

eM·Rhône

Projet de production de **molécules bas-carbone**  
sur la plateforme industrielle **Les-Roches-Roussillon**



## LES FICHES THÉMATIQUES

**CONCERTATION  
PRÉALABLE  
DU PUBLIC  
DU 4 DÉCEMBRE 2023  
AU 25 FÉVRIER 2024**



Elyse 

  
eM·France

 Le réseau  
de transport  
d'électricité

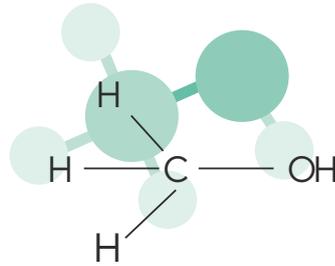
Concertation garantie par  
 commission  
nationale de  
débat public 



## LE E-MÉTHANOL



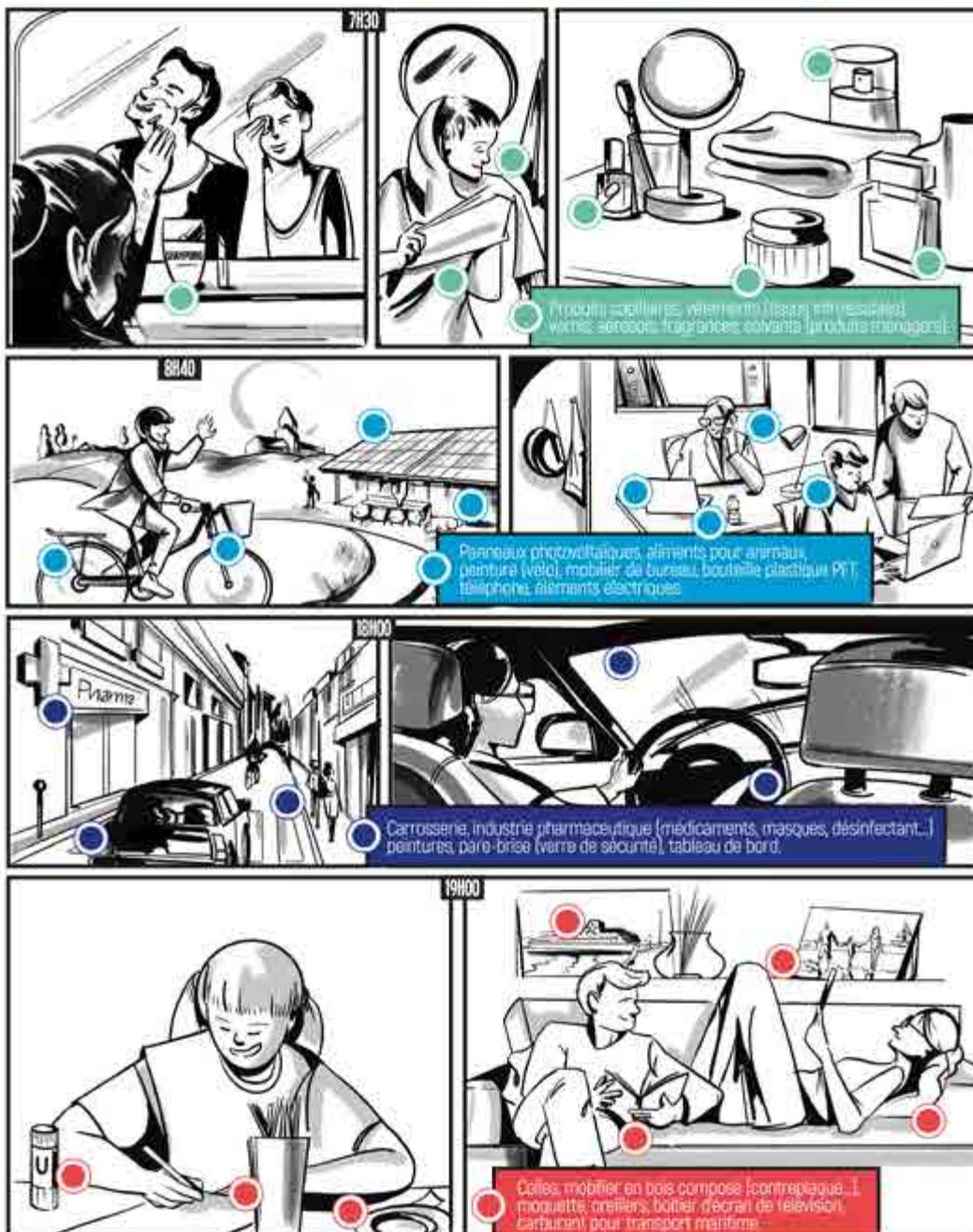
Le méthanol est un **alcool** possédant plusieurs appellations : **alcool méthylique, alcool à brûler ou encore alcool de bois.**



**Naturellement présent dans les organismes animaux et végétaux**, le méthanol se retrouve dans l'alimentation et notamment dans les fruits et légumes frais, les jus de fruits, les boissons fermentées et les aliments contenant de l'aspartame (substance qui remplace le sucre). De fait, il se retrouve dans le corps humain une fois ces aliments ingérés.

En plus de le retrouver naturellement, il peut être synthétisé à l'échelle industrielle et ainsi être utilisé en tant que :

- **Solvant** pour la fabrication de nombreux objets du quotidien (industrie chimique : cosmétiques, peintures, produits d'entretiens).
- **Carburant** pour le transport maritime





## LE MÉTHANOL : UN COMPOSANT ESSENTIEL À LA **CHIMIE**

Le méthanol est une molécule utilisée pour synthétiser des composés à forte valeur ajoutée dans la plasturgie, le textile, la pharmacie ou l'agro-alimentaire. Il entre ainsi dans les procédés de fabrication de nombreux produits du quotidien comme les cosmétiques, les médicaments, les résines, les plastiques, peintures, silicones, ou la nutrition animale.

Difficilement substituable et présent pour des produits dont les utilisations sont au cœur de nos vies quotidiennes, le marché mondial du méthanol est en croissance constante. La demande a ainsi augmenté de 38 millions de tonnes par an en 2000 pour atteindre près de 100 millions de tonnes en 2021 du fait de son utilisation dans de nombreux procédés de fabrication (réaction chimique). Les projections de l'IRENA (l'Agence internationale pour les énergies renouvelables) anticipent une poursuite de cette hausse avec près de 500 millions de tonnes en 2050.

## LA PRODUCTION DU MÉTHANOL, UN **ENJEU CLÉ DE LA DÉCARBONATION**

Le méthanol est aujourd'hui produit presque exclusivement à partir de gaz naturel ou de charbon, qui sont des ressources fossiles. Au regard de son utilisation et de la croissance de sa production, la décarbonation de la production s'affirme comme un enjeu industriel majeur. Selon l'IRENA, la production de méthanol "conventionnel" serait responsable de l'émission d'environ 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit 10 % environ des émissions combinées des secteurs de la chimie et de la pétrochimie<sup>(1)</sup>.

Des alternatives à ces procédés s'affirment néanmoins depuis plusieurs années, en particulier la production de e-méthanol. Elles consistent à remplacer les ressources fossiles et carbonées par des ressources renouvelables, tout en produisant une molécule aux propriétés identiques, adaptée à l'infrastructure existante et directement utilisable.



## LE MÉTHANOL, UN CARBURANT ALTERNATIF POUR LE **TRANSPORT MARITIME**

Le méthanol est considéré avec attention depuis la crise pétrolière des années 70 comme une alternative crédible au pétrole comme carburant routier.

L'usage carburant du méthanol s'avère prometteur dans le transport maritime, en particulier pour les porte-conteneurs, les ferrys, les vraquiers ou les bateaux de croisière. Les navires propulsés au méthanol sont ainsi en tête des commandes de porte-conteneur en 2023, au niveau international (plus de 200 navires en constructions d'après l'agence Bloomberg).

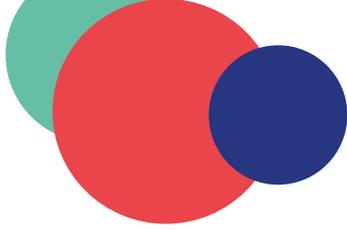
## LE E-MÉTHANOL, UNE ALTERNATIVE AU MÉTHANOL CONVENTIONNEL

Le e-méthanol est avant tout un méthanol, avec les mêmes propriétés chimiques que le méthanol fossile. La différence tient dans la méthode de production. Grâce à la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, alimentée par de l'électricité bas-carbone, et au recyclage du carbone issu de procédés industriels, le e-méthanol permet de produire une molécule en réduisant les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 70% en cycle de vie<sup>(2)</sup>, tout en permettant de relocaliser la production en contribuant à la réindustrialisation et à la souveraineté énergétique.

Le e-méthanol peut ainsi accompagner le secteur de la chimie, engagé depuis plusieurs années dans la décarbonation de ses activités. De plus en plus d'acteurs prennent ainsi des engagements, à l'image d'Arkema qui a étendu en 2022 son objectif de réduction de 46% des émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 2019. La réduction de ces émissions suppose néanmoins de fournir à la filière des molécules bas-carbone, notamment le méthanol.

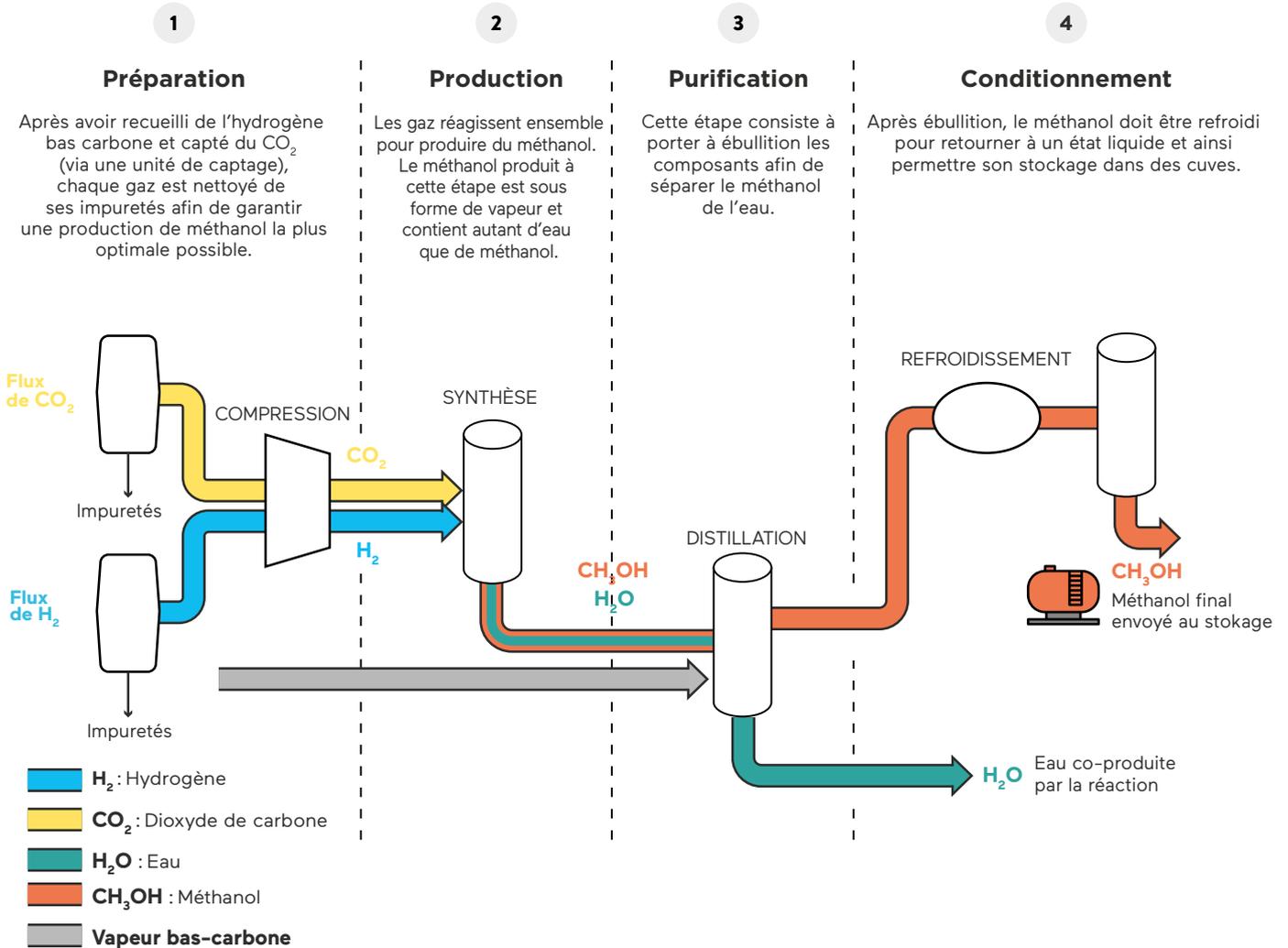
1 - Source : irena.org (à mettre en lien hypertexte) > [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA\\_Innovation\\_Renewable\\_Methanol\\_2021.pdf?rev=ca7ec52e824041e8b20407ab2e6c7341](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA_Innovation_Renewable_Methanol_2021.pdf?rev=ca7ec52e824041e8b20407ab2e6c7341).

