources énergétiques évoquées ci-dessus (PPA renouvelables et mix énergétique bas-carbone) seront rendues possibles grâce à un système de gestion de l'énergie conçu en interne chez VERSO ENERGY. Celui-ci prendra également en compte l'évolution des contraintes réglementaires, l'efficacité électrique des électrolyseurs, le prix de l'électricité et le contenu carbone du

mix énergétique pour assurer une amélioration continue de l'approvisionnement électrique du projet et ainsi garantir le meilleur prix et la meilleure qualité de l'hydrogène en sortie à ses clients.

Les électrolyseurs de CarlHYng seront donc alimentés par :

- de l'électricité renouvelable provenant des PPA* et de la portion renouvelable du mix énergétique français ;
- et de l'électricité bas-carbone provenant de la portion bas-carbone du mix énergétique français.

L'hydrogène produit est le reflet de cet approvisionnement électrique. Ainsi, à tout instant de la journée, une partie de la production sera qualifiée de renouvelable et le reste de bas-carbone. A ce stade, il est estimé qu'avec un fonctionnement maximal des électrolyseurs en régime permanent, la majorité de la production moyenne journalière d'hydrogène serait renouvelable.

Il est à noter cependant, qu'en fonction des spécificités des besoins en hydrogène exprimés par certains clients (hydrogène 100 % renouvelable, meilleur prix indépendamment de l'aspect renouvelable ou bas-carbone de l'hydrogène, besoins fluctuants en fonction du temps...), VERSO ENERGY sera en mesure d'y répondre et d'adapter si nécessaire la puissance de fonctionnement des électrolyseurs.

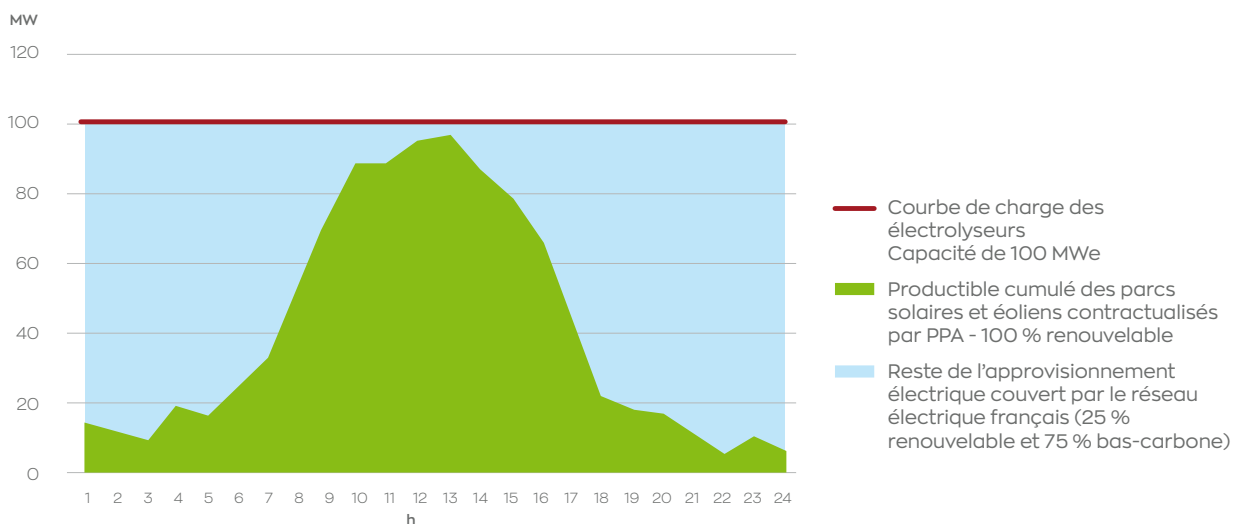


Figure 24 - Couverture des besoins d'un électrolyseur de 100 MWe par des PPA* et le reste complété par le réseau électrique français sur un jour donné

Quel est le mix électrique* français ?

L'électricité produite en France est obtenue via différentes sources d'énergie : nucléaire (pour les deux tiers), renouvelable et fossile. Afin d'atteindre ses objectifs de transition énergétique, la France va devoir produire plus d'électricité renouvelable et bas-carbone.

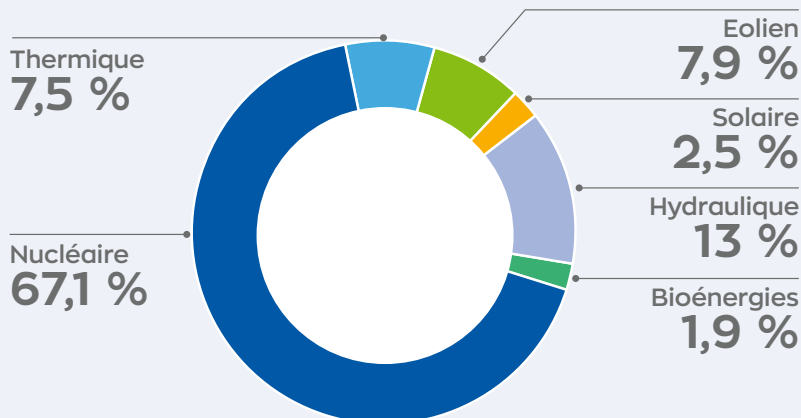


Figure 25 - Le mix électrique français en 2020
Source : ministère de l'Écologie (www.ecologie.gouv.fr)

Un accès au réseau d'eau industrielle géré par la Société des Eaux de l'Est

L'eau étant la deuxième matière première des électrolyseurs après l'électricité, VERSO ENERGY a déjà engagé des discussions avec la Société des Eaux de l'Est (SEE), l'opérateur local du réseau d'eau.

CarlHYng serait raccordé au réseau d'eau industrielle opéré par la SEE, réseau alimenté par les nombreuses nappes présentes localement.

La grande disponibilité de l'eau dans la région ayant été confirmée par la SEE ainsi que l'Agence de l'Eau Rhin Meuse, le projet pourra être fourni dans les quantités attendues.

Des canalisations de la SEE sont déjà présentes sur le site visé pour le projet, facilitant son raccordement au réseau.

La consommation d'eau du projet, estimée à 36 m³/heure au lancement du projet, s'élèvera à 110 m³/heure lorsque les trois unités de production d'hydrogène seront opérationnelles.

La consommation d'eau des électrolyseurs

Un électrolyseur de 100 MWe* pour son procédé d'électrolyse consomme 28 m³ d'eau par heure. A terme, quand les 300 MWe d'électrolyse seront mis en service, le projet CarlHYng consommera donc 84 m³ d'eau par heure. Une marge a été comptabilisée par sécurité, d'où les 36 et 110 m³/heure évoqués.

Principe d'un électrolyseur PEM (Proton Exchange Membrane) Unité de 100 Mwe

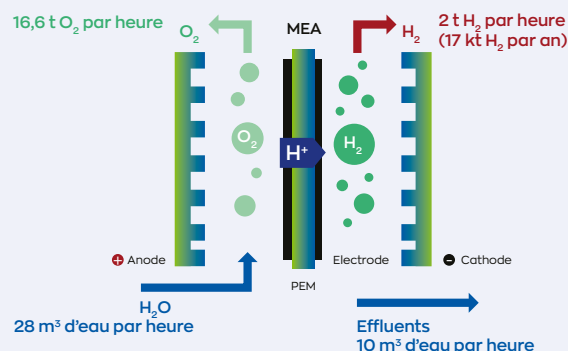


Figure 26 - Principe de fonctionnement d'un électrolyseur PEM et bilan de matière correspondant à 100 MW d'électrolyse

Le projet sera pourvu de deux circuits d'eau séparés : le circuit d'eau déminéralisée qui alimentera les électrolyseurs et un circuit fermé d'eau de refroidissement.

- 36 m³/h d'eau sont nécessaires au fonctionnement de 100 MW* d'électrolyse.
 - 80 % de cette eau est déminéralisée (ou « pure ») grâce à l'unité de déminéralisation, puis décomposée en hydrogène et en oxygène* par les électrolyseurs ;
 - 20 % de l'eau est rejetée par l'unité de déminéralisation. Ces effluents ont exactement la même composition que l'eau industrielle d'entrée mais 5 fois plus concentrée³². Aucun nouvel élément chimique n'aura été ajouté par le procédé d'électrolyse. Les études détaillées permettront de déterminer les conditions de rejet de ces eaux, soit en milieu naturel soit en valorisation interne sur site. Plus d'informations sur ce sujet seront disponibles pendant la concertation.

- Les unités de refroidissement seront remplies lors des mises en service phasées du projet. Pour chaque unité de 100 MW*, environ 750 m³ d'eau sera nécessaire (soit 2 250 m³ pour l'ensemble du projet à terme). Circulant en boucle fermée, le circuit d'eau de refroidissement demandera un appoint ponctuel durant les phases de maintenance. Enfin, comme mentionné dans le processus de fabrication de l'hydrogène (p. 45), l'hydrogène en sortie de l'électrolyseur contient des traces d'eau et d'oxygène* et nécessite d'être séché. Le séchage de l'hydrogène offre un condensat* d'eau (équivalent à environ 17 % de la quantité d'eau industrielle en entrée) qui pourra éventuellement être directement réinjecté dans les électrolyseurs car déjà déminéralisé.

3.4 Le raccordement électrique du projet par RTE

Le fonctionnement de l'installation industrielle de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau envisagée par VERSO ENERGY nécessite d'une part un poste électrique propre à VERSO ENERGY, implanté au sein de son site, et d'autre part le raccordement de ce poste dit « Client » au réseau public de transport d'électricité.

Dans ce cadre, VERSO ENERGY a sollicité RTE en tant que gestionnaire du réseau et, à ce titre, maître d'ouvrage des infrastructures de raccordement à créer.

RTE a mené les études préliminaires d'insertion du site consommateur dans le réseau électrique existant aux abords du site d'implantation envisagé par VERSO ENERGY. Compte tenu du niveau de puissance électrique appelé par le projet de

VERSO ENERGY, le niveau de tension de raccordement de référence³³ est de 400 000 volts.

Les infrastructures de CarlHYng seraient raccordées au réseau public de transport d'électricité au moyen d'une liaison électrique souterraine reliée au poste électrique RTE de Saint-Avoid. L'électricité arriverait ensuite sur un poste de transformation électrique (400/33 kV) appartenant à VERSO ENERGY où elle serait répartie vers des transformateurs desservant les électrolyseurs et les différents équipements (éclairage, compression, alimentation des systèmes de sécurité...).

32. Les minéraux, ions et autres particules ayant été filtrés par l'unité de déminéralisation pour permettre de produire une eau pure nécessaire au bon fonctionnement des électrolyseurs, ils se retrouvent dans les eaux de rejets de l'unité de déminéralisation, soit les 20% évoqués.

33. Article 105 de l'arrêté du 9 juin 2020 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement aux réseaux d'électricité

Le poste de transformation exploité par RTE disposant du niveau de tension demandé le plus proche est le poste de Saint-Avold, distant d'environ 2,3 km à vol d'oiseau du site envisagé par VERSO ENERGY.

RTE a donc proposé le raccordement du futur poste électrique* client exploité par VERSO ENERGY sur son site industriel via une liaison souterraine 400 000 volts.



Figure 27 - Emplacement du poste RTE à Saint-Avold et liaisons électriques existantes

Les câbles

La liaison souterraine triphasée est constituée de 3 câbles de puissance unipolaire à âme aluminium. Leur rôle est d'assurer le transit de l'énergie.

Les câbles enterrés sont isolés et protégés. L'isolement des câbles souterrains est assuré par un matériau isolant électrique en matière synthétique dont l'épaisseur augmente avec la tension.

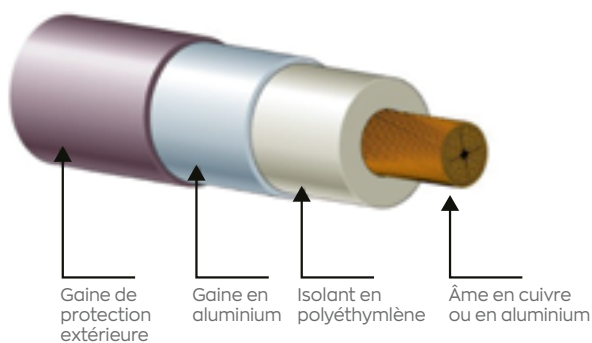


Figure 28 - Constitution d'un câble

La chambre de jonction

La chambre de jonction assure la continuité entre deux tronçons de câbles.

Son emprise au sol est en moyenne de 2 mètres de large sur 10 mètres de long.

Une fois la jonction réalisée, cet ouvrage souterrain en béton est rempli de sable et remblayé. Il n'est pas visitable ni visible. En moyenne, on positionne une chambre de jonction tous les 1,5 km.

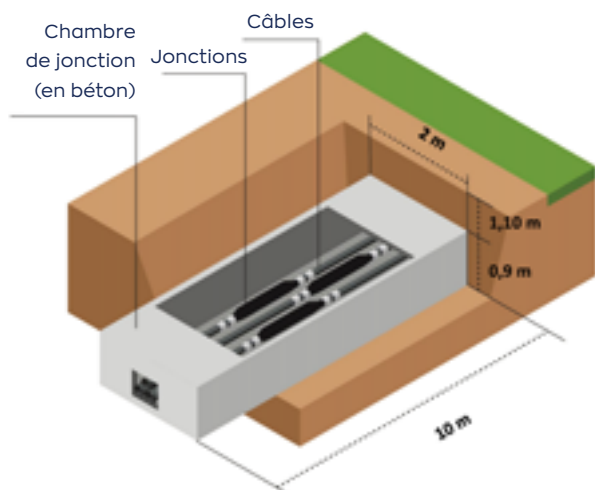


Figure 29 - Chambre de jonction

La technique de pose

La tranchée qui accueillera principalement les 3 fourreaux de puissance nécessaires aura une profondeur de l'ordre d'1,50 m en fond de fouille, pour une largeur d'environ 60 cm. Le fourreau sera par ailleurs en mesure d'accueillir un câble de terre et un câble de télécommunication comme indiqué sur l'image ci-dessous. Un grillage avertisseur sera posé à environ 20 cm au-dessus du bloc fourreaux.

Pour une liaison à 400 000 volts, la technique de pose employée est la pose en fourreaux PEHD (Polyéthylène Haute Densité) :

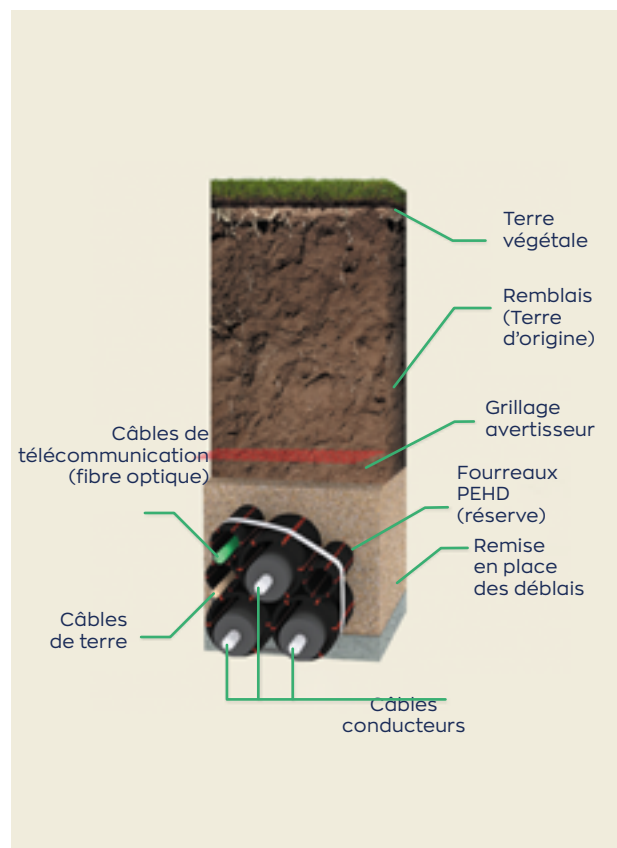


Figure 30 - Schéma de pose en fourreau PEHD



Figure 31 - Pose de câbles souterrains en fourreaux polyéthylène haute densité (PEHD) en zone rurale

Traversée d'un obstacle : Pose sans tranchée en sous-œuvre

Pour la traversée d'obstacles ponctuels (routes à grande circulation, voies ferrées, rivières, etc.), RTE a recours à la technique du forage dirigé ou du fonçage, voire de micro-tunnelier.

Ces techniques consistent à poser des fourreaux sans ouvrir de tranchée, par percement du sous-sol, puis à y introduire les fourreaux dans lesquels les câbles seront déroulés.

Déroulement d'un chantier

De manière générale, les travaux se déroulent de la façon suivante :

- Démarches préalables vis-à-vis des exploitants de réseaux tiers dans le cadre de la réglementation anti-endommagement ;
- État des lieux avant travaux avec les propriétaires, exploitants ou gestionnaires de domaines et service ;

- Découpage de la chaussée (si nécessaire) et/ou décapage de la terre végétale avec tri des horizons de sol ;
- Ouverture de la tranchée (avec blindage de la fouille si nécessaire) ;
- Pose des fourreaux PEHD dans la fouille ;
- Remblaiement³⁴ des fouilles, pose du grillage avertisseur et remise en état provisoire des chaussées, sauf les extrémités de raccordement aux postes électriques ainsi que les chambres de jonction ;
- Déroulage du câble (par tronçons de 1 000 à 1 200 mètres de long environ) ;
- Réalisation du raccordement des câbles dans les chambres de jonctions ;
- Réfection définitive du sol (chaussées, chemins, haies, espaces verts ou autres, etc.) ;
- Nettoyage et remise en état du site.

