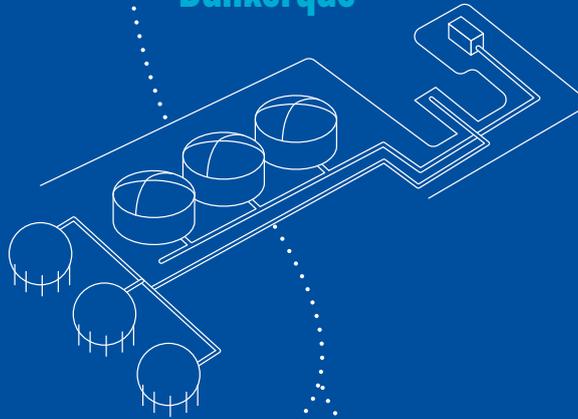


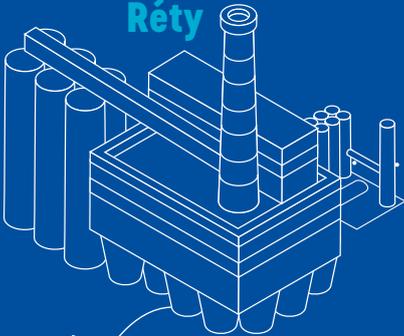
# Cap décarbonation

DOSSIER DE LA CONCERTATION PRÉALABLE  
22 MAI - 21 JUILLET 2023

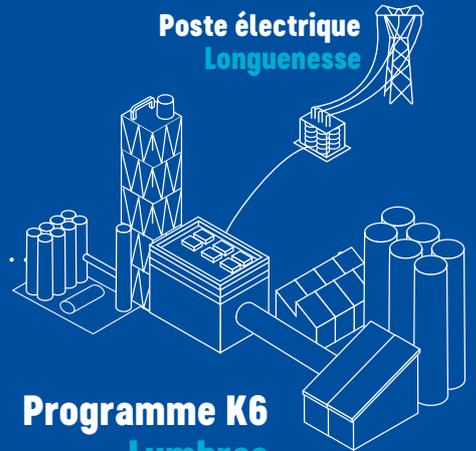
D'Artagnan  
Dunkerque



CalCC  
Réty



Poste électrique  
Longuenesse



Programme K6  
Lumbres

Poste électrique  
Marquise







## **Le dossier de concertation**

Document socle de la concertation préalable, le dossier de concertation comprend les principales informations disponibles, en l'état actuel des études, sur les projets suivants : Phase 2 du Programme K6, Projet CalCC et Projet D'Artagnan. Il précise le contexte de ces projets et leurs objectifs, décrit les différentes solutions techniques envisagées, identifie les impacts environnementaux pressentis à ce stade des études et présente les conditions de mise en œuvre des projets ainsi que les modalités de la concertation préalable.

Un glossaire et une liste des sigles et acronymes sont disponibles en annexe pour vous aider dans votre lecture.

Les temps utilisés dans le dossier visent à en faciliter la lecture, ils ne préjugent aucunement des décisions des maîtres d'ouvrage et des autorités compétentes.

# Sommaire

<b>ÉDITORIAL COMMUN DES MAÎTRES D'OUVRAGES</b>	<b>6</b>
<b>LE MOT DES GARANTS DE LA CNDP</b>	<b>7</b>
<b>CAP DÉCARBONATION EN BREF</b>	<b>8</b>
<b>PRÉSENTATION DES MAÎTRES D'OUVRAGES</b>	<b>10</b>

## 1

<b>LA CONCERTATION PRÉALABLE AVEC GARANTS, SOUS L'ÉGIDE DE LA CNDP, SA RÉGLEMENTATION, SES PRINCIPES ET SON OBJET</b>	<b>14</b>
---	-----------

1.1. Une démarche volontairement initiée par les maîtres d'ouvrages	15
1.2. À quoi sert la concertation préalable ?	15
1.3. Une concertation sous l'égide de la CNDP avec garants	15
1.4. Le périmètre de la concertation	17
1.5. Les modalités : comment vous informer et vous exprimer	18
1.6. Les suites de la concertation	20

## 2

<b>DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE : DE QUOI PARLE-T-ON ?</b>	<b>21</b>
--	-----------

2.1. L'enjeu de la réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie	22
2.2. Les objectifs de neutralité carbone à l'échelle européenne	22
2.3. En France, les mesures envisagées dans la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)	24
2.4. Les actions à mettre en œuvre pour la décarbonation de l'industrie	25
2.5. Dans les Hauts-de-France, des territoires pleinement engagés dans la transition écologique de l'industrie	28

## 3

<b>LE PRINCIPE GLOBAL DE LA DÉMARCHÉ DE DÉCARBONATION</b>	<b>32</b>
---	-----------

3.1. L'origine	33
3.2. Le captage du CO <sub>2</sub> sur les sites industriels de Lumbres et de Réty (Phase 2 du Programme K6 et projet CalCC)	34
3.3. Le transport de CO <sub>2</sub> jusqu'à un terminal d'exportation (première composante du projet D'Artagnan)	36
3.4. La préparation du CO <sub>2</sub> en vue de son transfert maritime vers des sites de séquestration (seconde composante du projet D'Artagnan)	38
3.5. Le transport maritime	38
3.6. La séquestration de dioxyde de carbone	38
3.7. Les effets attendus de la démarche de décarbonation	46

<b>4</b>	<b>K6 PHASE 2 : UN PROJET POUR LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> ÉMIS PAR LA FABRICATION DU CIMENT</b>	<b>48</b>
	4.1. La fabrication du ciment et les enjeux de sa décarbonation	49
	4.2. Le Programme K6 : une transformation globale de la cimenterie de Lumbres pour approcher la neutralité carbone de la production de ciment	50
	4.3. Les objectifs du Programme K6	52
	4.4. Les installations à créer dans le cadre de la Phase 2	53
	4.5. Les principales incidences de la Phase 2 du Programme K6	58
<b>5</b>	<b>CALCC : UN PROJET POUR LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> ÉMIS PAR LA FABRICATION DE LA CHAUX</b>	<b>61</b>
	5.1. L'usine de Réty	62
	5.2. La fabrication de la chaux	63
	5.3. La stratégie de décarbonation pour l'usine de Réty	64
	5.4. Les objectifs du projet CalCC	64
	5.5. Les installations à créer dans le cadre du projet CalCC	65
	5.6. Les principales incidences du projet CalCC	68
<b>6</b>	<b>D'ARTAGNAN : UN PROJET D'INFRASTRUCTURES CO<sub>2</sub> AU SERVICE DES INDUSTRIELS LOCAUX</b>	<b>72</b>
	6.1. Les enjeux	73
	6.2. Les canalisations pour le raccordement des sites d'EQIOM et de Lhoist	73
	6.3. Le Terminal pour réceptionner et préparer le CO <sub>2</sub> en vue de son transport maritime	85
	6.4. Un projet évolutif	88
<b>7</b>	<b>ÉTAPES ET CALENDRIER POUR LA MISE EN ŒUVRE DES PROJETS</b>	<b>89</b>
	7.1. Un fort soutien de l'Union européenne	90
	7.2. Les coûts	90
	7.3. Les calendriers des projets	91
	7.4. Les procédures	91
	7.5. La concertation Fontaine pour les raccordements électriques	92
<b>8</b>	<b>LES ALTERNATIVES</b>	<b>94</b>
	8.1. Ne pas capter les émissions de dioxyde de carbone : l'absence de réalisation de la Phase 2 du Programme K6 et du projet CalCC	95
	8.2. Produire autrement le clinker ou la chaux	95
	8.3. Capturer autrement le dioxyde de carbone : les alternatives technologiques au procédé Cryocap™	96
	8.4. Transporter le CO <sub>2</sub> des sites émetteurs vers un terminal d'export : les deux scénarios envisageables	97
	8.5. Ne pas réaliser le projet D'Artagnan	97
	8.6. Transporter le CO <sub>2</sub> par canalisations : les alternatives technologiques	98
	8.7. La destination du CO <sub>2</sub> : réutilisation et séquestration	99
	8.8. Le transfert du CO <sub>2</sub> du terminal d'export vers un site de séquestration	100

# Éditorial commun des maîtres d'ouvrages

---

EQIOM, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG sont engagés dans une démarche de décarbonation inédite. Accélérer la décarbonation de l'industrie est un enjeu majeur. Nous présentons aujourd'hui des solutions qui contribueraient à la lutte contre le changement climatique. Parmi ces solutions, la Phase 2 du Programme K6 et le projet CalCC viendraient réduire radicalement les émissions de gaz à effet de serre liées à la production du ciment et de la chaux, tandis que le projet D'Artagnan vise à créer une infrastructure inédite dédiée au dioxyde de carbone.

Nos trois projets, ambitieux et innovants, ont déjà été reconnus d'intérêt général par l'Union européenne, qui nous apporte un soutien majeur et indispensable pour leur mise en œuvre.

La démarche de décarbonation dans laquelle nous sommes engagés est majeure pour nos entreprises. Elle implique de reconsidérer nos stratégies industrielles. Elle est aussi majeure pour nos territoires d'accueil car elle implique la création de nouvelles installations et infrastructures.

Nos entreprises sont implantées de longue date dans l'Audomarois, le Boulonnais et le Dunkerquois. Nous bénéficions de liens privilégiés avec nos territoires d'accueil. C'est pourquoi nous nous sommes volontairement engagés dans une démarche de concertation publique.

Nous avons aussi fait le choix d'une procédure de concertation unique, portant sur nos trois projets – la Phase 2 du Programme K6 à Lumbres, le projet CalCC à Réty et le projet D'Artagnan, ainsi que sur les raccordements électriques sous la maîtrise d'ouvrage de RTE. Un choix logique, compte tenu de notre capacité à travailler ensemble, et compte tenu des liens potentiels entre nos trois projets. Un choix pensé également pour que le public ait une vision globale de ces différents projets, de leurs interactions et de leur impact pour le territoire.

La concertation préalable qui s'ouvre, et dont le présent dossier constitue le socle, vous permettra de comprendre les raisons d'être de nos projets, leurs caractéristiques et leurs implications. Les rencontres publiques à venir nous permettront d'engager un dialogue nourri, sous l'égide des deux garants désignés par la Commission nationale du débat public.

Nous tenons enfin à remercier tous nos partenaires, industriels, collectivités et institutions, qui ont su créer cette dynamique vertueuse dans laquelle s'inscrivent nos projets.

# Le mot des garants de la CNDP



MA PAROLE A DU POUVOIR

Le 25 janvier 2023, EQIOM, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE ont saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) afin que soit organisée une concertation préalable à la réalisation de leurs projets de décarbonation, de transfert et de séquestration du dioxyde de carbone.

C'est lors de sa séance du 1<sup>er</sup> février 2023 que la CNDP nous a désigné en qualité de garants de cette procédure.

Nous avons, dès notre nomination, entrepris de préparer avec les maîtres d'ouvrages les modalités de cette concertation préalable qui durera 9 semaines du 22 mai au 21 juillet 2023. Nous avons veillé à ce que tous les territoires concernés par les projets soient des lieux de rencontres et de débats.

L'enjeu de la décarbonation de l'industrie n'est pas neutre. Elle concourt à réduire les effets du CO<sub>2</sub> sur l'accélération des changements climatiques. Elle est aussi nécessaire pour maintenir les activités industrielles existantes, voire en accueillir de nouvelles. Elle implique aussi des investissements importants renchérissant les coûts de production et potentiellement leur compétitivité. Elle se traduit aussi par le transfert puis la séquestration dans des couches géologiques profondes du dioxyde de carbone.

La concertation préalable sera un moment important pour que vous puissiez avoir accès à toutes les informations relatives à ces projets et exprimer vos questions, remarques, suggestions, en direct lors des séquences publiques ou par écrit *via* le questionnaire ou le site internet spécialement ouvert à votre intention.

Nous serons présents à l'ensemble des rendez-vous qui vous sont proposés. Nous serons attentifs à vos expressions que nous nous efforcerons de retranscrire dans notre bilan de la concertation qui sera rendu public avant le 21 août 2023.

Le droit à l'information et à la participation aux décisions qui impactent notre environnement est codifié par la Charte de l'environnement intégrée à la Constitution en 2005. C'est donc un droit protégé au plus haut niveau de nos textes juridiques.

Dans l'attente de vous rencontrer lors des différentes séquences de la concertation, nous vous adressons nos cordiales salutations.

Les garants



Jean-Michel  
STEVENARD



Jean Raymond  
WATTIEZ

# Cap Décarbonation en bref

Au travers de trois projets complémentaires, la Phase 2 du Programme K6 sur la cimenterie de Lumbres, le projet CalCC sur l'usine de production de chaux de Réty et le projet d'Artagnan avec les canalisations de transport de CO<sub>2</sub> et le terminal sur le Port de Dunkerque, EQIOM, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE sont engagés dans Cap décarbonation, une démarche commune de décarbonation de l'industrie. Cap décarbonation fait l'objet d'une concertation préalable du 22 mai au 21 juillet 2023. Les partenaires interviennent à une ou plusieurs étapes de cette démarche, à savoir le captage du dioxyde de carbone sur les sites émetteurs, son transport et sa préparation en vue de son transfert maritime.

## LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> SUR LES SITES INDUSTRIELS D'EQIOM À LUMBRES ET DE LHOIST À RÉTY

Les productions de la chaux d'une part, et du clinker (principal constituant du ciment) d'autre part, génèrent d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>. Environ un tiers de ces émissions, lié à la combustion de matières carbonées pour produire la chaleur nécessaire à la cuisson du calcaire, est évitable. Cependant, les deux autres tiers des émissions de CO<sub>2</sub> sont inévitables, car liés à la réaction chimique qui est à la base de la formation du clinker et de la chaux : la décarbonatation du calcaire.

**C'est pour éviter le rejet dans l'atmosphère de ces émissions inévitables que le captage du CO<sub>2</sub> est incontournable.** C'est l'objet de la Phase 2 du Programme K6 pour la cimenterie de Lumbres et du projet CalCC pour l'usine de production de chaux de Réty. La Phase 2 du Programme K6 et le projet CalCC prévoient ainsi l'installation d'unités de captage du CO<sub>2</sub>. Air Liquide France Industrie fournirait les technologies de captage CRYOCAP™ et assurerait la fourniture d'oxygène pour la Phase 2 du Programme K6. Enfin, la création des nouveaux raccordements électriques pour répondre aux besoins des unités de captage serait assurée par RTE.



## CAPTAGE-SÉQUESTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE : DE QUOI S'AGIT-IL ?

Les technologies de captage et de séquestration du dioxyde de carbone consistent à capter le CO<sub>2</sub>, gaz à effet de serre, dès sa source de production puis à le séquestrer dans le sous-sol. Le CO<sub>2</sub> ainsi récupéré n'est pas rejeté dans l'atmosphère et ne participe pas au changement climatique.



## LE TRANSPORT DU CO<sub>2</sub> DES SITES ÉMETTEURS JUSQU'AU TERMINAL CO<sub>2</sub>

Après captage, le dioxyde de carbone généré par la cimenterie de Lumbres et par l'usine de production de chaux de Réty serait transporté jusqu'à un terminal d'exportation, d'où il serait expédié vers des sites de séquestration en Mer du Nord. Deux principaux scénarios sont envisagés :

**Scénario 1** : création d'un réseau de canalisations souterraines de transport de CO<sub>2</sub> reliant les usines de Lumbres et de Réty au Terminal CO<sub>2</sub> à Dunkerque. Ce nouveau terminal maritime et le réseau de canalisations seraient réalisés par Air Liquide France Industrie dans le cadre du projet D'Artagnan,

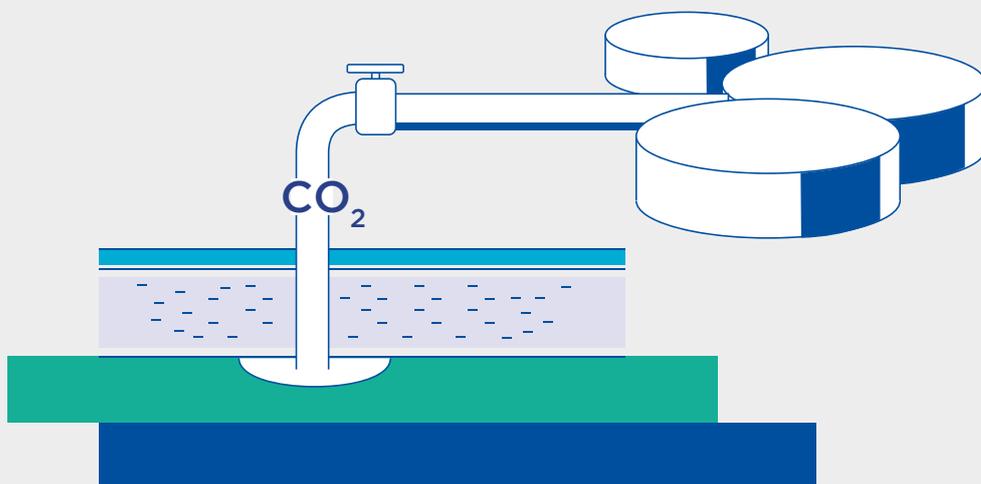
**Scénario 2** : transport du CO<sub>2</sub> par trains vers un terminal CO<sub>2</sub> à l'étranger, plusieurs projets de ce type étant en développement en Belgique et aux Pays-Bas. Dans ce scénario, le projet D'Artagnan ne serait pas réalisé.

**Le scénario 1 est le scénario préférentiel pour EQIOM, Lhoist et Air Liquide France Industrie.** Le scénario 2 reste une « solution de repli », si les canalisations n'étaient pas opérationnelles fin 2027, échéance à laquelle EQIOM et Lhoist se sont engagés auprès de l'Union européenne à capter et à séquestrer leurs premières tonnes de CO<sub>2</sub>.

## LA DESTINATION FINALE DU CO<sub>2</sub> : LA SÉQUESTRATION

Une fois le dioxyde de carbone capté, deux options sont possibles : sa réutilisation comme matière première (industrie, agroalimentaire, serres agricoles...) ou sa séquestration dans des formations géologiques profondes. **Dans le cadre de la présente démarche de décarbonation, la séquestration est l'option retenue.**

Les sites de séquestration du CO<sub>2</sub> capté à Lumbres et Réty, puis transporté et conditionné par D'Artagnan, ne sont pas encore choisis. Des projets de séquestration sont en développement à l'étranger – notamment en Norvège, au Danemark et aux Pays-Bas – et les premières installations d'injection sont en cours de réalisation. Situés à l'étranger, et ne relevant pas de la compétence des partenaires de Cap décarbonation, ces projets ne sont pas objets de la présente concertation.



## COÛT DES PROJETS

La mise en œuvre des projets de Cap décarbonation représenterait un investissement global de l'ordre de 530 millions d'euros :

- Phase 2 du Programme K6 : 150 millions d'euros (intégrant le raccordement électrique) ;
- Projet CalCC : 160 millions d'euros (intégrant le renforcement électrique) ;
- Projet D'Artagnan : 220 millions d'euros (intégrant les canalisations CO<sub>2</sub>).



## RÉUTILISATION DU CO<sub>2</sub>

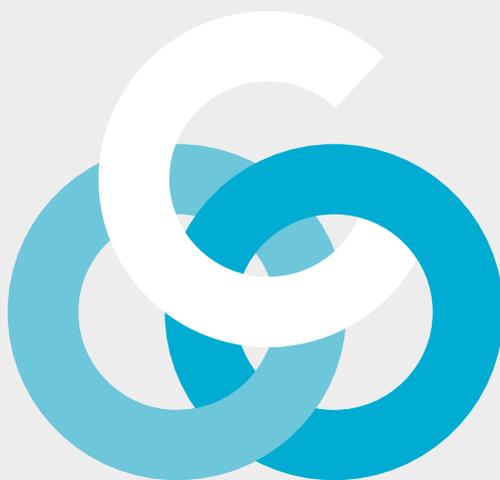
La réutilisation présente plusieurs limites et les débouchés recensés par les partenaires de Cap décarbonation sont réduits.

De plus, seule la séquestration peut être comptabilisée comme un retrait définitif du carbone de l'atmosphère alors que le CO<sub>2</sub> réutilisé retourne à l'atmosphère dans certains procédés de valorisation.

Néanmoins, les partenaires de Cap décarbonation prévoient d'examiner des options de réutilisation qui pourraient être pertinentes dans une logique d'économie circulaire et de réduction des coûts par rapport à la séquestration.

# Présentation des maîtres d'ouvrages

---



---

## CAP DÉCARBONATION : QUI FAIT QUOI ?

**La Phase 2 du Programme K6** pour la transformation de la cimenterie de Lumbres est conduite par EQIOM, Air Liquide France Industrie et RTE (pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité).

**Le projet CalCC** pour l'usine de fabrication de chaux de Réty est mené par Lhoist, Air Liquide France Industrie et RTE (pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité).

**Le projet D'Artagnan**, pour le transport et la préparation du CO<sub>2</sub> en vue de son transfert vers des sites de séquestration, est mené par Air Liquide France Industrie. Dunkerque LNG est co-maître d'ouvrage du Terminal CO<sub>2</sub>, une des deux composantes du projet D'Artagnan.