2 - Désigne les 5 phases distinctes de l'évolution d'un produit : développement, lancement, croissance, maturité et déclin.



# FICHE THÉMATIQUE

## LE E-MÉTHANOL



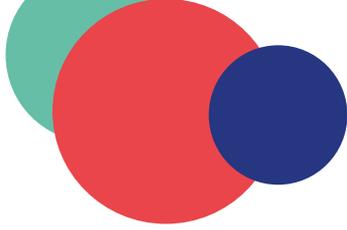
POUR PLUS D'INFORMATIONS,  
SE REPORTER AUX FICHES  
THÉMATIQUES SUR  
"L'HYDROGÈNE" ET  
"LE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>"

## LE PROCÉDÉ DE FABRICATION DU E-MÉTHANOL

La production du e-méthanol consiste à utiliser de l'hydrogène bas-carbone produit par électrolyse de l'eau et du carbone recyclé de procédés industriels (chaufferie biomasse, incinérateur...).

Le captage de CO<sub>2</sub> et la production d'hydrogène reposent sur des procédés de fabrication aujourd'hui connus et maîtrisés qui bénéficient d'un important retour d'expérience.

Le carbone et l'hydrogène sont ensuite envoyés par canalisation dans une unité de production de méthanol pour être synthétisés dans un réacteur, puis distillés pour aboutir à la pureté recherchée. Cette unité de production est similaire à celle du méthanol conventionnel, la différence la plus importante étant la provenance et donc la composition du gaz. Ainsi, le procédé de fabrication du e-méthanol bénéficie de l'ensemble du retour d'expérience des unités de production de méthanol conventionnel, ce qui permet d'optimiser et sécuriser sa production.



## DES EXEMPLES DE PROJETS DE PRODUCTION DE E-MÉTHANOL

### Shunli (Chine) Carbon Recycling International

La société est pionnière dans la production d'e-méthanol (depuis 2012) pour ses clients européens et chinois.

En octobre 2022, Carbon Recycling International a achevé la mise en service d'une nouvelle usine de production d'e-méthanol en Chine. D'une capacité de production de 110 000 tonnes d'e-méthanol par an (contre 150 000 tonnes pour eM-Rhône), il s'agit de la plus grande unité de production d'e-méthanol en opération.

### FlagshipONE (Suède) Ørsted

Le projet de production de e-méthanol FlagshipONE est situé au nord de la Suède à Örnsköldsvik à proximité d'une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité alimentée en biomasse gérée par Övik Energi.

Le projet possèdera de nombreux liens avec la centrale et son exploitant :

- La vapeur et l'eau de refroidissement de la centrale seront utilisées par le projet. L'hydrogène sera produit par électrolyse de l'eau.
- Les 70 000 tonnes de CO<sub>2</sub> qui sont émises tous les ans par la centrale seront "capturées" par un procédé spécifique.
- La chaleur produite par le projet sera réutilisée par Övik Energi pour être intégrée au système de chauffage urbain existant et proche de l'usine.

L'usine est en construction en 2023 et sera mise en service en 2025 afin de produire 50 000 tonnes de e-méthanol par an.

Deux autres projets ont été annoncés : FlagshipTWO et FlagshipTHREE, pour une production de 100 000 tonnes de e-méthanol chacun par an.

Le projet a été initialement développé par l'entreprise suédoise Liquid Wind, dont Elyse Energy est actionnaire.



Photographie de l'usine Shunli par Carbon Recycling International



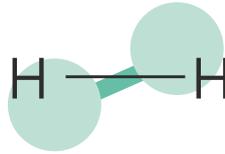
Image de synthèse du projet FlagshipONE (Ørsted)



# L'HYDROGÈNE (dihydrogène)



**Le dihydrogène est un gaz composé de deux atomes d'hydrogène.** Le terme "hydrogène" est utilisé dans le langage courant pour qualifier le dihydrogène.



## LES USAGES DE L'HYDROGÈNE

**Élément le plus abondant de l'univers, l'hydrogène se présente à condition atmosphérique comme un gaz invisible et inodore.** Son usage actuel se concentre principalement sur les secteurs de la chimie et de la pétrochimie pour lesquels l'hydrogène est valorisé pour ses propriétés chimiques.

L'hydrogène est ainsi utilisé comme réactif dans les procédés de raffinage des bruts en produits pétroliers (désulfuration, hydrogénation), comme intermédiaire pour la production d'ammoniac (pour fixer l'azote de l'air et produire des engrais) ou le méthanol, ou comme gaz réducteur pour éviter l'oxydation de certains procédés industriels (ex. verre trempé). De manière plus négligeable, l'hydrogène entre également dans l'industrie agroalimentaire pour améliorer la conservation des aliments ("hydrogénation des graisses").

Outre ses usages "matière", l'hydrogène connaît un intérêt croissant comme vecteur énergétique. Dès 1875, Jules Verne prédisait ainsi dans son ouvrage *l'Île Mystérieuse* son développement : "Oui, mes amis, je crois que l'eau sera un jour utilisée comme combustible, que l'hydrogène et l'oxygène, qui la constituent, utilisés isolément ou simultanément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisable et d'une intensité que la houille ne saurait avoir. [...] L'eau est le charbon de l'avenir".

## AUJOURD'HUI, LA CONSOMMATION MONDIALE D'HYDROGÈNE, C'EST ...

L'HYDROGÈNE PRODUIT SUR LE SITE D'EM-RHÔNE SERAIT DIT **"BAS-CARBONE"** CAR IL SERAIT PRODUIT PAR ÉLECTROLYSE DE L'EAU, ALIMENTÉE PAR L'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE OU NUCLÉAIRE.



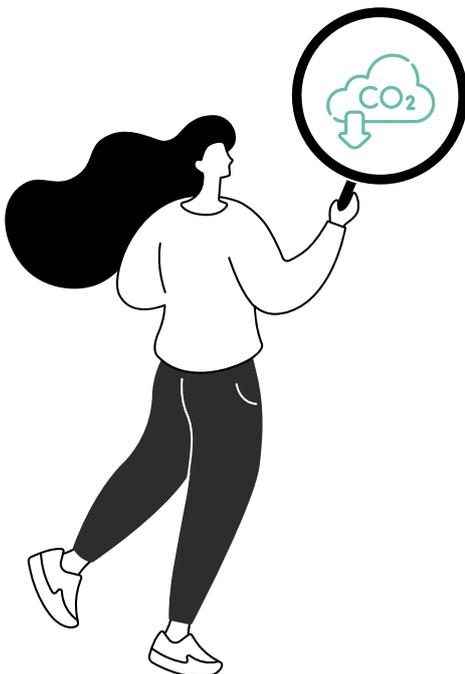
Le **marché mondial** est estimé à près de 70 millions de tonnes par an, dont 1 million de tonnes sur le marché français, produit principalement à partir de gaz naturel ou comme co-produit pétrolier.

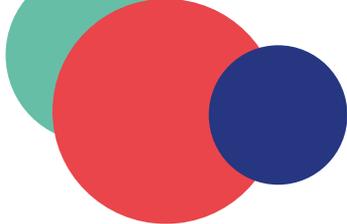


D'abord limités à l'industrie spatiale, **les usages dit "énergie" de l'hydrogène sont multiples** : la **mobilité routière** avec les véhicules à pile à combustible, **l'industrie avec la production d'acier** ou d'acier décarboné, **le ferroviaire** avec les trains à hydrogène comme Alstom, ou dans les **secteurs de l'aérien et du maritime** où il est utilisé directement sous forme d'hydrogène ou par l'intermédiaire de dérivés comme ceux du projet eM-Rhône.



Le réseau de transport de **Lyon Métropole prévoit la mise en service d'ici 2026 d'une ligne de Bus à haut niveau de service** de 8km fonctionnant entièrement à l'hydrogène et projetant le transport de 22 000 passagers quotidiennement d'ici 2030.





## LE PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'HYDROGÈNE

Selon les méthodes de production de l'hydrogène, des couleurs y sont associées. Bien qu'aucune nomenclature n'ait été entérinée, on retrouve souvent les nuances ci-dessous :

- **Hydrogène carboné (ou hydrogène gris)** : hydrogène produit par vaporeformage du méthane sans captage ni stockage du CO<sub>2</sub>.
- **Hydrogène renouvelable (hydrogène vert)** : hydrogène produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité provenant de sources d'énergie renouvelable (solaire, éolienne, hydraulique...).
- **Hydrogène bas-carbone (ou hydrogène jaune)** : l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau alimentée par de l'électricité d'origine nucléaire.

**L'hydrogène peut donc être produit par différentes méthodes :**

- **Le vaporeformage** : l'hydrogène est extrait du gaz naturel (CH<sub>4</sub>) sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée. A cette étape, l'hydrogène est séparé du CO<sub>2</sub> qui peut être capturé. C'est la méthode la plus couramment utilisée.
- **La gazéification de la biomasse** : comme pour le charbon, la biomasse peut être gazéifiée, et produire, grâce à sa combustion à haute température, un mélange d'hydrogène et de CO<sub>2</sub> qui peut ensuite être purifié.
- **L'électrolyse de l'eau** : cette technique consiste à décomposer la molécule de l'eau en hydrogène et oxygène grâce à un courant électrique.