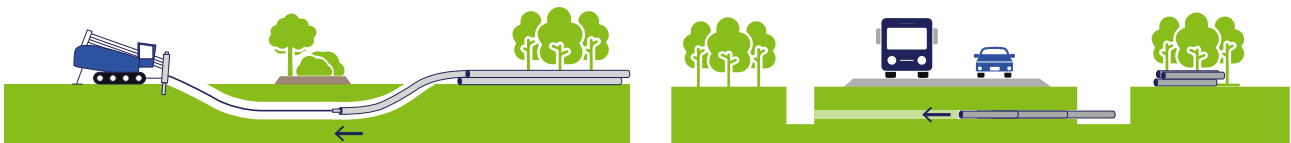


Figure 32 - Schéma de pose sans tranchée en sous-œuvre

34. Le remblai s'effectue avec du sable, puis les matériaux initialement extraits de la fouille. Dans certains cas, comme dans des zones de forte densité de réseaux, un enrobage de béton maigre peut remplacer le sable, pour faciliter le refroidissement du câble en service afin d'optimiser sa capacité de transit.

Les enjeux potentiels sur la zone de Saint Avold

Le raccordement électrique entre le poste RTE de Saint-Avold et le site de Verso Energy s'inscrit au sein de la région naturelle de la « Boutonnière du Warndt ». Il intéresse les communes de Saint-Avold, de Carling, de Diesen et potentiellement celles de L'Hôpital et de Porcelette.

Milieu physique

Il s'agit d'un secteur faiblement vallonné avec des surfaces planes liées à la présence des plateformes industrielles. Des secteurs boisés sont présents à l'ouest de Carling et de l'Europort avec quelques reliefs relativement plus marqués.

Concernant l'hydrographie, les cours d'eau sont rares hormis la Bisten au nord-ouest. La zone est marquée par la présence d'étangs (anciens bassins à Schlamms) et de mares.

En sous-sol, le substrat gréseux renferme un important aquifère avec présence de captages, de forages et stations de pompage pour l'alimentation en eau des industries

Milieu Naturel

Le secteur présente deux caractéristiques fortes en termes d'occupation et d'utilisation des sols avec une connotation urbaine et industrielle (nombreux sites d'activités, infrastructures et réseaux divers avec toutefois très peu de lieux d'habitation) et une connotation naturelle et forestière (vaste massif de la forêt domaniale de Saint Avold, massifs communaux).

Bien que présentant une forte connotation industrielle, ce secteur n'est pas dépourvu d'espaces et de milieux remarquables avec notamment la Forêt Domaniale, la présence d'espèces remarquables d'amphibiens, des secteurs humides... richesse patrimoniale qui a donné lieu à divers zonages d'inventaires et à des mesures de protection réglementaires.

Ainsi, ces mesures de protection et inventaires au sein de la zone du projet correspondent à :

— **Classement en forêt de protection**

L'essentiel de la Forêt Domaniale de Saint-Avold bénéficie d'un classement en Forêt de Protection par décret ministériel de 1989, avec un massif qui intègre d'ores-et-déjà historiquement des infrastructures électriques.

— **Natura 2000**

Le couloir de lignes à l'ouest du poste de Saint-Avold correspond à un site Natura 2000, correspondant à une Zone Spéciale de Conservation intitulée « Mines du Warndt » du fait de la présence d'amphibiens remarquables : Pélobate brun, Triton crêté.

— **Réserve Biologique Dirigée**

L'intérêt biologique lié à la présence de ces espèces remarquables d'amphibiens, a conduit à la création d'une Réserve Biologique Dirigée en faveur du Pélobate brun qui recouvre également ce couloir de lignes.

— **ZNIEFF de type I « Sites à amphibiens de Saint Avold Nord », et « Forêts du Warndt à Saint Avold »**

— **Zones Humides**

Plusieurs secteurs sont identifiés comme des zones humides potentielles.

— **Espaces Naturels Sensibles (ENS)**

Deux Espaces Naturels Sensibles du département de la Moselle sont également identifiés : « Marais de Porcelette » de part et d'autre du Fröschenpfuhl, englobant l'étang au lieu-dit « le Moulin » et le second recouvrant en partie la « Forêt de la Warndt » et correspondant étroitement au périmètre de la ZNIEFF citée précédemment.

Environnement Humain

Le document d'urbanisme de Saint-Avoid définit quelques Espaces Boisés Classés.

De nombreux réseaux électriques aériens et souterrains à 63 000, à 225 000 et à 400 000 volts relevant de l'activité de RTE parcourent la zone du projet. D'autres relèvent des activités de la Centrale Emile Huchet, mais aussi d'Enedis et de la régie Energis de Saint-Avoid.

Aux côtés de ces ouvrages électriques, de nombreux autres réseaux sensibles relevant d'autres concessionnaires (Méthane, azote, hydrogène, oxygène) desservent les différents sites d'activité auxquels s'ajoutent les réseaux de télécommunication, d'eau, d'assainissement...

Parmi les servitudes, un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) de la Plate-forme pétrochimique de Saint-Avoid Nord concerne les établissements Arkema France, Protelor, Total Pétrochemicals et SNF SAS approuvé en date du 22 octobre 2013.

Les infrastructures routières principales sont constituées par l'autoroute A4 au sud du poste de Saint-Avoid, et par la RN 33, axe principal de ce secteur, desservant les sites industriels et reliant Saint-Avoid à l'Allemagne. Cet axe est en particulier encombré de nombreux réseaux aériens et souterrains.

Un réseau ferroviaire de fret à vocation industrielle opéré par Captrain France est également présent.

Les enjeux paysagers sont maîtrisés par le fait que l'ouvrage de raccordement sera réalisé en technique souterraine.

Synthèse

Le secteur s'organisant autour des sites à connecter présente deux principaux types d'enjeux et de sensibilités : ceux liés au milieu naturel et biologique d'une part et ceux liés au milieu humain et industriel d'autre part.

Les études en vue de la recherche d'un tracé devront à la fois exploiter les opportunités dans les secteurs déjà industrialisés voire s'inscrire dans des zones plus naturelles en privilégiant si possible des axes d'infrastructures existants, tout en mettant en œuvre des modalités de travaux adaptées aux enjeux écologiques dans le cadre d'une démarche d'évitement et de réduction des impacts efficiente.

3.5 Le raccordement au réseau de transport d'hydrogène MosaHYc

La production d'hydrogène de CarlHYng serait implantée à proximité immédiate des canalisations existantes de GRTgaz. Ce réseau, en cours de conversion à l'hydrogène, facilitera ainsi le transport de l'hydrogène vers les consommateurs industriels transfrontaliers qui y seront reliés.

Le point de raccordement entre les électrolyseurs de CarlHYng et l'écosystème MosaHYc est à l'étude avec GRTgaz.

Suivant les configurations de phasage de production et contractualisation client, l'hydrogène

issu de CarlHYng pourrait représenter entre 25 % et 85 % de la capacité du réseau MosaHYc à l'horizon 2030.

Si les engagements contractuels de consommation à l'échelle de l'écosystème de la Grande Région étaient tels que le réseau MosaHYc arrivait à saturation, ce réseau devrait être renforcé, par la pose d'un doublement de canalisation par exemple. Ces travaux dureraient entre 5 et 10 ans, une durée similaire à la mise en place d'un nouveau site de production d'hydrogène qui alimenterait ce réseau renforcé.

Focus sur le fonctionnement d'une canalisation hydrogène

Le fonctionnement d'une canalisation d'hydrogène est assez similaire à celui d'autres réseaux transportant des fluides, tels que le pétrole ou le gaz naturel. Les étapes sont les suivantes :

PURIFICATION ET COMPRESSION

L'hydrogène produit doit être purifié et comprimé avant d'être injecté dans la canalisation. La compression réduit le volume et augmente la densité énergétique de l'hydrogène transporté à l'état gazeux. Cela permet de faciliter son transport à travers le réseau sur de longues distances.



TRANSPORT

L'hydrogène se déplace dans le réseau d'une extrémité à l'autre sous l'effet de la pression. La canalisation est construite en acier résistant à la pression pour assurer la sécurité et l'intégrité du transport.



CONTRÔLE ET RÉGULATION

Le réseau est équipé de vannes, de capteurs et d'autres dispositifs de contrôle pour réguler le flux d'hydrogène, surveiller la pression et détecter les fuites éventuelles.



LIVRAISON

L'hydrogène ayant atteint sa destination, il est décomprimé pour être ramené à une pression utilisable par le client.



UTILISATION

Une fois l'hydrogène décomprimé, il peut être utilisé pour différentes applications, telles que des processus industriels, ou l'alimentation de véhicules à hydrogène par exemple.



4.

**Présentation
des effets
prévisionnels
du projet**

4.1 Préambule

L'implantation d'un projet industriel peut générer des impacts à différents niveaux : humain, environnemental, ou économique. La démarche d'évaluation de ces impacts est réalisée via des études portant sur la production, les intrants, le procédé choisi, les bâtiments, les stockages prévus sur site, le raccordement électrique...

En raison de la nature de son activité, le projet CarlHYng sera soumis à la procédure d'autorisation ICPE* (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement). Une procédure de demande d'autorisation environnementale (DAE) sera alors nécessaire. Elle repose sur la constitution d'un dossier comprenant notamment les études approfondies suivantes :

- une étude d'incidence ou une étude d'impact, en vue de réduire les nuisances environnementales et les risques de pollutions associées au projet ;
- une étude de dangers (EDD) visant à évaluer les risques technologiques.

L'instruction du dossier doit permettre de démontrer la compatibilité des risques résiduels avec la réglementation (vis-à-vis des tiers, des autres installations à proximité et de l'environnement). Le dossier de demande d'autorisation environnementale est en cours de rédaction par VERSO et présentera ces deux études avec leurs résultats.

Au stade de la concertation préalable, VERSO ENERGY, RTE et GRTgaz sont donc en mesure de présenter un **aperçu** des impacts du projet CarlHYng à pleine capacité (c'est-à-dire à horizon 2030, avec la mise en service de la troisième phase de celui-ci) et de ses raccordements sur l'environnement au sens large (milieu physique, milieu naturel et milieu humain). Autrement, des résultats plus détaillés seront disponibles au stade de l'enquête publique.

Qu'est-ce qu'une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) ?

Le Code de l'environnement* définit les ICPE comme des installations susceptibles de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains. Une ICPE est soumise à de nombreuses réglementations de prévention des risques environnementaux, notamment en termes d'autorisations.

La législation des installations classées vise à réduire les dangers ou inconvénients que peuvent présenter les ICPE, soit pour :

- la commodité du voisinage,
- la santé, la sécurité, la salubrité publiques,
- l'agriculture,
- la protection de la nature, de l'environnement et des paysages,
- la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

La nomenclature des installations classées détermine également le régime de classement (Déclaration ou Autorisation) et le statut Seveso. Elle s'organise en quatre grandes familles de rubriques qui caractérisent soit l'activité de l'installation classée, soit les substances qu'elle stocke, utilise ou produit.

En quoi consiste une étude d'impact ?

Une étude d'impact est une étude technique qui vise à apprécier les conséquences de toutes natures, notamment environnementales, d'un projet d'aménagement pour tenter d'en limiter, atténuer ou compenser les effets négatifs.

Le contenu de l'étude d'impact comprend *a minima* :

- Un résumé non technique.
- Une description du projet (localisation, conception, dimension, caractéristiques).
- Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet.
- Une description des incidences notables du projet sur l'environnement, ainsi que de celles résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs.
- Les mesures envisagées pour éviter, réduire et lorsque c'est possible compenser les incidences négatives notables du projet sur l'environnement et la santé humaine (démarche ERC).
- Une présentation des modalités de suivi de ces mesures et de leurs effets.
- Une description des solutions de substitution examinées et les principales raisons de son choix au regard des incidences sur l'environnement.

Pour la réalisation de cette étude d'impact, VERSO ENERGY, RTE et GRTgaz suivent les principes de la démarche ERC, pour « **Éviter-Réduire-Compenser** ». Elle consiste à :

- identifier des solutions pour éviter ses impacts sur l'environnement ;
- quand ces impacts sont inévitables, à prendre des mesures pour réduire les effets du projet sur l'environnement ;
- quand il n'est pas possible de réduire les impacts, à les compenser.

4.2 Aperçu des enjeux en présence sur et autour du site visé pour l'implantation du projet

Le projet CarlHYng s'implanterait à proximité de la plateforme pétrochimique de Carling-Saint-Avoid, de la zone d'activité de l'Europort, de l'ancienne cokerie, mais également de la forêt de protection de Saint-Avoid.

Ce secteur à vocation industrielle se caractérise par la présence opérationnelle de nombreuses infrastructures techniques : un poste très haute tension avec de la capacité électrique disponible en soutirage, des canalisations de transport de gaz et fluides industriels, des voies ferrées et des réseaux routiers.

Compte tenu de ces éléments, plusieurs enjeux ont été identifiés.

Un environnement industriel dense et tourné vers la transition énergétique

La plateforme de Carling/ Saint-Avoid, qui accueille entre autres des installations classées ICPE* et notamment **des sites classés Seveso***, est **couverte par un Plan de Prévention des Risques Technologiques³⁵ (PPRT*)**.

Un PPRT est un Plan de Prévention des Risques Technologiques. C'est un outil de gestion des risques mis en place en France pour les installations industrielles présentant des dangers importants pour les populations environnantes en cas d'accident majeur.

35. Pour consulter les éléments du PPRT : https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2013-DLP-BUPE-297_AP_approbation_PPRT_plate-forme_de_CARLING_cle74d11d.pdf

Le PPRT a pour objectif de réduire la vulnérabilité des zones situées à proximité des sites industriels à risques, tels que les sites chimiques, pétrochimiques ou nucléaires. Ces plans sont élaborés par les pouvoirs publics en concertation avec les industriels concernés, les collectivités locales et les citoyens.

Les principales étapes de l'élaboration d'un PPRT sont les suivantes :

- **Identification des risques** : Une évaluation des risques liés à l'installation industrielle est réalisée pour identifier les scénarios d'accidents majeurs potentiels.
- **Délimitation des zones à risques** : Les zones soumises aux risques sont définies en fonction des différents scénarios d'accidents envisagés.
- **Élaboration des mesures de prévention** : Des mesures sont proposées pour réduire la vulnérabilité des zones à risques, ce qui peut inclure des mesures techniques, des restrictions d'urbanisme, des évacuations, ou encore des mesures de protection des bâtiments existants.
- **Consultation publique** : Le projet de PPRT est soumis à une consultation publique pour recueillir les avis et les contributions des citoyens et des parties prenantes.
- **Approbation et mise en œuvre** : Une fois les avis pris en compte, le PPRT est approuvé et mis en œuvre par les autorités compétentes.

Le PPRT vise donc à concilier le développement industriel et urbain tout en garantissant la sécurité des populations face aux risques technologiques. Il est un instrument important pour anticiper les éventuels accidents et réduire leur impact sur l'environnement et la santé publique.

Le projet CarlHYng n'étant pas classé Seveso, il ne créera pas de PPRT supplémentaire .

Le PPRT de la plateforme de Carling devra néanmoins être pris en compte dans les études à venir.

L'artificialisation des sols

Avec 63 700 hectares artificialisés (ou 637 km²), la Moselle est le département du Grand Est ayant la surface artificialisée la plus étendue en 2018. Celle-ci représente 10,2 % de la surface totale, ce qui en fait le 3^e département le plus artificialisé du Grand Est et le 19^e de France³⁶.

Le projet CarlHYng va s'implanter sur un terrain aujourd'hui artificialisé permettant de répondre aux enjeux de la loi Zéro Artificialisation Nette (ZAN)³⁷ :

Qu'est-ce que la loi ZAN ?

La loi ZAN (Zéro Artificialisation Nette) est l'un des volets de la loi Climat et Résilience, qui fixe un objectif d'atteindre en 2050 « [...] l'absence de toute artificialisation nette des sols [...] », dit « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN). Elle a également établi un premier objectif intermédiaire de réduction de moitié du rythme de la consommation d'espaces dans les dix prochaines années (2021 - 2031). Ces engagements dessinent une trajectoire de réduction de l'artificialisation progressive et territorialisée³⁸.

À noter : il appartient à l'exploitant de l'ISDI de modifier ses conditions de remise en état des terrains qui étaient initialement destinés à un usage naturel à l'horizon 2033 (soit après la première période 2021-2031 de la loi ZAN). Ce retour à l'usage naturel serait ainsi décalé dans le temps dans la mesure où il interviendrait suite au démantèlement des installations du projet CarlHYng.

36. Source : INSEE 2020. Plus d'informations ici : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4636574#:~:text=En%20Moselle%2C%2010%2C2%20%25,bien%20que%20la%20population%20diminue>.

37. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047866733>

38. Plus d'informations : <https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols>

La présence à proximité de la forêt de protection de Saint-Avold

Le site de production d'hydrogène sera déployé sur une zone déjà artificialisée, à proximité de la forêt de protection de Saint-Avold mais sans que celle-ci ne soit impactée foncièrement par l'implantation. Dans le cadre des raccordements aux réseaux, la présence de la forêt de protection a également été identifiée par les gestionnaires de réseaux comme l'un des enjeux à prendre en compte lors des études de tracé.

Le massif forestier de Saint-Avold est le seul massif lorrain qui bénéficie du statut de forêt de protection foncière.

Considéré comme le poumon vert du bassin houiller lorrain, ce massif a subi d'importants déboisements depuis le début de l'ère industrielle jusqu'aux années 1980.

Le massif s'est ainsi fragilisé et la protection des forêts publiques, par le biais du Régime forestier ou des plans de gestion, s'est révélée insuffisante.

La Direction départementale de l'agriculture et de la forêt et l'Office national des forêts (ONF) ont décidé de sauvegarder une partie des forêts restantes, qui constituait un élément primordial du cadre de vie des 200 000 habitants du bassin houiller lorrain.

En 1989, 3 302 hectares ont été classés en forêt de protection, mettant ainsi un terme à la diminution de la surface forestière du massif.

Ce statut :

- interdit : le défrichage, l'extraction de matériaux, les emprises d'infrastructures, les exhaussements ou dépôts,
- autorise : les équipements indispensables à la mise en valeur et à la protection des forêts ainsi que les travaux de recherche et d'exploitation par les collectivités publiques de la ressource en eau destinée à l'alimentation humaine.



Figure 33 - Le périmètre de la forêt de protection de Saint-Avold dans les environs du projet

La faune et la flore

VERSO ENERGY a mandaté un bureau d'études pour analyser l'état initial du site et dresser un inventaire faune-flore. Ces éléments figureront de manière détaillée dans la demande d'autorisation environnementale (DDAE*).

Le secteur visé pour l'implantation du projet est majoritairement composé de forêts (48 % du territoire), et de territoires artificialisés (zones urbaines, zones d'activités, industrielles...). Le projet à proprement parler, se situerait au niveau d'un terrain déjà artificialisé.

Un pré-diagnostic écologique a été effectué sur l'ensemble du terrain de TELLOS (entouré en rouge sur la figure 33 ci-dessous, également nommé

« zone d'étude ») en janvier 2023, afin d'identifier et d'évaluer ses sensibilités écologiques et ses milieux connexes à partir de la synthèse d'éléments bibliographiques et de relevés de terrain. Depuis, différentes expertises ont été menées sur la zone d'étude, d'une superficie totale d'environ 43 hectares, occupée par une installation de stockage de déchets inertes, de friches, d'une prairie de fauche et d'espaces boisés.

Concernant la faune : Les principaux enjeux du site identifiés à ce stade sont liés à la connexion de celui-ci aux habitats boisés adjacents. Les milieux forestiers constituant un important réservoir de biodiversité, la zone d'étude est en partie parcourue par un corridor forestier emprunté par la faune, s'étendant jusqu'en Allemagne.



Figure 34 - Extrait de la cartographie Corine Land Cover de 2018

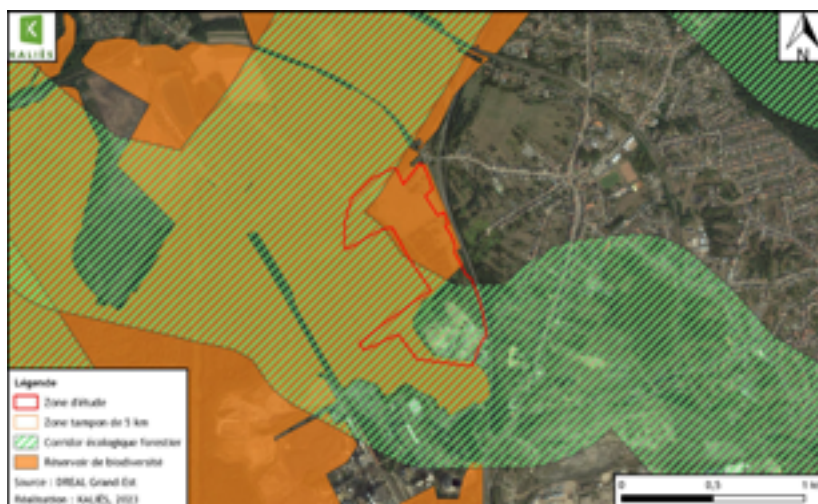


Figure 35 - Extrait du SRCE de Lorraine

Concernant la flore : D'après la base de données du Pôle Lorrain du Futur Conservatoire Botanique National Nord-Est et de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN)* , ainsi que les notices des deux Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)* dans lesquelles la zone d'étude se trouve, 26 espèces patrimoniales dont 7 espèces protégées et 13 menacées régionalement sont citées localement.

Aucune espèce végétale remarquable (patrimoniale et/ou protégée) n'a toutefois été observée sur la zone d'étude à ce stade. Certaines espèces patrimoniales sont susceptibles d'être retrouvées en période favorable. Cependant, la plupart d'entre elles sont des espèces de sols secs et sablonneux, alors que les sols de la zone d'étude sont tous mésiques* à humides.

Les espèces observées sont communes voire très communes dans la région. À ce stade, les enjeux paraissent faibles vis-à-vis de la flore.

L'étude 4 saisons

Une étude dite « 4 saisons », visant à définir et à localiser les principaux enjeux de conservation de la faune et la flore, à qualifier et quantifier les impacts du projet au sein de son environnement sur les composantes biologiques et à proposer des mesures d'atténuation des impacts négatifs identifiés, a été initiée par le bureau d'études KALIES, mandaté par VERSO ENERGY début 2023.

Ce bureau d'études a mis en place une méthodologie adaptée afin d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel (avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

Cette étude court pendant un an afin de prendre en compte les quatre saisons, elle intégrera la démarche Éviter, Réduire, Compenser (ERC) dans le cas où des espèces protégées seraient présentes sur la zone d'étude.

Les résultats détaillés seront fournis dans le dossier de demande d'autorisation environnementale. De premiers résultats pourront être présentés au public pendant la phase de concertation.

Afin d'apprécier les enjeux dans leur globalité, le même bureau d'études a été mandaté pour évaluer les impacts sur l'ensemble des milieux d'implantation du projet, qu'ils soient internes au projet CarlHYng, ou externes dans le cadre du tracé de la nouvelle ligne RTE.

La création d'une nouvelle liaison souterraine peut générer selon le milieu considéré des dérangements temporaires des espèces en phase chantier, risque de modification des habitats et des espèces. RTE se fait systématiquement accompagner d'un écologue en phase de conception et de réalisation pour intégrer ces enjeux au tracé et au chantier.

L'insertion paysagère du site

D'après le Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement de la Moselle (CAUE), le projet se situe dans la famille d'unité paysagère « Zone urbaine et industrielle ». En outre, d'après le SCoT (Schéma de Cohérence territoriale*) du Val de Rosselle³⁹, le projet se situe au niveau d'espaces forestiers (grand massif forestier du Warndt), et plus précisément dans la sous-unité paysagère du « Grand bois de Saint-Avold et ses clairières ». Cet ensemble est diversifié, avec comme lien la forêt : les espaces libres sont dédiés à l'industrie, au commerce, à l'habitat...

Il n'y a pas d'enjeu patrimonial notable (pas de monument historique, ni site inscrit/classé, ni site patrimonial remarquable, ou de sites archéologiques) à proximité du projet.

La commune de Carling est cependant située dans une zone de présomption de prescription archéologique* (ZPPA).

Cet aspect est pris en compte et sera traité lors des études à venir.



Figure 36 - Esquisse d'une unité de production d'hydrogène de 100 MWe

39. <https://www.scot-rosselle.com/>

Le raccordement au réseau public de transport d'électricité.

Le raccordement au réseau public de transport d'électricité serait réalisé via le poste électrique* de Saint-Avoid situé à 2,3 km à vol d'oiseau.⁴⁰ Les liaisons souterraines n'ont, du fait même de leur nature, pas d'impact sur le paysage. Exceptionnellement, elles peuvent générer des impacts visuels limités lorsqu'elles traversent certains espaces boisés, les arbres de grande hauteur ne pouvant pas être replantés à l'aplomb de la bande de servitude. Dans le cadre de la démarche ERC, RTE privilégie si possible l'implantation au niveau des chemins et des routes existantes.

Les études techniques et environnementales qui seront réalisées dans le cadre de la définition de l'implantation de la liaison souterraine permettront de préciser et d'évaluer ses éventuels effets sur l'environnement humain et naturel notamment, et de prévoir les mesures adaptées pour les éviter, les réduire et les compenser, si nécessaire.

De manière générale, les incidences environnementales d'une liaison souterraine sont restreintes. Elles se limitent, essentiellement, à la phase temporaire du chantier (bruit, poussières...) et pendant la durée d'exploitation de la liaison, aux servitudes foncières*.

En cas de poursuite du projet CarlHYng et du raccordement électrique à l'issue des procédures de concertation dont ils relèvent, le raccordement électrique sera soumis à des procédures d'autorisation dépendant du tracé, du foncier traversé et de la technologie de passage retenus.

Les incidences environnementales du raccordement électrique devront être appréciées à l'aune du fuseau de moindre impact retenu à l'issue de la procédure de concertation « Fontaine » (cf. chapitre 6.1 Les procédures auxquelles le projet serait soumis).

40. Un poste électrique est dimensionné pour délivrer un certain niveau de puissance. Sur la plupart des postes, la capacité maximale n'est pas atteinte et de l'espace et/ou des équipements sont disponibles pour pouvoir raccorder des activités voisines au réseau public de transport d'électricité

L'accès au réseau MosaHYc

Compte tenu de la présence de la canalisation sur le terrain dédié au projet CarlHYng (voir chapitre 3.2), aucun impact notable n'est identifié à ce jour pour ce raccordement.

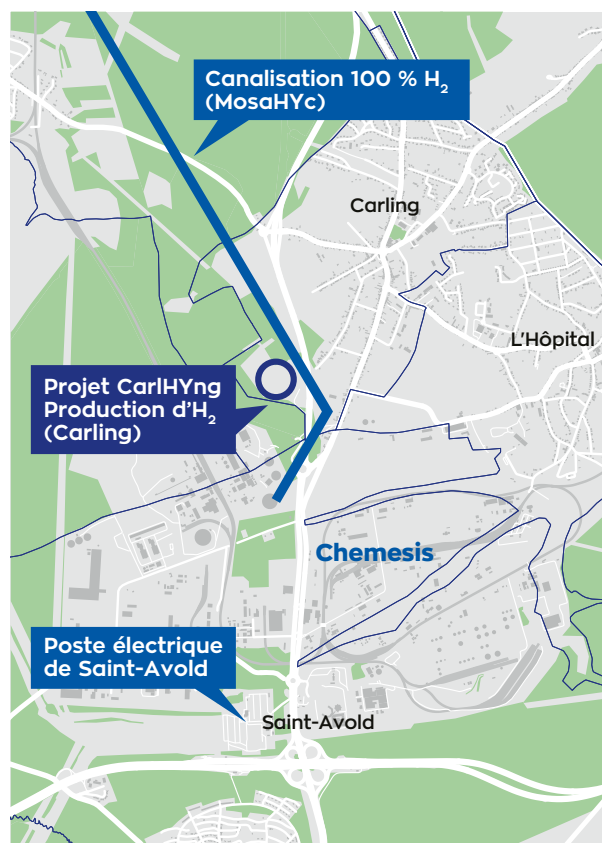


Figure 37 - Le site du projet CarlHYng bénéficie de la présence d'infrastructures clés comme le réseau MosaHYc et le poste haute tension de Saint-Avoid à proximité

L'accès à l'eau

L'eau est nécessaire au processus d'électrolyse. La région Grand Est dispose d'importantes ressources en eau, constituant une zone naturelle de stockage et d'approvisionnement pour un usage en aval.

Localement, l'eau est disponible en grande quantité, la Moselle comptant un grand nombre de nappes et cours d'eau fournis et bien alimentés.

L'examen préliminaire montre un faible stress hydrique. Le fournisseur local d'eau (Société des Eaux de l'Est) ainsi que l'agence de l'eau Rhin Meuse ont confirmé la disponibilité des ressources pour l'entier déploiement de CarlHYng.

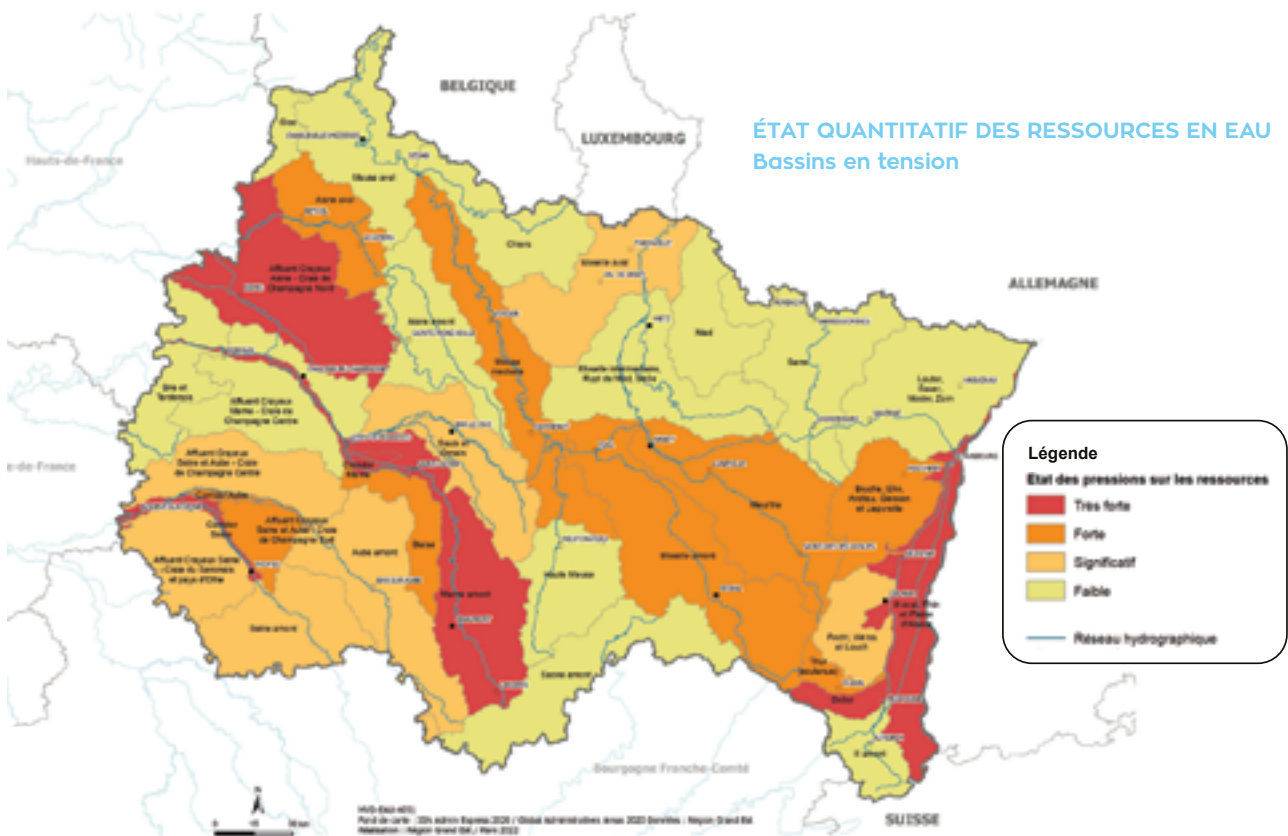


Figure 38 - État quantitatif des ressources en eau dans le Grand Est

Source : Plaquette « L'eau dans le Grand Est » publiée par la Région Grand Est, septembre 2022

4.3 Les enjeux environnementaux en phase d'aménagement et de construction

Pendant les travaux, les nuisances seront limitées, le site ayant déjà une activité industrielle.

Le bruit

Les travaux d'aménagement et de construction de CarlHYng (d'une durée de 2 ans), seraient susceptibles de générer des nuisances sonores ponctuellement et localement. Les potentielles sources de bruit seraient liées à la circulation des camions, aux engins de chantier, à l'outillage (postes à souder, compresseurs d'air, groupe électrogène, etc.). Dans la mesure du possible, les éléments seraient préfabriqués et préassemblés en usine avant d'être raccordés entre eux sur le site afin de limiter les nuisances.

Les travaux de raccordement électrique, à l'eau et au réseau MosaHYc auront des incidences réduites.

Les travaux réalisés uniquement pendant les heures ouvrées ne devraient pas affecter les zones à dominante résidentielle les plus proches, qui sont situées à plus de 400 mètres à l'est du projet.

Les poussières

Liées aux travaux de terrassement et de raccordement électrique, elles seront limitées et ponctuelles, et ne devraient pas impacter les riverains.