## **EQIOM**

EQIOM est une société française produisant, pour l'ensemble des bâtisseurs et acteurs des travaux publics, des matériaux de construction tels que le ciment, les granulats ou encore le béton. Avec 1 500 collaborateurs et plus de 150 sites de production répartis sur une grande partie du territoire français, la société réalise un chiffre d'affaires de près de 700 millions d'euros par an.

En France, la société gère 3 cimenteries intégrées : la cimenterie de Héming en Moselle, la cimenterie de Rochefort-sur-Nenon dans le Jura et la cimenterie de Lumbres dans le Pas-de-Calais.

Dans le cadre des objectifs fixés par l'accord de Paris et de ceux définis par la feuille de route de Cembureau, association des syndicats professionnels cimentiers nationaux de l'Union Européenne, le groupe CRH, dont EQIOM est une filiale, vise la neutralité carbone sur sa chaîne de valeur ciment et béton d'ici 2050. Le projet de Lumbres s'inscrit donc dans la stratégie globale du groupe CRH et contribuera à la démonstration des technologies nécessaires à la décarbonation de l'industrie cimentière.

La cimenterie de Lumbres est l'une des plus anciennes d'Europe et la dernière des Hauts-de-France. Elle produit actuellement 800 000 tonnes de ciment par an et compte 150 emplois directs.



## **LHOIST - CHAUX ET DOLOMIES DU BOULONNAIS**

Le groupe belge Lhoist est l'un des leaders mondiaux en production de chaux, dolomie et autres minéraux. Il compte 135 sites répartis dans plus de 25 pays avec 6 400 employés de plus de 50 nationalités différentes.

Comptant plus de 70 employés, l'usine Lhoist Chaux et Dolomies du Boulonnais à Réty est la plus grande usine de production de chaux en France avec une capacité de production annuelle s'élevant à 700 000 tonnes.



## AIR LIQUIDE FRANCE INDUSTRIE

Air Liquide France Industrie est une filiale française du groupe Air Liquide, un leader mondial des gaz, technologies et services pour l'industrie et la santé. Engagé dans une démarche de développement durable, le groupe Air Liquide a notamment défini des objectifs chiffrés ambitieux de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ses opérations. Grâce à ses solutions technologiques, comme le captage de CO<sub>2</sub>, Air Liquide accompagne également ses clients industriels dans leur propre démarche de décarbonation.

Air Liquide France Industrie est présent sur l'ensemble du territoire français, avec 58 implantations. Ses 2 400 collaborateurs sont au service de 200 000 clients de secteurs très variés comme la métallurgie, l'agro-alimentaire, la recherche, la pharmacie, l'automobile, les matériaux, l'artisanat... L'entreprise produit ou distribue des gaz de l'air (oxygène, azote, argon...), de l'hydrogène, du dioxyde de carbone, de l'hélium etc.

Présent dans les Hauts-de-France depuis plus de 60 ans, Air Liquide France Industrie exploite une unité de production de gaz de l'air à Dunkerque ainsi que des canalisations de transport de gaz industriels pour alimenter de manière fiable et sûr certains de ses clients.



## DUNKERQUE LNG, FILIALE DU GROUPE FLUXYS

Dunkerque LNG filiale de Fluxys, groupe indépendant d'infrastructure de gaz présent à travers l'Europe, est opérateur du Terminal méthanier de Dunkerque. L'offre du Groupe combine le transport et le stockage de gaz ainsi que la gestion d'infrastructures portuaires pour le gaz naturel liquéfié (GNL, ou LNG en anglais, pour liquefied natural gas). Fluxys a 40 ans d'expérience dans l'exploitation du GNL et le transport de gaz. Ses actifs et ses partenariats dans le GNL comprennent les terminaux méthaniers de Dunkerque, de Zeebrugge et de Revithoussa, un navire de soutage de GNL ainsi que de nombreux actifs et partenariats dans les infrastructures de transport et de stockage de gaz en Belgique et en Europe (Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Grèce).

Le Terminal méthanier de Dunkerque est en service depuis 2016. Il est implanté à l'avant-port ouest du Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD) sur une plateforme de 56 hectares. Deuxième terminal d'Europe continentale, il dispose d'une capacité annuelle de regazéification de 13 milliards de m<sup>3</sup> de gaz soit environ 20 % de la consommation annuelle française et belge de gaz naturel.



## RTE

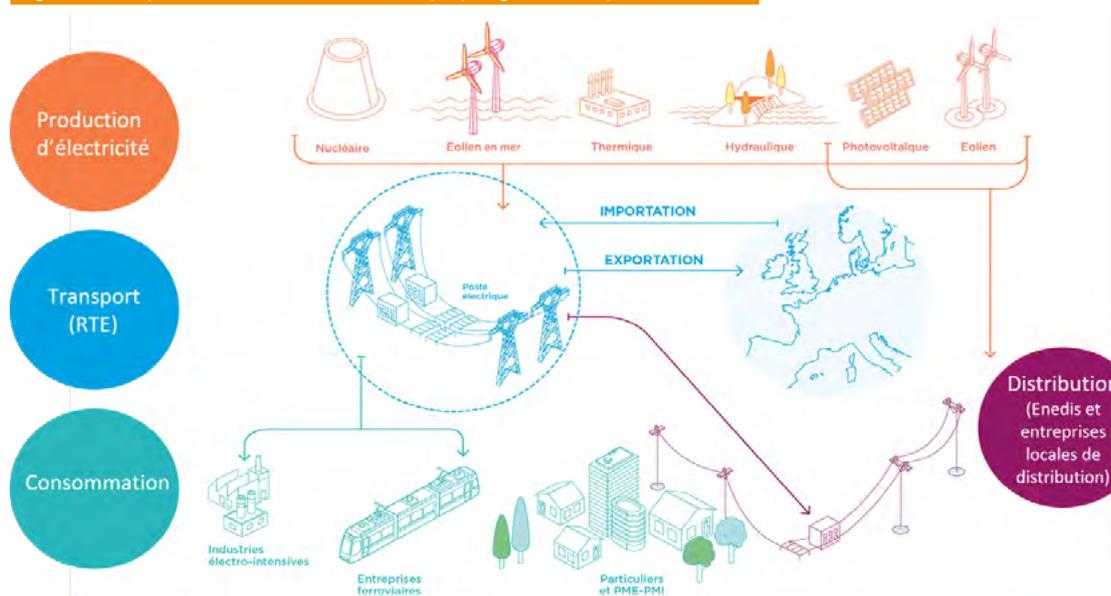
RTE, gestionnaire du réseau de transport d'électricité français, assure une mission de service public : garantir l'alimentation en électricité à tout moment et avec la même qualité de service sur le territoire national grâce à la mobilisation de ses 9 500 salariés. RTE gère en temps réel les flux électriques 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 plus de 100 000 kilomètres de lignes aériennes, plus de 6 000 kilomètres de lignes souterraines, 2 800 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 pays. En tant qu'opérateur industriel de la transition énergétique neutre et indépendant, RTE optimise et transforme son réseau pour raccorder les installations de production d'électricité quels que soient les choix énergétiques futurs. RTE, par son expertise et ses rapports, éclaire les choix des pouvoirs publics. C'est à travers cette mission d'éclaireur que RTE a présenté son étude prospective sur l'évolution du système électrique à horizon 2050, intitulée « Futurs énergétiques 2050 »<sup>1</sup>, exposant différents scénarios de consommation électrique et différents mix de production électrique possibles.

Des informations complémentaires sont disponibles sur le site : [www.rte-france.com](http://www.rte-france.com).

RTE s'attache à analyser et à proposer des solutions afin de minimiser l'empreinte écologique, l'empreinte économique et l'empreinte physique de son réseau. Il s'assure aussi que les citoyens comprennent le sens de ce qui est fait pour favoriser l'acceptation de la transition énergétique.

En vertu des missions de service public qui lui sont conférées, RTE assure le raccordement et l'accès, dans des conditions non discriminatoires, au réseau public de transport d'électricité.

Figure 1 - La position de RTE au sein du paysage électrique (RTE, 2022)



<sup>1</sup> RTE, Futurs énergétiques 2050 ([www.rte-france.com](http://www.rte-france.com))



# **LA CONCERTATION PRÉALABLE AVEC GARANTS, SOUS L'ÉGIDE DE LA CNDP, SA RÉGLEMENTATION, SES PRINCIPES ET SON OBJET**

.....

Du 22 mai au 21 juillet 2023, une concertation préalable est organisée sur la Phase 2 du Programme K6, sur le projet CalCC et sur le projet D'Artagnan, ainsi que sur les raccordements électriques associés.

Cette concertation commune aux trois projets et aux raccordements électriques est placée sous l'égide de la Commission nationale du débat public (CNDP).

Son objectif ? Vous informer et vous permettre de vous exprimer sur les trois projets.

## 1.1. UNE DÉMARCHE VOLONTAIREMENT INITIÉE PAR LES MAÎTRES D'OUVRAGES

Conscients des implications de leurs projets, de l'importance que le public puisse disposer d'une vue d'ensemble des projets qui présentent des liens potentiels forts et soucieux de recueillir les avis du public pour améliorer les projets, EQIOM, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE ont volontairement décidé de saisir la Commission nationale du débat public (CNDP) sur une démarche globale de décarbonation associant les trois projets, au titre de l'article L. 121-8 alinéa II du code de l'environnement.

Le 1<sup>er</sup> février 2023, la CNDP a décidé d'organiser une concertation préalable conjointe garantie par deux garants, Jean-Michel Stievenard et Jean Raymond Wattiez.

## 1.2. À QUOI SERT LA CONCERTATION PRÉALABLE ?

La concertation préalable doit permettre au public d'être informé et de participer à la décision sur un projet ayant un impact sur l'environnement. Le public peut débattre de l'opportunité, des enjeux socio-économiques, des solutions alternatives, du projet, adresser ses interrogations, ses propositions et obtenir des réponses, conformément à l'article 7 de la Charte de l'environnement à valeur constitutionnelle.

Celui-ci prévoit que « toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement ».

**À l'issue de la concertation préalable, le ou les porteurs d'un projet doivent répondre aux observations du public et préciser les suites qu'ils y donnent, en le modifiant éventuellement.**

Si le projet est poursuivi, des études détaillées sont réalisées en vue d'obtenir les autorisations administratives nécessaires à la réalisation du projet.

## 1.3. UNE CONCERTATION SOUS L'ÉGIDE DE LA CNDP AVEC GARANTS

Lors de la séance plénière du 1<sup>er</sup> février 2023, la Commission nationale du débat public (CNDP) a désigné Messieurs Jean-Michel Stievenard et Jean Raymond Wattiez garants de la concertation préalable sur la Phase 2 du Programme K6, le projet CalCC et le projet D'Artagnan. Ils veillent à la sincérité et au bon déroulement de la concertation préalable. Leur action s'inscrit dans le principe de droit à l'information et à la participation du public reconnu par la réglementation française (Convention D'Aarhus, Charte de l'environnement et Code de l'environnement). Pour ce faire, ils agissent en liaison avec EQIOM, Lhoist, Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE dans le respect des valeurs de la CNDP. Les garants sont présents à l'ensemble des temps d'échange organisés dans le cadre de la concertation. Ils s'assurent que le dispositif de concertation permet au public d'être informé, de poser des questions, d'y recevoir des réponses et de présenter ses observations et ses propositions.

Les garants facilitent le dialogue entre tous les acteurs de la concertation, sans émettre d'avis sur le fond du projet.



### CONTACT PAR MAIL :

Jean-Michel STIEVENARD et Jean Raymond WATTIEZ sont joignables à leur adresse mail commune suivante : [concertation-dartagnan@garant-cndp.fr](mailto:concertation-dartagnan@garant-cndp.fr)

### OU PAR COURRIER À :

CNDP  
concertation d'Artagnan  
244, boulevard Saint-Germain  
75007 PARIS

Pour toutes questions ou observations sur le dispositif de concertation, les garants se tiennent à disposition de toute personne, association ou organisme pendant toute la durée de cette concertation.

### 1.3.1. Les bonnes pratiques de la concertation

La concertation est ouverte à toutes les personnes intéressées, quel que soit leur lieu de résidence. Ainsi, **toute personne intéressée par les projets a la possibilité de s’informer et de s’exprimer durant toute la durée de la concertation au travers des modalités de participation proposées.** Toutefois, les maîtres d’ouvrages, avec l’accord des garants, modéreront les contributions dès lors que celles-ci ne respecteraient pas les lois et règlements français en vigueur (aucune insulte ni injure, ou tout autre propos

pouvant porter atteinte à la dignité d’autrui ou aux droits de la personne ne sauraient être tolérés et publiés).

De leur côté, les maîtres d’ouvrages doivent proposer divers moyens d’information et d’expression, respecter les principes fondamentaux du débat public, et notamment les notions de transparence de l’information, d’argumentation et d’équivalence de traitement de tous les participants, prendre en compte toutes les contributions, répondre aux questions en fournissant l’ensemble des éléments dont ils disposent (et en indiquant les délais et démarches qu’ils doivent entreprendre pour répondre s’ils ne peuvent le faire immédiatement) et rendre publiques les mesures qu’ils envisagent de mettre en place au regard des enseignements qui pourront être tirés de la concertation.

## LES MODALITÉS DE LA CONCERTATION PRÉALABLE S’INSCRIVENT DANS LES SIX PRINCIPES SUIVANTS DE LA CNDP



**INDÉPENDANCE**  
Vis-à-vis de toutes les parties prenantes



**NEUTRALITÉ**  
Par rapport au projet



**TRANSPARENCE**  
Sur son travail, et dans son exigence vis-à-vis du responsable du projet



**ARGUMENTATION**  
Approche qualitative des contributions, et non quantitative



**ÉGALITÉ DE TRAITEMENT**  
Toutes les contributions ont le même poids, peu importe leur auteur



**INCLUSION**  
Aller à la rencontre de tous les publics

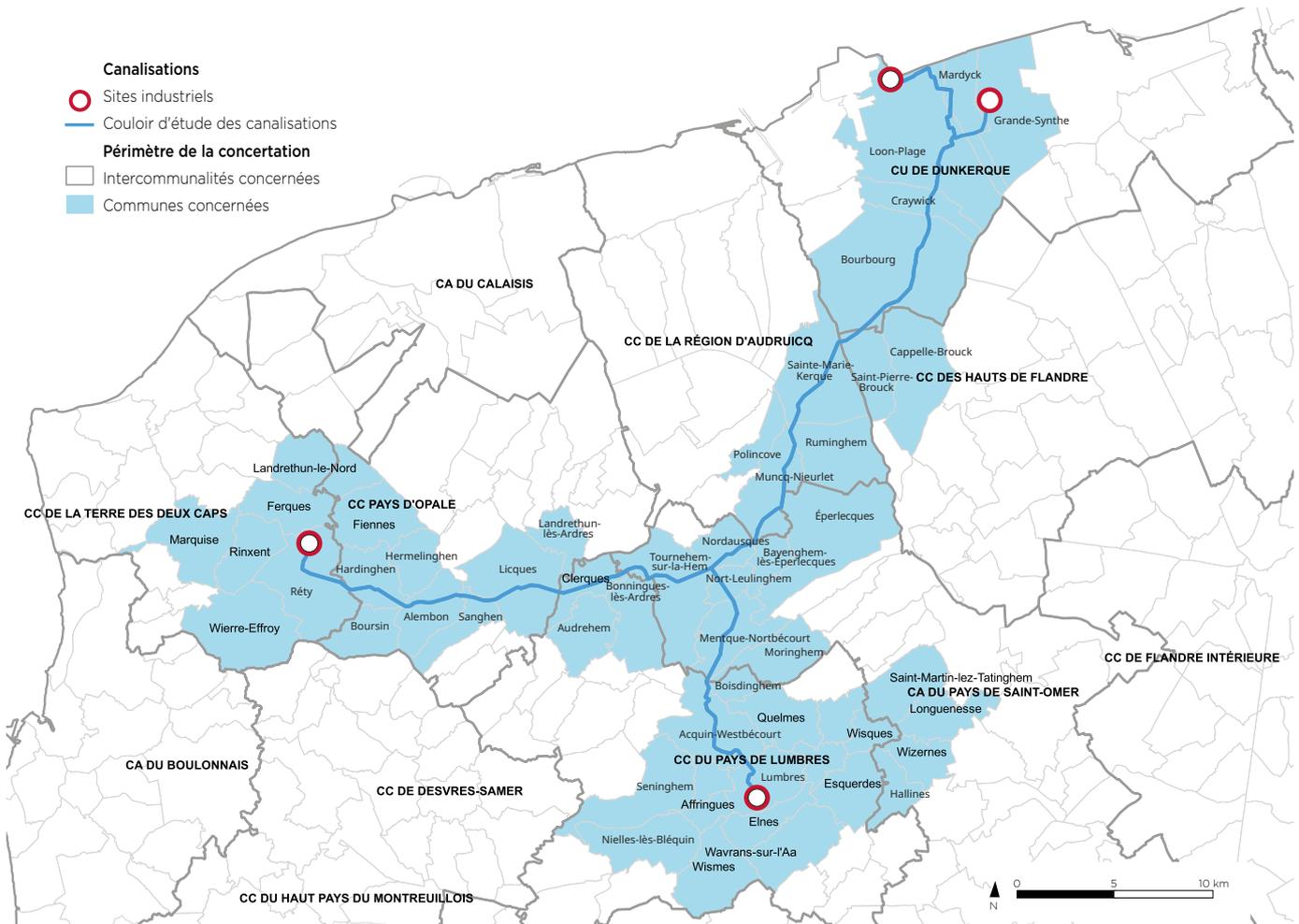
## 1.4. LE PÉRIMÈTRE DE LA CONCERTATION

Le périmètre de la concertation recouvre les intercommunalités suivantes :

- la Communauté de communes de la Terre des Deux Caps ;
- la Communauté de communes du Pays d'Opale ;
- la Communauté de communes du Pays de Lumbres ;
- la Communauté d'agglomération du Pays de Saint-Omer ;
- la Communauté de communes de la Région d'Audruicq ;
- la Communauté de communes des Hauts de Flandre ;
- la Communauté urbaine de Dunkerque.



L'information de la concertation est renforcée dans toutes les communes concernées par au moins l'un des trois projets (Phase 2 du Programme K6, CalCC et D'Artagnan), plus toutes les communes situées dans un rayon de 4 kilomètres autour des usines de Lumbres et de Réty, plus toutes les communes incluses dans les zones d'étude des raccordements électriques, plus toutes les communes situées à moins de 500 mètres du tracé prévisionnel des canalisations.



### LISTE DES COMMUNES CONCERNÉES

Acquin-Westbécourt, Affringues, Alembon, Audrehem, Bayenghem-les-Eperlecques, Bayenghem-les-Seninghem, Boisdingham, Bonningues-lès-Ardres, Bourbourg, Boursin, Caffiers, Cappelle-Brouck, Clerques, Craywick, Elnes, Eperlecques, Esquerdes, Ferques, Fiennes, Fort Mardyck, Grande-Synthe, Halllines, Hardingen, Hermelinghem, Landrethun-le-Nord, Landrethun-lès-Ardres, Leulinghem, Licques, Longuenesse, Loon-Plage, Lumbres, Marquise, Mentque-Nortbécourt, Moringhem, Muncq-Nieurlet, Nielles-lès-Bléquin, Nordausques, Nort-Leulinghem, Polincove, Quelmes, Réty, Rinxent, Ruminghem, Sainte-Marie-Kerque, Saint-Martin-lez-Tatinghem, Saint-Pierre-Brouck, Sanghen, Seninghem, Setques, Tournehem-sur-la-Hem, Wavrans-sur-l'Aa, Wierre-Effroy, Wismes, Wisques, Wizernes

## 1.5. LES MODALITÉS : COMMENT VOUS INFORMER ET VOUS EXPRIMER

**Du 22 mai au 21 juillet 2023**, plusieurs modalités d'échanges sont organisées et des outils d'expression sont mis à votre disposition pour vous permettre de vous exprimer et recueillir votre contribution.



### LES DOCUMENTS D'INFORMATION DE LA CONCERTATION

**Le présent dossier de concertation**, qui rassemble l'essentiel de l'information sur les projets de Cap décarbonation en s'appuyant sur les différentes études en cours. Il sera accessible en mairies, lors des réunions publiques et en téléchargement sur le site internet.

**La synthèse du dossier de concertation**, qui présente, en quelques pages, l'essentiel de Cap décarbonation, des 3 projets et de la concertation préalable.

**Le dépliant**, support d'information qui permet au public de prendre connaissance du projet et de ses enjeux, sera mis à disposition en mairies et distribué dans toutes les boîtes aux lettres de 55 communes.

**Le site internet cap-decarbonation.fr** où seront notamment publiés :

- les comptes rendus et présentations des rendez-vous de la concertation ;
- les documents complémentaires du dossier de concertation (études, fiches, etc.) ;
- les contributions des participants ;
- les questions des participants et les réponses apportées par les partenaires de Cap décarbonation.



### POUR PARTICIPER À LA CONCERTATION

- participer aux rendez-vous de la concertation, qui permettront d'exprimer des avis, remarques et points de vue ;
- renvoyer le coupon T détachable du dépliant, pré-affranchi ;
- utiliser l'espace d'expression dédié sur le site internet cap-decarbonation.fr pour déposer une contribution ou poser une question ;
- contacter les garants, en utilisant les coordonnées figurant page 14.