## ZOOM SUR LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE PAR ÉLECTROLYSE DE L'EAU

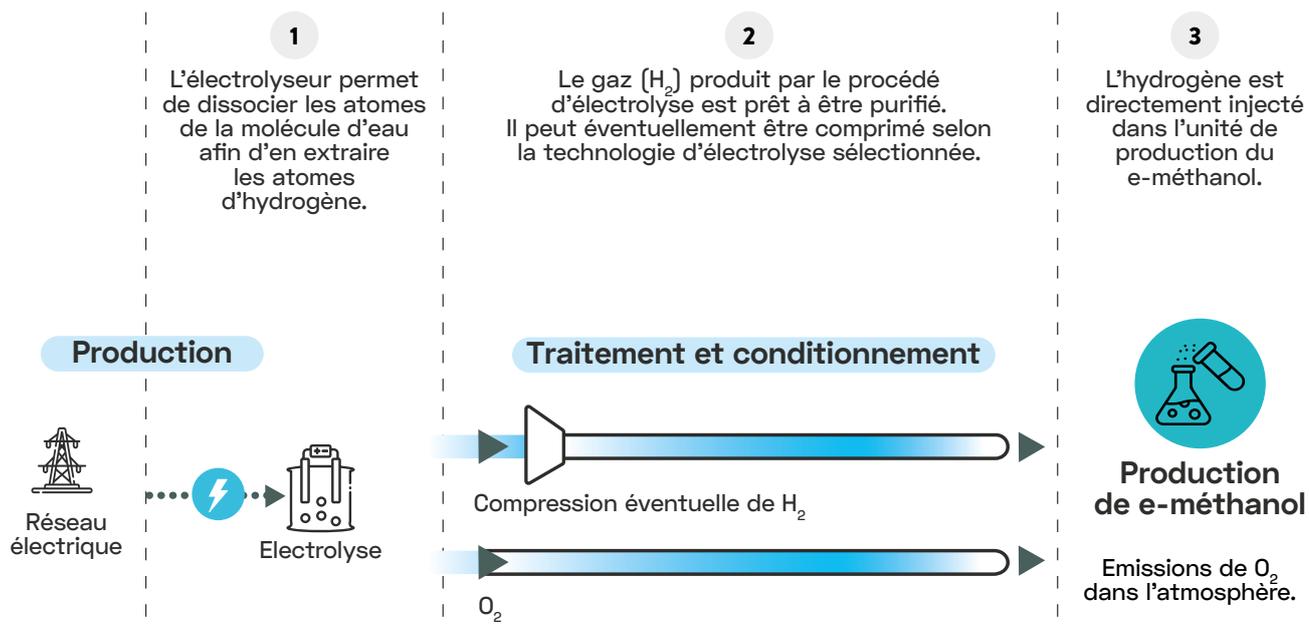


Schéma d'une unité de production d'hydrogène



1



## L'ÉLECTROLYSE

L'électrolyse de l'eau est un **procédé électrochimique visant à décomposer l'eau ( $H_2O$ ) en ses éléments constitutifs – l'hydrogène ( $H_2$ ) et l'oxygène ( $O_2$ )** – en appliquant un courant électrique direct et une tension à de l'eau, sous forme liquide ou de vapeur.

L'électrolyse est constituée de trois niveaux d'architectures : la cellule, la pile et l'unité de production. La cellule d'électrolyseur est constituée de deux électrodes métalliques conductrices (l'anode et la cathode), reliées à un générateur de courant continu et séparées par un électrolyte qui peut être une solution aqueuse ou une membrane.

Assemblées les unes aux autres, les cellules constituent des piles, souvent installées en parallèle, qui, complétées par des équipements auxiliaires (contrôles électriques, traitement de l'eau, tuyauterie, compresseur...) forment les unités de production d'électrolyse.

Une unité de stockage en aval de l'unité de production par électrolyse vise ensuite à stocker temporairement l'hydrogène produit. Celle-ci inclut de nombreux éléments de contrôle (pression, volume) et de sécurité (valves, capteurs) afin de permettre un suivi adapté du gaz. Ce stockage a pour objectif de réguler le flux d'hydrogène en sortie d'électrolyse et d'alimenter la compression.

2



## LA COMPRESSION

**Le flux d'hydrogène gazeux produit est acheminé vers l'unité de compression**, dotée de plusieurs compresseurs fonctionnant en parallèle. Les technologies de compression varient selon les installations et selon le niveau de pression souhaité. Plusieurs techniques de compression peuvent être utilisées, telles que la compression à piston ou celle membranaire.

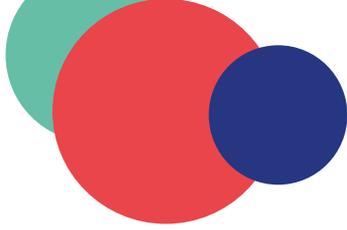
3



## LA PURIFICATION

En sortie d'électrolyseur, **le flux d'hydrogène est chargé en eau et en oxygène. Il doit donc être purifié** afin d'atteindre un niveau de pureté conforme aux besoins du projet.

L'unité de purification nécessaire au traitement du flux d'hydrogène est principalement composée d'un réacteur catalytique (désoxydant) dédié au traitement de l'oxygène et d'un système de séchage du gaz constitué de colonnes permettant l'absorption de l'eau.



## LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE À TRAVERS LE MONDE



À l'échelle mondiale, plusieurs pays ont annoncé des programmes ambitieux de développement autour de l'hydrogène, à l'image du Maroc, du Canada, de l'Australie ou encore du Chili. Ce dernier souhaite mettre à profit les grands espaces du désert d'Atacama, doté des meilleures conditions d'irradiation solaire de la planète (nord du pays), et son gisement de vent en Patagonie chilienne (partie plus méridionale du pays) pour développer une production vertueuse d'hydrogène renouvelable.

Dans une stratégie actée en 2021, ce pays d'Amérique du Sud ambitionne de **produire l'hydrogène le moins cher du monde d'ici à 2030**, et d'être l'un des 3 plus gros exportateurs d'ici à 2040. Ces projets sont financés par la puissance publique en soutien aux investissements massifs du secteur privé.



Centrale solaire dans le désert d'Atacama au Chili  
Bolero SolarChile, 2016

Le "projet Nascar" de INNDE CETAER situé en Espagne, soutenue par des fonds européens, ambitionne de produire **7 200 tonnes d'hydrogène vert par an** via de l'énergie photovoltaïque. Cet hydrogène servira à produire du e-méthanol. Le projet vise une première phase opérationnelle en janvier 2025, avec une production équivalente à 3 camions citernes de 25 tonnes d'e-méthanol par jour.



À l'échelle française, avec le plan de relance post covid, l'hydrogène bas-carbone a le vent en poupe. De nombreux projets se développent avec des capacités de production d'hydrogène vert toujours plus importantes. Il y a par exemple les usines de **Lhyfe en Vendée et en Bretagne**, ou encore le projet de **TotalEnergies près de Marseille** qui doit produire 5 tonnes d'hydrogène vert par jour pour alimenter l'usine de biocarburant de La Mède.

Un des projets les plus significatifs par son ampleur est "**Normand'Hy**" porté par **Air Liquide**. L'objectif est une capacité de **200 MW** et une mise en service en 2025 au sein de la zone industrielle de Port-Jérôme. Cette production d'hydrogène décarbonée alimentera la vallée de la Seine afin d'en **décarboner ses industries**, mais aussi les mobilités lourdes.



Image de synthèse représentant le projet Nascar, @cetaer.com



À l'échelle européenne, l'Espagne se positionne pour devenir un acteur de référence de la production d'hydrogène renouvelable. Si les projets de production d'hydrogène vert ont principalement émergé en Europe du Nord avec la volonté de valoriser les ressources hydroélectriques, géothermiques et éoliennes, la péninsule Ibérique, richement dotée en ressources renouvelables (soleil et vent) entend s'imposer comme un hub énergétique majeur. L'Espagne s'est fixé une feuille de route en 2020. L'Espagne connaît une croissance massive de capacité électrique renouvelable : la moitié de la croissance des EnR dédiée à l'hydrogène en Europe provient de l'Espagne.

POUR PLUS D'INFORMATIONS,  
RENDEZ-VOUS SUR  
LE SITE INTERNET DU PROJET

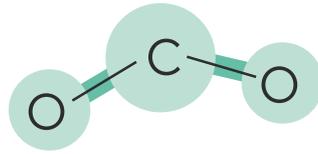
PARTICIPEZ À LA CONCERTATION :  
DU 4 DÉCEMBRE 2023 AU 25 FÉVRIER 2024



# LE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>



Le dioxyde de carbone, plus connu sous sa formule moléculaire **CO<sub>2</sub>**, est un élément très présent sur Terre.



## LES USAGES DU CO<sub>2</sub>



Le carbone est notamment **essentiel à la photosynthèse** qui voit la nature recycler le carbone et l'eau avec l'énergie solaire pour permettre aux végétaux de se développer.



Le carbone joue également **un rôle essentiel dans nos vies quotidiennes** à travers l'usage massif des hydrocarbures - pétrole, gaz naturel, charbon. Il permet par exemple d'alimenter voitures, navires, avions, et industries.



Le carbone est également présent massivement dans nos vies quotidiennes à travers **l'alimentation** (les hydrocarbures sont utilisés pour produire des engrais ou protéines animales), **le textile, les produits d'hygiène, etc.**

Si l'utilisation du carbone par l'homme est ancienne, son usage massif à partir de ressources fossiles depuis la révolution industrielle bouleverse le cycle naturel. Les émissions associées aux activités humaines dépassent en effet la capacité d'absorption des cycles naturels (les "puits carbone"), entraînant leur accumulation dans l'atmosphère, à l'origine du réchauffement climatique.

### LE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Le captage du CO<sub>2</sub> dans les fumées consiste à installer une **usine de captage** ou de purification (selon les caractéristiques des fumées) au plus proche de la source industrielle émettrice de CO<sub>2</sub> et ce, **avant que le CO<sub>2</sub> ne soit relâché dans l'atmosphère.**



*Le type de besoins (énergétiques, électriques, etc.) dépend de la technologie de captage sélectionnée. Une simple purification peut, par exemple, être proposée pour les fumées très concentrées en CO<sub>2</sub>.*

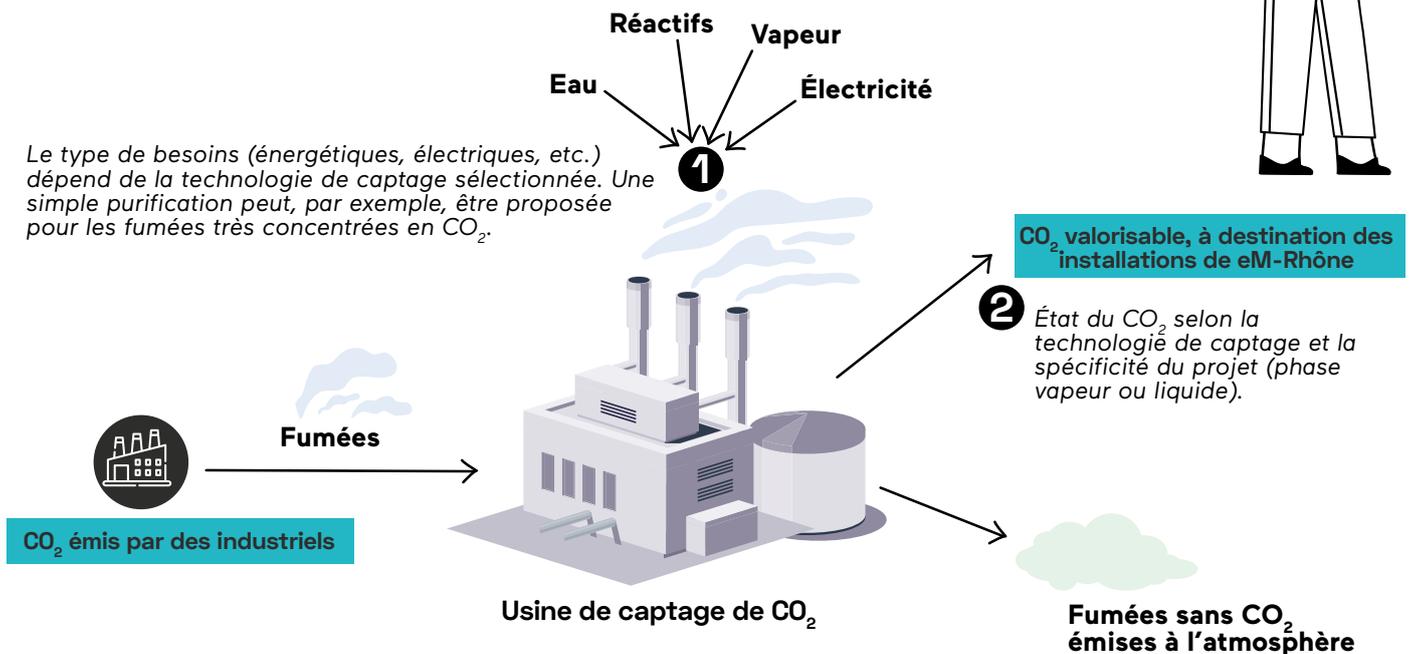


Schéma du captage de CO<sub>2</sub>



## LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>

Le CO<sub>2</sub> peut être capté **dans les fumées émises par les industriels.**