Le trafic routier

une augmentation du trafic d'engins de chantier et de poids lourds est probable, compte tenu de la présence de nombreux intervenants sur site. Le chantier de raccordement électrique sera organisé avec les services gestionnaires de la voirie concernés pour éviter et réduire les impacts sur le trafic.

La pollution des eaux superficielles

Exclusivement pendant la phase de chantier, les travaux d'établissement d'une liaison souterraine peuvent occasionner une pollution accidentelle des eaux superficielles, par exemple lors de travaux de franchissement de cours d'eau ou d'autres écoulements. Ces impacts sont maîtrisés par des mesures de prévention spécifiques et des modes opératoires adaptés à ces milieux.

4.4 Les enjeux environnementaux en phase d'exploitation

La gestion de l'eau : consommation et rejets

L'eau est disponible localement (voir chapitre 4.2).

Néanmoins, dans un contexte de sécheresses récurrentes en France, la pression sur la ressource en eau doit être étudiée attentivement.

Ainsi, conformément au décret n°2021-80754 publié le 26 juin 2021 en application de la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC), les condensats récupérés suite aux compressions et au séchage de l'hydrogène pourraient être réinjectés dans les électrolyseurs.

Ces condensats représentent environ 17 % du débit d'eau industrielle amené à chaque unité.

Objet d'une étude, cette valorisation permettrait de diminuer de moitié les effluents totaux de 10 m³/heure par unité de 100 MW*.

Plusieurs exutoires sont étudiés pour accueillir les eaux de rejets du projet :

- les cours d'eau locaux qui prennent leur source côté français et s'étendent côté allemand : la Bisten, la Rosselle, le Lauterbach ;
- les ruisseaux qui s'écoulent en Moselle : le ruisseau de Diesen, le Merle ;

- l'infiltration dans le sol ;
- une valorisation en boucle fermée de l'ensemble des effluents vers l'entrée du procédé d'électrolyse moyennant un traitement supplémentaire.

Concernant les trois premiers exutoires naturels envisagés (cours d'eau et infiltration au sol) et en fonction de la compatibilité des eaux de rejet avec ceux-ci, une unité de traitement de l'eau pourra être implantée sur le site.

Le rejet d'eau par infiltration dans le sol

Les conditions de rejet d'eau via l'infiltration dans le sol feront l'objet d'une étude dédiée, conformément à l'arrêté ministériel du 10 juillet 1990⁴¹, relatif à l'interdiction des rejets de certaines substances dans les eaux souterraines en provenance d'installations classées, et à l'article 25 de l'arrêté du 2 février 1998⁴², relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

Le bruit

Les émissions sonores

Le projet 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* ».

Les émissions sonores fixées par l'arrêté d'autorisation ne doivent pas excéder en limite de propriété 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 le projet en fonctionnement et d'autre part le niveau de bruit en l'absence de ce dernier, est également réglementée.

À ce jour, les principales sources de bruit existantes identifiées sur la zone d'étude proviennent de la circulation sur les routes voisines du projet (RN33, RD26 notamment) et du trafic ferroviaire. Il est à noter que la route nationale 33 fait l'objet d'un classement sonore de catégorie 2⁴³. La route départementale 26, située plus au nord des futures limites de propriété du projet, est classée dans la catégorie 4.

Une étude acoustique détaillée permettra de simuler les émissions sonores liées aux équipements du projet et de déterminer les mesures à prendre (cafeutrage, confinement, capotage...) pour les limiter le cas échéant afin de garantir la tranquillité du voisinage. Cette étude sera disponible au stade de l'enquête publique.

Le trafic routier

En fonctionnement, les principaux intrants (électricité et eau) du projet de production d'hydrogène seraient acheminés par des réseaux de câbles et de canalisations.

41. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGISCTA000006111060>

42. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000005625281#:~:text=Il%20est%20interdit%20d'%C3%A9tablir,ou%20susceptibles%20d'%C3%AAtre%20pollu%C3%A9s.>

43. Plus d'information dans l'arrêté de classement du 20 mars 2013 : https://www.moselle.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Amenagement-Urbanisme/Observatoires-et-Prospectives/Observatoire-du-Bruit/Le-Classement-des-voies-bruyantes/Arrete_classement_21mars2013_RoutesEtat_arrete.pdf

En sortie, l'entièreté de l'hydrogène produit serait injecté et transporté par le réseau MosaHYc jusqu'aux consommateurs.

À ce jour, l'unique trafic routier induit par le projet correspondrait donc aux déplacements du personnel sur site ainsi qu'aux camions d'appoint pour la maintenance, ayant lieu environ dix jours par an.

Les émissions atmosphériques

L'électrolyse de l'eau ne génère ni gaz à effet de serre ni particules fines. Elle produit uniquement de l'hydrogène et de l'oxygène*. Lors des phases de démarrage ou d'arrêt des unités, de l'hydrogène sera rejeté dans l'atmosphère par

des événements. Ces purges ponctuelles des systèmes sont une des mesures de sécurité du site (voir partie 4.6). Les rejets associés sont inodores, incolores et sans impact identifié à ce jour.

En ce qui concerne l'oxygène, sa valorisation auprès d'industriels locaux sera étudiée. Elle dépend des caractéristiques spécifiques du processus industriel visé et des besoins du marché. Une étude approfondie des opportunités économiques et techniques est nécessaire. Si sa commercialisation s'avère inenvisageable, il sera rejeté dans l'atmosphère.

Les lignes électriques souterraines n'ont pas d'impact notable en phase d'exploitation, sur la qualité de l'air ni sur le climat.

La valorisation potentielle de l'oxygène

Valoriser l'oxygène co-produit d'un processus industriel signifie lui donner une valeur économique ou l'utiliser de manière avantageuse plutôt que de simplement le rejeter. Les options de valorisation de l'oxygène co-produit de CarlHYng sont étudiées par VERSO ENERGY auprès d'industriels ou d'entreprises locales.

Les utilisations possibles de l'oxygène* sont les suivantes :

- Transformation chimique : L'oxygène en tant qu'oxydant est utilisé dans l'industrie chimique. Ex. dans la production d'acide sulfurique ou d'acide nitrique
- Industrie alimentaire : l'oxygène (et l'azote) sont utilisés pour empêcher la prolifération des bactéries ou autres micro-organismes responsables de l'altération des aliments. Les aliments conservent leur qualité et ont une plus longue durée de vie.
- Découpage industriel : En tant que gaz de coupe ou gaz process, l'oxygène peut être employé dans le découpage de matériaux de grande épaisseur, dont les métaux. Ex. découpage au laser, au plasma ou autogène.
- Utilisation environnementale : L'oxygène peut être utilisé pour améliorer la qualité de l'air ou de l'eau dans des zones polluées ou déficientes en oxygène. Ex. dans les stations d'épuration, l'oxygène peut être utilisé pour stimuler les processus de traitement biologique des eaux usées.
- Production d'énergie : L'oxygène peut être utilisé dans des procédés de combustion pour augmenter l'efficacité énergétique. Ex. dans certains types de centrales thermiques, l'oxygène peut être utilisé pour augmenter la température de combustion, ce qui améliore le rendement global du processus.
- Recherche et développement : L'oxygène co-produit peut être utilisé pour soutenir des projets de recherche et développement dans divers domaines scientifiques, notamment la recherche sur les matériaux, la biotechnologie ou la nanotechnologie.

La fourniture d'oxygène aux industriels potentiellement intéressés pourrait se matérialiser par l'injection dans un oxydud existant, la pose d'une canalisation dédiée ou l'acheminement par camions.

La chaleur

La technologie PEM* qui serait utilisée pour le projet CarlHYng produit de la chaleur (température de 40°C). Cette chaleur sera réemployée pour le chauffage des bâtiments du site. D'autres exutoires seront envisagés.

Les odeurs

La production d'hydrogène et d'oxygène par électrolyse de l'eau ne génère pas d'odeur. Aucune nuisance olfactive n'est donc attendue.

Les champs électromagnétiques

Les liaisons électriques nécessaires au raccordement électrique du site seront conformes à la réglementation française et européenne concernant les champs électriques et magnétiques et ne présentent pas de risques pour les riverains. Par ailleurs, il est à noter qu'une liaison souterraine n'émet pas de champ électromagnétique.

Les déchets et rejets

L'électrolyse de l'eau ne génère pas de déchets matériels, le projet CarlHYng n'en générera en conséquent pas non plus en dehors des déchets ménagers liés à l'occupation du site.

Les rejets consistent en :

- des effluents aqueux issus de la déminéralisation de l'eau en entrée des électrolyseurs ;
- des effluents aqueux issus de la compression et du séchage de l'hydrogène en sortie. Ces condensats peuvent éventuellement être valorisés (voir la partie sur la gestion de l'eau dans le chapitre 4.4) ;
- de l'azote (N₂) employé lors des purges d'hydrogène ayant lieu pendant les phases de démarrage ou d'arrêt (normaux ou de sécurité) des électrolyseurs. L'azote est un gaz déjà grandement présent dans l'air (environ 80 %), qui une fois dispersé ne présente pas de danger particulier pour l'homme ou l'environnement. L'utilisation de l'azote est détaillée au chapitre 4.6 Les risques liés au projet CarlHYng.

Les émissions lumineuses

Les émissions lumineuses de la zone d'étude proviennent principalement de l'éclairage public et de l'éclairage de la plateforme chimique de Carling-Saint-Avoid et de la centrale Émile Huchet (GazelEnergie).

L'activité principale de CarlHYng serait concentrée à l'intérieur des bâtiments. L'éclairage extérieur serait donc 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.

Le projet aura-t-il des impacts transfrontaliers ?

Comme évoqué, la production d'hydrogène par électrolyse n'a pas d'impact sur la qualité de l'air et le trafic routier supplémentaire généré sera très limité. Il n'y aurait donc pas d'impact sur l'environnement de l'autre côté de la frontière en termes de bruits, d'émissions atmosphériques ou de trafic.

En fonction des exutoires envisagés pour les rejets d'eau du projet et notamment des cours d'eau, la même attention et le même suivi sera apporté à ceux-ci, que le cours d'eau s'écoule vers la France ou vers l'Allemagne, afin de garantir la compatibilité de leur composition avec leur milieu récepteur.

Première estimation du bilan carbone du projet

À ce stade du projet, l’empreinte carbone globale du projet, liée à la construction, l’opération et la maintenance des infrastructures du projet n’est pas encore connue. Ce calcul sera effectué au moment des études de faisabilité.

Néanmoins, un calcul simplifié des émissions de GES peut être effectué en première approche, prenant en compte le type de procédé de fabrication de l’hydrogène.

Selon la base empreinte de l’ADEME⁴⁴ de 2020, l’empreinte CO₂ de l’hydrogène produit par :

- vaporeformage de gaz naturel vaut 11,1 kg eq. CO₂/kg H₂ ;
- électrolyse à partir du mix énergétique français vaut 2,77 kg eq. CO₂/kg H₂ ;
- électrolyse à partir d’électricité renouvelable vaut 1,59 kg eq. CO₂/kg H₂.

À noter : ces estimations sont majorantes dans la méthode de calcul de l’empreinte carbone de la production d’hydrogène par rapport à d’autres bases de données (ex. le rapport JEC Well-To-Wheels de la Commission Européenne⁴⁵).

Compte tenu des caractéristiques suivantes du projet :

- Durée du projet : 30 ans (2028 à 2058) ;
- Production annuelle d’hydrogène : 51 000 tonnes (sauf en 2028 : 17 000 tonnes et en 2029 : 34 000 tonnes dû au phasage de déploiement du projet) ;
- Mix d’approvisionnement des électrolyseurs en moyenne sur 30 ans de projet : 60 % renouvelable, 40 % mix énergétique français ;

L’empreinte CO₂ de CarlHYng liée à sa production d’hydrogène est estimée à 3 050 000 tonnes de CO₂ sur les 30 ans d’exploitation prévus.

À titre de comparaison, la production d’hydrogène sur la même durée et pour les mêmes volumes produits à 100 % par vaporeformage de gaz naturel – tel que c’est le cas aujourd’hui pour approvisionner les industriels visés – est estimée à 16 417 000 tonnes de CO₂.

**CarlHYng permettrait
d’éviter l’émission
de plus de
13 367 000 tonnes
de CO₂ sur 30 ans.**

À noter : la présence et l’utilisation du réseau MosaHYc pour acheminer l’hydrogène produit jusqu’aux clients permet en plus de s’épargner des émissions liées au transport par camions.

44. Documentation Base Carbone (ademe-dri.fr)

45. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121213>

4.5 Les effets socio-économiques attendus

300 emplois attendus pendant la phase de travaux

Environ 300 emplois seront mobilisés sur le site pendant les 3 ans de construction, avec un pic à 500 emplois pendant les 6 mois de montage et de test de l'installation, regroupant divers secteurs d'activités (génie civil, bâtiment soudure, tuyauterie, ingénierie, électricité, ...). Durant cette phase, VERSO ENERGY accordera une attention particulière à faire appel, dans la mesure du possible, à des entreprises locales.

À noter : CGR Environnement, filiale de TELLOS, actuellement exploitante du site visé pour l'implantation du projet CarlHYng, emploie deux personnes : un agent de bascule (agent administratif) et un conducteur d'engin. Ces deux personnes seront, dans la mesure du possible, reclassées au sein d'une autre filiale du groupe TELLOS suite à l'arrêt anticipé de l'activité.

20 à 40 emplois directs et plus de 40 emplois indirects et induits pendant la phase d'exploitation

Le site sera exploité 24h/24 et 7j/7. Il est estimé que 20 à 40 emplois directs seront créés dans le cadre de l'exploitation de CarlHYng. Ils concerneront :

- **des postes d'exploitation du site :** 8 opérateurs (2 par quart de travail + 2) seront affectés à chaque unité de production de 100 MW*.
- **des postes de maintenance :** 3 techniciens en service de jour, spécialisés en instrumentation et contrôle commande, génie électrique et mécanique seront affectés à chaque unité de production de 100 MW pour s'assurer que le site fonctionne bien et détecter tout problème potentiel.

- **des postes de direction et d'administration :** au moins 4 personnes, dont un directeur général, un directeur technique, un assistant administratif et un responsable QHSE (Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement), encadreront le personnel et veilleront à ce que toutes les procédures de sécurité soient suivies. Ils seront les interlocuteurs privilégiés des clients, des élus et du public.

- **des postes de gardiennage et d'entretien du site :** 5 personnes seront chargées de la surveillance du site et de l'entretien des espaces verts.

Une équipe support de SIEMENS ENERGY, située à distance, se tiendra à disposition des opérateurs du site pour du soutien technique, une expertise des équipements à la demande ou de la supervision de la maintenance préventive.

Les équipes du site seront par ailleurs renforcées pendant les phases majeures de maintenance. En règle générale, des interventions de maintenance mineures sur les systèmes d'électrolyseurs sont recommandées tous les 6 mois. Après environ 10 ans (équivalent à 80 000 heures de fonctionnement), les modules d'électrolyse devront être remplacés. Dans le cas d'une maintenance où tous les modules devraient être remplacés en même temps, l'équipe maintenance pourrait raisonnablement être étendue à 24 personnes.

La nécessité de formations adaptées

Les métiers de la transition énergétique requièrent des formations spécifiques. Une prise de contact avec les CCI (Chambres de Commerce et d'Industrie) ainsi que les établissements d'enseignement supérieur du département et de la région est prévue, afin de cartographier et répertorier les formations existantes pouvant être adaptées aux besoins de recrutement de CarlHYng, ou afin de définir et structurer de nouvelles formations autour de l'hydrogène si nécessaire.

Des investissements et un développement économique

L'implantation de ce projet innovant, inscrit dans la transition énergétique et écologique, peut attirer de nouveaux investissements dans la région et stimuler le développement économique. Le développement de CarlHYng, en parallèle de celui du réseau transfrontalier MosaHYc, participe à la mise en place d'une filière hydrogène porteuse d'avenir que le territoire promeut.

4.6 Les enjeux de sécurité

Dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale (DDAE) du projet CarlHYng, VERSO ENERGY doit produire une étude de dangers (EDD), afin de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de l'installation, en intégrant notamment différents scénarios d'accidents.

L'étude de dangers traitera des potentiels effets dominos* internes et externes au site.

Des retombées positives pour les industriels locaux utilisant de l'hydrogène

L'hydrogène produit sera mis à disposition des industriels de la Grande Région, permettant de décarboner leur production, mais aussi de stimuler leur croissance, leur compétitivité et leur image de marque.

Des retombées fiscales

La commune de Carling sur laquelle serait implantée le projet sera bénéficiaire de la contribution économique territoriale (CET) et la taxe foncière dont sera redevable VERSO ENERGY. Cette contribution pourra permettre, si les élus le décident, de mettre en place de nouvelles infrastructures dont pourront bénéficier tous les habitants.

Pour maximiser les avantages socio-économiques, les maîtres d'ouvrage ont choisi de favoriser une collaboration étroite avec les parties prenantes locales, les entreprises et les autorités régionales.

En quoi consiste une étude de dangers ?

Une étude de dangers dans le domaine industriel est une évaluation systématique et approfondie des risques et des dangers potentiels associés à une installation industrielle, une usine, un site ou un processus industriel. Son objectif principal est d'identifier, d'analyser et de comprendre les scénarios dangereux qui pourraient se produire, ainsi que les conséquences possibles de ces événements. Cette étude vise à assurer la sécurité des personnes, de l'environnement et des biens à proximité de l'installation.