**POUR PLUS D'INFORMATIONS**  
**cap-decarbonation.fr**



## LES RENDEZ-VOUS DE LA CONCERTATION : 20 MOMENTS DE RENCONTRE ET DE DÉBAT

Au début de la concertation, deux réunions globales pour comprendre le contexte de Cap décarbonation

### RÉUNION PUBLIQUE D'OUVERTURE\*

25 MAI 2023 - 18H Rinxent (salle polyvalente)

### CONFÉRENCE « LA RÉUTILISATION ET LA SÉQUESTRATION DU CO<sub>2</sub> »\*

1<sup>ER</sup> JUIN 2023 - 18H Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO) à Dunkerque

Ensuite, des réunions d'approfondissement dédiées aux 3 projets

#### Phase 2 du Programme K6

### RÉUNION PUBLIQUE

19 JUIN - 18H Lumbres  
(salle Michel Berger)

### RÉUNION POUR LES SALARIÉS ET LES PRESTATAIRES

5 JUILLET - 14H Lumbres  
(salle Léo Lagrange)

#### Projet CalCC

### RÉUNION PUBLIQUE

20 JUIN - 18H Marquise  
(salle du Conseil à la CCT2C)

### ATELIER « ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX »

27 JUIN - 18H Réty  
(salle Georges Carpentier)

### JOURNÉE PORTES OUVERTES DE L'USINE DE RÉTY\*\*

24 JUIN - APRÈS-MIDI

#### Projet D'Artagnan

### RÉUNION PUBLIQUE CONSACRÉE AU TERMINAL CO<sub>2</sub> DU PORT DE DUNKERQUE

6 JUIN - 18H Loon-Plage (salle de mariage)

### VISITE DU TERMINAL MÉTHANIER SUR LE GRAND PORT MARITIME DE DUNKERQUE\*\*

17 JUIN - MATIN

### ATELIER « ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DES CANALISATIONS »\*\*

4 JUILLET - 18H à la Maison du PNR des Caps et Marais d'Opale à Le Wast

### 4 ATELIERS DE SECTEURS SUR LES CANALISATIONS

8 JUIN - 18H Bourbourg (Espace Pierre de Courbertin)

22 JUIN - 18H Licques (salle des fêtes)

29 JUIN - 18H Mentque-Nortbécourt (salle des fêtes)

3 JUILLET - 18H Éperlecques (salle polyvalente)

### 5 RENCONTRES DE PROXIMITÉ

2 JUIN (matin) Centre commercial Auchan de Grande-Synthe

6 JUIN (matin) Marché de Bourbourg

16 JUIN (milieu de journée) Centre commercial E. Leclerc de Lumbres

19 JUIN (matin) Marché de Licques

30 JUIN (fin d'après-midi) Marché d'Éperlecques

Et une réunion finale pour conclure la concertation

### RÉUNION PUBLIQUE DE SYNTHÈSE\*

EN JUILLET - 18H Dunkerque (le lieu et la date seront précisés ultérieurement sur le site internet de la concertation préalable)

\*Ces réunions seront par ailleurs retransmises en ligne sur le site internet cap-decarbonation.fr

\*\*L'inscription à ces rencontres est obligatoire via le site internet cap-decarbonation.fr

## 1.6. LES SUITES DE LA CONCERTATION

### 1.6.1. Le bilan des garants

À l'issue de la concertation, les garants rédigeront un bilan qui a vocation à :

- donner à voir et évaluer la qualité des modalités de concertation mises en œuvre et rendre compte de la manière dont les maîtres d'ouvrages ont répondu aux questions. Il s'agira notamment de répondre aux 3 questions qui suivent :
  - 1/ Le public a-t-il été suffisamment informé du projet, de ses enjeux, de ses caractéristiques et de ses impacts ?
  - 2/ Le public a-t-il pu s'exprimer (en réunions, sur le site internet...)?
  - 3/ Le public a-t-il obtenu des réponses satisfaisantes à ces questions, lui permettant de formuler des remarques, de faire des suggestions et de donner son avis sur le projet ?
- restituer l'ensemble des arguments évoqués et échangés en respectant deux grands principes : l'égalité de traitement et l'argumentation ;
- indiquer les éventuels points de convergence ou au contraire les points les plus controversés, et faire l'inventaire des questions restées sans réponses et des propositions à étudier ;
- établir la liste des questions et/ou interrogations auxquelles les maîtres d'ouvrages ou d'autres acteurs identifiés pendant la concertation doivent encore répondre ;
- formuler des recommandations pour la suite et en vue de la poursuite du dialogue : suites à donner à des suggestions/propositions issues de la concertation, sujets et modalités de poursuite de la concertation.

Ce bilan sera rendu public et accessible sur le site de la concertation et sur le site internet de la CNDP. Il sera joint au dossier de l'enquête publique si les projets se poursuivent.

### 1.6.2. Les enseignements et engagements des maîtres d'ouvrages

Dans les deux mois suivant la publication du bilan des garants, EQIOM, Lhoist, Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE rédigeront un document qui présente les enseignements tirés de la concertation et la manière dont ils en tiendront compte dans la suite de leurs projets s'ils se poursuivent. Ce document sera également rendu public sur le site de la concertation et sur celui de la CNDP.

### 1.6.3. La participation continue du public jusqu'à l'enquête publique

À la suite de la concertation préalable, et si les maîtres d'ouvrages décident de poursuivre leurs projets, la CNDP désignera un(e) garant(e) pour veiller à la bonne information et participation du public pendant la réalisation et l'instruction des demandes d'autorisations administratives, jusqu'à l'ouverture des enquêtes publiques.

L'enquête publique est une procédure de participation du public différente de la concertation préalable : elle intervient à un stade avancé du projet, quand les études détaillées ont été réalisées. Par conséquent, le public a accès à des informations plus précises comparativement à la concertation préalable. L'enquête publique précède la décision des autorités compétentes pour délivrer les autorisations administratives nécessaires à la réalisation des projets. Le rapport final du ou des garants de la concertation continue sera joint au dossier de l'enquête publique.



# DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE : DE QUOI PARLE-T-ON ?

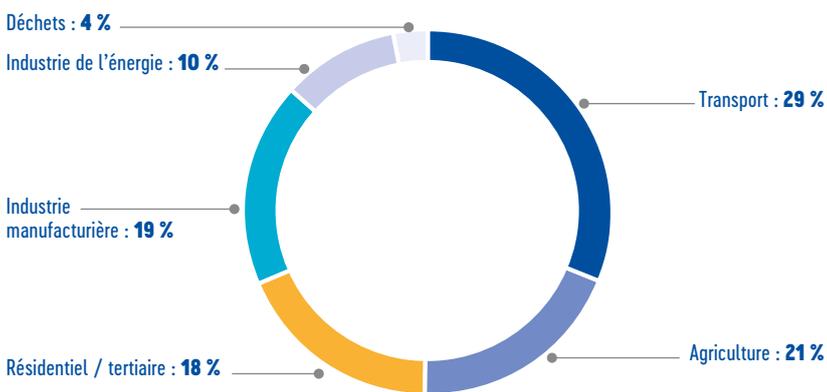
---

La démarche Cap décarbonation conduite par Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG, EQIOM, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais) et RTE s'inscrit dans un contexte global de décarbonation de l'industrie. À l'échelle européenne tout d'abord, l'objectif est d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Pour y arriver, la décarbonation de l'industrie est une priorité et le marché carbone européen est en cours de transformation. À l'échelle française, la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) a défini une feuille de route pour la décarbonation du pays, et notamment pour l'industrie. Ses orientations ont récemment été réaffirmées par le Gouvernement. Enfin, à l'échelle locale, les projets de Cap décarbonation s'inscrivent dans des territoires pleinement engagés dans la transition écologique de l'industrie.

## 2.1. L'ENJEU DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'INDUSTRIE

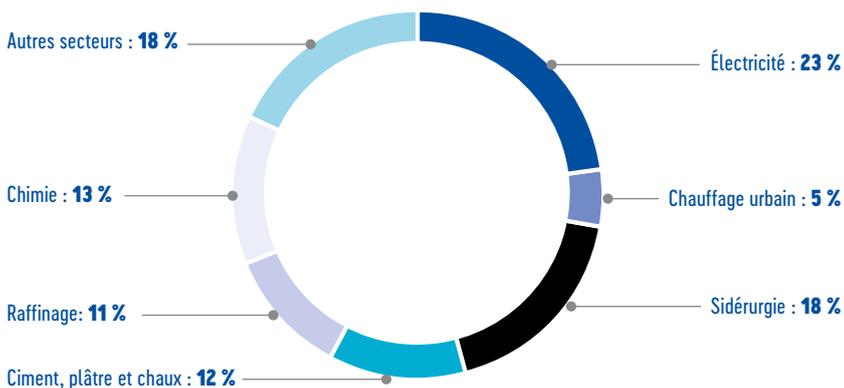
**Le secteur de l'industrie est le troisième contributeur d'émissions de gaz à effet de serre (GES) en France.**

Figure 2 – Origine des émissions de CO<sub>2</sub> en France



Source : CITEPA

Figure 3 – Origine des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur industriel en France



Source : CITEPA

C'est le secteur qui a le plus réduit ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2019 avec une diminution de 46 %. Néanmoins, aujourd'hui, selon le rapport Secten du CITEPA, 19 % des émissions de dioxyde de carbone proviennent de l'industrie. Plus précisément, 72 % des émissions de l'industrie proviennent des secteurs de la métallurgie, de la chimie et des matériaux dont le ciment et la chaux. La décarbonation de ces secteurs industriels est donc indispensable pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

## 2.2. LES OBJECTIFS DE NEUTRALITÉ CARBONE À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

### 2.2.1. Neutralité carbone et paquet climat

Avec le Pacte Vert (ou « *Green Deal* »), l'objectif pour l'Europe est d'être le premier continent à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, avec comme cible intermédiaire la réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport à l'année de référence 1990.

Pour traduire cette ambition, la Commission européenne a proposé en 2019 un Paquet Climat baptisé « **Fit for 55** » (ou « *Ajustement à l'objectif 55* ») composé de plusieurs propositions législatives qui touchent à l'ensemble des secteurs de l'économie (industrie, transport, bâtiment, agriculture, etc.)<sup>2</sup>. **Pour l'industrie, le Paquet climat prévoit un renforcement et une extension du marché carbone, la suppression progressive des quotas gratuits, une accélération de la décarbonation avec un objectif de réduction des émissions de 62 % d'ici 2030 par rapport à 2005.** Les puits de carbone désignent des réservoirs naturels (océans, forêts, etc.) ou artificiels (séquestration de CO<sub>2</sub> dans des formations géologiques) qui stockent le CO<sub>2</sub> en dehors de l'atmosphère.

2 « *Fit for 55* » : un nouveau cycle de politiques européennes pour le climat | Ministères Écologie Énergie Territoires ([ecologie.gouv.fr](https://ecologie.gouv.fr))

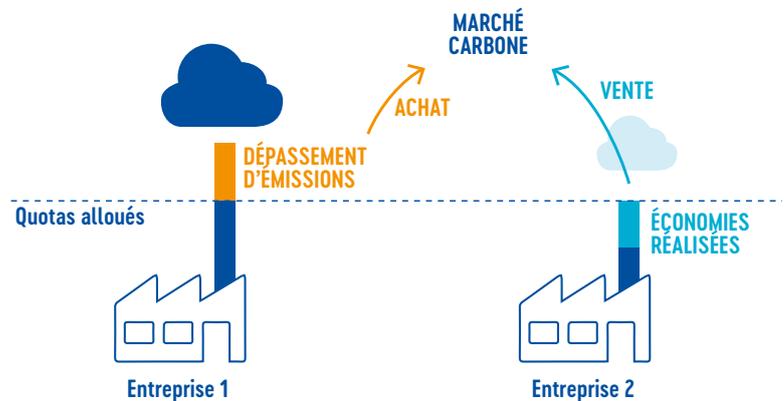
## 2.2.2. Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières

Afin d'être en mesure d'atteindre l'objectif de réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre en 2030, la Commission européenne a initié la mise en place d'un **Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières** (MACF), autrement dit une « *taxe carbone aux frontières de l'UE* », qui devrait s'appliquer progressivement à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2023<sup>3</sup>.

Le MACF a pour principe de taxer de façon équivalente les émissions de CO<sub>2</sub> des produits fabriqués dans et en dehors de l'Union européenne pour inciter les entreprises à réduire leurs émissions. Le MACF intègre aussi des dispositions pour éviter les « *fuites de carbone* », qui désignent les délocalisations potentielles de la production industrielle hors de l'Union européenne où les règles pourraient être moins ambitieuses en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Le MACF vient donc modifier en profondeur le marché du carbone existant. Depuis 2005, l'Union européenne s'est dotée d'un système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre, plus communément appelé « *marché du carbone* » pour inciter les industries à produire de moins en moins de CO<sub>2</sub>. Ce marché du carbone attribue des quotas gratuits d'émissions de gaz à effet de serre aux entreprises. En effet, chaque année, les entreprises ont un plafond d'émissions de gaz à effet de serre. Si ces dernières dépassent le plafond prévu, elles peuvent acheter des quotas supplémentaires, soit aux enchères sur des plateformes qui opèrent pour le compte des États, soit auprès d'autres entreprises qui n'auraient pas utilisé la totalité de leurs quotas gratuits. Les règles du marché carbone s'appliquent aux industries les plus émettrices (ciment, chimie, verre, sidérurgie, raffinerie).

Figure 4 - Principe général du marché carbone



**Pour accélérer la décarbonation de l'industrie, le Paquet Climat prévoit une réduction des quotas gratuits sur le marché européen à partir de 2026. Ils diminueront de près de 50 % en 2030 et disparaîtront en 2034<sup>4</sup>.**

La réduction puis la disparition des quotas gratuits imposent donc aux industriels émetteurs de revoir leurs systèmes de production, sous peine d'avoir à payer un prix du carbone toujours plus élevé. Dans le même temps, le MACF vise à protéger les industriels d'une concurrence extra-communautaire (hors de l'Union européenne) et leur permet ainsi de déployer des méthodes et solutions bas-carbone.

Figure 5 - Évolution du prix du carbone de l'Union européenne de 2005 à aujourd'hui<sup>5</sup>



3 [Mise en place d'une taxe carbone aux frontières de l'UE \(vie-publique.fr\)](https://www.vie-publique.fr)

4 [Accord sur un système d'échange de quotas d'émission plus ambitieux \(europa.eu\)](https://european-council.europa.eu)

5 [EU Carbon Permits - 2023 Data - 2005-2022 Historical - 2024 Forecast - Price - Quote \(tradingeconomics.com\)](https://tradingeconomics.com)

### 2.3. EN FRANCE, LES MESURES ENVISAGÉES DANS LA STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC)

Pour lutter contre le dérèglement climatique et atteindre l'objectif de neutralité carbone, la France a défini une feuille de route, instaurée par la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), à travers la **Stratégie nationale bas carbone (SNBC)**. Dans ce cadre, le pays s'était engagé à **réduire de 75 % ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport à 1990**. La loi relative à l'énergie et au climat du 8 novembre 2019 a modifié l'objectif pour viser la neutralité carbone à l'horizon 2050. Des orientations ont donc été définies pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activités, la transition vers une économie bas carbone, circulaire et durable.

Concernant le domaine de l'industrie, plusieurs orientations ont été identifiées dans le but de réduire de 35 % les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et de 81 % d'ici 2050<sup>6</sup> :

- « accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone (développement de feuilles de route de décarbonation, outils de financement). Soutenir l'émergence, en France, de moyens de production de technologies clés dans la transition ;
- intensifier la recherche et le développement de procédés de fabrication bas-carbone ;
- améliorer fortement l'efficacité énergétique et recourir à des énergies décarbonées ;
- maîtriser la demande en matière, en développant l'économie circulaire ».

La décarbonation de ces secteurs constitue donc un enjeu clé pour l'atteinte des objectifs de réduction de la SNBC.

Selon la SNBC, en l'état actuel des connaissances, « les émissions incompressibles à 2050 seront issues de la production de produits minéraux, de la métallurgie primaire, de certains procédés chimiques et des gaz fluorés, l'énergie consommée étant quant à elle totalement décarbonée à cet horizon ». C'est pourquoi, afin de maintenir les emplois et l'indépendance de l'industrie française, il est précisé que « **dans le secteur de l'industrie, le recours aux technologies de captage-stockage de CO<sub>2</sub> (CSC) devrait être envisagé dès que les conditions environnementales et économiques sont réunies pour le permettre, pour les émissions de CO<sub>2</sub> concentrées (issues de la combustion d'énergie à partir de biomasse et des procédés industriels)** »<sup>7</sup>. La SNBC précise par ailleurs que le captage associé à la séquestration de CO<sub>2</sub> est « vraisemblablement une option essentielle pour l'avenir, car elle permet la génération



### LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE : UNE PRIORITÉ RÉCEMMENT RÉAFFIRMÉE PAR LE GOUVERNEMENT



Au mois de novembre 2022, le Gouvernement a réuni les 50 sites industriels les plus émetteurs du pays et a fixé un **objectif de division par deux des émissions industrielles françaises au cours de la prochaine décennie**. À cette occasion, EQIOM et Lhoist, faisant partie des industriels concernés, ont été invités à participer à cette réunion et sont proactifs dans la mise en œuvre de feuilles de route en adéquation avec les objectifs du Gouvernement.

**Parmi ses axes stratégiques, l'État français a identifié quatre principales technologies de rupture dont l'hydrogène bas carbone, la biomasse, l'électricité bas-carbone et le captage-séquestration de carbone (CSC).**

Dans ce cadre, **5,6 milliards d'euros sont dédiés à la décarbonation de l'industrie**, parmi lesquels :

- 610 millions d'euros pour financer l'innovation et le déploiement de technologies pour une industrie bas carbone, à travers le lancement d'une stratégie d'accélération « *Décarbonation de l'industrie* » ;
- 5 milliards d'euros dans le cadre de France 2030 afin de fournir des aides directes au déploiement de solutions de décarbonation des sites industriels, dont une partie consacrée à des technologies innovantes comme l'hydrogène bas-carbone ou le captage de carbone, pour décarboner les secteurs les plus émetteurs.

<sup>6</sup> SNBC-2 en 4 pages\_web.pdf (ecologie.gouv.fr)

<sup>7</sup> Stratégie nationale bas-carbone – La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone, Mars 2020, Chapitre 4.3.v. industrie

d'émissions négatives continues sur le très long terme (le stockage forestier finissant par atteindre un optimum tarissant le puits d'ici quelques décennies/siècles) ». Dans un second temps, le captage direct du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère serait également une option d'atténuation.

## 2.4. LES ACTIONS À METTRE EN ŒUVRE POUR LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

Plusieurs actions concrètes permettent de décarboner l'industrie telles que la transformation des procédés (innovations techniques et électrification), la décarbonation de la production de chaleur, l'amélioration de l'efficacité énergétique et enfin le captage-séquestration du CO<sub>2</sub>.

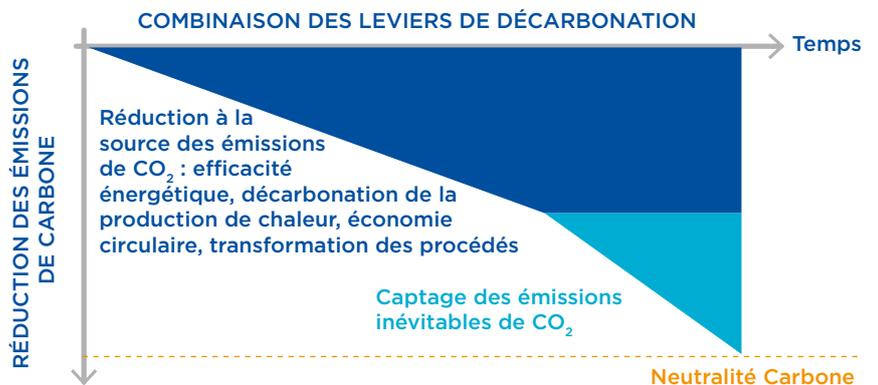
### 2.4.1. L'amélioration de l'efficacité énergétique

En France, l'industrie représente 19 % de la consommation finale énergétique. Les trois quarts de la consommation d'énergie dans l'industrie sont utilisés pour la production de chaleur.

Au niveau européen, le paquet énergie-climat vise un objectif d'amélioration de 27 % de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030<sup>8</sup> (réduction de la consommation d'énergie primaire par rapport au scénario tendanciel pour 2030). Au niveau national, la Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a fixé comme objectif de réduire la consommation énergétique finale de 20 % en 2030 et 50 % en 2050 par rapport à l'année de référence 2012<sup>9</sup>.