En fonction de la source de CO<sub>2</sub> à capter et de ses caractéristiques (concentration en CO<sub>2</sub> entre autres), **un large éventail de technologies existe** pour le capter et le séparer des autres substances présentes dans les fumées :

- **L'absorption chimique** : le procédé consiste à mettre les fumées en contact avec un solvant liquide capable de réagir avec le CO<sub>2</sub> (le solvant principalement utilisé est composé d'amines<sup>(1)</sup>). Dans une deuxième étape, de l'énergie est apportée au système afin de séparer le solvant (qui restera à l'état liquide) et le CO<sub>2</sub> qui sera vaporisé, et donc isolé. Ce procédé est le plus largement déployé en raison de son efficacité de captage sur différents types des fumées industrielles. Il engendre toutefois des coûts importants (consommation énergétique élevée en raison de l'étape de séparation du liquide et le CO<sub>2</sub>) et produit des déchets (amines).
- **La cryogénie** consiste à séparer le CO<sub>2</sub> des autres composés en le refroidissant. Les conditions de température et de pression vont transformer le CO<sub>2</sub> en liquide tandis que les autres composés vont rester à l'état de fumées

(état vapeur). Cette technologie nécessite une consommation électrique importante et est aujourd'hui plus adaptée aux fumées concentrées en CO<sub>2</sub>.

- **L'adsorption** est basée sur l'accumulation de la molécule de CO<sub>2</sub> sur la surface solide d'une autre molécule, comme le charbon actif ou les zéolithes<sup>(2)</sup>. Il s'agit d'une technologie en phase de test pour les capacités de captage envisagées dans le cadre de ce projet.
- **La séparation membranaire** est réalisée par une membrane poreuse sélective le plus souvent en métal ou en céramique. Le principe de fonctionnement de cette technologie est que les membranes agissent comme un filtre sélectif à travers lequel les gaz circulent, laissant passer le CO<sub>2</sub> mais pas le reste des fumées. Cette technologie est en phase de test pour les capacités de captage envisagés dans le cadre de ce projet.

La plupart de ces technologies font toujours l'objet de développement afin d'en améliorer le fonctionnement et de réduire leur impact environnemental. Elles sont ainsi à **des stades de maturité différents**, c'est un point qui devra être pris en compte dans le cadre de la sélection de la technologie.

## DES EXEMPLES DE PROJET DE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>



Boundary Dam au Canada - Source : [img.lapresse.ca](http://img.lapresse.ca)

Ce projet a vu le jour à l'automne 2014, faisant de ce dernier l'un des premiers projets de captage de CO<sub>2</sub> opérationnel dans le monde. Il a été installé sur le site de la centrale à charbon de Sask Power. Installé au Saskatchewan, cette région canadienne produit son électricité grâce à des usines de charbon. Pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de ces usines, une unité de captage a été développée. **L'installation permet de réduire jusqu'à 90% les émissions de CO<sub>2</sub>.**



Projet 3D en France - Source : [sciencesetavenir.fr](http://sciencesetavenir.fr)

Lancé en 2019, le projet "3D" (DMX Demonstration in Dunkerque) est un projet pilote en cours par absorption aux amines dont l'ambition est de tester et éprouver le captage de CO<sub>2</sub>. Le projet est porté par plusieurs acteurs industriels. Il a notamment pour objectifs de :

- Démontrer l'efficacité de la technologie déployée,
- Préparer l'installation d'une usine de captage pour le site d'ArcelorMittal à Dunkerque (en 2025).

1- Une amine est un composé organique dérivé de l'ammoniac dont au moins un atome d'hydrogène a été remplacé par un groupe carboné. / 2 - Les zéolithes sont des minéraux spéciaux qui ont une structure poreuse et peuvent piéger et stocker des molécules, comme un genre de tamis moléculaire. Les zéolithes sont souvent utilisées comme des agents d'absorption ou de filtration dans des applications industrielles, comme purifier l'eau ou capturer des polluants chimiques.



# BILAN CARBONE

un outil d'aide à la décision et de certification



Le bilan carbone (ou empreinte carbone) est un outil permettant de **comptabiliser les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)** d'un produit sur l'ensemble des étapes de sa vie.

## LE CALCUL DU BILAN CARBONE EST ESSENTIEL POUR :

- **Mesurer les émissions de gaz à effet de serre de la production et de l'utilisation** des produits, pour s'assurer de réduire leur impact climatique par rapport à une référence fossile.
- **Obtenir la certification "renouvelable" ou "bas-carbone"**, selon la nature de l'électricité, dont les critères sont définis par la réglementation européenne (RED II entre autres).
- **Identifier les postes les plus importants dans la chaîne de production** du e-méthanol et les réduire dans une logique d'amélioration.
- **Respecter les obligations réglementaires et normatives** en permettant la vérification par des tiers afin d'obtenir les certifications nécessaires à la commercialisation des produits.

### REGLEMENTATION RED II

Ce texte européen vise à encourager l'utilisation des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie des états membres. Il définit notamment les critères de durabilité des énergies, et en particulier des carburants utilisés pour le transport. Trois types de critères doivent être respectés : la durabilité, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'efficacité énergétique des installations de production d'électricité. Les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées par une approche en cycle de vie.

**Le bilan carbone est donc nécessaire à la certification des produits**, il s'agit d'un outil d'aide à la décision dans la conception du projet et des procédés de fabrication. Il est également alimenté par l'impact financier des alternatives possibles, leurs existences et les potentielles difficultés techniques qu'elles peuvent présenter.

### QUEL EST L'OBJECTIF ?

Encadré par la réglementation REDII lorsque destiné au transport, le e-méthanol du projet eM-Rhône doit démontrer **une réduction d'au moins 70% des émissions de gaz à effet de serre** en cycle de vie par rapport à une référence fossile, en l'occurrence un carburant fossile diesel.



### COMMENT EST-IL CALCULÉ ?

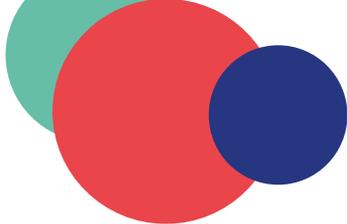
Encadré par la norme ISO 14067 et la directive REDII (puis REDIII), le calcul du bilan carbone est basé sur les consommations d'énergies et de matières du procédé, reliées à des facteurs d'émission, exprimés en grammes de CO<sub>2</sub>. Tous les gaz à effet de serre sont pris en compte dans ces facteurs d'émission et en particulier le CO<sub>2</sub>, le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).

Dans le cadre du projet, le poste d'émission de CO<sub>2</sub> le plus important est l'énergie nécessaire à la production des intrants, hydrogène et dioxyde de carbone, et à la production de méthanol, ce qui nécessite une vigilance particulière dans le choix des sources d'énergie. Des synergies avec les industriels locaux pourraient permettre de diminuer la consommation d'énergie globale des installations et leurs émissions de CO<sub>2</sub>.

### LES GAZ A EFFET DE SERRE

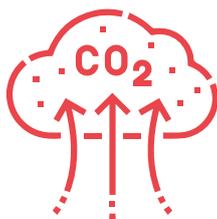
**Les Gaz à Effet de Serre sont des gaz qui retiennent dans l'atmosphère la chaleur reçue du soleil.** Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) mais aussi les gaz fluorés sont les principaux gaz à effet de serre émis par les activités humaines<sup>(1)</sup>. **Ils participent au réchauffement climatique.** Ces gaz ayant un pouvoir de réchauffement spécifique à chaque gaz, ils sont tous traduits en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

1 - source : <https://www.notre-environnement.gouv.fr/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/themes-ree/defis-environnementaux/changement-climatique/comprendre-le-changement-climatique/article/qu-est-ce-qu-un-gaz-a-effet-de-serre>.



Un bilan carbone tient compte de l'ensemble du cycle de vie du produit pour lequel il est calculé : de l'extraction des matières premières à l'utilisation et la fin de vie du produit. Les fuites de gaz à effet de serre et les transports utilisés tout au long de la chaîne de valeur sont eux aussi comptabilisés.

Au démarrage du projet, des facteurs d'émission moyens sont utilisés (les plus représentatifs des procédés utilisés ou prévus). Au fur et à mesure de l'avancement du projet, les facteurs d'émission sont affinés. Le résultat du bilan carbone est par la suite certifié tout au long de la production par un organisme tiers et conformément aux exigences réglementaires.



## ZOOM SUR L'UTILISATION DE CO<sub>2</sub>

Le carbone est contenu naturellement dans les ressources naturelles, comme les différents types de biomasses, les carburants fossiles. Ce carbone est également émis dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), par les nombreuses activités humaines.

L'émission de dioxyde de carbone peut être générée de deux manières :

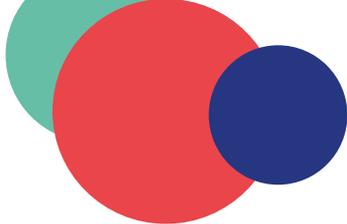
- **La combustion de matière (ou molécules) contenant du carbone (C).** C'est notamment le cas dans nos véhicules, dans les avions, dans les centrales électriques ou les chaufferies urbaines.
- **L'émission lors d'un procédé industriel.** Par exemple, la production de ciment repose sur la calcination du calcaire, une réaction chimique nécessaire à sa formation. La réaction libère, sous forme de CO<sub>2</sub>, le carbone contenu dans le calcaire.



## ZOOM SUR LES TEXTES RÉGLEMENTAIRES ENCADRANT L'USAGE DE CO<sub>2</sub>

L'utilisation de CO<sub>2</sub> comme ressource d'un procédé de production est encadrée par les textes de la réglementation REDII. En particulier, des textes publiés au mois de Juillet 2023<sup>(2)</sup> spécifient le CO<sub>2</sub> utilisable pour produire les carburants renouvelables et bas carbone. Ainsi, les 3 types de CO<sub>2</sub> suivant sont utilisables :

- **Le CO<sub>2</sub> émis par une activité soumise à la déclaration des émissions de GES** (règlement EU-ETS ou Système d'Echange de Quotas d'Emission de GES), et effectivement pris en compte, c'est-à-dire dont les permis d'émission ont été acquittés (cf. encadré EU-ETS ou SEQE)
- **Le CO<sub>2</sub> émis par la production ou la combustion d'un biocarburant ou d'un combustible issu de la biomasse**, si celle-ci est durable au sens de la réglementation européenne, et si ce biocarburant ou ce combustible réduit d'au moins 70% les émissions de GES par rapport à sa référence fossile
- **Le CO<sub>2</sub> est capté dans l'air.**



L'utilisation de CO<sub>2</sub> consiste à capter le CO<sub>2</sub> provenant de différentes sources d'émission puis de le transformer en un produit qui rend un service à la société : produit chimique (comme le e-méthanol), carburant (comme le e-méthanol), extincteur d'incendie, gazéification de boissons...