Les principales étapes d'une étude de dangers :

Identification des dangers : Cette étape consiste à répertorier tous les éléments, substances, équipements ou processus qui pourraient être à l'origine d'un danger potentiel.

Analyse des scénarios d'accidents : Les ingénieurs et experts analysent les scénarios possibles d'accidents, en tenant compte des défaillances techniques, des erreurs humaines, des situations anormales et des événements extérieurs.

Évaluation des conséquences : Une fois les scénarios d'accidents identifiés, les conséquences potentielles sont évaluées en termes de dommages aux personnes, à l'environnement et aux biens matériels.

Analyse des mesures de prévention et de protection existantes : L'étude examine les systèmes et les mesures de sécurité déjà en place pour déterminer leur efficacité et identifier les éventuelles lacunes.

Proposition de mesures correctives : Sur la base des résultats de l'étude, des recommandations sont formulées pour améliorer la sécurité, telles que l'ajout de systèmes de protection supplémentaires, des procédures d'urgence, des formations pour le personnel, etc.

Plan d'urgence : L'étude de dangers peut également conduire à la création ou à la mise à jour d'un plan d'urgence pour faire face aux accidents éventuels et limiter leurs conséquences.

Les études de dangers sont généralement menées dans le cadre des réglementations en matière de sécurité industrielle et sont essentielles pour prévenir les accidents majeurs, minimiser les risques et assurer la protection des populations environnantes. Ces études sont souvent réalisées par des équipes d'experts multidisciplinaires, comprenant des ingénieurs en sécurité, des spécialistes des risques, des experts techniques et des représentants de l'entreprise concernée.

Les aspects administratifs

Le classement ICPE de CarlHYng dépend en grande partie de la quantité d'hydrogène présente sur site. Le projet ne prévoyant pas de stockage d'hydrogène en dehors des stockages tampons nécessaires au procédé industriel, les seules quantités d'hydrogène présentes sur site seront donc celles contenues dans ces stockages tampons et dans les conduites parcourant les divers bâtiments du site (bâtiments d'électrolyse, de compression, de refroidissement...) jusqu'au point de raccordement à MosaHYc.

Quelle quantité d'hydrogène présente sur le site de CarlHYng?

La quantité d'hydrogène estimée par unité de 100 MW* est de 80 kg, soit 240 kg à terme.

A cela il faut ajouter l'hydrogène contenu dans l'ensemble des tuyauteries hors unité, d'un maximum de 200 kg.

Au total et avec une marge prévue, le site comptabilisera un maximum de 500 kg d'hydrogène présent en continu.

Le projet CarlHYng sera soumis aux rubriques ICPE ci-dessous :

N° de la rubrique	Intitulé de la rubrique « Installations Classées »	Caractéristiques de l'installation	Classement	Rayon d'affichage (en km)
3420.a	Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques inorganiques, tels que : a) Gaz, tels que : ammoniac, chlore ou chlorure d'hydrogène, fluor ou fluorure d'hydrogène, oxydes de carbone, composés sulfuriques, oxydes d'azote, hydrogène, dioxyde de soufre, chlorure de carbonyle (Autorisation)	Le projet de VERSO ENERGY consiste en la fabrication d'hydrogène en quantité industrielle par électrolyse.	Autorisation	3
4715.2	Hydrogène (numéro CAS 133-74-0). La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1. Supérieure ou égale à 100 kg mais inférieure à 1 t (Déclaration) 2. Supérieure ou égale à 1 t (Autorisation) 2.1 Entre 5 t et 50 t (Seveso* seuil bas) 2.2 Au-delà de 50 t (Seveso seuil haut)	La quantité d'hydrogène présente dans l'installation est largement inférieure à 1 tonne.	Déclaration	/

Le projet est donc soumis à autorisation ICPE, mais n'est pas classé Seveso car la quantité d'hydrogène présente sur site sera largement inférieure au seuil de 5 tonnes.

Comment une ICPE* est-elle contrôlée ?

Une ICPE est contrôlée par l'exploitant selon les périodicités imposées, notamment pour les rejets et les nuisances, et les résultats des mesures sont transmis aux services de l'État (police des installations classées). Elle fait aussi l'objet de contrôles inopinés de l'État, conduits par des laboratoires agréés.

Le site de CarlHYng, dont l'activité est visée par les rubriques 3000 de la nomenclature française des installations classées, devra par ailleurs respecter les dispositions relatives aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) (voir ci-dessous). Il devra par conséquent déclarer, chaque année, différents éléments concernant ses déchets et impacts sur les sols, sur l'eau (rejets aqueux) et sur l'air (émissions de polluants et GES + quotas)⁴⁶.

46. <https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/R18437>

La maîtrise des risques

La maîtrise des risques est mise en œuvre tout au long du cycle de vie d'un établissement industriel.

Elle regroupe des outils pour éviter la survenue et les conséquences d'un accident : maîtrise du risque à sa source, maîtrise de l'urbanisation, organisation des secours et information du public. Les outils de maîtrise du risque industriel ont été sensiblement renforcés par la directive Seveso* et la loi « Risques » de 2003. Les installations classées font l'objet d'une réglementation plus protectrice depuis septembre 2020.

« Le projet CarlHYng n'est pas classé Seveso »

Les risques identifiés à ce jour concernant le projet CarlHYng sont listés en page 79. Pour chacun, les opérations de maîtrise des risques qui seront mises en œuvre sont indiqués. L'ensemble de ces mesures seront détaillées dans l'étude de dangers en cours de constitution, disponible au stade de l'enquête publique.

Les risques naturels

La commune de Carling, où s'implanterait le projet, n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques naturels⁴⁷ et est située en zone de sismicité très faible (zone 1). De plus, le site dédié au projet n'est pas concerné par le risque de remontée de nappe et est exposé à un aléa faible, voire nul, pour le risque de retrait-gonflement des argiles.

Aucun risque naturel majeur n'a donc été recensé au niveau du projet.

47. www.moselle.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite/Risques-majeurs/Risques-Naturels-Miniers-et-Technologiques/Plans-de-prevention-des-risques-naturels-et-miniers

La Directive sur les émissions industrielles (IED), les meilleures techniques disponibles (MTD) et les Best REFerence Documents (BREF)

La Directive sur les émissions industrielles (IED) est le principal instrument de l'Union européenne pour prévenir et réduire les émissions de polluants des activités industrielles, notamment via la mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles (MTD). Sa révision est en cours et devrait être finalisée fin 2023.

Cette directive prévoit une approche intégrée de la prévention et de la réduction des émissions dans l'air, l'eau et le sol, de la gestion des déchets, de l'efficacité énergétique et de la prévention des accidents.

Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) constituent le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, permettant d'éviter et, lorsque cela s'avère impossible, de réduire les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble. Le terme "techniques" désigne les technologies employées (procédés de production et/ou de traitement des rejets), mais aussi la conception de l'installation, sa construction, son entretien et son exploitation (dispositions d'organisation et mesures de prévention) et mise à l'arrêt.

Ce sont les documents appelés BREF, issus de l'échange d'informations entre les Etats membres, l'industrie et les organisations non gouvernementales, qui décrivent les techniques, les émissions et consommations ainsi que ce qui sera considéré comme les Meilleures Techniques Disponibles pour un secteur d'activité donné.

Les risques liés au voisinage industriel

Des industries classées “à risque” sont présentes sur les communes de Carling et Saint Avold : Total Petrochemicals, Arkema, SNF Floerger, Protelor (toutes classées Seveso* seuil haut), la centrale thermique Emile Huchet (exploitée par GazelEnergie, Seveso seuil bas). D’autres sites industriels ne sont pas classés Seveso, tels que Altuglas International, Air Liquide, Metex, ou Afyren Neoxy, mais relèvent du régime d’autorisation ICPE*.

La plateforme pétrochimique de Carling est par conséquent soumise à un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) qui s’étend en partie sur les communes de Saint-Avold, de l’Hôpital, de Diesen et de Porcelette (voir en annexe, rubrique “Documents de référence).

Le projet CarlHYng est en partie inclus dans le périmètre de ce PPRT. Il se situe dans une zone concernée par des autorisations par conditions (zone b1) et l’autre par des recommandations (zone V).

Les bâtiments en zone b1 devront donc être résistants à une surpression de 35 mbar avec une onde de choc d’une durée de 1 000 ms. Pour la partie en zone V, soumise à un potentiel effet toxique de la plateforme, un dispositif de confinement sera mis en œuvre pour assurer la protection du personnel présent sur site. Les contraintes de renforcement des bâtiments ou d’occupation des sols liées à un PPRT permettent notamment de restreindre et d’empêcher les effets dominos*.

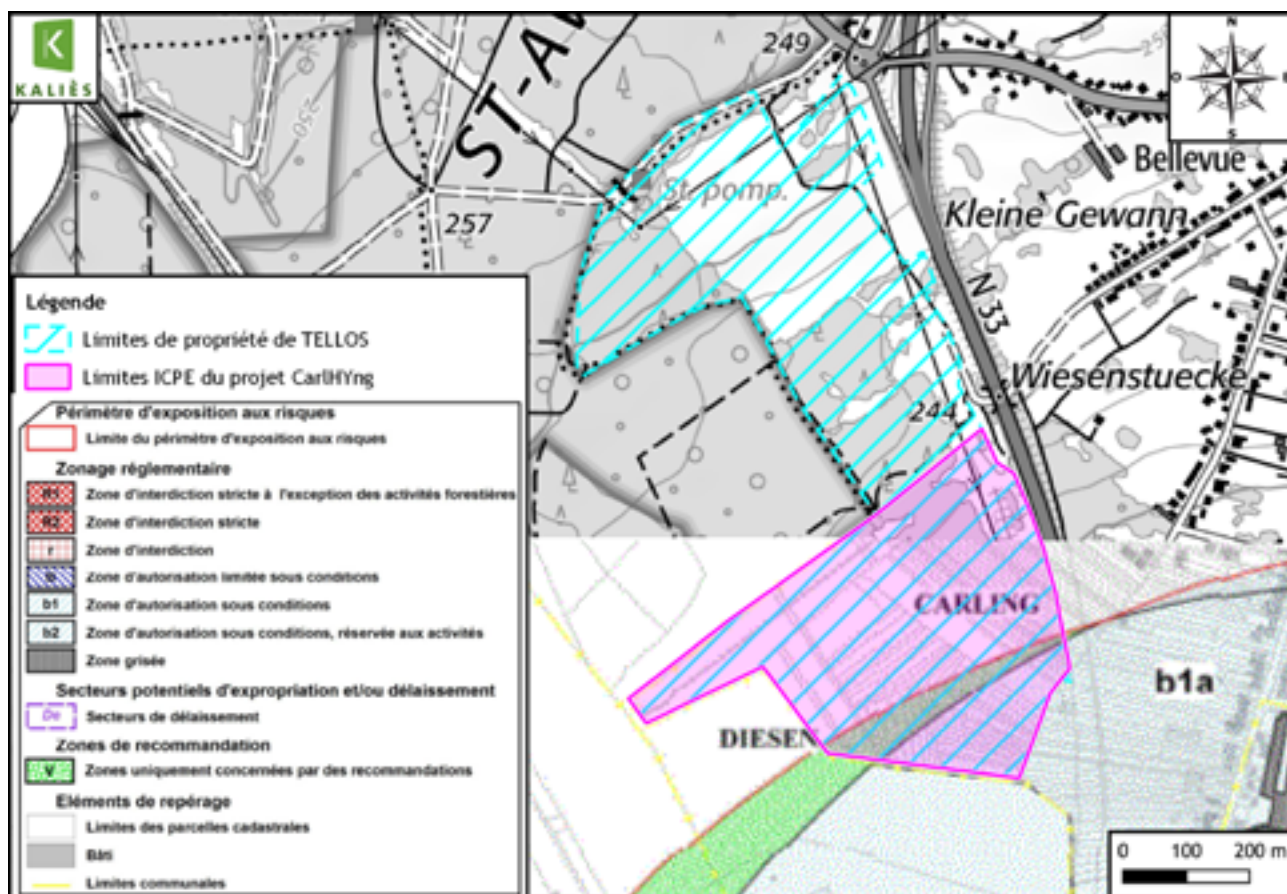


Figure 39 - Localisation du projet par rapport au PPRT de la plateforme pétrochimique de Saint-Avold Nord

Les effets dominos*

Il s'agit de risques en matière de sécurité - dans les industries à haut risque, une défaillance dans l'une des installations peut entraîner des incidents en chaîne, tels que des fuites, des explosions ou des incendies, mettant en danger la vie des travailleurs et des communautés environnantes. On parle également d'effet domino dans le cas où un incident dans une entreprise aurait un impact sur les entreprises à proximité.

Les risques liés au projet CarlHYng

La production d'hydrogène* (H₂)

L'hydrogène pur ne présente pas de risque. C'est un gaz non toxique, non polluant, léger (dispersion atmosphérique rapide dans les espaces non confinés) et sa flamme est peu radiative*, ce qui limite les effets dominos par radiation.

Toutefois, la fuite d'hydrogène, suivie de son mélange avec de l'oxygène* (présent dans l'air), à proximité d'une source inflammable, peut générer un incendie ou une explosion.

→ **Des mesures de protection préventive** seront mises en place pour assurer la sécurité du site de CarlHYng et de ses riverains. Des systèmes de mesure (des différents gaz, hydrogène, oxygène, azote, de la température...) et de commande surveilleront en permanence et aideront à exploiter le site de manière efficace et sûre. Un système de sécurité intégré et certifié, assurera l'arrêt automatique ou l'alerte suivant les cas. La technologie PEM* présente notamment l'avantage d'être très réactive aux arrêts d'urgence.

En cas de déclenchement d'un arrêt de sécurité ou de la mise à l'arrêt du système d'électrolyse, une purge des circuits à l'azote est automatiquement effectuée afin de chasser l'hydrogène par les événements, permettre sa dispersion dans l'atmosphère et ainsi éviter tout risque.

Le stockage d'hydrogène

Comme mentionné en partie 4, le projet ne prévoit pas de stockage d'hydrogène sur site en dehors des stockages tampons nécessaires au procédé industriel même. Compte tenu des quantités concernées (moins de 20 kg par stockage tampon), les risques et les mesures de maîtrise des risques associées à ces derniers sont les mêmes que ceux mentionnées ci-dessus.

La production d'oxygène* (O₂)

L'oxygène est un coproduit de l'électrolyse de l'eau. Il est inodore, incolore, non toxique et non polluant à l'état gazeux. L'oxygène est un comburant : il ne brûle pas, mais entraîne la combustion d'autres substances. Il ne représente donc pas un risque en soi mais peut être un facteur aggravant en cas d'accident.

→ Dans le cadre du projet, l'oxygène produit au niveau des électrolyseurs est strictement séparé de l'hydrogène. Après refroidissement et assèchement, il est envoyé à l'événement afin d'être dispersé à l'atmosphère de façon sécuritaire.

Le stockage d'azote (N₂)

L'azote présent sur site est employé lors des purges d'hydrogène ayant lieu pendant les phases de démarrage ou d'arrêt (normaux ou de sécurité) des électrolyseurs. Stocké sous forme liquide, il se vaporise sous l'effet de la pression atmosphérique, et dans les circuits « pousse » l'hydrogène vers les événements. L'azote liquide a en effet la capacité de générer rapidement, par évaporation, un important volume d'azote gazeux, qui va déplacer les autres gaz présents.

L'azote est l'un des constituants majeurs de l'air, et ne présente pas intrinsèquement de toxicité particulière. Toutefois un volume trop important d'azote gazeux confiné, entraînant une réduction du taux d'oxygène* de l'air par déplacement ou dilution, peut provoquer une asphyxie.

→ Ces stockages d'azote seront situés en extérieur afin de bénéficier de la ventilation naturelle pour disperser une potentielle fuite d'azote. Les opérateurs seront formés et équipés en permanence d'un détecteur 4 gaz permettant de mesurer en continu la quantité d'oxygène présente dans l'air, afin de les alerter en cas de taux trop faible.

Le poste électrique - présence de gaz SF6

Le poste électrique qui réceptionne le raccordement 400 000 volts de RTE est isolé au gaz SF6. Le SF6 est un gaz non toxique et ne présente aucun risque direct pour les personnes ou les animaux. Cependant, en raison de son poids moléculaire plus élevé, le SF6 échappé peut s'installer dans les zones basses d'une pièce et y déplacer vers le haut l'oxygène. Cela peut provoquer des problèmes respiratoires (asphyxie) chez le personnel travaillant sur place, surtout lorsqu'il est respiré en grande quantité. Par ailleurs, une fuite au niveau d'un sectionneur isolé au SF6 signifie qu'il y a moins de gaz isolant pour le protéger des effets des arcs électriques. Il en résulte des pertes de signaux, des courts-circuits, des dysfonctionnements et, finalement, des pannes qui peuvent compromettre la sécurité et le fonctionnement du site.