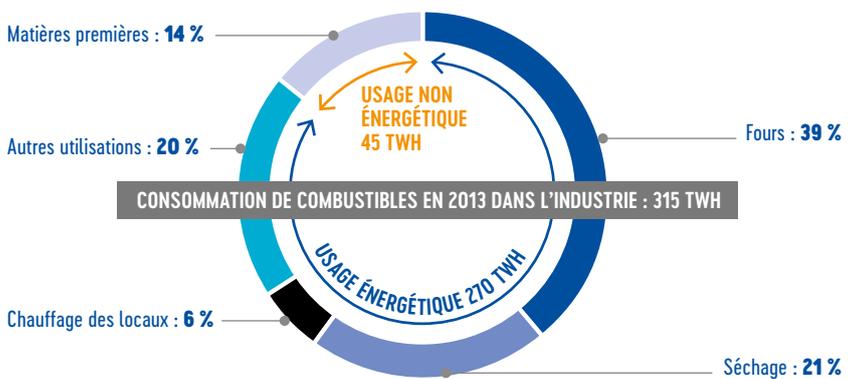
Selon l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), l'efficacité énergétique est le levier le plus important et le moins coûteux. Aussi la recherche de **l'efficacité énergétique des industriels est primordiale dans leur démarche de décarbonation.**

Figure 6 - Combinaison des leviers de décarbonation



Source : Association technique énergie environnement (Atee)

Figure 7 - Utilisation de l'énergie dans l'industrie



Source : Ademe

Par exemple, la Phase 1 du Programme K6 pour la modernisation de la cimenterie de Lumbres prévoit un nouveau four de cuisson du clinker plus performant que les deux fours existants.

### 2.4.2. La décarbonation de la production d'énergie

Les procédés industriels impliquent la consommation d'énergie. La production de cette énergie se fait majoritairement à partir d'énergies fossiles. **L'utilisation de combustibles alternatifs** (comme la biomasse ou des combustibles solides de récupération) ou d'hydrogène est **un moyen de réduire les émissions de gaz à effet de serre** issues de la production de cette chaleur.

<sup>8</sup> [Cadre européen énergie-climat, Ministères Écologie Énergie Territoires \(ecologie.gouv.fr\)](https://ecologie.gouv.fr/)

<sup>9</sup> [Loi de transition énergétique pour la croissance verte, Ministères Écologie Énergie Territoires \(ecologie.gouv.fr\)](https://ecologie.gouv.fr/)

La cimenterie de Lumbres valorise chaque année environ 140 000 tonnes de combustibles alternatifs, en lieu et place de coke de pétrole, tandis que l'usine de Réty utilise de plus en plus de biomasse en substitution au gaz naturel (la biomasse a représenté environ 20 % du mix de combustibles ces derniers mois, soit environ 2 200 tonnes de biomasse par mois).

### 2.4.3. La transformation des procédés

**Pour éviter une partie des émissions de dioxyde de carbone, des acteurs du secteur mettent en place différentes innovations techniques** telles que la modernisation des équipements et l'optimisation des procédés, ou encore leur électrification.

Par exemple, l'acier est aujourd'hui en partie produit dans des hauts-fourneaux, en utilisant du charbon ou du coke. Il est possible de substituer ces ressources fossiles par de l'hydrogène bas-carbone (Direct reduced iron – DRI), ou de produire de l'acier dans des fours électriques à partir de ferrailles, ce qui évite une partie des émissions de CO<sub>2</sub>.

Autre exemple : la Phase 1 du Programme K6 pour la modernisation de la cimenterie de Lumbres prévoit un changement de procédé (cuisson du clinker en voie sèche plutôt qu'en voie humide) permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 20 %. Réduire les émissions reste bien sûr une priorité vis-à-vis du captage et de la séquestration du CO<sub>2</sub> et fait sens tant environnementalement qu'économiquement.

### 2.4.4. Le développement de l'économie circulaire

La décarbonation de l'industrie passe aussi par la maîtrise de la demande en matière, en développant l'économie circulaire afin d'éco-concevoir les produits, de limiter le gaspillage de ressources dès la phase de production, d'optimiser le taux d'incorporation de matières recyclées dans les produits, leur taux de recyclabilité et leur réparabilité.

### 2.4.5. Le captage et la séquestration du CO<sub>2</sub> pour les émissions inévitables

Différents scénarios de transition énergétique au niveau mondial montrent que le captage et la séquestration auprès des industriels qui émettent du CO<sub>2</sub> sont indispensables. En effet, la transformation des procédés et l'amélioration de l'efficacité énergétique permettent d'éviter une partie du CO<sub>2</sub> émis par les industriels, mais **les émissions de CO<sub>2</sub> sont parfois inévitables. Dès lors, afin de continuer à répondre à la demande du marché, le captage du CO<sub>2</sub>, en vue d'une réutilisation ou d'une séquestration, est incontournable.**

Le captage du CO<sub>2</sub> se fait directement sur les sites industriels, au moyen de technologies variées, qui vont permettre de séparer le dioxyde de carbone des autres gaz émis, et de le concentrer sous forme gazeuse ou liquide. Le dioxyde de carbone va par la suite être réutilisé ou séquestré durablement dans des réservoirs souterrains.

Le captage-séquestration du CO<sub>2</sub>, corrélé aux procédés d'amélioration énergétique, est ainsi l'une des solutions d'atténuation compatibles avec les ambitions de l'Accord de Paris dans lequel les États s'engagent à agir pour limiter l'élévation des températures à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> [Quel rôle pourrait jouer le captage et stockage du carbone dans la transition ? \(citepa.org\)](https://citepa.org/)



## LE CAPTAGE ET LA SÉQUESTRATION DU CO<sub>2</sub>, DU POINT DE VUE INTERNATIONAL

Le captage-séquestration de dioxyde de carbone est une technologie qui tient une place importante dans les scénarios de transition énergétique.

En 2019, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) estimait qu'un réchauffement à + 1,5 °C devrait être atteint entre 2030 et 2050, soit bien plus rapidement que la trajectoire fixée par l'Accord de Paris. Afin de limiter les émissions de CO<sub>2</sub> et donc le réchauffement climatique, la décarbonation d'industries émettrices comme celles du ciment, de la sidérurgie et de la chimie/pétrochimie est une priorité. En complément des autres actions de décarbonation, la création d'une filière CCUS (pour Carbon Capture, Utilization, and Storage) est à terme nécessaire. Dans son rapport spécial, le GIEC estime que « *La technique de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone (PSC) fait partie des moyens envisagés pour réduire les émissions atmosphériques de CO<sub>2</sub> dues aux activités humaines* »<sup>11</sup> et ajoute que « *Le PSC dans des formations géologiques souterraines est une technologie nouvelle dont l'application pourrait contribuer de façon considérable à l'atténuation attendue pour 2030* »<sup>12</sup>. Dans son quatrième rapport, le GIEC définit le captage-séquestration comme une « *technologie de pointe* » qui figure parmi les technologies d'atténuation dont la commercialisation est prévue avant 2030 dans le secteur de l'industrie, et plus précisément « *pour les cimenteries, les fabriques d'ammoniaque et l'industrie sidérurgique* ».

Dans son rapport spécial sur le réchauffement planétaire à 1,5 °C, le GIEC présente quatre scénarios pour limiter l'augmentation de la température mondiale. Tous les scénarios nécessitent l'élimination du CO<sub>2</sub> et trois d'entre eux impliquent un recours au captage et à la séquestration.

Selon les divers scénarios envisagés par le GIEC, « *le PSC, allié à d'autres mesures, pourrait abaisser sensiblement le coût de la stabilisation des concentrations, tout en apportant plus de souplesse. L'intérêt porté à cette technologie s'explique par les possibilités qu'offre le PSC de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> au cours du prochain siècle et par sa compatibilité avec les installations énergétiques en place* ».

L'intérêt du captage-séquestration de CO<sub>2</sub> est rappelé dans le 6<sup>e</sup> rapport de synthèse du GIEC : « *Le captage et le stockage géologique du CO<sub>2</sub> est un dispositif qui permet la réduction à grande échelle des émissions provenant de sources d'énergie et d'industries fossiles, sous réserve que des stockages géologiques soient disponibles. Le CSC est un moyen de stocker le CO<sub>2</sub> directement capté dans l'atmosphère (DACCS) ou de la biomasse (BECCS). Le CSC est une technologie mature pour le traitement du gaz de récupération assistée de pétrole. Contrairement au secteur du pétrole et du gaz, le CSC est moins mature dans le secteur de l'électricité ou dans la production de ciment et de produits chimique où il constitue une option d'atténuation essentielle. La capacité de stockage géologique est estimée à environ 1 000 GtCO<sub>2</sub>, ce qui est supérieur aux besoins de stockage de CO<sub>2</sub> jusqu'en 2100 pour limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C. Cependant la capacité régionale de stockage géologique peut être un facteur limitant. On estime que le CO<sub>2</sub> peut être séquestré de manière permanente à partir du moment où le site de stockage géologique est sélectionné et géré de manière appropriée. La mise en œuvre du CSC se heurte actuellement à des obstacles technologiques, économiques, institutionnels, écologiques, environnementaux et socioculturels. Aujourd'hui, les taux mondiaux de déploiement de CSC sont bien inférieurs à ceux des trajectoires modélisées limitant le réchauffement climatique à 1,5 °C ou 2 °C. Des conditions favorables telles que la mise en place d'instruments politiques, un plus grand soutien public et le développement d'innovations technologiques pourraient réduire ces obstacles.* ».

PSC : Piégeage et stockage de carbone = captage et séquestration de carbone

- 11 [Changement climatique – Atténuation du changement climatique – Résumé à l'attention des décideurs, p.18 \(ipcc.ch\)](#)
- 12 [Changement climatique – Atténuation du changement climatique – Résumé à l'attention des décideurs, p.13 \(ipcc.ch\)](#)

OBJECTIFS DU TERRITOIRE

**2030 -30 %**  
D'ÉMISSIONS  
DE CO<sub>2</sub>

**2050 NEUTRALITÉ  
CARBONE**

## 2.5. DANS LES HAUTS-DE-FRANCE, DES TERRITOIRES PLEINEMENT ENGAGÉS DANS LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DE L'INDUSTRIE

### 2.5.1. REV3 : une dynamique régionale

D'après l'observatoire Climat-Énergie Hauts-de-France, **la région Hauts-de-France est la première région française émettrice de CO<sub>2</sub>**. En conséquence, elle renforce le plan de relance national avec un fonds complémentaire doté de 1,3 milliard d'euros, autour de cinq axes dont un dédié au développement durable.

Dans ce cadre, **la région porte la Troisième Révolution industrielle baptisée rev3, une dynamique collective qui vise à faire de la région l'une des plus avancées en Europe en matière de transition énergétique et de développement industriel en faveur de cette transition**. Ses objectifs sont de décarboner l'économie et la société en étant créatrice de valeur et de richesses pour le territoire et permettre ainsi de créer des emplois durables.

Le territoire mise par conséquent sur la mise en place d'une chaîne complète de décarbonation des procédés grâce à des infrastructures de captage et de liquéfaction du CO<sub>2</sub> au sein d'un terminal CO<sub>2</sub> sur le Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD).

### 2.5.2. Le Dunkerquois : une feuille de route ambitieuse pour la décarbonation de l'industrie

Le territoire bénéficie d'une situation géographique stratégique sur la façade maritime nord-européenne, avec notamment une plateforme énergétique de dimension européenne grâce à la centrale nucléaire de Gravelines, le terminal de gaz naturel liquéfié, le GPMD,

son tissu d'entreprises et sa proximité avec des infrastructures routières européennes. Il est donc le point de rencontre de multiples flux de déplacements et économiques, disposant de ce fait d'un potentiel de développement important, favorable à l'implantation d'entreprises<sup>13</sup>. La diversification du tissu économique et le développement portuaire, logistique, industriel et technologique durable sont au cœur des grandes orientations du Projet d'aménagement et de développement durable (PADD) de la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) qui ambitionne de profiter de ses atouts pour valoriser les activités économiques selon les principes de l'économie locale et circulaire<sup>14</sup>.

**Le bassin industriel de Dunkerque, avec ses 460 entreprises industrielles<sup>15</sup>, a émis en 2019 13,8 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an<sup>16</sup>, soit environ 21 % des émissions industrielles françaises.**

**Le territoire de Dunkerque vise la neutralité carbone dès 2050** et a déployé des actions concrètes, en collaboration étroite avec les entreprises implantées localement.

En effet, la CUD, le GPMD et les industriels sont moteurs depuis 2015 d'une démarche de décarbonation et ont fait naître de nombreuses initiatives : production d'hydrogène vert, technologies bas carbone, réseaux de chaleur, recyclage et économie circulaire, etc. De ce fait, la CUD fait partie des 100 villes et agglomérations à être accompagnées par l'Union européenne pour être climatiquement neutres et intelligentes, c'est-à-dire ne pas émettre plus de gaz à effet de serre qu'elles n'en absorbent, d'ici 2030.



<sup>13</sup> [Communauté urbaine de Dunkerque - Territoire Engagé Transition Écologique \(ademe.fr\)](https://www.ademe.fr)

<sup>14</sup> [Projet d'aménagement et de développement durable.pdf \(nature-en-ville.com\)](https://www.nature-en-ville.com)

<sup>15</sup> [Rejoindre un territoire d'industrie - Dunkerque Promotion \(dunkerquepromotion.org\)](https://www.dunkerquepromotion.org)

<sup>16</sup> [France 2030 - Annonce des zones industrialo-portuaires de Dunkerque et de Fos sur Mer, lauréates de l'AAP « zones industrielles bas carbone » \(gouvernement.fr\)](https://www.gouvernement.fr)

**L'ambition est de contribuer aux objectifs du Pacte vert pour l'Europe et engage la CUD dans une dynamique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.** La décarbonation de l'industrie est mise en œuvre au travers de plusieurs démarches.

### Le programme Zones Industrielles Bas Carbone (ZIBaC)

Le projet France 2030, visant à renforcer le soutien aux projets de décarbonation de l'industrie du pays, encourage l'adoption des innovations par les acteurs industriels impliqués. Dans cette optique, l'État a récemment lancé l'appel à projets « Zones Industrielles Bas Carbone » (ZIBaC) qui vise à soutenir financièrement le déploiement des technologies, des infrastructures et des réseaux incontournables pour la décarbonation des territoires. Cette démarche traduit l'engagement de l'État dans l'accompagnement des territoires dans leur transformation énergétique et écologique et son soutien pour pérenniser leur attractivité économique. **Le bassin industriel de Dunkerque est l'un des deux premiers lauréats de l'appel à projets ZIBaC, ce qui lui permettra d'accélérer fortement son processus de décarbonation en favorisant les synergies et les coopérations des acteurs locaux.**

Cette décarbonation repose essentiellement sur les procédés suivants :

- la sobriété carbone, à savoir utiliser moins d'énergie et réutiliser les sources de chaleur fatale ;
- l'économie circulaire, dont le recyclage des matières premières ;
- le captage, le transport et la séquestration, voire la réutilisation et la valorisation de CO<sub>2</sub> grâce à un hub dédié.

Les infrastructures portées par ZIBaC sont ainsi divisées en six piliers : l'électricité, l'eau, l'hydrogène, le CO<sub>2</sub>, le biométhane et la chaleur.

Figure 8 - Les principaux émetteurs industriels de dioxyde de carbone dans le Nord et le Pas-de-Calais



Source : EUTL

### La démarche DKarbonation

L'industrie est prégnante sur le territoire qui bénéficie, de ce fait, d'un accompagnement économique pour répondre aux enjeux de décarbonation et pérenniser son attractivité ; 13,6 millions d'euros d'aides ont été allouées pour réaliser des études d'ingénierie et de faisabilité de décarbonation de la zone industrialoportuaire de Dunkerque à travers le projet DKarbonation<sup>17</sup>, porté par le groupement d'intérêt public Euraénergie.

Les études menées dans le cadre du projet DKarbonation portent sur plusieurs projets tels que l'autoroute de la chaleur, l'électrification de la zone et également la construction et l'intégration d'infrastructures CO<sub>2</sub> et permettent de définir les besoins pour décarboner le territoire<sup>18</sup>. Le projet DKarbonation offre donc l'opportunité au territoire labellisé « territoire d'innovation » de se développer vers des activités liées aux énergies propres, à l'environnement, aux flux logistiques et aux risques industriels, représentant des débouchés commerciaux immédiats.



### EURAÉNERGIE,

à travers le projet « Dunkerque, l'énergie créative », fédère une communauté de collectivités locales de partenaires économiques et publics autour d'objectifs communs : créer une synergie autour de la transformation énergétique environnementale du territoire et incarner la nouvelle génération d'écologie industrielle pour préserver l'environnement sans compromettre les activités industrielles du territoire.



17 [Transition écologique : une stratégie pour accélérer la décarbonation des sites industriels \(économie.gouv.fr\)](https://www.economie.gouv.fr/transition-ecologique)

18 [Projet stratégie nationale bas carbone \(écologie.gouv.fr\)](https://www.ecologie.gouv.fr/projet-strategie-nationale-bas-carbone)

### 2.5.3. Le Pays de Saint-Omer

La cimenterie de Lumbres s'inscrit dans le Pays de Saint-Omer, regroupant la Communauté de Communes du Pays de Lumbres et la Communauté d'Agglomération du Pays de Saint-Omer. Ce territoire, **labellisé « Territoires d'Industrie » et démonstrateur REV3**, s'engage dans une démarche ambitieuse de transformation à horizon 2030 : devenir un démonstrateur de l'éco-efficience des Hauts-de-France et bénéficier d'une excellence reconnue à l'échelle nationale.

Bénéficiant d'une position géographique stratégique entre la Métropole lilloise et la Côte d'Opale, boosté par un tissu économique innovant et performant comprenant des fleurons industriels et riche d'un cadre de vie remarquable, le Pays de Saint-Omer s'engage dès 2019 dans une stratégie d'éco-efficience inédite afin d'anticiper les enjeux de changement climatique et de transition énergétique. Aux côtés des partenaires privés du territoire, les acteurs publics souhaitent accroître la compétitivité et l'attractivité du territoire par la mise en œuvre d'une gouvernance innovante et agile, fédérant toutes les parties-prenantes du territoire, en faveur de ses 130 000 habitants.

La décarbonation de l'industrie et notamment de l'industrie EQIOM à Lumbres représente ainsi une opportunité économique et stratégique pour le Pays de Saint-Omer et les acteurs majeurs implantés sur son territoire, engagés dans la dynamique Rev3 et boostés par la labellisation Territoires d'industrie.

En complément, la Communauté de communes du Pays de Lumbres (CCPL) a pour intention d'accompagner et de valoriser les filières économiques du territoire, dont l'industrie avec deux entreprises majeures ; la cimenterie EQIOM et la papeterie SICAL.

**Depuis 2020, l'industrie représente environ 19 % de la consommation totale d'énergie et est le secteur qui émet la grande majorité des émissions de gaz à effet de serre sur le Pays de Lumbres (75 %).**

Dans son Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi), la CCPL a défini des orientations générales autour du développement de la mobilité douce, du développement des équipements adaptés à la population, du renforcement de l'économie locale en fonction des atouts et ressources du territoire grâce notamment au potentiel industriel et agricole, au potentiel touristique, et aux actions en faveur de la transition énergétique.

Par ailleurs, à travers son Plan climat air énergie territorial (PCAET), le CCPL a défini 9 objectifs stratégiques dont :

- **une réduction des émissions de gaz à effet de serre dans divers secteurs dont l'industrie, avec un objectif de réduction de l'ordre de 20 % d'ici 2030 et de 53 % d'ici 2050 par rapport à 2012 ;**
- un renforcement du stockage de carbone sur le territoire ;
- une réduction de la consommation d'énergie finale, avec un objectif de réduction de l'ordre de 20 % d'ici 2030 et de 56 % d'ici 2050 par rapport à 2012 ;
- une augmentation de la part de la production d'énergies renouvelables et de récupération dans la consommation d'énergie finale afin d'atteindre à l'horizon 2050 une production totale d'énergies renouvelables et de récupération de 525,7 GWh par an ;
- un développement de la livraison d'énergie et de récupération par la création d'un réseau de chaleur fatale industrielle porté par la cimenterie EQIOM et la papeterie Sical ;
- un développement des productions biosourcées ;
- une réduction des émissions polluantes atmosphériques et de leur concentration ;
- une coordination de l'évolution des réseaux énergétiques ;
- une adaptation du territoire au changement climatique adaptée aux vulnérabilités du territoire.



Figure 9  
La cimenterie de Lumbres



Figure 10  
L'usine de Réty

#### 2.5.4. La Communauté de communes de la Terre des 2 Caps

L'usine de Lhoist est située à Réty, une commune de la Communauté de communes de la Terre des 2 Caps (CCT2C), un territoire marqué par l'agriculture, l'activité des carrières et le bocage. L'industrie représente une activité économique prépondérante au sein de la CCT2C et doit donc contribuer massivement à la réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre.

Parmi ses orientations, exprimées à travers son Plan d'aménagement et de développement durable (PADD), **le territoire souhaite permettre aux entreprises de faire évoluer leurs activités et de moderniser leurs infrastructures en encourageant la recherche et le développement de procédés innovants en matière de développement durable.** En 2021, les élus du territoire se sont engagés dans l'élaboration d'un projet partagé « Terre des 2 caps 2026 » pour affirmer les quatre grandes ambitions du territoire, à savoir ; renforcer la proximité avec ses habitants, trouver un équilibre entre développement économique et enjeux environnementaux et climatiques,

développer les richesses et devenir une terre d'accueil, et renforcer la qualité de vie au sein du territoire.