Le SEQE ou Système d'Echange de Quotas d'Emission de GES est la traduction en France d'un mécanisme d'échange de quotas d'émission de GES appliqué à l'échelle de l'UE, appelé EU-ETS (Emission Trading System). Ce système incite à réduire les émissions de GES des principaux émetteurs de GES en instaurant la déclaration et l'acquittement de droits d'émission, via un marché de droits d'émission (ou quotas) plafonnés par l'UE. Un quota représente le droit d'émettre une tonne de GES, représenté par le CO<sub>2</sub>. Les émetteurs inclus dans ce système doivent déclarer chaque

année leurs émissions de GES, en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent, et s'acquitter des droits d'émission associés. Ce système s'applique aujourd'hui aux industries les plus émettrices, qui représentent plus de 50% des émissions de l'UE, ainsi qu'au transport aérien. A partir de 2024, le secteur du transport maritime y sera également soumis. Le permis d'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub> équivalent a ainsi atteint 100€ pour la première fois en mars 2023, et est supérieur à 80€ en moyenne depuis 2022. Si aujourd'hui, une partie des permis d'émission sont octroyés gratuitement aux émetteurs en fonction de divers paramètres et dans un objectif de préserver en partie la compétitivité de ces émetteurs, cette proportion va diminuer progressivement à partir de 2026 pour être nulle en 2034. A cette date, toute tonne de CO<sub>2</sub> émise devra être acquittée sur le marché des permis géré par l'UE.

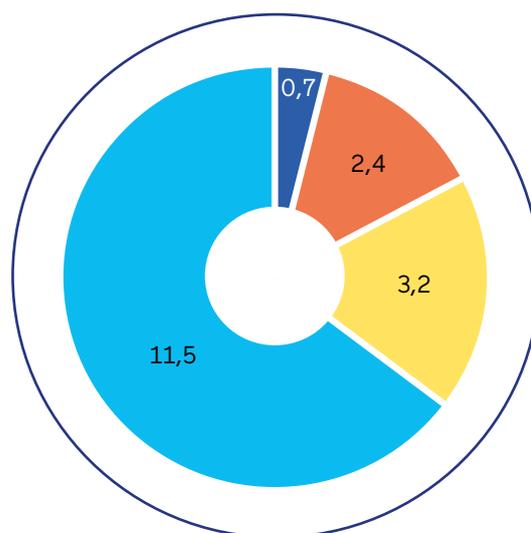


#### EXEMPLE : EMPREINTE CARBONE DU E-MÉTHANOL

Produire du e-Méthanol nécessite :

- De produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau alimenté par de l'électricité bas-carbone.
- De capter du CO<sub>2</sub> sur un point d'émission, de le séparer (étape consommant de l'électricité et de la vapeur) et de le transporter jusqu'au point d'utilisation.
- De synthétiser le Méthanol à partir du CO<sub>2</sub> et de l'hydrogène (étape consommant de l'électricité et de la vapeur).
- De transporter le e-Méthanol jusqu'au consommateur final.
- D'utiliser le e-méthanol comme carburant ou comme produit intermédiaire.

Dans notre exemple exposé ici, la production et l'utilisation d'e-méthanol représente une empreinte carbone de 360gCO<sub>2</sub>e/kg de méthanol et la production et l'utilisation du carburant fossile équivalent représente une empreinte carbone de 1870gCO<sub>2</sub>e/kg. Ce e-méthanol représente donc un abattement en émissions de GES de plus de 80%.



● H<sub>2</sub>                      ● Méthanolation  
● Capture Co<sub>2</sub>           ● Transport



POUR PLUS D'INFORMATIONS,  
SE REPORTER À LA FICHE  
THÉMATIQUE SUR  
"LE CAPTAGE DE CO<sub>2</sub>"



## LA RESSOURCE EN EAU



**La planète Terre est couverte à 70 % d'eau.** L'eau est composée à 97,5 % d'eaux salées et à 2,5 % d'eau douce (lac, rivière, glacier, nappes phréatiques, etc.). L'eau est une ressource renouvelable mais non illimitée car elle possède un taux de renouvellement variable impacté par le changement climatique (forte chaleur, absence de pluie, baisse de l'humidité, etc.).

## LA RESSOURCE EN EAU EN RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

En Auvergne-Rhône-Alpes, l'eau est une ressource encore globalement disponible malgré :

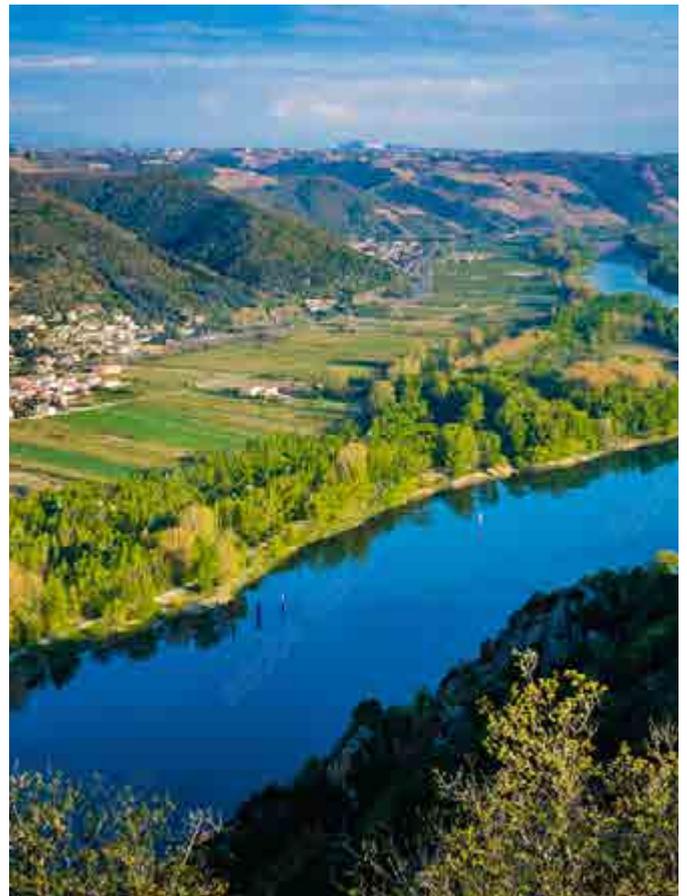
- Un déficit hydrique des sols plus importants depuis les années 90 (surtout au printemps et en été) ;
- Des étiages plus sévères ;
- Une baisse des débits moyens des cours d'eau et augmentation de la durée ;
- L'assèchement des sols plus rapide.

La ressource en eau est utilisée dans divers secteurs :

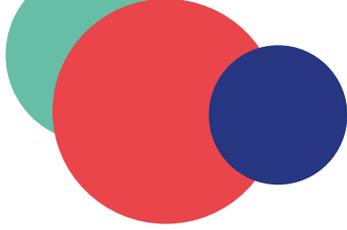
- **L'agriculture** : l'agriculture est l'un des plus gros consommateurs d'eau en Auvergne-Rhône-Alpes. L'eau est utilisée pour l'irrigation des cultures, en particulier dans les zones agricoles intensives ainsi que pour l'abreuvement du bétail d'élevage.
- **L'industrie** : de nombreuses industries, telles que l'industrie chimique, l'industrie papetière, l'industrie textile et l'industrie agroalimentaire, dépendent de l'eau dans leurs processus de production.
- **L'alimentation en eau potable** : l'eau est traitée et distribuée aux ménages, aux entreprises et aux institutions pour un usage domestique et commercial.
- **La production d'énergie** : l'eau est utilisée dans la production d'énergie, notamment à travers les centrales hydroélectriques et nucléaires présentes dans la région. Ces centrales utilisent l'énergie de l'eau en mouvement pour produire de l'électricité.
- **Le tourisme** : l'eau joue un rôle essentiel dans le tourisme en Auvergne-Rhône-Alpes. Les lacs, rivières et cascades attirent les touristes pour des activités telles que la pêche, les sports nautiques, la randonnée et le camping.

À cheval sur **trois bassins hydrographiques** (Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée), la région Auvergne-Rhône-Alpes est traversée par le **Rhône, la Saône, la Loire** amont et l'**Allier**, eux-mêmes connectés à des nappes souterraines.

Le projet eM-Rhône prend place sur le bassin Rhône-Méditerranée.



Méandre du Rhône

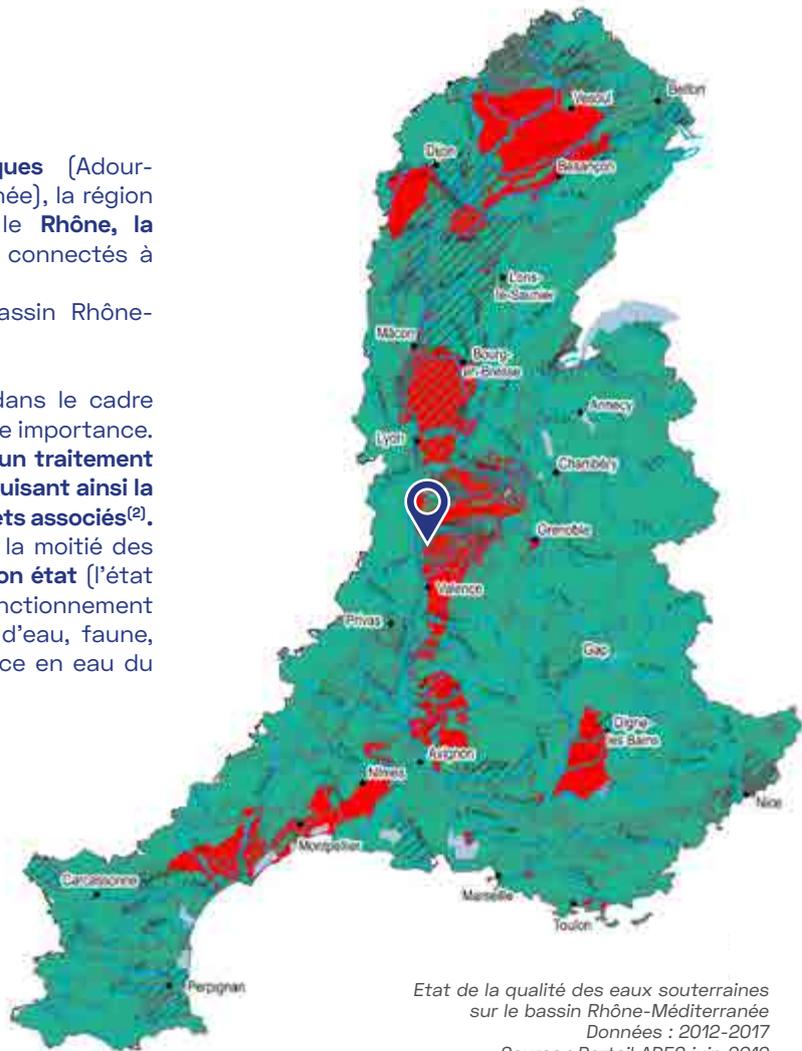


## ZOOM SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

À cheval sur **trois bassins hydrographiques** (Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée), la région Auvergne-Rhône-Alpes est traversée par le **Rhône, la Saône, la Loire** amont et **l'Allier**, eux-mêmes connectés à des nappes souterraines.

Le projet eM-Rhône prend place sur le bassin Rhône-Méditerranée.

L'évaluation de la **qualité de l'eau prélevée** dans le cadre d'un projet tel que eM-Rhône revêt une grande importance. En effet, une eau de bonne qualité requiert **un traitement moins intensif en amont de son utilisation, réduisant ainsi la quantité totale à prélever et le volume de déchets associés<sup>(2)</sup>**. Dans le bassin Rhône-Méditerranée, près de la moitié des cours d'eau et 85 %<sup>(3)</sup> des nappes sont en **bon état** (l'état écologique, qui permet d'observer le fonctionnement durable des écosystèmes naturels (volume d'eau, faune, flore....) La nappe alluviale du Rhône, ressource en eau du projet, fournit une eau de bonne qualité.