→ Le SF6 étant plus lourd que l'air, un détecteur SF6 sera implanté dans le vide technique au-dessous du poste permettant ainsi de prévenir et d'alerter tout intervenant sur celui-ci de la présence de gaz. Par ailleurs, les composants constituant le poste (sectionneurs, disjoncteurs...) sont assemblés en compartiments, de sorte qu'une fuite ne peut entraîner la vidange complète du poste. Les compartiments seront équipés de capteurs de pression permettant de détecter la fuite et d'avertir.

Les transformateurs - présence d'huile

Dans le poste de transformation électrique, de l'huile sera utilisée dans le circuit de refroidissement pour dissiper la chaleur du circuit magnétique et des enroulements. Environ 50 tonnes d'huile par transformateur sont nécessaires. Il y aurait trois transformateurs à terme. Les risques liés aux transformateurs électriques sont l'incendie, l'explosion et la pollution des sols. Dans le cas où une fuite d'huile surviendrait, celle-ci peut se répandre, polluer le sol et occasionner un risque d'incendie, en cas de contact avec une étincelle. Le transformateur en cas de fuite et de perte d'huile peut également surchauffer, prendre feu, voire exploser.

→ Pour éviter les risques de fuite et propagation de l'huile, une fosse déportée pour sa collecte sera installée. Des murs pare-feu et une colonne sèche seront également prévus pour éviter la propagation d'un potentiel incendie. Un

système de détection de surcharge transformateur (capteur température, pression) ou de court-circuit (lecture du courant électrique) permettra de couper l'alimentation électrique des transformateurs par anticipation si une anomalie est détectée.

Le risque électrique

Le poste électrique et les transformateurs peuvent par ailleurs générer un risque électrique. Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit et le risque d'arc électrique. Les conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion...

→ Toutes les mesures de design et de conception permettant de les réduire (isolation, réseau de terre, distances diélectriques, tenue aux court-circuit...) seront prises en compte. Un système de détection de court-circuit (protection ampèremétrique) permettra de couper l'alimentation afin d'éviter les risques à la personne et la dégradation des composants. Enfin, un protocole d'exploitation avec des consignes strictes de mises à la terre notamment sera à respecter pour toute intervention sur les composants.

Les risques liés au transport d'hydrogène

Dans le cas de CarlHYng, l'essentiel, voire l'entièreté de la production d'hydrogène sera acheminée vers les clients consommateurs par canalisation enterrée (MosaHYc).

En cas de rejet accidentel de gaz à l'atmosphère depuis un ouvrage de transport d'hydrogène, plusieurs phénomènes peuvent avoir lieu :

- Sous l'effet de la pression, un jet d'hydrogène va être émis à l'atmosphère et la perte de confinement du gaz peut être accompagnée de projection de terre ou de pierres dans le cas d'une canalisation enterrée ;
- La mise à l'atmosphère d'une forte quantité de gaz s'accompagne d'un bruit intense perceptible à une très grande distance ;

— Un panache d'hydrogène va se former dans l'atmosphère et peut s'enflammer s'il rencontre une source d'énergie d'intensité suffisante (engin agresseur, foudre, ...). Les effets redoutés sont des effets thermiques et une onde de surpression.

L'étude de dangers s'attache à quantifier chacun de ces effets en intensité et en probabilité d'occurrence selon la réglementation en vigueur afin d'y associer les mesures de maîtrise de risques associées.

→ Les chantiers réalisés à proximité des canalisations de transport de gaz représentent la principale cause d'accidents sur ces ouvrages. Aussi, les travaux prévus à proximité de canalisations de transport de gaz doivent, selon la réglementation anti-endommagement, faire l'objet d'une déclaration réglementaire préalable (déclaration d'intention de commencement des travaux) auprès de chaque exploitant de réseau concerné, après consultation du guichet unique recensant tous les réseaux.

L'arrêté du 5 mars 2014 modifié, dit « arrêté multifluides », constitue le règlement de sécurité des canalisations de transport. Les exploitants de ces canalisations sont tenus de réaliser une étude de dangers analysant les risques que peut présenter l'ouvrage et ceux qu'il encourt du fait de son environnement, de façon à s'assurer de l'acceptabilité de ces risques. Il est à noter que les canalisations sont en acier et enterrées. Elles sont signalées par des bornes et balises en surface et des grillages avertisseurs dans le sol. Les ouvrages aériens (par exemple le poste d'injection en liaison directe avec le producteur) sont, eux, situés en site clos d'accès interdit au public. De plus, ces ouvrages font l'objet d'un programme de surveillance et de maintenance (surveillance aérienne pour identifier les travaux non déclarés présentant des risques d'agression potentielle du tube, surveillance à terre et surveillance de l'intégrité des ouvrages...). Par ailleurs, GRTgaz organise des réunions annuelles avec l'Administration qui s'assure de la bonne mise en œuvre de ce programme. En outre, des servitudes d'utilité publique sont mises en place autour de ces ouvrages pour maîtriser l'urbanisation à proximité. Enfin, le transporteur est tenu de réexaminer au minimum tous les cinq ans cette étude de dangers afin de vérifier que le

risque pour les populations à proximité des ouvrages soit toujours maîtrisé. Des mesures de type renforcement de la surveillance ou mise en place de dalles de protection peuvent être mises en place à cet effet.

Les risques liés au transport d'électricité

Le principal risque lié au transport et à la distribution de l'électricité est le risque électrique.

→ Pour protéger les travailleurs et les tiers, l'État français a mis en place une réglementation adaptée et protectrice qui s'appuie sur l'arrêté interministériel du 17 mai 2001, sur le code du travail et sur la réglementation anti-endommagement issue du code de l'environnement. Ainsi tous les ouvrages exploités par RTE sont conformes à cette réglementation et font l'objet d'un contrôle technique régulier par une autorité indépendante.

Le réseau électrique classé comme "sensible" est systématiquement recensé dans le guichet unique conformément à l'article R. 554-2 du code de l'environnement, de manière à ce que les responsables ou exécutants de travaux publics puissent être avertis de la présence de ces réseaux et adapter les modalités de leurs travaux à la situation afin notamment d'éviter toute agression accidentelle de l'ouvrage.

Par ailleurs, chaque ouvrage souterrain exploité par RTE est signalé par un grillage avertisseur rouge situé au-dessus des câbles. Aucune pièce sous tension n'est accessible dans le domaine public, les câbles étant isolés et posés dans un fourreau qui fait office de protection mécanique. L'ensemble de ces mesures permettent de maîtriser le risque électrique et d'assurer un haut niveau de protection au public.

5.

**Les alternatives
au projet CarlHYng**



5.1 Une implantation sur un autre site

Plusieurs options d'implantation peuvent être envisagées pour un projet de production d'hydrogène par électrolyse, côté français, comme côté allemand.

Les sites réunissant l'ensemble des paramètres requis sont néanmoins plus rares :

- présence de foncier d'une surface correspondante, de préférence déjà artificialisé ou industrialisé, pour accueillir les infrastructures du projet ;
- disponibilité d'une capacité électrique suffisante sur le réseau pour alimenter le projet ;
- disponibilité locale en eau brute, dans les volumes requis ;
- proximité géographique de clients potentiels.

Du côté allemand de MosaHYc, l'Allemagne souffrant d'un réseau électrique congestionné et beaucoup plus carboné que la France (l'intensité carbone du réseau électrique allemand est six fois plus importante que celle du réseau français), la réglementation européenne régissant la production d'hydrogène décarboné n'aurait pas permis de faire fonctionner les électrolyseurs à taux de charge optimisé comme ils peuvent l'être en France, restreignant ainsi la production d'hydrogène finale.

Verso Energy souhaite pouvoir faire bénéficier ses clients transfrontaliers des avantages français de production d'hydrogène en leur proposant un hydrogène moins cher et plus disponible.

Par ailleurs, si le projet s'implantait du côté allemand de MosaHYc, le territoire mosellan perdrait une opportunité de réindustrialisation, de création d'emplois et de retombées économiques.

Du côté français de MosaHYc, dans le voisinage de la canalisation, seul le poste haute tension de Saint-Avoid dispose de la capacité électrique nécessaire en soutirage pour le projet dans les délais envisagés (à partir de 2027). Dans les environs de ce poste (dans un rayon de 10 kilomètres), le terrain de TELLOS a été identifié comme optimal pour le projet en raison de son aspect artificialisé et des infrastructures déjà présentes (eau industrielle et canalisation MosaHYc), facilitant les raccordements tout en limitant leurs impacts environnementaux.

Pour l'ensemble de ces raisons, l'entreprise française VERSO ENERGY a privilégié une implantation en France, sur le site de TELLOS, dans la commune de Carling.

5.2 La production d'hydrogène à partir de combustibles fossiles

Aujourd'hui, pour des raisons de coût, la quasi-totalité de l'hydrogène produit dans le monde est issu de la transformation d'énergies fossiles, gaz naturel pour près de la moitié. Ce processus de fabrication très émetteur de gaz à effet de serre, appelé vaporeformage⁴⁸, pourrait être utilisé dans le cadre du projet CarlHYng accompagné d'un dispositif de captage du CO₂.

Il n'a pas été envisagé toutefois, car le vaporeformage – même si le CO₂ émis est ensuite séquestré et enfoui – ne fait aujourd'hui pas partie

de la stratégie française de l'hydrogène. En effet, le vaporeformage ne permet pas de s'affranchir des énergies fossiles. Par ailleurs, le mix énergétique français massivement décarboné est un avantage dont la France souhaite profiter pour devenir le leader de l'hydrogène décarboné.

Le projet CarlHYng s'inscrit dans cette volonté et stratégie.

48. Plus d'informations : <https://www.hydrogene.discoverthegreentech.com/production-hydrogene/vaporeformage-methane/>

5.3 La production d'hydrogène via un autre procédé d'électrolyse

Une production d'hydrogène via un autre procédé que le PEM*.

Il existe deux autres procédés d'électrolyse, en sus du PEM qui serait pour CarlHYng :

L'électrolyse alcaline

C'est le procédé le plus mature et à ce jour le plus employé dans l'industrie, notamment chimique. Cette méthode de production d'hydrogène consiste à séparer l'oxygène* et l'hydrogène* de l'eau par un courant électrique dans une solution alcaline, majoritairement de la potasse.

Outre le fait que ce procédé soit peu réactif aux potentielles fluctuations de son approvisionnement électrique (par exemple dû à une alimentation à partir d'énergies renouvelables), la présence de potasse génère un besoin de maintenance accru ainsi qu'un risque de sécurité plus élevé pour le personnel sur site. Enfin, cette technologie est moins compacte que le PEM, l'emprise au sol des électrolyseurs est donc plus importante.

L'électrolyse à Haute Température

(ou SOEC, pour "solid oxide electrolyzer cell" en anglais) :

Ce procédé, plus récent que ceux précédemment cités, vise de hauts rendements de conversion d'électricité en hydrogène. Il consiste à électrolyser de la vapeur d'eau à la cathode à haute température (700 à 800°C), ce qui réduirait la consommation d'électricité. Toutefois, compte tenu des températures de fonctionnement élevées et de la nécessité d'utiliser des matériaux adaptés spécifiques, ce procédé reste encore cher et difficilement exploitable pour de la production d'hydrogène à grande échelle (>100 MW*).

VERSO ENERGY a choisi d'exploiter les avantages du PEM dans son projet pour les raisons évoquées au chapitre 3.3 (Les procédés et technologies envisagés), sa plus grande sécurité d'exploitation, sa maintenance allégée, sa plus grande compacité et sa réactivité à des variations rapides de charge. Ce procédé reste toutefois plus onéreux que l'alcalin car il repose sur l'utilisation de catalyseurs à base de métaux nobles.

Par ailleurs, le fait qu'un des principaux fabricants de cette technologie soit l'industriel allemand SIEMENS ENERGY permet de donner au projet une dimension franco-allemande appréciée de l'écosystème hydrogène transfrontalier.

5.4 L'extraction d'hydrogène naturel

Plutôt que de produire son hydrogène, VERSO ENERGY pourrait extraire de l'hydrogène natif*, également appelé hydrogène naturel ou hydrogène blanc, dont un important gisement a été découvert récemment sur le site de Folschwiller en Lorraine⁴⁹. Il s'agit de dihydrogène présent naturellement dans le sous-sol terrestre, par opposition au dihydrogène produit dans l'industrie.

Néanmoins, l'extraction de cet hydrogène présent localement nécessiterait des forages à plus de 3 kilomètres de profondeur et à l'heure actuelle, aucune technologie ne permet de séparer l'hydrogène des autres gaz au-delà d'un kilomètre de profondeur. Les technologies requises devant encore être inventées, les industriels de la Grande Région ne pourraient pas décarboner leurs processus dans les délais attendus.

5.5 Retard ou non réalisation du réseau MosaHYc

Dans le cas où la mise en service du réseau MosaHYc prendrait du retard, l'approvisionnement des consommateurs y étant reliés, parmi lesquels SHS, sera reportée d'autant de temps. La mise en service du projet CarlHYng sera adaptée au contexte et aux perspectives court et moyen terme de fonctionnement du réseau de transport.

À noter que SHS possède aujourd'hui sa propre unité de vaporeformage sur site lui permettant de produire à partir de gaz naturel l'hydrogène nécessaire à ses procédés. Si le réseau MosaHYc

devait prendre du retard, SHS prolongerait simplement sa consommation d'hydrogène carboné issue du vaporeformage jusqu'à la mise en service de la canalisation.

Dans le cas où le réseau MosaHYc ne se concrétiserait pas, VERSO ENERGY en collaboration avec SHS et d'autres opérateurs gaziers pourraient envisager la pose d'une canalisation dédiée au raccordement des deux sites.

5.6 Option zéro : la non-réalisation du projet

Si le projet CarlHYng ne voyait pas le jour, les industriels et acteurs de la mobilité souhaitant se décarboner devraient s'approvisionner auprès d'autres producteurs d'hydrogène ou reporter leurs projets.

Néanmoins, tel que mentionné au chapitre 2.6, les besoins locaux sont très importants et ne vont cesser d'augmenter dans les années à venir, si bien que les projets de production prévus à ce jour ne suffiraient pas à répondre à toutes les demandes.

49. <https://lejournal.cnrs.fr/articles/un-gisement-geant-dhydrogene-en-lorraine>

6.

Les modalités de mise en œuvre du projet



6.1 Les procédures auxquelles le projet serait soumis

Les demandes d'autorisation et de permis pour le projet CarlHYng

- **Un dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE) :** Comme expliqué précédemment, VERSO ENERGY doit réaliser un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) à déposer auprès de la Préfecture de Moselle. Ce DDAE comprend notamment :
 - une étude d'impact sur l'environnement,
 - une étude de dangers.
- **Un dépôt de permis de construire** à la commune de Carling.

Il est prévu de déposer ces documents au premier trimestre 2024.

La cessation d'activité de l'ISDI (Installation de stockage de déchets inertes) actuelle

Le site envisagé pour l'installation du projet CarlHYng est aujourd'hui occupé par une ISDI, gérée par la société CGR ENVIRONNEMENT, dont l'activité sera arrêtée de façon anticipée afin de laisser place à la production d'hydrogène visée. Un porter à connaissance sera réalisé pour solliciter une modification des conditions de remise en état imposée dans l'arrêté préfectoral n°2013-DDT/SABE/PNB-2 du 22 février 2013 et dans l'arrêté préfectoral n°2017-DCAT/BEPE-95 du 10 mai 2017 de la société CGR ENVIRONNEMENT.

Ce dossier sera réalisé conformément aux exigences du Code de l'Environnement, et plus spécifiquement à l'article R. 181-46 du Code de l'Environnement.

Ensuite, un mémoire de cessation d'activité sera réalisé par la société CGR ENVIRONNEMENT. Le mémoire de cessation sera transmis à la Préfecture au moins trois mois avant l'arrêt définitif.

Ce dossier sera réalisé conformément aux exigences définies à l'article R. 512-39-1 et à l'article R. 512-35 du Code de l'environnement.

Les procédures administratives pour les raccordements

— Raccordement à MosaHYc

VERSO ENERGY et GRTgaz ont initié les études de faisabilité concernant le raccordement du projet CarlHYng au réseau hydrogène MosaHYc. À l'issue de ces études, sera mise en place une convention de raccordement conditionnant les aspects techniques et économiques de l'injection d'hydrogène dans la canalisation et son acheminement jusqu'aux consommateurs.

Par ailleurs, GRTgaz déposera de son côté un dossier de demande d'autorisation de construire et d'exploiter (DACE) pour les portions françaises de MosaHYc dans le cadre des dispositions des articles L. 431-1 du code de l'énergie et L. 555-1 du code de l'environnement.

GRTgaz prévoit de déposer la DACE dans le courant du 2^e trimestre 2024.