Par ailleurs, la CCT2C s'est engagée dans un Plan climat air énergie territorial (PCAET) avec la Communauté d'agglomération du Boulonnais et la Communauté de commune Desvres-Samer. Le secteur industriel est le premier secteur consommateur d'énergie et le premier émetteur de CO<sub>2</sub> à l'échelle de Pays Boulonnais. Le PCAET identifie ainsi les actions suivantes :

- mise en œuvre de meilleures technologies et accompagnement des ruptures technologiques ;
- accompagnement de l'écologie industrielle par la récupération de chaleur et l'énergie solaire ;
- réduction des consommations d'énergie thermique pour les usages transverses et économie d'énergie électrique à partir d'une amélioration des procédés.

**Le Pays Boulonnais, à travers les mesures envisagées pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, pourrait tendre vers une réduction de 83 % à l'horizon 2050.**



# LE PRINCIPE GLOBAL DE LA DÉMARCHE DE DÉCARBONATION

---

Au travers de la Phase 2 du Programme K6, du projet CalCC et du projet D'Artagnan, EQIOM, Lhoist, Air Liquide France Industrie, Dunkerque LNG et RTE sont engagés dans une démarche commune de décarbonation, objet de la présente concertation préalable. Les partenaires interviennent à une ou plusieurs étapes de cette démarche, à savoir le captage du dioxyde de carbone sur les sites émetteurs et ses implications en termes de fourniture d'énergie ou d'oxygène, le transport de ce dioxyde de carbone et sa préparation.

Le CO<sub>2</sub> serait ensuite transporté par voie maritime vers des sites de séquestration en mer du Nord. Des projets de séquestration sont en développement à l'étranger – notamment en Norvège, au Danemark et aux Pays-Bas – et les premières installations d'injection sont en cours de réalisation. Ces deux dernières étapes – le transport maritime et la séquestration – ne relèvent pas de la compétence des partenaires de Cap décarbonation. Elles ne sont donc pas incluses dans le périmètre des projets objets de la présente concertation préalable.



### 3.1. L'ORIGINE

Depuis 2018, plusieurs industriels du Dunkerquois et des environs se sont réunis dans un Club CO<sub>2</sub>, encouragés par les collectivités et institutions locales au premier rang desquelles la Communauté Urbaine de Dunkerque et le Grand Port Maritime de Dunkerque.

Bien que chacun reste responsable de son projet, les partenaires collaborent et échangent fréquemment des informations afin d'atteindre collectivement un objectif commun : réduire significativement, et dans les meilleurs délais, les émissions industrielles de CO<sub>2</sub> du bassin industriel de Dunkerque et des alentours.

La démarche de décarbonation présentée dans cette partie et les suivantes est le résultat de ce travail collectif.

### 3.2. LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> SUR LES SITES INDUSTRIELS DE LUMBRES ET DE RÉTY (PHASE 2 DU PROGRAMME K6 ET PROJET CALCC)

Les productions de la chaux et du clinker (principal constituant du ciment) génèrent d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>.

Environ un tiers de ces émissions est lié à la combustion de matières carbonées et est évitable. EQIOM et Lhoist ont engagé des actions en ce sens, notamment au travers de l'utilisation de combustibles alternatifs aux combustibles fossiles, pour la production de la chaleur nécessaire à la cuisson du clinker ou de la chaux (pour

en savoir plus sur ces actions, se référer au chapitre §4.2 pour la cimenterie de Lumbres et au chapitre §5.3 pour l'usine de Réty). Ces actions identifiées dans la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC).

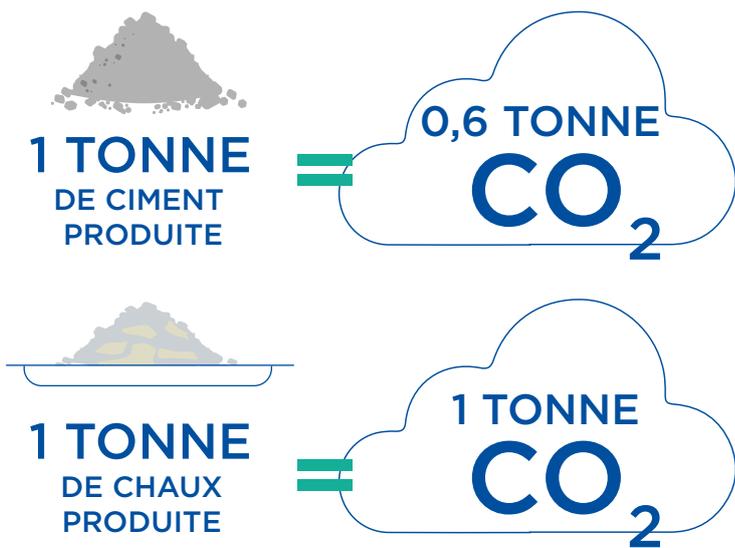


#### L'IMPACT DE L'ÉVOLUTION DU MARCHÉ CARBONE EUROPÉEN SUR LES SITES DE LUMBRES ET DE RÉTY

EQIOM et Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), en tant qu'exploitants de la cimenterie de Lumbres et de l'usine de fabrication de chaux de Réty, bénéficient aujourd'hui de quotas gratuits d'émissions de gaz à effet de serre.

Ils sont donc directement concernés par l'évolution du marché carbone européen qui prévoit la suppression progressive des quotas et le renchérissement du prix du carbone. En l'absence de projets de décarbonation, les conséquences seraient une augmentation des coûts de production du ciment et de la chaux dégradant la compétitivité des sites. Ils ne seraient plus en mesure de maintenir leur attractivité et pourraient perdre d'importantes parts de marché, dans un contexte où les acheteurs de ciment et de chaux sont de plus en plus demandeurs de produits bas-carbone.

La décarbonation de la cimenterie de Lumbres et de l'usine de Réty constitue donc une condition du maintien futur de ces sites industriels et des emplois associés.



**LA DÉCARBONATION DU CALCAIRE : UNE RÉACTION CHIMIQUE GÉNÉRATRICE DE DIOXYDE DE CARBONE**



Dans le four, sous l'effet de la chaleur, le carbonate de calcium contenu dans le calcaire se décompose en chaux vive et en dioxyde de carbone.

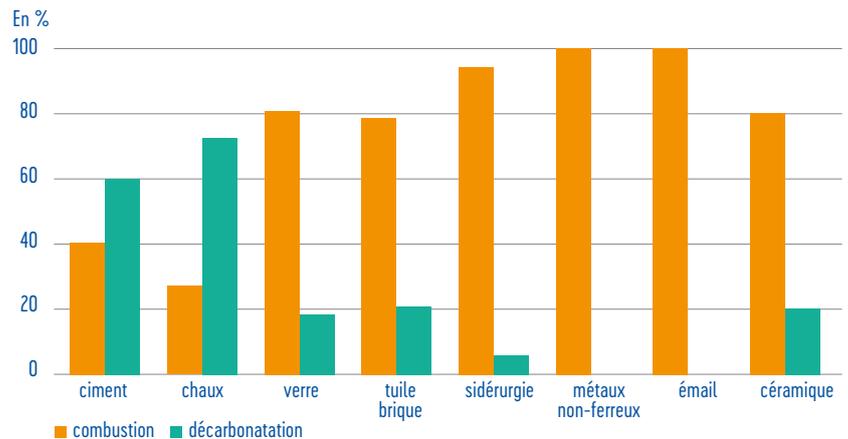
Cependant, **deux tiers des émissions de CO<sub>2</sub> sont inévitables, car liés à la réaction chimique qui est à la base de la formation du clinker et de la chaux : la décarbonation du calcaire.**

**C'est pour éviter le rejet à l'atmosphère de ces émissions inévitables de CO<sub>2</sub> et pour atteindre ou tendre vers la neutralité carbone que le captage est incontournable.** C'est l'objet de la Phase 2 du Programme K6 pour la cimenterie de Lumbres et du projet CalCC pour l'usine de production de chaux de Réty.

La Phase 2 du Programme K6 et le projet CalCC prévoient ainsi l'installation d'unités de captage du CO<sub>2</sub>. Air Liquide France Industrie fournirait les technologies de captage Cryocap™ (elles sont plus précisément décrites dans les chapitres §4.4.1 et §5.5.1) et assurerait la fourniture d'oxygène pour la Phase 2

du Programme K6. Enfin, la création des nouveaux raccordements électriques pour répondre aux besoins des unités de captage serait assurée par RTE (voir le chapitre §4.4.2 pour le raccordement projeté de la cimenterie de Lumbres, et le chapitre §5.5.5 pour l'usine de Réty).

Figure 11 - Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> entre décarbonation et combustion en 2018



Source : Rapport Secten 2020, CITEPA



## L'IMPACT DU CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> SUR LE PRIX DU CIMENT ET DE LA CHAUX

Si la Phase 2 du Programme K6 et le projet CalCC sont mis en œuvre, les coûts associés au captage, au transport et à la séquestration du CO<sub>2</sub> provoqueront une augmentation du coût du ciment produit à Lumbres et de la chaux produite à Réty (le coût de captage, transport et séquestration d'une tonne de CO<sub>2</sub> est estimé à 150 €). Les industriels et les subventions européennes obtenues dans le cadre du Fonds européen pour l'innovation (voir chapitre §7.1) absorberaient une partie du surcoût.

Pour le reste, EQIOM et Lhoist ont mené des études préalables de marché, pour s'assurer qu'il y aura demain des clients intéressés par des produits bas-carbone, malgré leur différence de coût par rapport à des produits carbonés.

Pour EQIOM, la Phase 2 du Programme K6 est une réponse à une demande croissante en ciments bas carbone. En effet, le marché global du ciment en France est actuellement stable, estimé à environ 19,4 millions de tonnes par an. La demande ne devrait pas s'accroître mais le marché va être affecté par l'évolution des tendances dans la construction, avec une demande croissante de matériaux bas carbone, impulsée notamment par l'adoption de nouveaux objectifs nationaux (la SNBC prévoit de réduire d'ici 2025 de 54 %, par rapport à 1990, les émissions de CO<sub>2</sub> pour l'industrie de la construction) et des évolutions législatives récentes (par exemple la Réglementation environnementale 2020 – RE2020). La cimenterie de Lumbres, après mise en œuvre du Programme K6, serait la seule cimenterie de France à fabriquer des ciments bas-carbone.

La production de chaux décarbonée à Réty serait une première mondiale à cette échelle. L'étude de marché réalisée pour le projet CalCC a démontré un intérêt de très nombreux utilisateurs pour une telle chaux décarbonée. Cet intérêt s'est manifesté dans le cadre de la candidature pour le Fonds européen pour l'innovation : le groupe Lhoist a bénéficié d'une cinquantaine de lettres de soutiens notamment de la part de clients de l'usine de Réty.

Enfin, EQIOM et Lhoist font le pari que, sur le long terme, le coût des produits qui resteront carbonés augmentera (compte tenu du renchérissement programmé du prix du carbone) et deviendra supérieur aux produits fabriqués dans des usines dotées d'installations de captage de CO<sub>2</sub>.

### 3.3. LE TRANSPORT DE CO<sub>2</sub> JUSQU'À UN TERMINAL D'EXPORTATION (PREMIÈRE COMPOSANTE DU PROJET D'ARTAGNAN)

Après captage, le dioxyde de carbone généré par la cimenterie de Lumbres et par l'usine de production de chaux de Réty serait transporté jusqu'à un terminal d'exportation, d'où il serait expédié vers des sites de séquestration en Mer du Nord.

Deux principaux scénarios sont envisagés :

- o **scénario 1** : création d'un réseau de canalisations souterraines de transport de CO<sub>2</sub> reliant les usines de Lumbres et de Réty au projet de Terminal CO<sub>2</sub> à Dunkerque. Ce réseau de canalisations serait réalisé par Air Liquide France Industrie ;

- o **scénario 2** : transport du CO<sub>2</sub> par trains vers un terminal CO<sub>2</sub> à l'étranger, plusieurs projets de ce type étant en développement en Belgique et aux Pays-Bas. Dans ce scénario, le projet D'Artagnan ne serait pas réalisé (les conséquences d'une absence de réalisation de ce projet sont décrites dans la partie §8.5).

**Le tableau ci-contre présente les implications des deux scénarios.**

La comparaison des implications des deux scénarios démontre un net avantage pour le scénario 1, consistant en la création d'un réseau de canalisations de transport de CO<sub>2</sub> reliant les usines de Lumbres et de Réty au projet de Terminal CO<sub>2</sub> du projet D'Artagnan à Dunkerque. Les canalisations souterraines constituent en effet une solution de transport fiable, sûre et efficace. Grâce à ses coûts opérationnels faibles et malgré un investissement initial important, cette solution est plus économique que l'option train. **C'est pourquoi il s'agit du scénario préférentiel pour EQIOM, Lhoist et Air Liquide France Industrie, scénario précisément décrit dans la suite du présent dossier de concertation.**

Ce scénario 1 présente néanmoins un risque. EQIOM et Lhoist se sont engagés auprès de l'Union européenne à capter et à séquestrer leurs premières tonnes CO<sub>2</sub> pour la fin de l'année 2027. Or, il existe un risque que les canalisations ne soient pas opérationnelles à cette échéance essentiellement pour des raisons administratives (par exemple, l'obtention des autorisations nécessaires pourrait prendre plus de temps si des enjeux naturels étaient tardivement identifiés).

**Pour cette raison, et quand bien même le scénario 1 est préférentiel pour tous les maîtres d'ouvrages concernés à ce jour, le scénario 2 n'est pas complètement écarté et constitue une « solution de repli » pour EQIOM et Lhoist.**



#### UNE OPPORTUNITÉ OFFERTE PAR LE SCÉNARIO 1 : UNE CANALISATION PARALLÈLE POUR L'ACHEMINEMENT D'OXYGÈNE À LUMBRES

Une des particularités du nouveau four mis en œuvre dans le cadre du Programme K6 pour la transformation de la cimenterie de Lumbres est son fonctionnement en oxycombustion (voir chapitre §4.2), c'est-à-dire que la cuisson des matières premières intervient en présence d'oxygène pur plutôt que d'air ambiant.

Le scénario 1 de transport du CO<sub>2</sub> offre l'opportunité de créer une canalisation souterraine d'oxygène parallèle à la canalisation souterraine de dioxyde de carbone. Elle permettrait d'acheminer l'oxygène de Grande-Synthe à Lumbres, avec deux intérêts principaux :

- éviter la création d'une nouvelle installation de production d'oxygène sur la cimenterie de Lumbres, et les impacts associés en matière de travaux et de fonctionnement ;
- utiliser les capacités de production disponibles de l'usine Air Liquide de Grande-Synthe, sans modifications à apporter sur cette dernière.

Le coût de ces deux options de fourniture d'oxygène est globalement le même, et inclus dans le coût global de la Phase 2 du Programme K6.

Figure 12 - Comparaison des implications des scénarios de transport du CO<sub>2</sub>

	<b>Scénario 1 « canalisations souterraines vers le Terminal CO<sub>2</sub> de Dunkerque »</b>	<b>Scénario 2 « transport ferroviaire vers un terminal CO<sub>2</sub> étranger »</b>
<b>Installations à créer</b>	Création d'un réseau de canalisations d'une longueur totale de 80 kilomètres	Reconfiguration des installations ferroviaires des usines de Lumbres et de Réty et création de rampes de chargement des wagons-citernes  Réseau ferré existant pour relier Lumbres ou Réty à Dunkerque ou à un terminal étranger
<b>Coûts et investissements</b>	Investissement initial important pour la création des canalisations  Des coûts de fonctionnement très réduits	Un investissement initial limité  Des coûts de fonctionnement importants et des coûts non négligeables générés par les installations supplémentaires à prévoir pour la liquéfaction du CO <sub>2</sub> et son stockage sur site
<b>Fiabilité</b>	Excellente : le transport par canalisation est le mode de transport le plus fiable (probabilité très faible d'incidents ou de pannes)	Variable : mode de transport assujéti à des aléas (pannes, indisponibilités, etc.)
<b>Efficacité</b>	Maximale : aucune perte de CO <sub>2</sub> entre les unités de captage et le Terminal CO <sub>2</sub>	Variable : pertes de CO <sub>2</sub> par évaporation lors des étapes de chargement/déchargement des wagons-citernes, et en cas d'aléas de transport
<b>Impact environnemental</b>	Significatif lors de la pose des canalisations (chantier d'une durée d'environ deux ans et demi, sur un linéaire d'environ 80 kilomètres), susceptible de nécessiter des mesures d'évitement, de réduction et de compensation environnementale  Presque inexistant en phase de fonctionnement (canalisations enterrées), limité au niveau des installations de surfaces	Significatif compte tenu des nuisances (bruit, vibrations, etc.) liées au trafic ferroviaire (de 2 à 4 allers-retours par jour pour chaque usine), sur le long terme (pendant toute la durée de fonctionnement des installations) et sur un linéaire important  Émissions de CO <sub>2</sub> liées au transport sur des voies ferrées qui ne sont pas toutes électrifiées
<b>Risques industriels</b>	Maîtrisés, compte tenu de la robustesse des canalisations et de leur enfouissement sur le tracé courant	Solution technique maîtrisée, mais volume de transport important et augmentation de la circulation, ce qui accentue les risques liés aux circulations ferroviaires (passages à niveau) et aux nombreuses manutentions
<b>Procédures</b>	Demandes d'autorisations nécessaires pour la réalisation des canalisations (voir chapitre §7.3)	Réglementation concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID)
<b>Opportunités</b>	Partage d'une même canalisation sur environ 40 kilomètres pour le transport du CO <sub>2</sub> capté à Réty et à Lumbres  Création d'une canalisation d'acheminement d'oxygène pour la cimenterie de Lumbres (cf. encadré ci-contre)	Aucune

### 3.4. LA PRÉPARATION DU CO<sub>2</sub> EN VUE DE SON TRANSFERT MARITIME VERS DES SITES DE SÉQUESTRATION (SECONDE COMPOSANTE DU PROJET D'ARTAGNAN)

Selon le scénario préférentiel précédemment décrit, le CO<sub>2</sub> capté sur les usines de Lumbres et de Réty serait acheminé par canalisations souterraines vers le Terminal CO<sub>2</sub> D'Artagnan situé sur le port de Dunkerque, en bord de mer, à proximité immédiate du Terminal méthanier. Ce projet de Terminal CO<sub>2</sub> est conduit par Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG, exploitant du Terminal méthanier bénéficiaire d'une autorisation d'occupation temporaire (AOT) des terrains où serait situé le nouveau Terminal CO<sub>2</sub>.

Cette nouvelle installation conditionnerait le CO<sub>2</sub> en vue de son chargement dans des navires de transport. Une nouvelle jetée serait créée pour que les navires puissent accoster et être chargés. Le chargement effectué, les navires de transport se dirigeraient vers des sites de séquestration en mer du Nord.

### 3.5. LE TRANSPORT MARITIME

Le CO<sub>2</sub> capté chez les industriels émetteurs de la Région des Hauts-de-France et stocké temporairement sur le Terminal CO<sub>2</sub> du projet D'Artagnan serait transporté par voie maritime vers des sites de séquestration en mer du Nord. Des navires de transport de CO<sub>2</sub> liquide, similaires dans leur principe à des méthaniers (qui transportent du gaz naturel liquéfié), sont à l'étude.

En avril 2022, le groupe Air Liquide et Sogestran (groupe spécialisé dans la logistique fluviale et maritime, et possédant sa propre flotte de bateaux) ont signé un accord visant à créer une co-entreprise, officiellement formée en septembre 2022 sous le nom OCEOS. Basée au Havre, la co-entreprise fournira des solutions de transport maritime ou fluvial de CO<sub>2</sub> liquide en grands volumes. Pour les navires maritimes, une capacité de 8 000 à 18 000 mètres cubes de CO<sub>2</sub> liquéfié est envisagée. À titre de comparaison, les plus grands méthaniers pouvant être réceptionnés par le Terminal méthanier de Dunkerque ont une capacité de 265 000 mètres cubes. La capacité de stockage temporaire du Terminal CO<sub>2</sub> serait de l'ordre de 20 000 mètres cubes.



### TRANSFERT DU CO<sub>2</sub> : LES ENJEUX JURIDIQUES

Le CO<sub>2</sub> capté est considéré comme un déchet et, en tant que tel, son export en vue de sa séquestration est interdit selon l'article 6 du protocole de Londres. Ce document a été amendé deux fois en 2006 puis en 2009 pour permettre l'injection de CO<sub>2</sub> sous les fonds marins, sous certaines conditions de mise en œuvre, dont notamment la signature d'un accord des États impliqués régissant les niveaux de responsabilité. Dans le cadre de l'évolution du marché carbone européen (voir chapitre §2.2.2), des échanges sont en cours pour adapter le cadre juridique. En décembre 2022, les gouvernements français et norvégiens ont initié une coopération pour envisager et préparer un accord bilatéral pour permettre le transport et le stockage transfrontaliers du CO<sub>2</sub><sup>19</sup>.