 Lieu du projet

 Médiocre

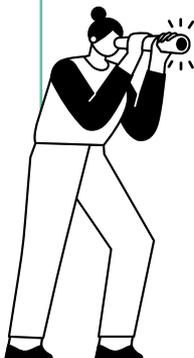
 Bon

 Eaux souterraines affleurantes

 Eaux souterraines sous couverture

Etat de la qualité des eaux souterraines  
sur le bassin Rhône-Méditerranée  
Données : 2012-2017  
Source : Portail ADES juin 2019

### DE QUOI DÉPEND LA QUALITÉ DE L'EAU ?



La qualité d'un cours d'eau dépend de la quantité d'eau et de sa qualité (pollution chimique, température, oxygène...).

Pour mesurer cette qualité, deux éléments sont observés :

- **l'état chimique**, qui permet d'observer la qualité de l'eau sur la base des concentrations d'éléments et polluants,
- **l'état écologique**, qui permet d'observer le fonctionnement durable des écosystèmes naturels (volume d'eau, faune, flore...).

2 - Déchets/effluents associés au traitement de l'eau.

3 - L'état des eaux des bassins Rhône-Méditerranée et de Corse - 2022, Agence de l'eau.



## LE RHÔNE

Drainant un vaste bassin versant riche en montagnes et en glaciers, le Rhône est le fleuve le plus puissant de France métropolitaine par son débit (1700m<sup>3</sup>/s de débit moyen à son embouchure<sup>(4)</sup>) et représente une ressource en eau abondante pour la région. Il alimente de nombreuses zones humides et nappes souterraines hébergeant une importante biodiversité.

### Les débits d'étiage du Rhône sous changement climatique

Le Rhône compte aux abords de ses rives un quart de la population et des emplois du bassin Rhône-Méditerranée et génère un quart de la production électrique du pays (nucléaire et hydroélectrique). C'est aussi une ressource pour de nombreux autres usages : navigation, alimentation en eau potable, irrigation agricole, activités industrielles, usages récréatifs etc.

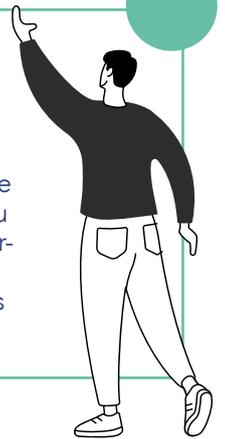
Les débits d'étiage moyens du Rhône ont diminué de 7 % à la sortie du Léman et 13 % à Beaucaire, en Camargue, entre 1960 et 2020. Les projections climatiques estiment une baisse de l'ordre de 40 % en moyenne pour l'Isère dans les 30 prochaines années<sup>(5)</sup>.



Région Auvergne Rhône-Alpes

### QU'EST-CE QUE LE DÉBIT D'ÉTIAGE ?

Le débit d'étiage est le débit minimal d'un cours d'eau observé pendant une période prolongée, généralement pendant la saison sèche ou la période de moindre pluviométrie. Il représente le niveau le plus bas auquel un cours d'eau peut descendre naturellement sans intervention humaine significative, telle que l'irrigation intensive ou les prélèvements d'eau massifs.



### Le débit du Rhône et le niveau de la nappe alluviale du Rhône

Une étude sur l'hydrologie du Rhône sous changement climatique a été réalisée du 1<sup>er</sup> février 2021 au 31 janvier 2023 par l'Agence de l'eau<sup>(6)</sup> :

- L'étude conclut que le maintien des lignes d'eau, du fait des barrages sur le Rhône, fait que les niveaux des nappes sollicitées dont celle de Péage de Roussillon ne sont pas sensibles aux baisses de débit d'étiage.
- Les débits du Rhône<sup>(7)</sup> courant et leurs baisses sous l'effet du changement climatique n'ont et n'auront donc pas d'influence sur le niveau de la nappe alluviale.

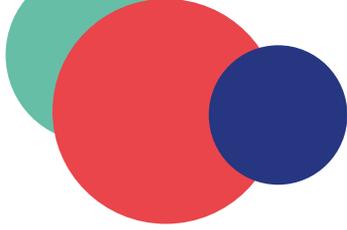
De plus, l'eau du fleuve Rhône s'est également réchauffée. Depuis 1970, la température moyenne de l'eau a augmenté (+2,2°C au nord) sous l'effet conjugué de l'élévation de la température de l'air et de l'implantation de centrales nucléaires de production d'énergie.

4 - "Les débits d'étiage du Rhône en baisse sous l'effet du changement climatique : quels enjeux pour l'avenir ?", mars 2023, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse. /

5 - "Les débits d'étiage du Rhône en baisse sous l'effet du changement climatique : quels enjeux pour l'avenir ?", Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, mai 2023 /

6 - Plan Territoriale de Gestion de la Ressource en eau de la nappe Alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon >> en cours de validation, d'après "Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique", [https://www.eaurmc.fr/jcms/pro\\_118205/fr/une-etude-sur-les-debits-du-rhone-pour-anticiper-leur-evolution/](https://www.eaurmc.fr/jcms/pro_118205/fr/une-etude-sur-les-debits-du-rhone-pour-anticiper-leur-evolution/)

7 - Les débits d'étiage du Rhône en baisse sous l'effet du changement climatique >>, [https://www.sauvonsleau.fr/jcms/e\\_28394/publication-les-debits-d-etiage-du-rhone-en-baisse-sous-l-effet-du-changement-climatique](https://www.eaurmc.fr/jcms/pro_118205/fr/une-etude-sur-les-debits-du-rhone-pour-anticiper-leur-evolutionhttps://www.sauvonsleau.fr/jcms/e_28394/publication-les-debits-d-etiage-du-rhone-en-baisse-sous-l-effet-du-changement-climatique)



## ZOOM SUR LA NAPPE ALLUVIALE DU RHÔNE DE PÉAGE-DE-ROUSSILLON

Le GIE Osiris prélève l'eau nécessaire aux activités des acteurs de la plateforme dans la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon située en région Auvergne-Rhône-Alpes, à la frontière des départements de l'Isère, de l'Ardèche et de la Loire.

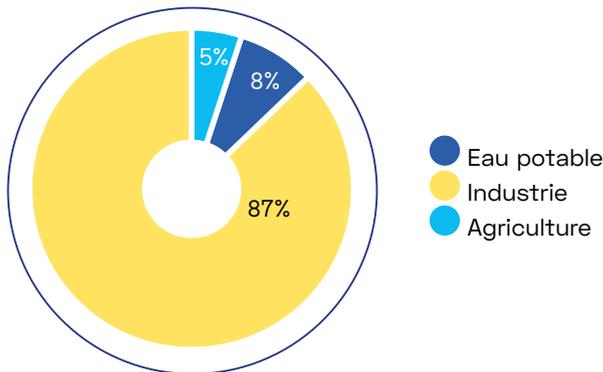
### Les résultats de l'Etude des Volumes de Prélevable

Une étude de l'évaluation des volumes prélevables (EVP) a été menée de 2013 à 2015.

En 2011, l'industrie représente 87% des prélèvements sur la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon par an.

Dans l'EVP, la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon a été découpée en 7 secteurs :

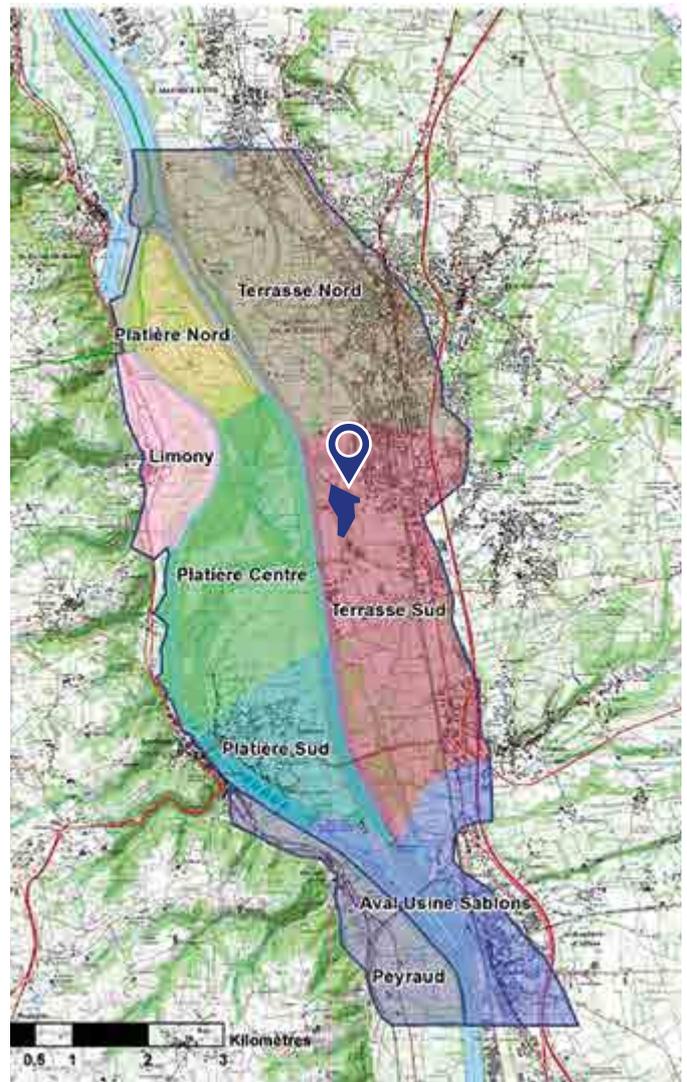
L'EVP a permis de mettre en évidence l'impact des prélèvements sur la nappe qui provoquent un abaissement localisé de la nappe de l'ordre de 1 à 4 mètres de profondeur en fonction des secteurs et des saisons.



En 2011, 50 à 75 % de l'ensemble des prélèvements effectués sur la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon se concentrent sur les parties "Platière Centre" (105 000 m<sup>3</sup> /j), 20 % sur "Terrasse Nord" (30 à 40 000 m<sup>3</sup> /j) et 3 à 13 % sur "Terrasse Sud" (5 à 25 000 m<sup>3</sup> /j).

L'EVP a souligné que les prélèvements actuels dans la nappe alluviale du Rhône ne sont pas compatibles avec le maintien du bon fonctionnement des milieux superficiels à grand potentiel écologique<sup>[9]</sup> et conclut que les aménagements hydrauliques et les prélèvements conduisent, en l'état, à un abaissement de la nappe préjudiciable à l'atteinte de l'objectif de bonne conservation des milieux naturels de l'île de la Platière.

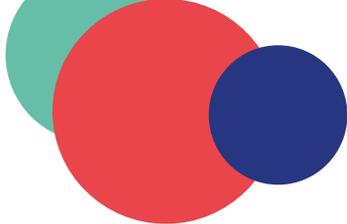
Ce constat a mené au lancement d'une concertation pour l'élaboration du Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE).



Cartographie des 7 secteurs de prélèvement de la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon

8 - L'ensemble des éléments figurant dans cette partie ont été réunis d'après le Projet de territoire pour la gestion de l'eau de la nappe alluviale du Rhône de Péage-de-Roussillon /

9 - Un milieu superficiel à grand potentiel écologique est un endroit naturel, comme une forêt, un marais ou une prairie, qui offre un environnement idéal pour de nombreuses plantes, animaux et autres organismes vivants. C'est un lieu où la biodiversité est très riche.



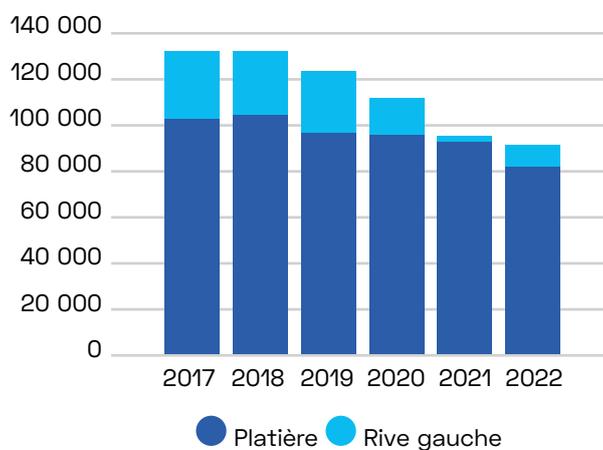
## LES ACTIONS DU PTGE

Les actions mises en place dans le cadre du PTGE visent à agir sur les volumes prélevables par les différents secteurs d'activité.