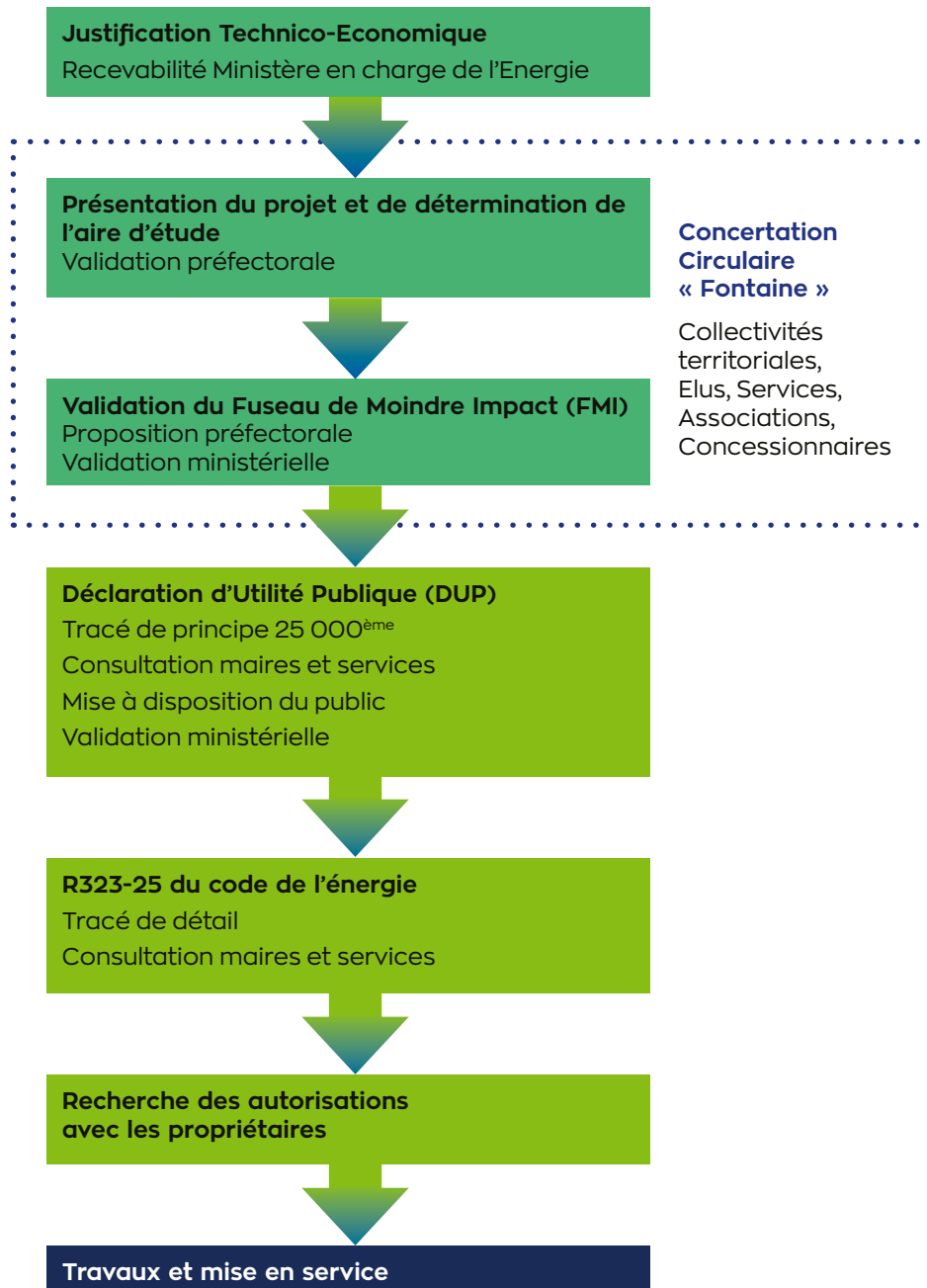
La Déclaration d'Utilité Publique (DUP)

La Déclaration d'Utilité Publique permet à l'administration de prononcer le caractère d'intérêt général d'un projet d'ouvrage électrique. RTE n'étant pas propriétaire des terrains traversés par la liaison électrique souterraine, la DUP permet de mettre en œuvre les procédures de mise en servitude légale, dès lors que les propriétaires concernés ne seraient pas en mesure de signer une convention amiable.

Raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité (RTE)

Avant de procéder au déploiement de la liaison souterraine 400 000 volts prévue pour

alimenter le projet CarlHYng, le raccordement RTE suivra un processus d'élaboration du tracé progressif et itératif en concertation avec les acteurs du territoire :



La concertation Fontaine, procédure spécifique liée au raccordement électrique

Dans le cadre de ses projets, RTE met en œuvre la concertation dite « Fontaine ». L'objectif de cette concertation, décrite dans la circulaire signée par la Ministre Déléguée à l'industrie du 9 septembre 2002 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution de l'électricité, est de définir, avec les élus et les associations représentatives, les caractéristiques du projet ainsi que les mesures d'insertion environnementale et d'accompagnement de celui-ci. Elle a également pour objectif d'apporter une information de qualité aux populations concernées par le projet et de répondre à leurs interrogations. Cette circulaire prévoit que cette concertation soit pilotée par le Préfet. Celle-ci implique tous les élus et parties prenantes, associant les services de l'État, les associations représentatives et RTE.

La concertation Fontaine se déroule en deux étapes :

- la première porte sur la présentation du projet et la délimitation, avec les parties prenantes, d'une aire d'étude ;
- la seconde consiste à procéder au recensement des différentes contraintes et enjeux à l'intérieur de cette aire d'étude, à présenter les différentes solutions envisageables pour permettre leur inter-comparaison en vue d'aboutir au choix de l'une d'entre elles, et enfin à définir un fuseau de moindre impact dans lequel le tracé sera recherché.

Ces deux étapes donnent lieu à une ou deux réunions plénières de concertation placées sous l'égide du Préfet.

Dans le cas d'un projet nécessitant une autorisation de niveau ministérielle, ce qui est le cas pour le présent projet, c'est le Ministre en charge de l'Énergie qui valide formellement le fuseau de moindre impact proposé par le Préfet à l'issue de la dernière réunion plénière.

Dans le cadre du présent projet, la concertation Fontaine s'amorce en même temps que la concertation préalable du projet CarLHYng. L'une et l'autre s'enrichissent mutuellement. La concertation Fontaine permettra d'arrêter le fuseau de moindre impact à l'intérieur duquel le tracé pourra être figé, sur la base des résultats des études menées ainsi que des apports de la concertation préalable.

6.2 Coût et financement du projet

Le montant d'investissement du projet est aujourd'hui estimé à 450 M€HT, incluant les coûts de génie civil et d'équipements industriels, ainsi que les coûts afférant aux raccordements électriques et hydrogène nécessaires.

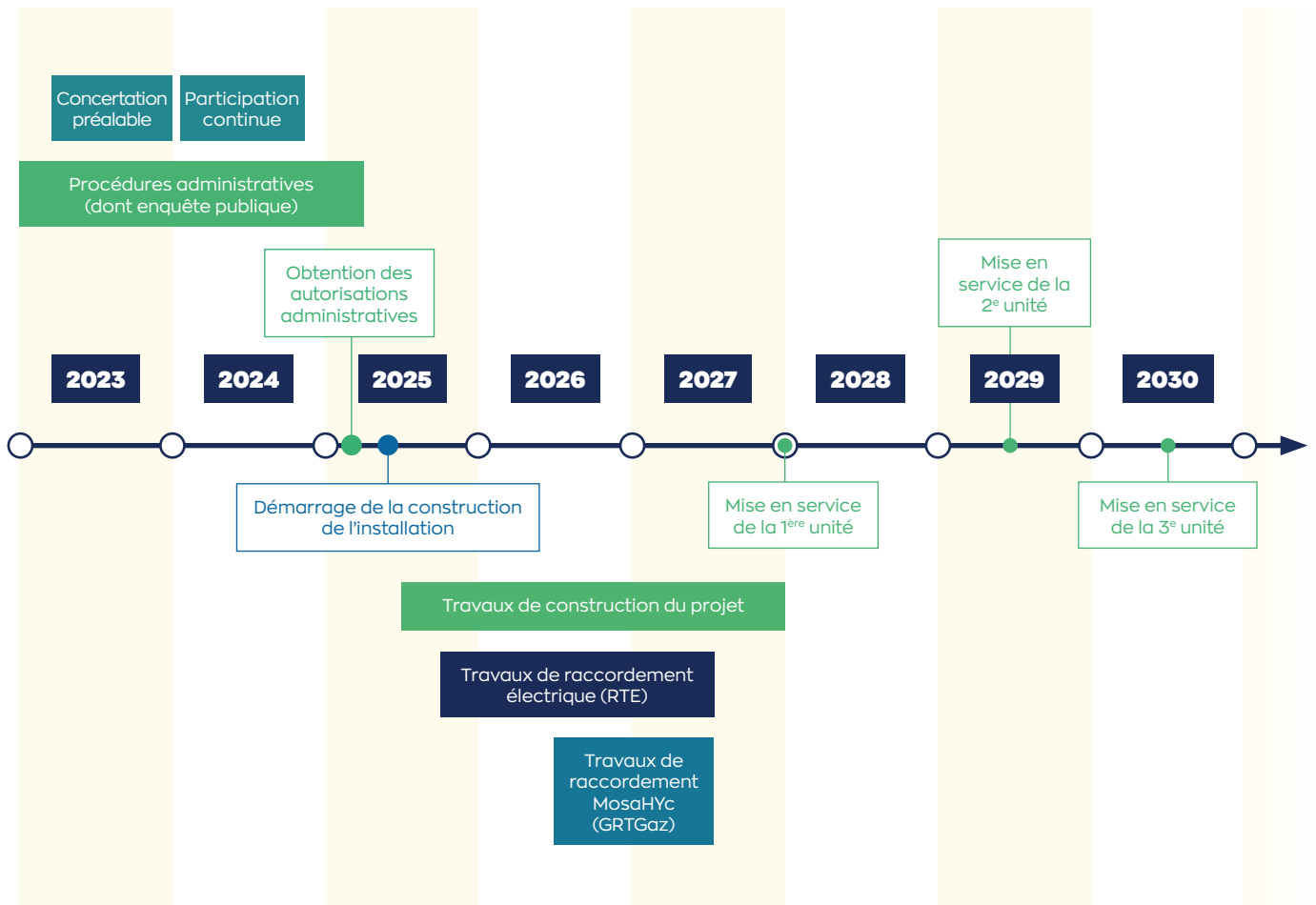
VERSO ENERGY étudie des demandes de subventions locales, nationales (ex. Fonds de transition juste⁵⁰) et au niveau de l'Union Européenne

(ex. Innovation Fund) pour l'aider à financer les infrastructures de son projet.

Néanmoins, le financement de CarLHYng peut être entièrement assuré par les fonds propres et l'endettement de la société. Son modèle économique ne repose pas sur l'éventuelle obtention de subventions.

50. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/214/fonds-pour-une-transition-juste>

6.3 Calendrier prévisionnel



Annexes



Schémas d'implantation du projet CarlHYng

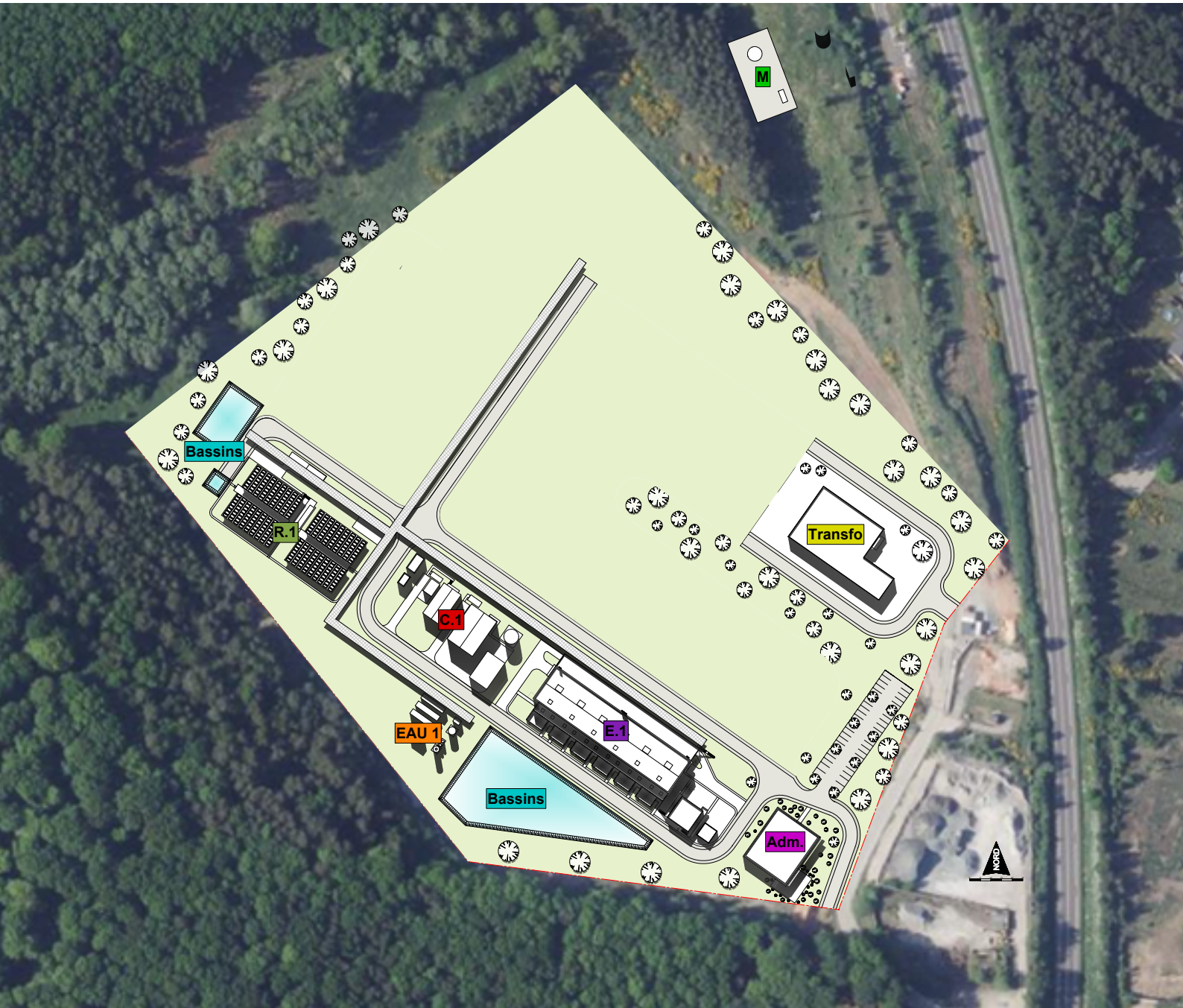










Figure 16 - Implantation de CarlHYng fin 2027- début 2028

	Unité Electrolyseur		Unité Refroidissement		Poste de raccordement MosaHYc
	Unité Compression		Poste de transformation électrique		Bâtiments administratifs
			Unité de traitement d'eau		Installations eaux