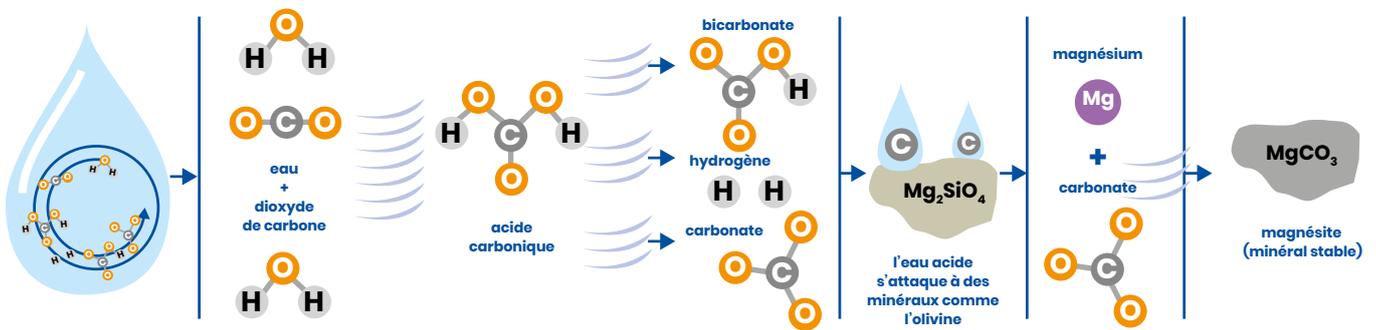
Au-delà du cadre réglementaire, le transfert et la séquestration de CO<sub>2</sub> soulèvent plusieurs enjeux juridiques : jusqu'à quand les émetteurs sont-ils « propriétaires » du CO<sub>2</sub> qu'ils ont émis ? Quelles sont les responsabilités des transporteurs ? Les émetteurs, les transporteurs et les gestionnaires de sites de séquestration devront demain définir leurs responsabilités respectives dans les contrats qu'ils signeront.

### 3.6. LA SÉQUESTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE

**La séquestration du dioxyde de carbone est l'étape finale pour le dioxyde de carbone capté à Lumbres et à Réty.** Elle interviendrait sur des sites situés en mer du Nord. Le Danemark a inauguré le premier site de séquestration en mer du Nord le 8 mars 2023. **Des projets sont en développement**, notamment en Norvège, et de premières installations sont en cours de réalisation. Situés à l'étranger, ces projets ne relèvent pas de la compétence des partenaires de Cap décarbonation. Les informations exposées dans les pages à suivre sont ainsi issues d'un ensemble de sources bibliographiques externes (recensées en annexe).

<sup>19</sup> [La Norvège et la France vont renforcer leur coopération autour du captage et du stockage de carbone \(norway.no\)](#)

Figure 13 - La minéralisation du CO<sub>2</sub>



**Exemples de réactions du CO<sub>2</sub> avec des minéraux** contenus dans les roches basaltiques

- **Olivine** :  $Mg_2SiO_4 + 2CO_2 \rightarrow 2MgCO_3$  (magnésite) +  $SiO_2$
- **Wollastonite** :  $CaSiO_3 + CO_2 \rightarrow CaCO_3$  (carbonate de calcium = principal constituant du calcaire) +  $SiO_2$
- **Brucite** :  $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3$  (magnésite) +  $H_2O$

### Le principe de la séquestration du CO<sub>2</sub>

La séquestration correspond à l'injection du CO<sub>2</sub>, préalablement capté, dans le sous-sol. Il est possible de réaliser la séquestration onshore (sur terre) ou offshore (en mer, sous les fonds marins). **Onshore ou offshore, deux grandes options de séquestration sont possibles.**

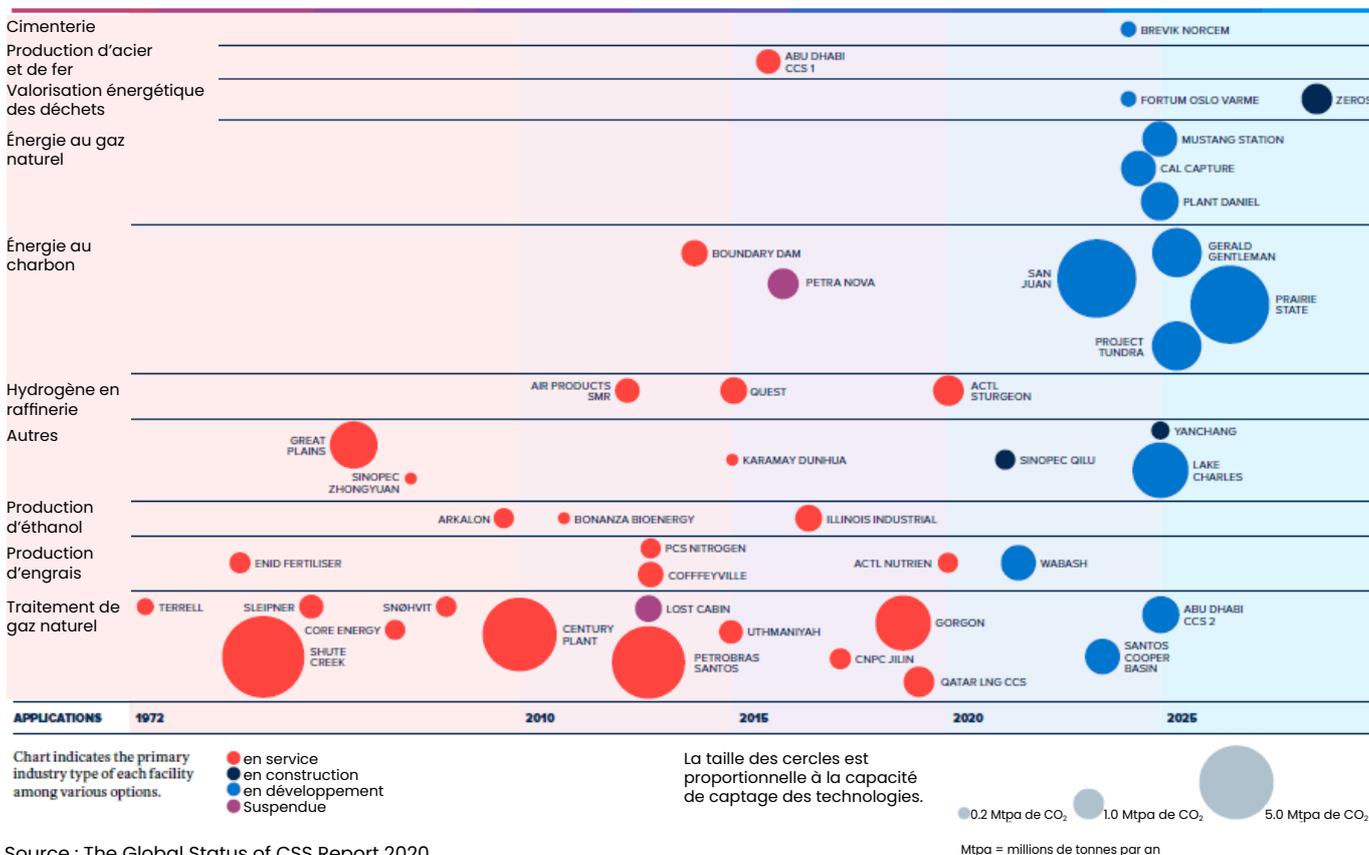
**La première consiste à injecter le CO<sub>2</sub> dans d'anciens réservoirs d'hydrocarbures.** Pendant des millions d'années, ces réservoirs ont stocké des hydrocarbures, sans la moindre fuite vers la surface et ils seraient tout à fait aptes à séquestrer demain du dioxyde de carbone. Plusieurs États du nord de l'Europe – la Norvège, le Royaume-Uni, les Pays-Bas – qui ont exploité les ressources en hydrocarbures de la mer du Nord développent aujourd'hui des projets de séquestration de CO<sub>2</sub>.

**La seconde option consiste à injecter le CO<sub>2</sub> dans des formations salines profondes.** Il s'agit de roches sédimentaires saturées d'eau qui contiennent des sels dissous en forte concentration. Très répandues, les formations salines renferment de grandes quantités d'eau impropre à l'agriculture ou à la consommation humaine. Dans ces formations

salines profondes, le CO<sub>2</sub> va se minéraliser. De façon simplifiée, le processus de minéralisation du CO<sub>2</sub> est le processus inverse de la décarbonatation du calcaire. La décarbonatation du calcaire consiste à « casser » la roche pour obtenir d'une part de la chaux vive (CaO, oxyde de calcium) et d'autre part du CO<sub>2</sub>, tandis que la minéralisation consiste à lier du CO<sub>2</sub> à des roches non-carbonatées présentes dans le sous-sol. Ce phénomène implique des réactions chimiques successives entre le CO<sub>2</sub>, dissous dans l'eau, et les minéraux, sur plusieurs centaines d'années (voir ci-contre).

Une fois la minéralisation terminée, le CO<sub>2</sub> est **définitivement séquestré sous forme solide** : il faudra le chauffer comme dans un four cimentier ou dans un four à chaux pour qu'il rejoigne à nouveau l'atmosphère. Ici encore, les pays du Nord de l'Europe sont moteurs : **on trouve sous la mer du Nord des formations salines profondes qui sont particulièrement adaptées à la minéralisation du CO<sub>2</sub>.** Ces formations sont situées sous le plancher océanique, à plusieurs milliers de mètres de profondeur.

Figure 14 - Panorama des installations commerciales (existantes et en projet) de capture et de séquestration de CO<sub>2</sub>



Source : The Global Status of CSS Report 2020

### Des sites de séquestration sont-ils déjà opérationnels ?

On dénombre aujourd’hui 21 sites opérationnels pour capter et séquestrer du CO<sub>2</sub> dans le Monde. **Parmi ces 21 sites, 5 sont des sites de séquestration dans des aquifères salins profonds<sup>20</sup> et servent au stockage permanent du CO<sub>2</sub>.** Les 16 autres sites, principalement situés aux États-Unis, servent à la récupération assistée de pétrole par injection de CO<sub>2</sub>. Cette technique consiste à injecter du CO<sub>2</sub> dans un réservoir de pétrole dont la production est en déclin.

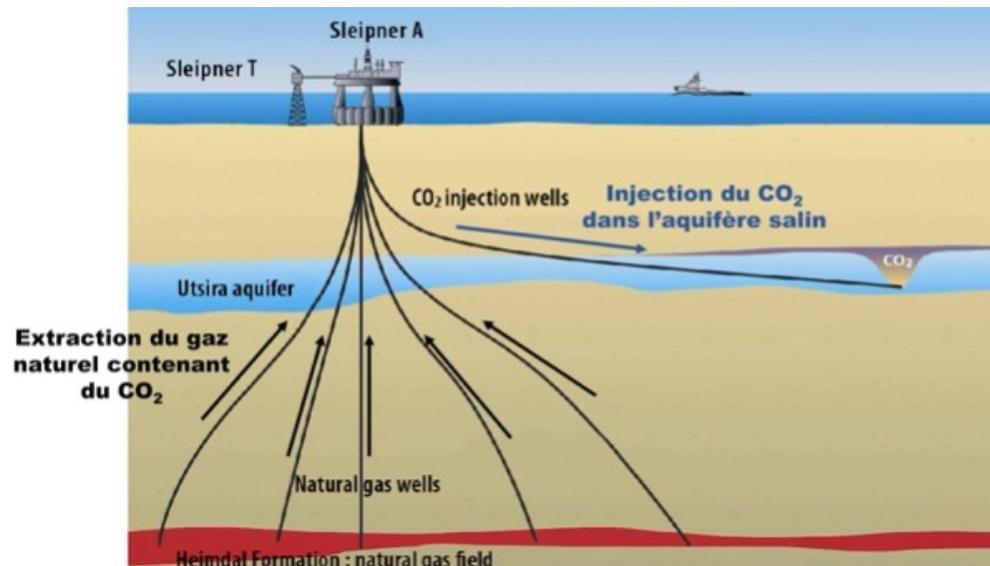
Dans ce cas, le but principal est la récupération d’hydrocarbures, même si la majorité du CO<sub>2</sub> restera dans le réservoir à la place du pétrole extrait.

**Aujourd’hui, les 21 installations de CSC captent environ 35 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.**

Il n’existe pas de frein technologique particulier à la séquestration de CO<sub>2</sub> : les technologies à utiliser sont celles de l’industrie d’extraction des hydrocarbures (notamment pour les forages).

20 [La capture et séquestration de carbone pour réduire nos émissions de CO2 – CARBONE#4 – Le Réveilleur \(lereveilleur.com\)](http://lereveilleur.com)

Figure 15 - Le projet Sleipner



Source : Geophysics and Geosequestration, Cambridge University Press, 2019.



## SLEIPNER : UN PROJET PIONNIER EN EUROPE

Initialement, la plateforme extrait du gaz ensuite expédié vers l'Europe (représentant 3 % des importations de gaz de l'UE). Depuis 1996, la société StatoilHydro réinjecte du CO<sub>2</sub> dans les puits. Au total aujourd'hui, plus de 20 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> ont été injectées.

## Faire de la séquestration en France ?

En France, aucun site de séquestration de CO<sub>2</sub> n'est prêt à être mis en service. Toutefois, dans son chapitre dédié aux enjeux du stockage du carbone<sup>21</sup>, la SNBC explique que « La France dispose de 3 principaux bassins sédimentaires dans lesquels le stockage terrestre (onshore) serait possible dans les aquifères salins (Bassin parisien, Bassin aquitain, Bassin du Sud-Est et Provence) ou bien dans les champs de production d'hydrocarbures épuisés (Bassin parisien, Bassin aquitain). » Elle s'appuie sur les données du BRGM, qui estimait le potentiel de la France à environ 1 000 à 1 500 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, et nuance néanmoins : « le potentiel de stockage géologique de CO<sub>2</sub> en France est encore mal connu à terre et inconnu en mer (plateaux continentaux). Ce dernier présente pourtant une faisabilité et une acceptabilité sociale supérieure au stockage terrestre (localisation des puits d'injection, suivi de la permanence du stockage, etc.). ». Concernant la séquestration en mer (offshore) : « Des sites de stockage pourraient notamment être localisés sur la côte Atlantique et

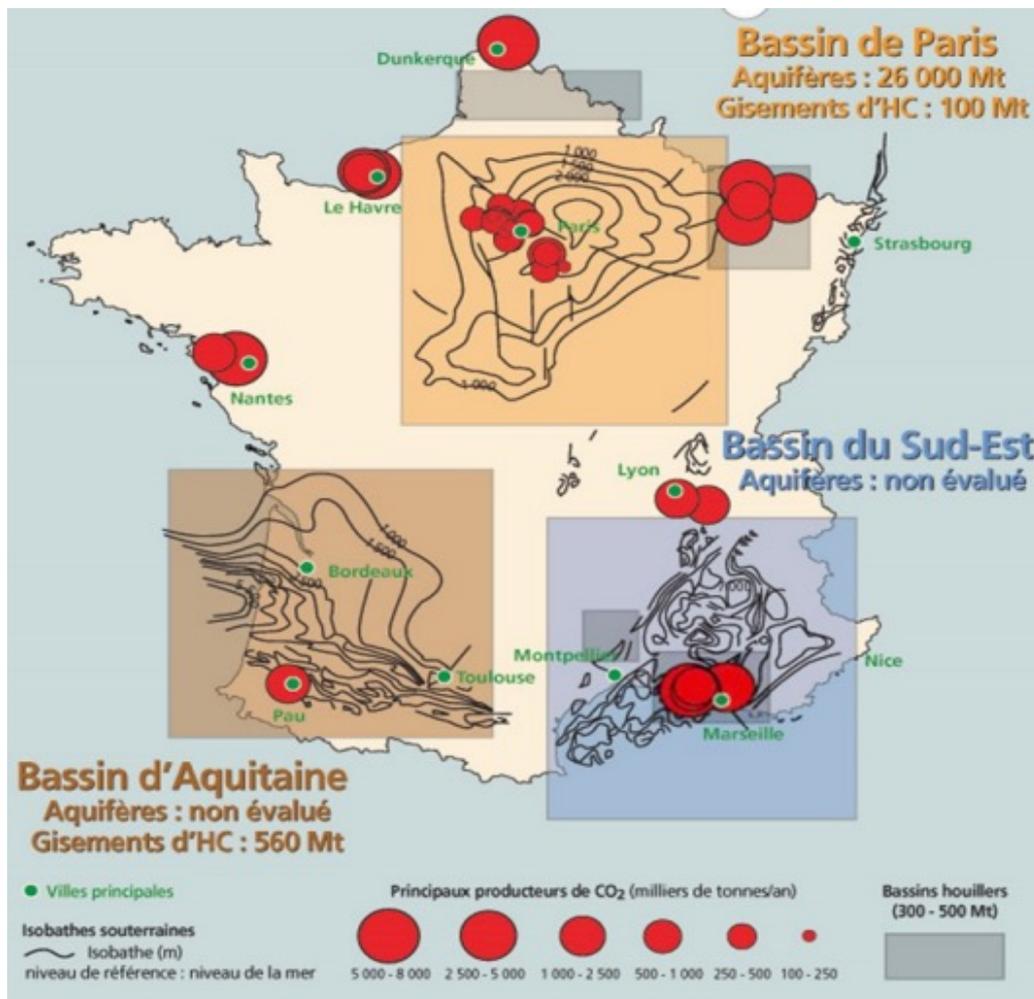
en Méditerranée. Un stockage dans les anciens gisements de pétrole en mer du Nord serait également possible, sur lequel plusieurs projets impliquant notamment des industriels français sont actuellement à l'étude. ».

Dans le cadre du projet de récupération d'énergie géothermique ANR CO<sub>2</sub>-Dissolved, porté par le BRGM, l'opportunité de séquestrer du CO<sub>2</sub> a été étudiée. Plusieurs sites émetteurs français compatibles ont été identifiés et un pilote de démonstration est prévu pour démontrer la viabilité des scénarios simulés.

Par ailleurs un démonstrateur soutenu financièrement par Total a permis de capter plus de 100 000 tonnes de CO<sub>2</sub> entre 2010 et 2013. Une chaîne complète de captage-séquestration de CO<sub>2</sub> industriel a pu être testée : extraction, traitement et oxycombustion du gaz naturel, récupération et traitement du CO<sub>2</sub>, puis transport et enfin stockage à plus de 4 000 mètres de profondeur dans un réservoir de gaz épuisé.

21 SNBC - La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone (europa.eu) - p. 164

Figure 16 - Les formations géologiques propices à la séquestration de CO<sub>2</sub> en France



Source : BRGM

La séquestration sur terre semble technologiquement faisable, mais les capacités semblent réduites, et les enjeux sociétaux sont forts.

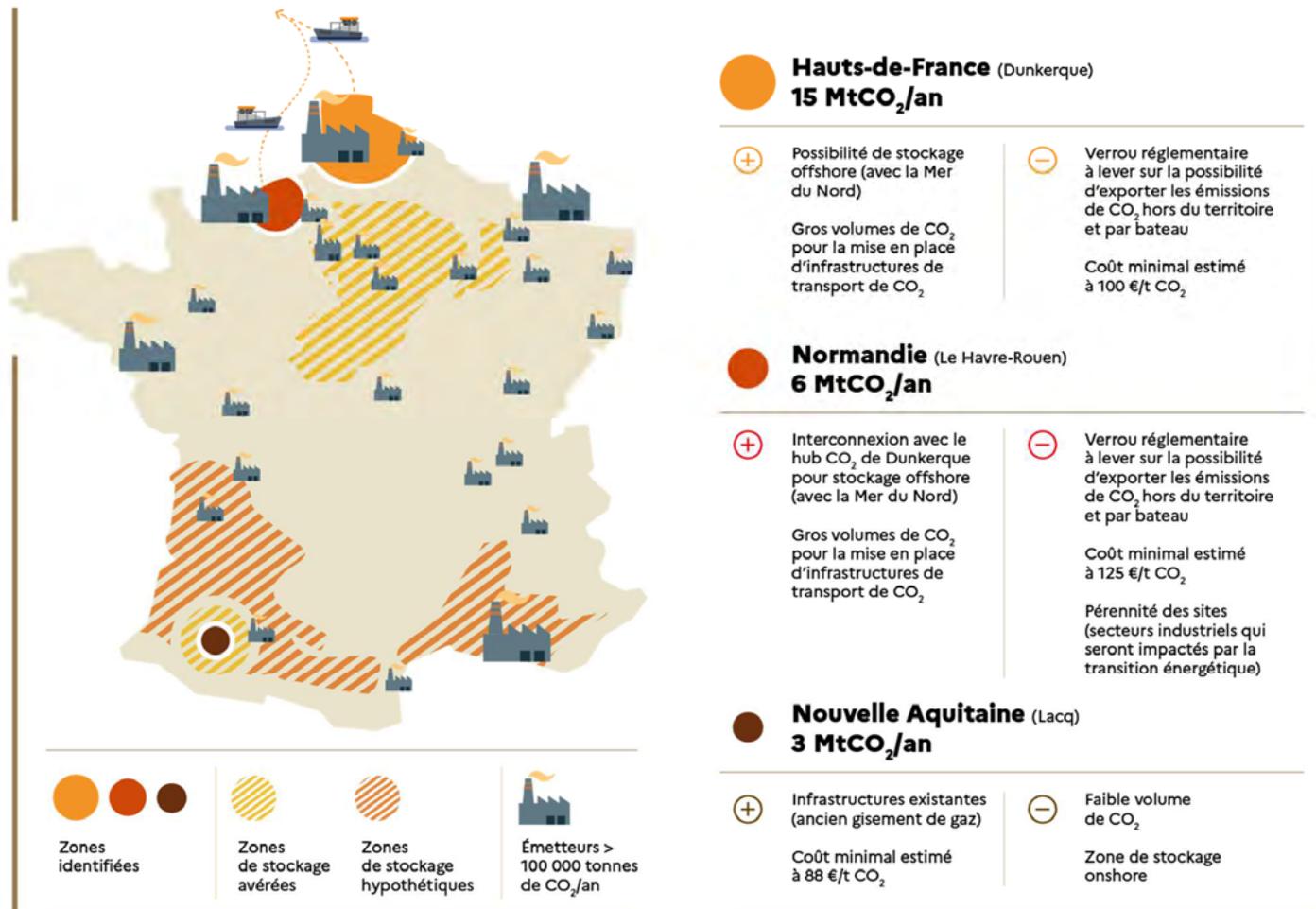
Selon l'Ademe, « Au regard des émissions de gaz à effet de serre françaises de 465MtCO<sub>2</sub> équivalent en 2017, dont 350 Mt pour le seul CO<sub>2</sub>, seuls 107 MtCO<sub>2</sub> émis par des secteurs industriels et de production d'énergie, peuvent être concernés par la technologie CSC. Parmi elles, seules les émissions d'origine industrielle qui représentent un total de 65 MtCO<sub>2</sub>, sont véritablement accessibles au CSC. L'ADEME a réalisé

une analyse croisée entre la localisation des sites industriels « éligibles » et les contraintes liées au CSC :

- volume d'émissions de CO<sub>2</sub> des sites industriels (seules les sources d'émissions importantes permettent de réduire les coûts) ;
- capacité de stockage géologique (en excluant le stockage géologique terrestre pour des raisons d'acceptabilité sociale) ;
- concentration des industriels émetteurs sur un territoire (mutualisation des infrastructures de transport de CO<sub>2</sub> pour réduire les coûts). »<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Ademe, [Le captage et stockage géologique de CO<sub>2</sub> \(CSC\) en France : un potentiel limité pour réduire les émissions industrielles](https://www.ademe.fr/fr/le-captage-et-stockage-geologique-de-co2-csc-en-france-un-potentiel-limite-pour-reduire-les-emissions-industrielles), 2020 (ademe.fr).