Concernant le secteur de l'industrie, les actions du PTGE vise à permettre de passer de 49 284 699 m<sup>3</sup>/an prélevés en 2017 à 32 716 077 m<sup>3</sup>/an après la mise en œuvre du PTGE, soit une baisse de 33% des prélèvements pour l'industrie nécessaire. Le GIE Osiris représentant 95% des prélèvements liés au secteur de l'industrie, ses prélèvements correspondraient à 31 080 273 m<sup>3</sup>/an après la mise en place du PTGE (contre 46 820 464 m<sup>3</sup>/an en 2017).

Le GIE OSIRIS prélève de l'eau à partir de deux champs captant :

- Le champ captant en rive gauche du canal de la Compagnie Nationale du Rhône (sur Terrasse Nord) ;
  - Le champ captant de l'île de la Platière (sur Platière Centre) ;
- Depuis 2012, OSIRIS a engagé des projets d'économies d'eau. Les prélèvements sur les champs captant ont fortement baissé :



Prélèvements sur les champs captant Osiris

Le PTGE vise à reconnecter de façon permanente environ 198ha de la plaine alluviale (soit environ 20 % de la plaine alluviale) principalement par les projets de remise en eau des paléochenaux<sup>(10)</sup> et de substitution des prélèvements. Le PTGE vise également à augmenter de façon significative la surface de boisements connectés de façon permanente (passage de 16 à 54ha).

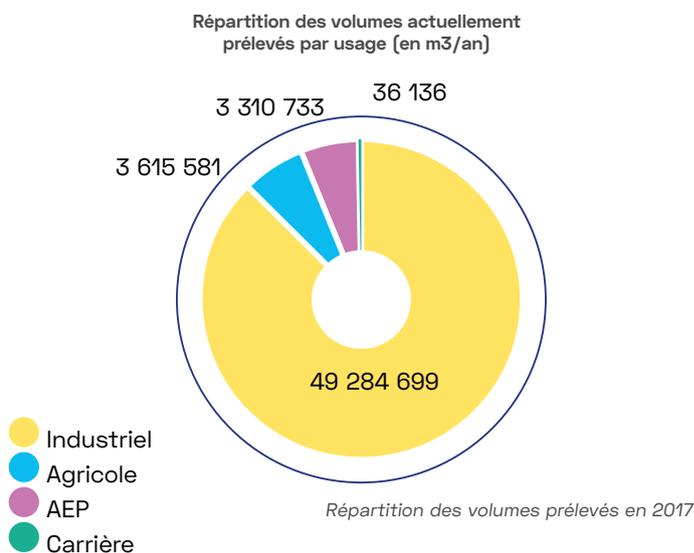
Ces actions permettront ainsi d'arrêter la dégradation de l'état des milieux naturels superficiels en raison de l'abaissement du niveau de la nappe alluviale.

<sup>10</sup> - Vestige d'une rivière ou d'un cours d'eau inactif qui a été rempli par des sédiments

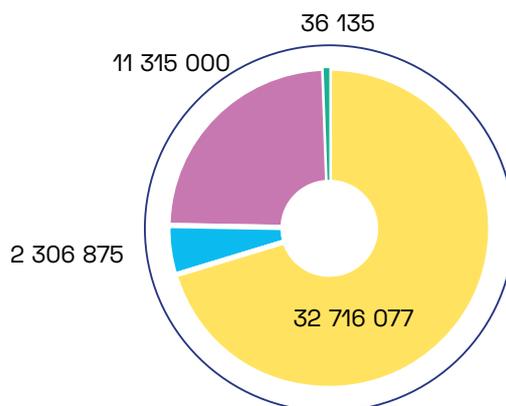
## L'ARRIVÉE DU PROJET EM-RHÔNE AU REGARD DU PTGE

Le projet eM-Rhône représenterait un prélèvement de 2.7 millions de m<sup>3</sup>/an soit une augmentation de 8% des prélèvements du GIE Osiris (29 200 000 m<sup>3</sup>/an en 2022). Cela correspondrait à un écart de 2,6% au regard des objectifs de 31 080 273 m<sup>3</sup>/an de prélèvement pour le GIE Osiris, après la mise en place du PTGE.

Des études vont être lancées afin d'optimiser la consommation en eau (choix technologiques, étude de recyclage etc...). Le but est de limiter le prélèvement du GIE OSIRIS à 31 080 273 m<sup>3</sup>/an, afin de garantir de l'eau en quantité suffisante pour les milieux alluviaux et les milieux aquatiques de l'île de la Platière (site Natura 2000), objectif du PTGE.



Répartition des volumes prélevés en 2017



Répartition des volumes prélevables par usage après la mise en œuvre du PTGE par usage (en m<sup>3</sup>/an)



# LES RISQUES INDUSTRIELS



## LES DIFFÉRENTS TYPES DE RISQUES INDUSTRIELS CONNUS

Les principales manifestations du risque industriel sont regroupées sous trois typologies d'effets pouvant se combiner :



• **Effets toxiques** : issus de l'inhalation d'une substance chimique toxique (chlore par exemple) à la suite d'une fuite sur une installation ou à la combustion de produits dégageant des fumées toxiques.



• **Effets thermiques** : liés à une combustion d'un produit inflammable ou à une explosion.



• **Effets mécaniques** : liés à une surpression<sup>(1)</sup>, découlant d'une onde de choc (détonation par exemple) provoquée par une explosion.

### Les risques industriels, en quoi ça consiste ?

Un **risque industriel** est lié à un événement accidentel utilisant des **produits ou des procédés dangereux employés sur un site industriel**.

Les risques générés peuvent avoir des conséquences immédiates graves pour les employés du site, les riverains, le bâti ou encore l'environnement.

Les générateurs de risques sont principalement regroupés en deux familles :

- **Les industries qui produisent des substances chimiques** à destination de l'agroalimentaire, de la pharmacie et de la consommation courante (exemple : eau de javel) ;
- **Les industries pétrochimiques** fabricant l'ensemble des produits dérivés du pétrole (essence, goudrons, pétrole, etc.).

Les principaux accidents industriels causés<sup>(2)</sup> sont liés aux secteurs des déchets, des eaux usées, de l'industrie chimique et pharmaceutique, de l'agroalimentaire et de l'agriculture.

Les causes principales des accidents sont principalement liées à l'organisation des contrôles, aux choix des équipements et procédés, ou encore à l'identification des risques. Enfin, concernant les conséquences, il s'agit principalement de pertes économiques et environnementales (pollution atmosphérique)<sup>(3)</sup>.

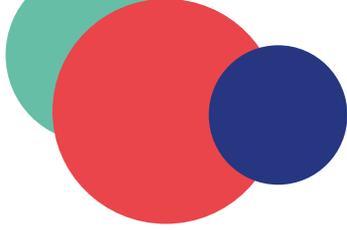


Source DDRM Gironde (2021)

1 - Pression dont la valeur dépasse la pression normalement admise ou de référence /

2 - Publication de l'inventaire des accidents technologiques survenus en 2019 (2020 étant une année non représentative : baisse des activités des industries suite à la crise sanitaire).

3 - Source : vie-publique.fr (2021)



## LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : **COMMENT SONT GÉRÉS LES RISQUES INDUSTRIELS EN FRANCE ?**

### Les sites SEVESO

En 1982, l'Europe met en place, à la suite de la catastrophe industrielle de 1976 dans une commune italienne (Seveso), la **directive SEVESO**.

Cette réglementation permet de **classer les établissements à risque en deux catégories (seuil haut, seuil bas) selon les quantités de substances dangereuses présentes sur le site**. Ces différentes substances ont été classées dans une liste nationale des installations classées pour la préservation de l'environnement (ICPE).

### Les ICPE

En France, toute **exploitation industrielle ou agricole susceptible d'avoir un impact (pollution de l'eau, de l'air...) et de présenter des dangers (incendie...)** sur l'environnement est potentiellement une **Installation Classée pour la protection de l'environnement (ICPE)**.

Les installations sont classées ICPE selon des critères d'activité, de nature des produits stockés et/ou utilisés, de volume des activités et des procédés de fabrication.

Les établissements catégorisés ICPE possèdent un régime spécifique précisant le cadre juridique, technique et financier du fonctionnement de l'installation.

Pour être créé ou fonctionner, ces installations doivent obtenir une autorisation.

Il existe **trois régimes procéduraux (Déclaration, Enregistrement, Autorisation) qui comprennent des nombres de points de contrôle et d'études à réaliser différents** selon le niveau de risque que représente l'établissement.

Le site du projet eM-Rhône est concerné par le régime d'autorisation. A ce jour, le classement (seuil bas ou seuil haut) du projet eM-Rhône n'est pas connu.



**DANGEROUSITÉ**

Déclaration

Enregistrement

Autorisation

**Seuil bas**

**Seuil haut**

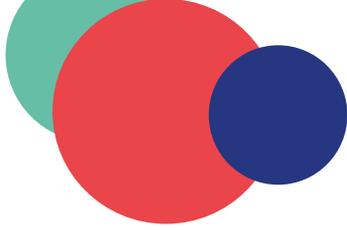
**IED**

**Protection de l'environnement :  
classement/régime français des ICPE**

**Activité dangereuses (risques accidentel majeurs) :  
classement européen Seveso**

**Activité polluantes :  
Classement européen IED  
(directive sur les émissions industrielles)**





## LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME

Autour des établissements "Seveso seuil haut", la loi impose l'élaboration et la mise en œuvre de **Plan de prévention des risques technologiques (PPRT)**. Les risques technologiques et industriels sont ainsi pris en compte dans le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT). Le PPRT a pour objectif, par la mise en place de mesures préventives sur les zones habitées et sur les sites industriels, de protéger les vies humaines en cas d'accident mais également de faciliter la maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à hauts risques (autorisations et typologies des nouvelles constructions).

A proximité des sites Seveso seuil haut, les PPRT permettent de définir :

- des zones de maîtrise de l'urbanisation future ;
- des secteurs de mesures foncières pour l'existant (expropriation, délaissement) ;
- des zones de prescriptions sur l'existant (désormais limitées aux logements).



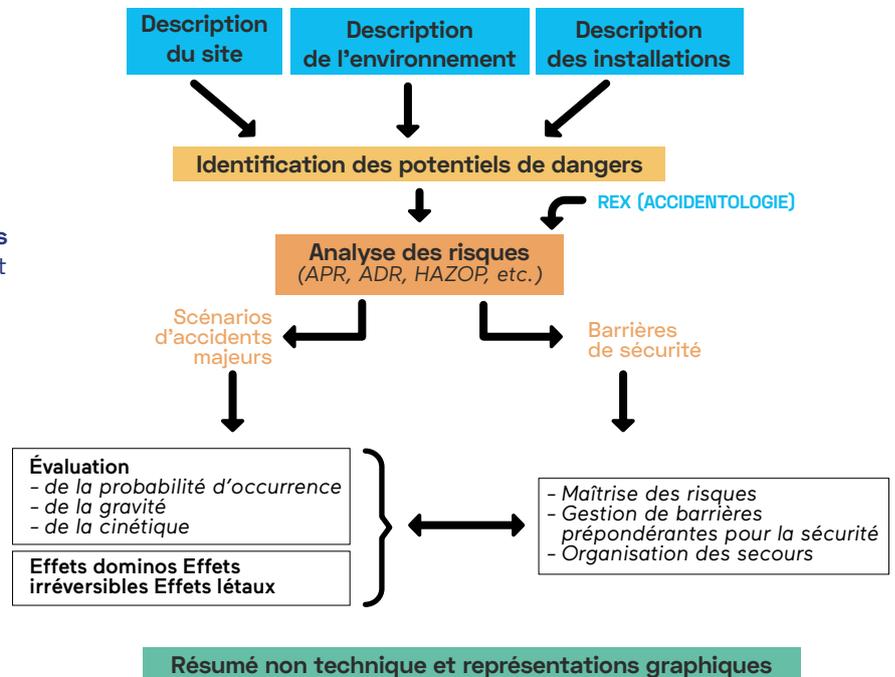
La définition de ces zones tient compte de l'intensité des accidents possibles, de leur probabilité et de leur cinétique (rapidité).