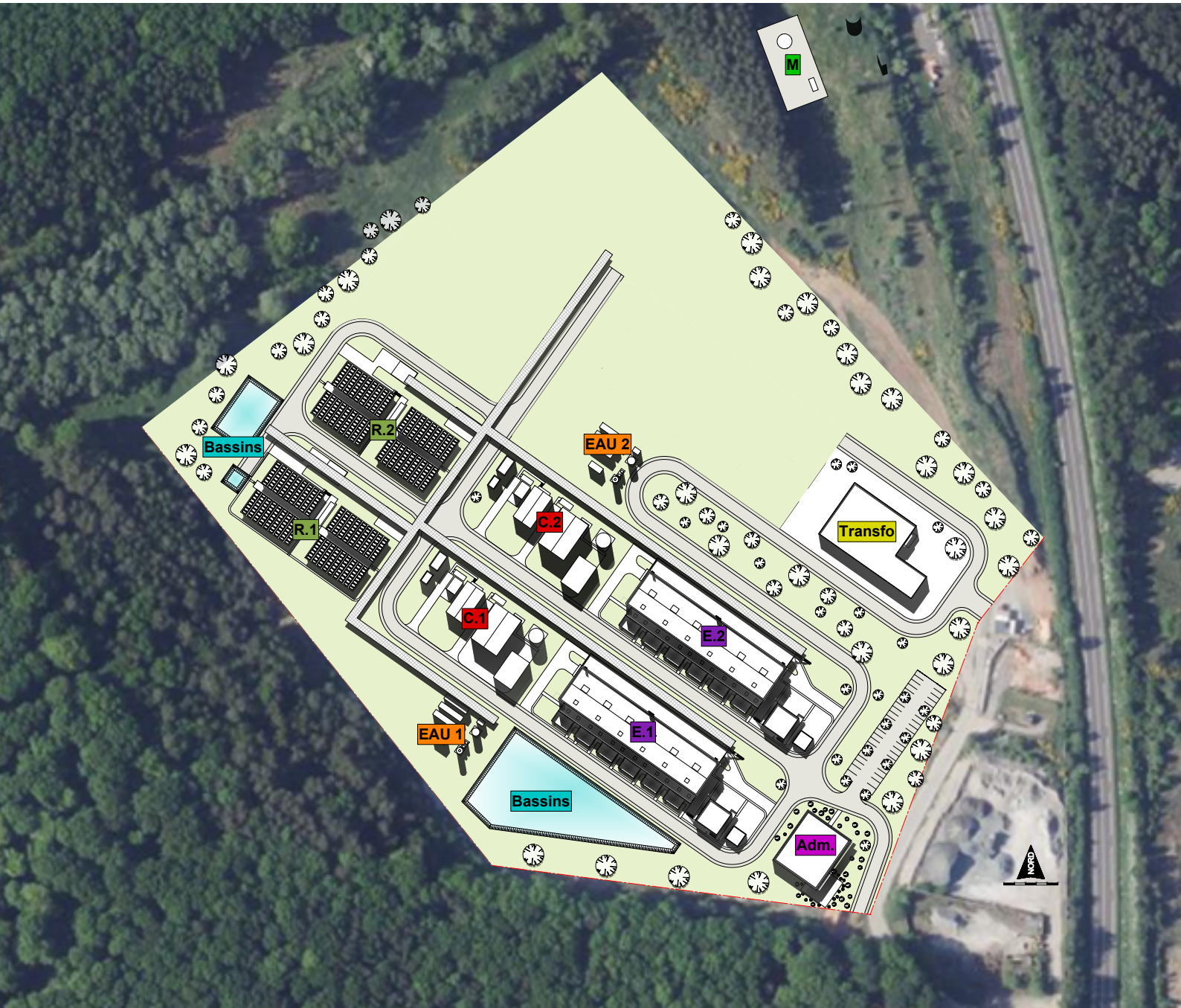


Figure 17 - Implantation de CarlHYng en 2029

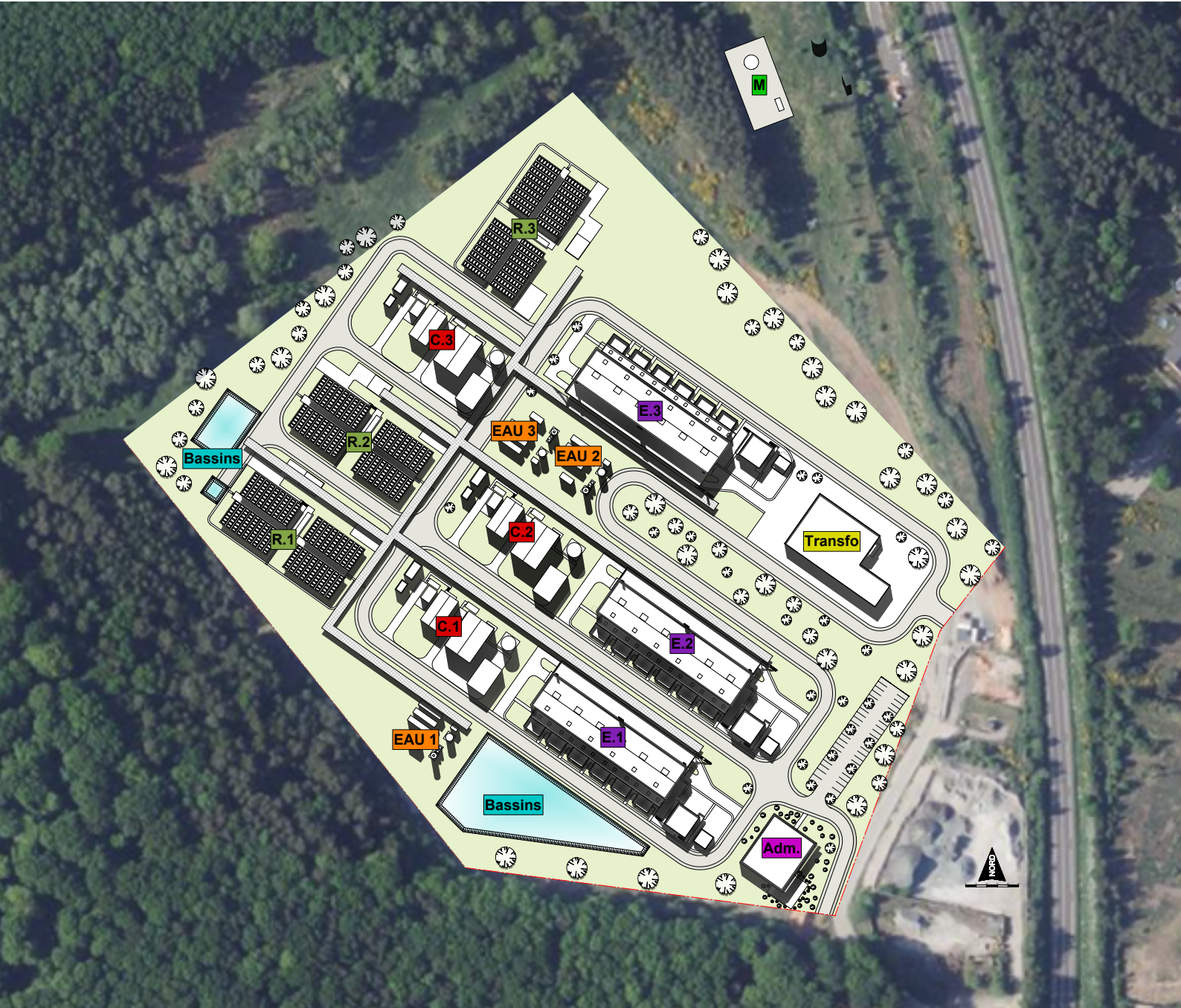


Figure 18 - Implantation de CarlHYng en 2030

Lexique

Capital-risque ou capital investissement : Le capital risque (ou capital-risque) est une activité d'investissement capitalistique spécialisée dans le financement de jeunes entreprises innovantes à haut potentiel de croissance.

Captage, Stockage, Utilisation du CO₂ (CCUS) : Le captage et la valorisation du dioxyde de carbone ou le captage et l'utilisation du carbone, est le processus de captage du dioxyde de carbone dans le but de le recycler pour une utilisation ultérieure.

Condensat : Le condensat est un liquide obtenu par condensation de sa propre vapeur.

db(A), décibel : unité de mesure de la puissance sonore. L'intensité des sons est exprimée en décibels sur une échelle allant de 0 dB(A), seuil de l'audition humaine, à environ 120 dB(A), limite supérieure des bruits usuels de notre environnement.

Dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE) : Le DDAE est le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, anciennement dénommé Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Ce dossier administratif et technique est à effectuer pour toute installation (nouvelle ou à modifier) pouvant présenter des dangers ou inconvénients selon l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement. Il doit notamment contenir :

- cartes et plans de situation de l'installation,
- étude d'impact sur l'environnement,
- étude de dangers.

Eau industrielle : eau brute (non potable), destinée à un procédé industriel.

Effet domino : il s'agit d'un risque en matière de sécurité - dans les industries à haut risque, une défaillance dans l'une des installations peut entraîner des incidents en chaîne, tels que des fuites, des explosions ou des incendies, mettant en danger la vie des travailleurs et des communautés environnantes. On parle également

d'effet domino dans le cas où un incident dans une entreprise aurait un impact sur les autres entreprises à proximité.

Électrolyse : réaction chimique permettant, sous l'effet d'un courant électrique, de décomposer une substance chimique en plusieurs autres éléments. L'électrolyse de l'eau est un procédé électrolytique qui décompose l'eau en dioxygène et dihydrogène gazeux grâce à un courant électrique.

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.

Hydrogène (H₂) : c'est la plus petite molécule de l'univers. 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. L'appellation «hydrogène gris» désigne communément l'hydrogène produit à partir de la technique du vaporeformage* d'hydrocarbures, et celle d'«hydrogène vert», l'hydrogène produit à partir de l'électrolyse de l'eau, au moyen d'électricité renouvelable.

Hydrogène fatal : de l'hydrogène est produit lors de la fabrication du chlore ou de l'ammoniac. On appelle cela de l'hydrogène fatal. C'est un sous-produit qui n'est généralement pas utilisé, alors qu'il pourrait être valorisé. Selon l'ADEME, 50 000 tonnes d'hydrogène fatal seraient rejetées annuellement en France, soit environ 5 % de la production nationale. Si on pouvait récupérer ce type d'hydrogène, il y aurait moyen de faire rouler 330 000 véhicules en France et 2 millions de véhicules au niveau européen.

Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) : 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... Plus d'informations : <https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F33414>

Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : L'Inventaire national du patrimoine naturel est un portail de diffusion de la connaissance de la biodiversité française administré par le Muséum national d'histoire Naturelle et l'Office français de la biodiversité.

Mésique : en écologie, est mésique un type d'habitat avec un apport modéré ou bien équilibré d'humidité (forêt mésique, forêt tempérée de feuillus, prairie semi-sèche, prairie humide).

Mix électrique : le terme «mix électrique» fait référence à la composition ou à la répartition des différentes sources d'énergie utilisées pour produire de l'électricité dans un système énergétique donné. Il s'agit d'une description de la part relative de chaque source d'énergie, telle que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, le nucléaire, l'hydroélectricité, l'éolien, le solaire, etc., dans la production totale d'électricité d'une région, d'un pays ou d'une entreprise.

Mégawatt, MW (1 000 000 watts) : unité de mesure de la puissance électrique. Le **MWc** correspond au Mégawatt-crête, multiple de l'unité de mesure dénotant la puissance maximale d'un dispositif. Le **MWe** correspond à la production de puissance électrique, soit 1 000 kilowatt électrique.

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-H-to-Power : Le vecteur hydrogène est l'une des solutions de stockage et d'utilisation de l'énergie envisagée pour accompagner la transition énergétique, et tout particulièrement le déploiement d'un modèle énergétique décentralisé, intégrant plus largement des ressources renouvelables. Parmi les déclinaisons possibles, on dénomme « Power-to-H₂-to-Power » le fait de recourir à l'hydrogène pour stocker momentanément de l'électricité lors de la production, pour en restituer en phase d'usage.

Proton Exchange Membrane (PEM) : L'électrolyse PEM (membrane échangeuse de protons) est une méthode de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau consistant à séparer les électrodes* par une membrane polymère étanche au gaz et fortement acide, laissant passer les ions H⁺ (protons). Très réactive, elle peut être utilisée efficacement si les électrolyseurs sont alimentés par des énergies intermittentes.

La technologie PEM est née au début des années 50, avec le programme spatial américain, principalement dans l'idée d'une pile à combustible pouvant fonctionner même en apesanteur. General Electric a développé le premier électrolyseur PEM en 1966. Le concept a ensuite été amélioré par W.T. Grubb, qui a utilisé une membrane de polystyrène sulfoné comme électrolyte*.

Renewable Fuel of Non Biological Origin (RFNBO) : Pour être qualifié de renouvelable ou de « RFNBO » l'hydrogène doit répondre à un critère de réduction de gaz à effet de serre et être produit selon 4 méthodes de production bien encadrées. L'ensemble de ces conditions sont détaillées dans deux actes délégués européens (Directive RED II⁵¹). La directive RED III, adoptée le 30 mars 2023, établit une cible commune aux carburants renouvelables d'origine non-biologique (RFNBOs) et aux biocarburants avancés, qui doivent représenter 5,5 % de la consommation énergétique totale des transports d'ici

51. articles 27 et 28 de la directive de 2018 sur les énergies renouvelables, dite RED II : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037863467/>

2030. Un sous-objectif minimal d'utilisation de 1 % de RFNBOs est par ailleurs fixé.

Seveso : classement de certaines installations industrielles qui manipulent, fabriquent, utilisent ou stockent des substances dangereuses. Les quantités de produits dangereux stockées sont prises en compte pour déterminer le classement ou non d'une installation en site Seveso. Par exemple, une usine stockant entre 5 tonnes et 50 tonnes d'hydrogène est classée Seveso seuil bas et au-delà de 50 tonnes Seveso seuil haut.

Vaporeformage : Le vaporeformage, également appelé reformage à la vapeur d'eau, est un procédé chimique utilisé pour produire de l'hydrogène à grande échelle. Il s'agit d'une réaction chimique entre un hydrocarbure (tel que le méthane) et de la vapeur d'eau en présence d'un catalyseur pour produire de l'hydrogène gazeux (H₂) et du monoxyde de carbone (CO). La réaction générale du vaporeformage est la suivante :

CH_4 (méthane) + HO (vapeur d'eau) → CO (monoxyde de carbone) + 3H₂ (hydrogène)

Le vaporeformage est le principal procédé industriel utilisé pour la production d'hydrogène car il est efficace et relativement économique. Il est généralement réalisé à des températures élevées, souvent supérieures à 700 degrés Celsius, et nécessite l'utilisation d'un catalyseur pour accélérer la réaction chimique.

L'hydrogène produit par vaporeformage est un élément clé dans de nombreux secteurs industriels, notamment dans l'industrie pétrochimique pour la production d'ammoniac, de méthanol, et d'autres produits chimiques. De plus, l'hydrogène est également un carburant potentiel pour les véhicules à pile à combustible, contribuant ainsi à une mobilité plus propre et à des émissions réduites de gaz à effet de serre.

ZNIEFF (Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique) : Les ZNIEFF sont un inventaire scientifique qui localise et décrit les secteurs du territoire national particulièrement intéressants sur le plan écologique, faunistique et/ou floristique. Les zones naturelles d'intérêts écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) sont un outil de connaissance du patrimoine naturel.

Documents et sites de référence

PPRT de la plateforme : Le Plan de Prévention des Risques Technologiques autour des installations des sociétés ARKEMA France, PROTE-LOR, SNF et TOTAL PETROCHEMICALS France implantées sur le territoire des communes de Saint-Avold et l'Hopital a été approuvé par le préfet de la Moselle le 22 octobre 2013 : https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2013-DLP-BUPE-297_AP_approbation_PPRT_plate-forme_de_CARLING_cle74d11d.pdf. Par ailleurs, la ville de Carling diffuse sur son site l'ensemble des documents concernant la gestion des risques sur le territoire : <https://www.mairiedecarling.com/dicrim-pprt>

Code de l'environnement : le Code de l'environnement est un recueil de textes réglementaires visant à protéger nos écosystèmes des aléas climatiques et de nos activités. (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/)

Code de l'énergie : Le Code de l'énergie est un code juridique français officiel rassemblant différentes dispositions relatives au droit de l'énergie. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000023983208/

France Hydrogène (<https://www.france-hydrogene.org/>) : Réunissant plus de 450 membres, France Hydrogène fédère les acteurs de la filière française de l'hydrogène structurés sur l'ensemble de la chaîne de valeur : des grands groupes industriels développant des projets d'envergure, des PME-PMI et start-ups innovantes soutenues par des laboratoires et centres de recherche d'excellence, des associations, pôles de compétitivités et des collectivités territoriales mobilisés pour le déploiement de solutions hydrogène.

Grande Région (<https://www.granderegion.net/>) :

La Grande Région, également connue sous le nom de « Grande Région Saar-Lor-Lux-Rhénanie-Palatinat-Wallonie », est une zone transfrontalière située en Europe occidentale. Elle est composée de cinq territoires qui se trouvent à la frontière entre la Belgique, l'Allemagne, la France et le Luxembourg. Ces territoires sont les suivants :

- La Région wallonne en Belgique,
- La Région Grand Est en France (incluant les départements de la Moselle, de la Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et des Vosges),
- La Sarre en Allemagne,
- La Rhénanie-Palatinat en Allemagne,
- Le Grand-Duché de Luxembourg.

La Grande Région est une initiative de coopération transfrontalière visant à favoriser les échanges et la collaboration entre ces régions voisines. Elle a été mise en place pour promouvoir le développement économique, culturel et social, ainsi que pour renforcer les liens entre les populations vivant dans cette zone géographique commune.

Les principaux domaines de coopération au sein de la Grande Région incluent l'économie, l'éducation, la recherche, la mobilité, la culture et l'environnement. Des projets et des initiatives communes sont encouragés pour stimuler le développement régional, renforcer les infrastructures et améliorer la qualité de vie des habitants de la région.

Plan de Prévention des risques technologiques (PPRT) de Carling :

il est consultable sur le site Grand Est Développement, via ce lien : <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/pprt-de-moselle-a21594.html>

Directives et textes de loi

Ajustement à l'objectif 55 : <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

Directive européenne sur les émissions industrielles (ou IED pour « Industrial Emissions Directive »),

est l'un des principaux instruments législatifs de l'Union européenne en matière d'émissions industrielles. Elle vise à prévenir et à réduire les émissions de polluants dans l'air, l'eau et le sol provenant de diverses installations industrielles, y compris les installations sidérurgiques. Elle établit des exigences en matière d'autorisation, de surveillance et de contrôle des émissions industrielles, ainsi que des normes de référence pour les meilleures techniques disponibles (MTD) visant à réduire les émissions polluantes.

Directive sur les énergies renouvelables :

La législation de l'Union sur la promotion des énergies renouvelables a beaucoup évolué au cours des quinze dernières années. En 2018, les dirigeants européens ont fixé un objectif de 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie à l'horizon 2030. En mars 2023, conformément à l'ambition de l'Union de parvenir à la neutralité climatique d'ici à 2050, les colégislateurs ont décidé de porter la part d'énergies renouvelables à atteindre pour 2030 à 42,5 %, avec l'espoir de parvenir à 45 %. La mise à jour du cadre d'action en matière d'énergies renouvelables pour 2030 et l'après 2030 est en cours de négociation⁵²

France 2030 - décarbonation de l'industrie :

<https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/secteurs-d-activite/industrie/decarbonation/consultation-publique-decarbonation-de-l-industrie-france-2030-fev-2022.pdf>

France Relance : <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance>

Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) :

<https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

52. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/70/energies-renouvelables>

Toutes les informations sur
concertation-carlhyng.eu