Figure 17 - Le potentiel pour la mise en oeuvre du captage et de la séquestration de CO<sub>2</sub> en France



Source : Ademe

**S'il n'existe pas de projets de séquestration, la France dispose tout de même, grâce à ses façades maritimes, d'un accès facile à des projets à l'étranger. Les bassins industriels de Normandie et des Hauts-de-France sont idéalement situés de ce point de vue.**

## Quels sont les risques de la séquestration ?

Selon le BRGM, « les formations géologiques peuvent **piéger de très grandes quantités de CO<sub>2</sub>** pendant des millions d'années. Les connaissances du comportement du CO<sub>2</sub> dans le sous-sol ont permis de montrer un piégeage efficace du carbone, sous forme dense (état supercritique), dans les pores des roches réservoirs au-delà de 800 m de profondeur. »<sup>23</sup>.

La séquestration de CO<sub>2</sub> perd tout son intérêt si ce dernier remonte à la surface. D'après le GIEC<sup>24</sup>, deux scénarios de fuite existent. Le premier est une fuite brutale et rapide, par la rupture des puits d'injection ou la remontée du CO<sub>2</sub> par des puits abandonnés. Le second est la remontée diffuse et progressive du CO<sub>2</sub> par des failles ou des fissures non-décélées, ou par des puits qui ne sont pas complètement étanches. Pour des stockages sur terre, les conséquences environnementales de telles fuites pourraient être importantes. L'enjeu est moindre pour des stockages en mer.

**Le choix de réservoirs ou de formations salines profondes adaptés est donc primordial pour garantir l'absence de fuites.** Dans le cas des aquifères salins profonds, le CO<sub>2</sub> se dissout dans l'eau et/ou se transforme en calcaire à 2 000 mètres de profondeur et a un comportement stable. D'après le GIEC, « Si l'on injecte du CO<sub>2</sub> dans des formations salines ou dans des champs de pétrole ou de gaz naturel appropriés, à une profondeur supérieure à 800 m, divers mécanismes physiques et géochimiques de piégeage l'empêcheront de migrer vers la surface. En général, la présence d'une roche couverture constitue un mécanisme essentiel de piégeage physique »<sup>25</sup>.

La surveillance est aussi indispensable.

Par ailleurs, d'après une étude du **National Energy Technology Laboratory (NETL)**, les facteurs suivants sont de nature à garantir la sécurité des stockages :

- un retour d'expérience de près de 50 ans de l'industrie ;
- les progrès technologiques réalisés ces 20 dernières années au travers de programmes de recherche ;
- des campagnes d'essais sur le terrain pour identifier les bonnes pratiques et les outils de surveillance ;
- une compréhension accrue des mécanismes physiques, chimiques et mécaniques à l'œuvre ;
- la multiplication du nombre de démonstrateurs et de projets.

Enfin l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) a fait un état des lieux de la filière du captage-séquestration de CO<sub>2</sub>, et a proposé une base de données de retours d'expériences, ciblant notamment les incidents et accidents recensés (80 événements recensés à travers le monde au moment de la publication).

Selon le retour d'expériences, l'origine des incidents et accidents serait liée à :

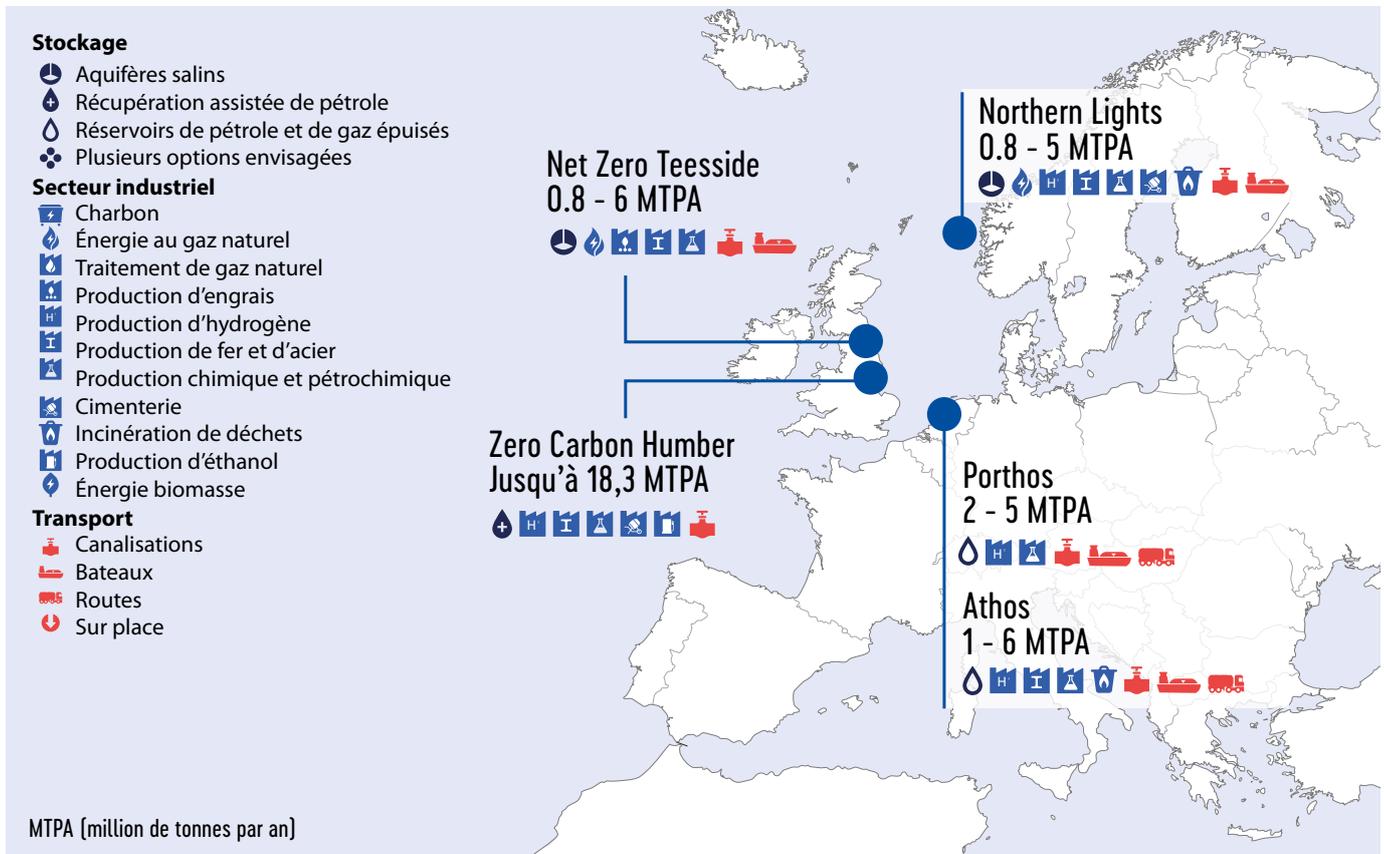
- l'erreur de conception ou la sous-estimation de certains mécanismes lors de la conception (42 %) ;
- la défaillance technique en exploitation (21 %) ;
- les interventions humaines (24 %) ;
- les événements sismiques et les glissements de terrain (9 %).

23 [Caractérisation d'un site potentiel de stockage de CO<sub>2</sub> - BRGM \(www.brgm.fr\)](http://www.brgm.fr)

24 Captage et stockage du dioxyde de carbone, GIEC (ipcc.ch)

25 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Rapport spécial du GIEC : Piégeage et stockage du dioxyde de carbone, 2005 (www.ipcc.ch/)

Figure 18 - Les projets de séquestration en développement en Europe



Source : The Global Status of CSS Report 2020

### Où serait séquestré le CO<sub>2</sub> capté à Lumbres et Réty ?

Le site de séquestration du CO<sub>2</sub> capté à Lumbres et Réty, puis transporté et conditionné par D'Artagnan, n'est pas encore choisi. **L'option privilégiée à ce stade est la séquestration dans des formations salines profondes plutôt que dans d'anciens réservoirs d'hydrocarbures.**

Au moins 4 projets sont en développement en mer du Nord, avec une capacité maximale de séquestration de 22 millions de tonnes par an :

- Northern Lights, au large des côtes norvégiennes, dans une formation saline profonde ;
- Net Zero Teesside, au large des côtes britanniques, dans une formation saline profonde ;
- Porthos et Athos, dans d'anciens réservoirs d'hydrocarbures.

Un cinquième projet – Zero Carbon Humber – permettrait la récupération assistée de pétrole par injection de CO<sub>2</sub>, et permettrait de séquestrer 18,3 millions de tonnes.

**Le choix du transport maritime pour le transfert du CO<sub>2</sub> du Terminal CO<sub>2</sub> permettra aux industries de choisir le site de séquestration selon les conditions économiques proposées par leurs gestionnaires** (voir chapitre §8.8).



### LE PROJET NORTHERN LIGHTS

Le projet Northern Lights, au large des côtes norvégiennes, est l'un des projets de séquestration de CO<sub>2</sub> les plus avancés en Europe.

Ce projet intègre le transport, la réception et la séquestration du CO<sub>2</sub> dans un aquifère salin, à environ 2 500 mètres sous les fonds marins du plateau continental norvégien. Le forage d'injection a été autorisé par les autorités norvégiennes en 2019. Dès 2024, 1,5 million de tonnes par an pourront être prises en charge. Il prévoit, à terme, une capacité de séquestration de 5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

## Encadrement communautaire de la séquestration du dioxyde de carbone

La directive CSC 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 encadre spécifiquement la séquestration du dioxyde de carbone. Elle s'applique à la séquestration du dioxyde de carbone de plus de 100 kilotonnes sur le territoire des États membres, dans leurs zones économiques exclusives et sur leurs plateaux continentaux ([Dir. 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil 23 avr. 2009, art. 2 : JOUE n° L 140, 5 juin](#)).

Le cadre réglementaire communautaire repose sur une évaluation intégrée des risques de fuite de dioxyde de carbone :

- il fixe des exigences de sélection des sites pour réduire au minimum les risques de fuite ;
- il prévoit des systèmes de surveillance et de communication d'informations pour vérifier le stockage et des mesures de réparation des dégâts potentiels.

Les États membres doivent présenter tous les quatre ans à la Commission un rapport sur la mise en œuvre de la directive ([Dir. 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil 23 avr. 2009, art. 27](#)). Le premier rapport doit être transmis au plus tard le 30 juin 2011 sur la base du questionnaire ou canevas élaboré par la Commission sous forme d'acte d'exécution ([Déc. n° 2011/92/UE de la Commission 10 févr. 2011 : JOUE n° L 37, 11 févr.](#)).

Les rapports des États membres, transmis à la Commission entre juillet 2011 et avril 2013, ont été pris en considération dans le premier rapport de février 2014 de la Commission sur la directive CSC. Le rapport montre que tous les États membres ont notifié leurs mesures de transposition à la Commission, laquelle entame donc des procédures d'infraction pour défaut partiel de communication des mesures de transposition et vérifie

si les mesures notifiées sont conformes, sur le fond, à la directive. La directive CSC prévoit la remise d'un rapport de la Commission au plus tard le 31 mars 2015, évaluant certains aspects de la directive et présentant, s'il y a lieu, une proposition de révision de la directive ([Dir. 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil 23 avr. 2009, art. 38](#)).

## 3.7. LES EFFETS ATTENDUS DE LA DÉMARCHE DE DÉCARBONATION

Les trois projets – Phase 2 du Programme K6, CalCC et D'Artagnan, s'ils sont réalisés, auraient des effets spécifiques (voir respectivement les chapitres §4.5, §5.6, §6.2.6 et §6.3.3). Ils présenteraient aussi des impacts globaux.

En premier lieu, ils permettraient **une réduction des émissions de dioxyde de carbone d'environ 1,5 million de tonnes par an**, soit 10 % des émissions totales de l'industrie du bassin industriel de Dunkerque.

Les installations créées dans le cadre des 3 projets généreraient une **augmentation totale de la consommation électrique, correspondant à une puissance maximale d'environ 90 mégawatts** (à titre de comparaison, la puissance d'un seul des 6 réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines est de 900 mégawatts).

La mise en œuvre des 3 projets permettrait aussi une **pérennisation de l'activité industrielle des sites de Lumbres et de Réty**, en réduisant de manière drastique les émissions de dioxyde de carbone, alors même que l'évolution du marché carbone européen conduira à une augmentation progressive du coût du carbone (voir chapitre §2.2.2). Le cas échéant, tous les emplois associés seraient pérennisés.



La mise en place d'une infrastructure modulaire de collecte, de stockage temporaire et de transport de CO<sub>2</sub> sur le port de Dunkerque **faciliterait la décarbonation d'autres industries locales** (voir partie §6.4), tandis que les projets d'EQIOM et de Lhoist, inédits dans les industries du ciment et de la chaux, ouvriraient la voie à la décarbonation dans ces process.

Enfin, au même titre que la disponibilité de foncier, la qualité et la diversité des transports ou encore la présence d'une main d'œuvre qualifiée, les infrastructures CO<sub>2</sub> constitueront demain des prérequis à l'implantation de certaines activités industrielles. La mise en œuvre de la démarche de décarbonation objet de la présente concertation constituerait ainsi un facteur d'attractivité majeur pour le Dunkerquois.



**La démarche de décarbonation objet de la présente concertation recouvre trois projets : la Phase 2 du Programme K6, le projet CalCC et le projet D'Artagnan. Les objectifs, caractéristiques et incidences de ces projets sont présentés dans les parties 4, 5 et 6 du présent dossier de concertation.**



# C4

## **K6 PHASE 2 : UN PROJET POUR LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> ÉMIS PAR LA FABRICATION DU CIMENT**

---

Le Programme K6 désigne la transformation de la cimenterie de Lumbres, appartenant à EQIOM. Il est développé en deux phases.

La Phase 1 prévoit le remplacement des deux fours existants par un unique four plus performant, qui permettra d'agir sur plusieurs leviers de décarbonation dont l'amélioration de l'efficacité énergétique et le remplacement de combustibles fossiles par des combustibles alternatifs. Cette première phase a fait l'objet d'une concertation d'avril à juillet 2022.

La Phase 2 prévoit le captage du CO<sub>2</sub> émis par la production du clinker, principal constituant du ciment. La technologie envisagée est une unité de captage Cryocap™ fournie par Air Liquide France Industrie. Le fonctionnement de cette nouvelle unité requiert un nouveau raccordement électrique, qui consiste en une liaison souterraine d'environ 13 kilomètres. Ce raccordement serait réalisé par RTE. Enfin, la Phase 2 intègre la fourniture d'oxygène pour permettre le captage du CO<sub>2</sub>.

## 4.1. LA FABRICATION DU CIMENT ET LES ENJEUX DE SA DÉCARBONATION

**Le béton, constitué d'environ 10 % de ciment, est le deuxième produit le plus consommé au monde après l'eau.** C'est un matériau de construction incontournable pour la réalisation de tous types d'ouvrages.

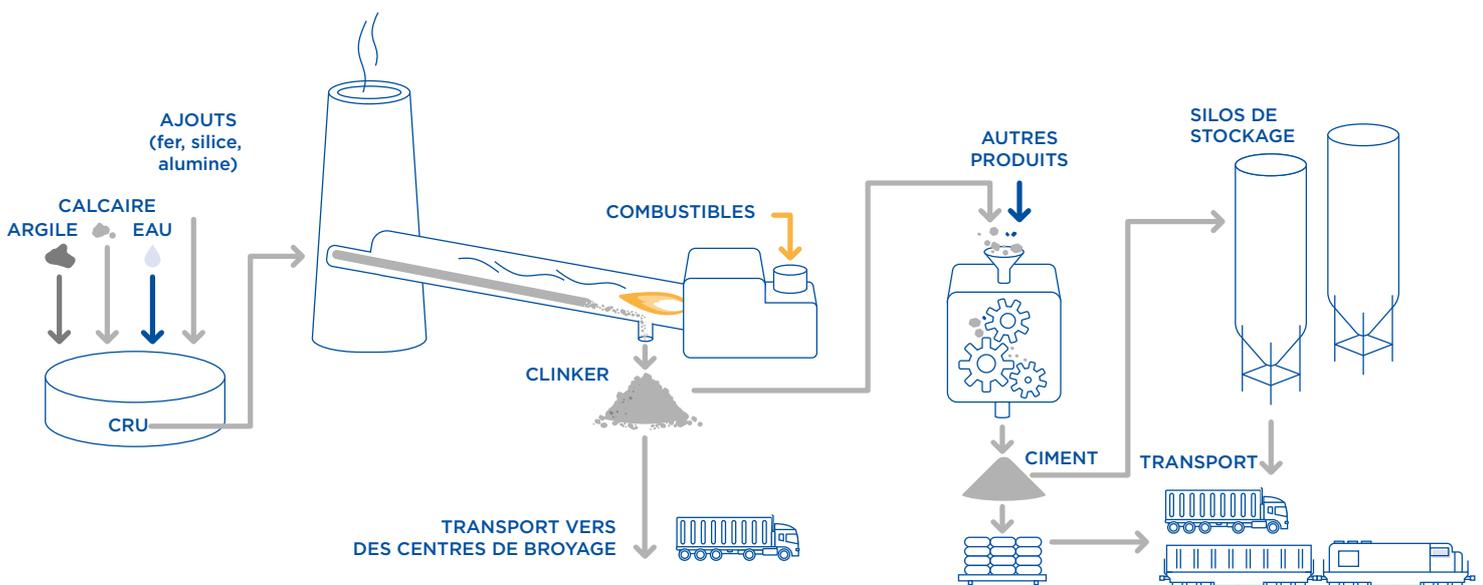
La fabrication du ciment proprement dit ne génère pas d'émissions directes de dioxyde de carbone. En revanche, le ciment est produit à partir du broyage de clinker, une roche artificielle formée

par la cuisson d'un mélange de calcaire et d'argile principalement, et d'autres constituants tels que des laitiers de hauts-fourneaux. C'est la fabrication du clinker qui génère d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>, par le phénomène de décarbonatation du calcaire (voir chapitre §3.2) d'une part, et par les émissions liées à la production de chaleur (nécessaire à la cuisson du clinker) à partir de combustibles fossiles et alternatifs. Ainsi, environ 60 % des émissions de CO<sub>2</sub> proviennent de la décarbonatation du calcaire et le tiers restant provient de la production de l'énergie nécessaire à la cuisson des matières premières.