Enfin, le PPRT fait office de servitude d'utilité publique<sup>(4)</sup> dès son approbation. Cela signifie que ce document peut affecter directement l'utilisation des sols et les autres documents d'urbanisme (Plan Local d'Urbanisme, Plan d'Occupation des Sols) devront respecter ces servitudes.

### ZOOM SUR L'ÉTUDE DE DANGERS

Une étude de dangers est imposée pour les sites industriels à hauts risques, par la Directive Européenne SEVESO et pour les ICPE sous Autorisation. Cette étude de dangers est un **outil réglementaire** permettant de démontrer de manière explicite la **maîtrise des risques d'accidents majeurs** que peuvent générer les installations et activités industrielles. Ci-dessous est décrite la méthodologie générale de l'étude de dangers.

L'étude de dangers comportent de nombreux éléments tels que **l'identification** et la caractérisation des potentiels de danger, une **analyse de l'accidentologie** (historique des accidents déjà survenus sur des installation similaires) ainsi qu'une **analyse détaillée des risques et des mesures de réduction** des risques.



4 - Servitude d'utilité publique : La servitude d'utilité publique constitue une limitation administrative au droit de propriété, instituées par l'autorité publique dans un but d'utilité publique



# ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES DU PROJET

## UNE ANALYSE GLOBALE EN CONSTRUCTION

Partager les enjeux socio-économiques dépasse la seule analyse financière, budgétaire et technique pour prendre en considération les impacts sociaux, économiques et environnementaux d'un projet. **Il s'agit de donner les clés de compréhension pour appréhender l'opportunité du projet au regard des bénéfices attendus.** La valeur d'un projet n'est pas mesurée dans l'absolu mais en comparaison avec une référence ou un contexte connu.

**Le projet eM-Rhône s'articule naturellement avec d'autres options, complémentaires ou concurrentes :** l'environnement concurrentiel (ex. projets similaires en France et dans le monde, importation de produits fossiles...). Il s'entend également dans un cadre réglementaire émergent, qui se précise, mais reste encore incertain, notamment pour la réglementation européenne.

**Cette fiche vise à mettre en évidence les ordres de grandeur et les projections monétaires connues à date** pour le secteur afin d'éclairer les données issues du dossier de concertation concernant le financement du projet, son calendrier, les réponses apportées par le projet aux politiques publiques, les bénéfices attendus et les impacts d'une absence de projet au regard des enjeux en présence.

Au-delà de l'aspect économique, **le projet eM-Rhône constitue une brique essentielle de la réindustrialisation bas-carbone.** La production de e-méthanol sur le territoire national permet de substituer une molécule fossile et importée par une solution locale et bas-carbone, tout en recyclant le carbone émis par certaines activités (incinération de déchets, production de ciment...). Le projet contribue à la pérennité des activités industrielles nationales tout en participant à la souveraineté économique de la France.

**Les associés opérationnels assurent à Elyse Energy l'indépendance indispensable pour mener à bien ses projets,** tout en garantissant la surface financière pour soutenir sa croissance. Leurs expériences apportent aussi de la crédibilité dans la recherche de financement et la réalisation de grands projets de transition énergétique.

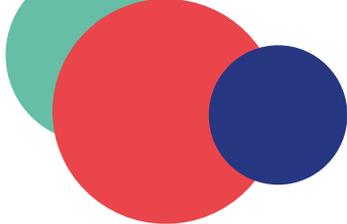
Pascal Pénicaud a, par exemple, opéré et financé un portefeuille de mille projets, solaires et éoliens, pour le producteur français d'électricité renouvelable indépendant Ténergie auprès d'acteurs comme la Banque des Territoires et le groupe Crédit Agricole, pour une enveloppe avoisinant les deux milliards d'euros.

## LE FINANCEMENT D'UN PROJET D'ENVERGURE

### Les étapes clés pour mobiliser les ressources pertinentes et leurs sources

Les besoins financiers des projets évoluent dans le temps à mesure que les besoins en capitaux augmentent et que le profil de risque se réduit.





La première phase de financement, la plus à risque, est financée par les fonds propres d'Elyse Energy. A ce jour aucun financement public n'a été reçu pour le projet eM-Rhône. Cependant, en juillet 2023 la candidature du projet eM-Rhône porté par Elyse Energy et par Lafarge France a été sélectionnée par le fond européen pour l'innovation. Ce fonds est l'un des plus grands programmes de financement au monde pour le développement de technologies à zéro émission nette et de technologies innovantes. Axés sur le plan RePowerEU et supprimant progressivement les importations européennes de combustibles russes, les 41 projets présélectionnés parmi les 239 candidatures sur l'ensemble de l'Union Européenne couvrent un large éventail d'industries. Le projet eM-Rhône est l'un des deux projets français retenus à ce stade, avec une finalisation du processus de sélection attendue fin 2023<sup>(1)</sup>.

La majeure partie de l'investissement sera engagée pendant la phase avancée de planification et de construction. Au cours de cette phase, le niveau de risque du projet sera considérablement réduit grâce à des mesures telles que la sécurisation des éléments clés du projet et l'obtention du permis de construire. D'autres acteurs seront alors intégrés au financement spécifique du projet, dont les acteurs du financement comme les banques.



## LA MISE SUR LE MARCHÉ ATTENDUE ET CONCURRENTIELLE DE **MOLÉCULES BAS-CARBONE**

### 1

#### L'IMPÉRATIF DE DÉCARBONATION

Face au réchauffement climatique, les Accords de Paris traduisent un consensus sur un double impératif : viser la neutralité carbone, donc décarboner tous les usages, même les plus difficiles ; agir dès maintenant, avec des solutions adaptées à l'infrastructure en place. A cet effet, tous les leviers doivent être activés : sobriété, efficacité énergétique, électrification...

Pour certains secteurs, la décarbonation passera par la fourniture de molécules bas-carbone. Certaines industries de transformation utilisent les molécules pour leurs propriétés chimiques, ou des transports maritimes et aériens.

### 2

#### UN CADRE RÉGLEMENTAIRE FAVORABLE

Dans ce contexte, le cadre réglementaire évolue rapidement pour accompagner l'émergence de ces molécules bas-carbone. Au niveau européen, la Directive sur les Energies Renouvelables (RED 3), formellement adoptée en octobre 2023, réhausse l'objectif d'énergie renouvelable à 42,5% en 2030 tout en le déclinant par secteur. L'industrie devra par exemple augmenter de 1,6% par an le recours aux énergies renouvelables et utiliser 42% d'hydrogène renouvelable dès 2030, notamment pour la production de méthanol<sup>(2)</sup>. Dans le transport maritime, l'Initiative FuelEU Maritime détermine un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les navires de plus de 5 000 tonnes de jauge brute faisant escale dans les ports européens (2% de réduction en 2025, 6% en 2030 puis une augmentation graduelle jusqu'à 80% en 2050 par rapport à la moyenne de 2020<sup>(3)</sup>) avec un régime incitatif spécial pour soutenir l'adoption des "carburants renouvelables d'origine non biologique" présentant un haut potentiel de décarbonation dont le e-méthanol<sup>(4)</sup>.



En France, le maritime et le secteur de l'industrie représentent respectivement 2,9% et 5% des émissions de gaz à effet de serre. Les prévisions d'augmentation du trafic maritime, liées au fret pour l'essentiel, s'élèvent par ailleurs à 17% en 2050<sup>(5)</sup>.



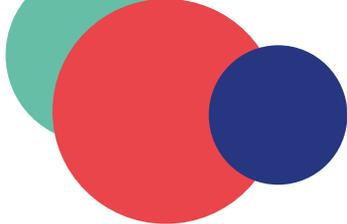
1 - [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP\\_23\\_3787](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_23_3787)

2 - <https://www.actu-environnement.com/ae/news/directive-europenne-red3-energies-renouvelables-objectifs-transport-industrie-batiments-42703.php4>

3 - Source pour le maritime : <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/07/25/fueleu-maritime-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-maritime-sector/>

4 - Le transport maritime, un secteur polluant qui tarde à changer de cap » Le Monde, novembre 2022, [https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2022/11/11/cop27-le-transport-maritime-un-secteur-polluant-qui-tarde-a-changer-de-cap\\_6149485\\_4355770.html](https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2022/11/11/cop27-le-transport-maritime-un-secteur-polluant-qui-tarde-a-changer-de-cap_6149485_4355770.html)

5 - Le coefficient multiplicateur permet d'étudier l'évolution de la valeur d'une variable entre deux dates.



3

**DES PARTENARIATS EN CONSTRUCTION  
TRADUISANT L'ALIGNEMENT DU MARCHÉ  
AVEC LES COÛTS DE PRODUCTION**

Le secteur des molécules bas-carbone reste en phase de développement précoce. Le cadre européen doit, par exemple, encore être traduit dans les lois nationales. La combinaison de l'impératif de décarbonation, et de l'évolution réglementaire, crée néanmoins les conditions d'émergence du marché.

Dans le transport maritime, les grands opérateurs se sont fermement engagés en commandant des navires alimentés par du e-méthanol, dont les constructions ont démarré dans les chantiers navals. CMA-CGM a ainsi commandé 32 navires, dont la livraison est prévue à partir de 2026. Cela témoigne de la nécessité de créer un véritable marché et de mobiliser des opérateurs et des industriels engagés pour répondre aux contraintes réglementaires, préparer l'avenir, mais aussi répondre aux exigences de leurs propres consommateurs.

**AUJOURD'HUI :**

Le méthanol (d'origine fossile) se retrouve dans un très grand nombre d'objets et d'usages de la vie quotidienne. **Sans alternative bas-carbone au méthanol, à l'avenir de nombreux éléments de la vie quotidienne ne pourraient plus être produits** : joints, gants de ménage, ciment, vernis-laques...

> Le e-méthanol = **2 à 5 fois le prix du méthanol fossile**

> Ces écarts de coûts devraient se réduire grâce :

- A la **hausse de la demande de solutions décarbonées** ;
- Aux **économies d'échelle** et aux effets d'apprentissage ;
- A la **hausse du coût des équivalents fossiles**

(utilisation et fiscalité).

**DE LA CRÉATION DE VALEUR  
SUR LE TERRITOIRE POUR  
LE MONDE ÉCONOMIQUE  
ET LES POPULATIONS**

Pour répondre aux enjeux de construction, d'exploitation et d'approvisionnement du projet, un grand nombre de filières professionnelles seront mobilisées. Les entreprises locales et régionales des secteurs industriels et tertiaires seront ainsi au premier plan de cette activité.

Plusieurs centaines d'emplois seront créés de manière directe, contribuant ainsi au dynamisme du territoire. La phase chantier, serait également génératrice de plusieurs milliers d'emplois sur le territoire avec les retombées inhérentes.

Dans ce contexte, un travail de recensement et de qualification de l'offre industrielle et de services en Auvergne-Rhône-Alpes est d'ores et déjà engagé en collaboration avec le territoire afin de maximiser les retombées locales.







Rédaction, conception et mise en page : Neorama & Studiumo  
neo-rama.fr / studiamo-creationgraphique.fr