Figure 20 - Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la fabrication du ciment



Figure 19 - La fabrication du ciment à Lumbres aujourd'hui (voie humide)



L'industrie du ciment représente 2 % des émissions françaises de CO<sub>2</sub> et 12,5 % des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie française (ce qui équivaut à 10 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>). **Dans le Monde, l'industrie du ciment représente à elle seule 7 % des émissions de CO<sub>2</sub><sup>26</sup>. La décarbonation de cette industrie est donc nécessaire pour faire face au défi climatique.**

C'est pourquoi l'Ademe a, en 2021, élaboré un plan de transition sectoriel

de l'industrie du ciment, jugé prioritaire. Cinq leviers de décarbonation ont été identifiés :

- la rénovation ou l'amélioration des installations industrielles afin d'accroître l'efficacité énergétique ;
- le mix thermique. La consommation d'énergie représente environ 40 % des émissions d'une cimenterie. Celles-ci peuvent être réduites en substituant les combustibles fossiles par des combustibles moins carbonés, voire de la biomasse ;

26 [Global Cement and Concrete Association \(gccassociation.org\)](https://www.gccassociation.org/)

- o la réduction du taux de clinker contenu dans le ciment. Le clinker est le principal constituant du ciment et il peut être partiellement remplacé par d'autres produits, comme du calcaire, des laitiers, des pouzzolanes ou de l'argile calcinée ;
- o le développement de ciments alternatifs produits à partir de nouveaux clinkers obtenus à des températures de cuisson inférieures au clinker actuel. Ces innovations sont encore en phase d'études.

Ces quatre premiers leviers de décarbonation sont appliqués, plus ou moins complètement, par les cimentiers français. Ils permettent d'agir principalement sur les émissions de CO<sub>2</sub> associées à la production de la chaleur.

**Le dernier levier de décarbonation est le captage-séquestration ou utilisation du carbone. Cette technique peut théoriquement permettre de récupérer la quasi-totalité des émissions d'un site, en visant particulièrement les émissions de CO<sub>2</sub> inévitables liées à la décarbonation du calcaire.**

## 4.2. LE PROGRAMME K6 : UNE TRANSFORMATION GLOBALE DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES POUR APPROCHER LA NEUTRALITÉ CARBONE DE LA PRODUCTION DE CIMENT

Construite en 1884, la cimenterie de Lumbres est l'une des plus anciennes d'Europe et la dernière des Hauts-de-France. Cette installation est la seule cimenterie française située au nord de la région parisienne. Elle a une capacité de production de 650 000 tonnes de clinker et de 800 000 tonnes de ciment par an et génère ainsi plus de 400 emplois directs et indirects. La majeure partie du clinker produit est transformée sur place en ciment. La partie restante du clinker est envoyée vers des centres de broyage EQIOM en France (Dannes et Montoir-de-Bretagne). Le calcaire et l'argile nécessaires à la production de clinker sont extraits de la carrière contiguë à l'usine, dont EQIOM est propriétaire.

Figure 21 – Le four 5 de la cimenterie de Lumbres



### LA CIMENTERIE DE LUMBRES : UN SITE À FORT POTENTIEL POUR EQIOM

La cimenterie de Lumbres présente plusieurs atouts sur lesquels EQIOM souhaite capitaliser.

Le premier atout a trait au positionnement géographique de l'installation : il s'agit de la seule cimenterie française située au nord de la région parisienne. Elle approvisionne un territoire allant de Dunkerque à Paris. Le deuxième atout est l'intégration du site dans un écosystème industriel, avec de nombreux partenaires situés à proximité pour les opérations de maintenance, d'entretien, de transport, etc. Le troisième atout principal est lié au bassin d'emploi. La cimenterie est très intégrée aux tissus socio-économiques et contribue par sa présence à l'économie locale. Le dernier atout est lié au soutien local à l'activité industrielle et à son acceptation. La cimenterie a tissé des liens étroits avec le territoire sur ces nombreuses années de présence. Les anciens salariés et les salariés actuels, ainsi que leurs familles, sont très attachés à l'entreprise. EQIOM est très attaché à son ancrage local, avec les écoles et les associations de Lumbres, mais aussi avec les collectivités locales et les services de l'État, avec lesquels l'entreprise entretient historiquement des relations de transparence et de confiance.

Pour toutes ces raisons, la cimenterie de Lumbres est aujourd'hui une installation prioritaire dans la stratégie industrielle d'EQIOM. L'entreprise souhaite appuyer sur les atouts du site afin d'en exploiter pleinement le potentiel.

La décarbonation de la production du ciment à Lumbres est déjà engagée de longue date :

- depuis 30 ans environ, la cimenterie de Lumbres valorise des combustibles alternatifs (déchets industriels, bois en fin de vie, déchets liquides, etc.) pour couvrir une partie des besoins en énergie du four, le complément étant assuré par du coke de pétrole. Ainsi, en 2021, 140 000 tonnes de combustibles alternatifs ont été valorisées par l'usine en remplacement du coke de pétrole, réduisant de deux tiers la consommation de ce combustible fossile ;
- la cimenterie de Lumbres utilise aujourd'hui le laitier (résidu de la fabrication de la fonte) des hauts-fourneaux de Dunkerque. EQIOM souhaite maintenir ce levier de décarbonation et l'amplifier en poursuivant les recherches de nouveaux ajouts et de nouvelles façons de les incorporer au ciment, pour minimiser la part du clinker dans le ciment ;
- EQIOM travaille en laboratoire aux « recettes » de nouveaux ciments bas-carbone.

Deux dernières actions restent à enclencher. La première est **l'amélioration de l'efficacité énergétique**. À Lumbres, le clinker est aujourd'hui produit par deux fours à voie humide : le four 4 a été mis en service en 1962 tandis que le four 5 a été mis en service en 1976. Ces installations, qui peuvent produire chaque année 650 000 tonnes de clinker, restent parfaitement fonctionnelles, mais leur consommation d'énergie est élevée. En effet, avant d'être injectés dans le four de cuisson, le calcaire et l'argile sont dilués dans de l'eau pour former une pâte : il est ensuite nécessaire d'apporter beaucoup de chaleur pour faire évaporer cette eau. C'est pourquoi **le remplacement de ces fours fonctionnant en voie humide par des fours en voie sèche est incontournable pour réduire les besoins énergétiques et les émissions de dioxyde de carbone associées. Leur remplacement est aussi rendu nécessaire dans la perspective d'un captage du CO<sub>2</sub>, complexe à réaliser avec des fours fonctionnant en voie humide**. Le remplacement des deux fours existants par un nouveau four en voie sèche – le four 6 ou K6 (K pour « kiln » – four en anglais) est ainsi l'objet de la première phase du Programme K6.



Figure 22 – État d'avancement de la décarbonation à Lumbres

	Situation actuelle	Situation « nouveau four » Phase 1 du Programme K6	Situation « captage du CO <sub>2</sub> » Phase 2 du Programme K6
Substitution de combustibles fossiles par des combustibles alternatifs	✓	✓	✓
Développement de nouveaux ciments en y diminuant la proportion de clinker	✓	✓	✓
Rénovation des cimenteries et amélioration des procédés	✗	✓	✓
Mise en œuvre du captage et de la séquestration du dioxyde de carbone	✗	✗	✓



## L'ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA PHASE 1 DU PROGRAMME K6

La procédure d'autorisation environnementale de la Phase 1 du Programme K6 est en cours. Le dossier de demande déposé par EQIOM a été vérifié par les services de l'État. Une enquête publique se tient du 24 avril au 25 mai 2023. Après la remise du rapport et des conclusions motivées du commissaire enquêteur, le Préfet du Pas-de-Calais se prononcera sur la demande d'autorisation. Si l'autorisation environnementale est obtenue, les travaux de construction du nouveau four pourront commencer.

La dernière action à mettre en œuvre à Lumbres est **le captage du CO<sub>2</sub> inévitablement émis par la cuisson du clinker en vue de sa réutilisation (pour une petite partie, si des besoins existent) ou de sa séquestration (pour la plus grande partie). C'est la Phase 2 du Programme K6, un des objets de la présente concertation préalable.**

**Les deux phases du Programme K6 sont ainsi complémentaires.** Le nouveau four prévu avec la Phase 1 fonctionnerait en Phase 2 en mode oxycombustion afin de faciliter le captage du CO<sub>2</sub>. Le principe de l'oxycombustion est de réaliser la cuisson du clinker en présence d'oxygène pur plutôt que d'air ambiant (constitué de 78 % d'azote, de 21 % d'oxygène et de traces d'autres gaz). Le mélange gazeux issu de la cuisson du clinker comprend ainsi un pourcentage élevé de CO<sub>2</sub>, ce qui facilite sa séparation.

## 4.3. LES OBJECTIFS DU PROGRAMME K6

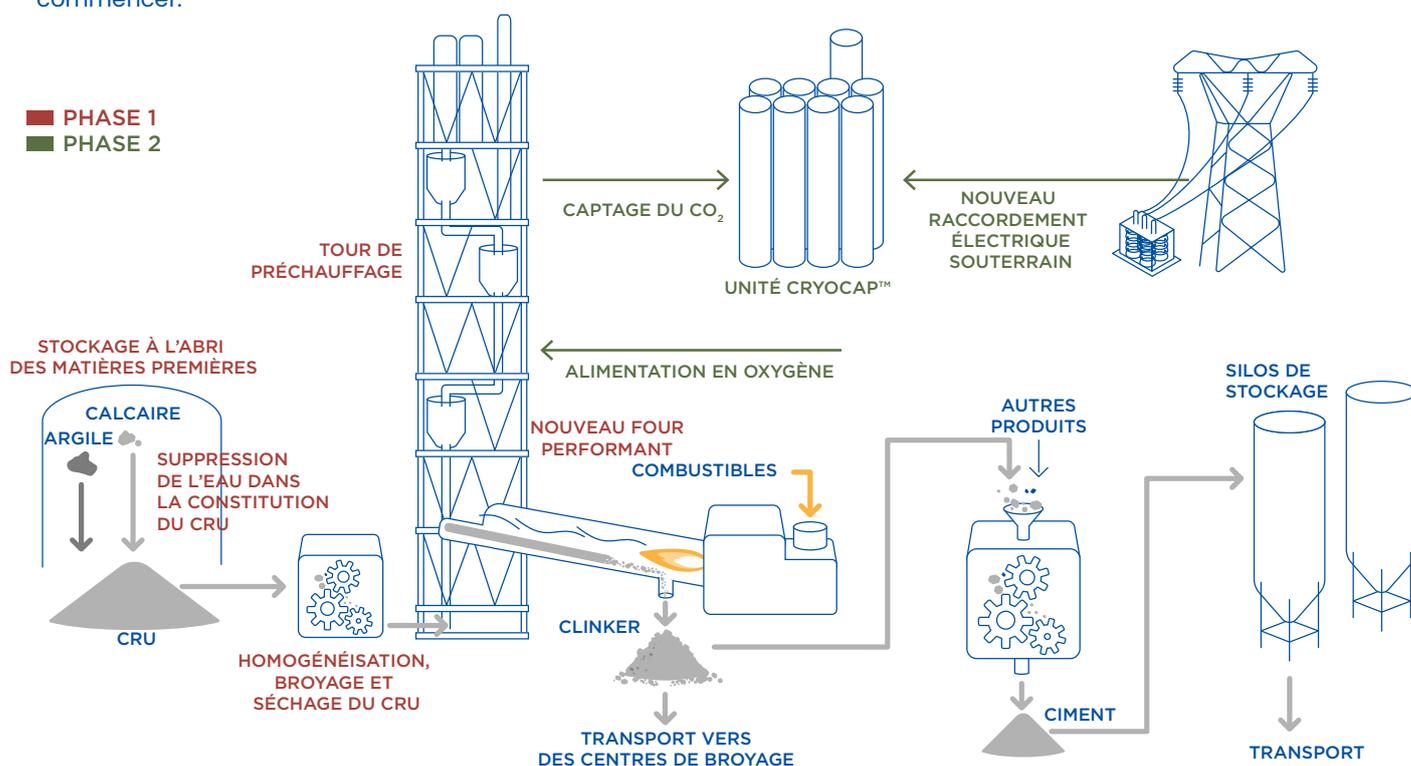
La Phase 2 du Programme K6 poursuit trois objectifs principaux :

**1 Démontrer la faisabilité technologique et économique du captage du carbone** sur une cimenterie par l'utilisation de technologies innovantes et en s'appuyant sur un écosystème complet de captage, de transport et de stockage.

**2 Éviter l'émission de 800 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an sur le site de la cimenterie de Lumbres.** Capté sur place, il serait transporté jusqu'à un site de séquestration permanent.

**3 Produire ainsi du clinker et des ciments bas-carbone,** une attente de l'industrie de la construction, elle-même en recherche de solutions et de produits lui permettant de décarboner la construction des ouvrages et de respecter les objectifs de la RE2020.

Figure 23 - Principales transformations envisagées dans le cadre du Programme K6



## 4.4. LES INSTALLATIONS À CRÉER DANS LE CADRE DE LA PHASE 2

La Phase 2 du Programme K6 consiste en l'installation d'une unité Cryocap™, fournie par Air Liquide France Industrie, sur des emprises non-exploitées de la cimenterie de Lumbres, et d'un nouveau raccordement électrique de la cimenterie de Lumbres, assuré par RTE.

De plus, selon l'option retenue pour le transfert de CO<sub>2</sub> jusqu'à un terminal d'exportation (voir § 3.3), des aménagements supplémentaires pourraient être nécessaires.

### 4.4.1. L'installation de captage : l'unité Cryocap™ OXY

L'unité de captage du CO<sub>2</sub> utiliserait une technologie innovante et propriétaire d'Air Liquide nommée Cryocap™ OXY.



### LE FONCTIONNEMENT D'UNE UNITÉ CRYOCAP™ OXY

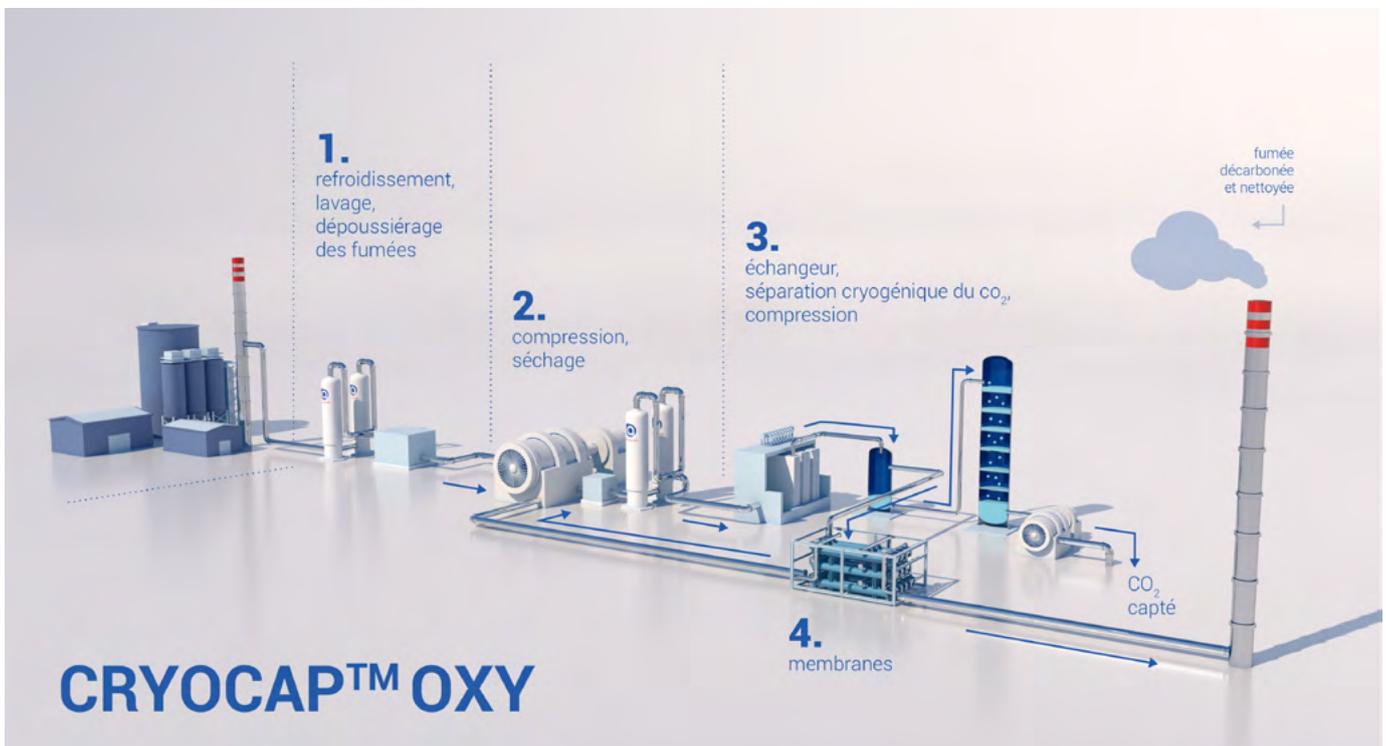
Étape 1 : les fumées de la cimenterie, pré-concentrées grâce au procédé de cuisson en oxycombustion, sont refroidies et nettoyées de leurs poussières.

Étape 2 : les fumées sont comprimées puis séchées.

Étape 3 : les fumées sont refroidies à environ -50 °C. À cette température, le CO<sub>2</sub> devient liquide tandis que les autres gaz restent à l'état gazeux. Le CO<sub>2</sub> est ainsi récupéré, puis purifié avant de pouvoir être transporté.

Étape 4 : la fraction gazeuse, qui contient encore un peu de dioxyde de carbone, passe au travers de membranes pour améliorer la récupération de CO<sub>2</sub> et ainsi très fortement limiter les rejets à l'atmosphère. Le CO<sub>2</sub> ainsi capté est renvoyé à l'étape 2, tandis que les gaz résiduels (principalement de l'azote et de l'oxygène) sont rejetés à l'atmosphère.

Figure 24– Schéma de principe simplifié de l'unité Cryocap™ OXY (non représentatif des plans et dispositions des équipements)



### 4.4.2. Le raccordement électrique

La cimenterie de Lumbres est aujourd'hui raccordée au réseau public de distribution d'électricité. Les installations qui seraient créées dans le cadre de la Phase 2 du Programme K6 nécessitent un raccordement au réseau public de transport d'électricité. C'est pourquoi EQIOM a sollicité RTE, gestionnaire de ce réseau, pour étudier ce raccordement.

### Les principales caractéristiques du raccordement envisagé

Une nouvelle liaison électrique souterraine serait créée entre le futur poste électrique de la cimenterie de Lumbres, propriété d'EQIOM, et le poste existant à 225 000 volts RTE de Longuenesse. Sa longueur serait d'environ 13 kilomètres. Elle traverserait des communes de la Communauté de communes du Pays de Lumbres (CCPL) et de la Communauté d'agglomération du Pays de Saint-Omer (CAPSO).

Deux types de pose peuvent être utilisés en fonction des milieux parcourus :

- pour les passages en milieu urbain : pose en fourreaux en PVC (polychlorure de vinyle) enrobés dans du béton ;
- pour les passages en milieux naturels et agricoles : pose en fourreaux en PEHD (polyéthylène haute densité), matériau isolant enrobé de remblai en pleine terre.

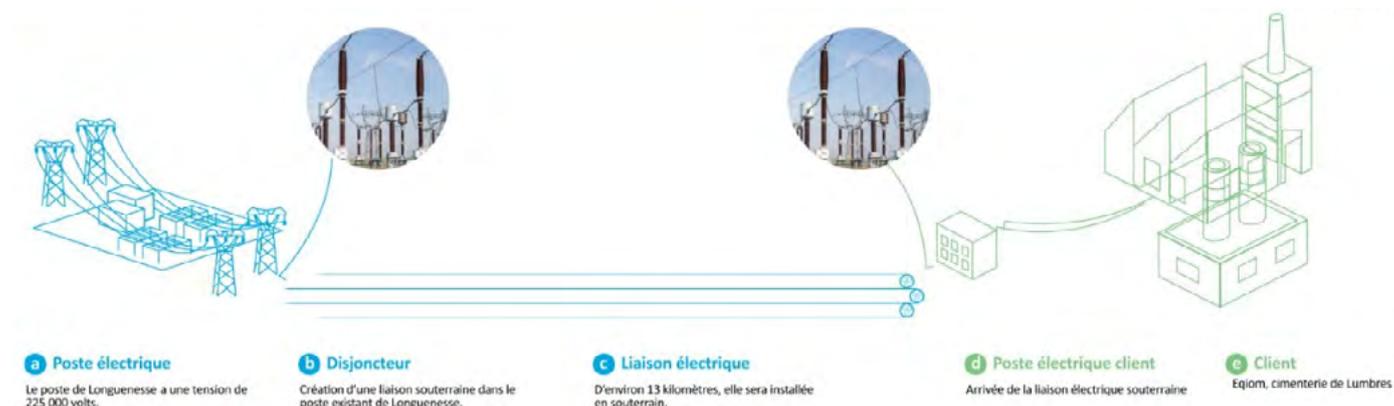
### Les solutions étudiées et écartées

Le territoire au sein duquel sera implantée la liaison souterraine est intégralement située au sein du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale. L'État s'est engagé, au travers de la charte du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, à faire respecter les accords nationaux en matière d'enfouissement des lignes à haute tension et à inciter les gestionnaires à ne pas implanter de nouvelles lignes qui auraient un impact sur les objectifs de protection du territoire.

Figure 25 - Les modes de pose d'une ligne électrique souterraine



Figure 26 - Solution technique proposée pour le raccordement électrique



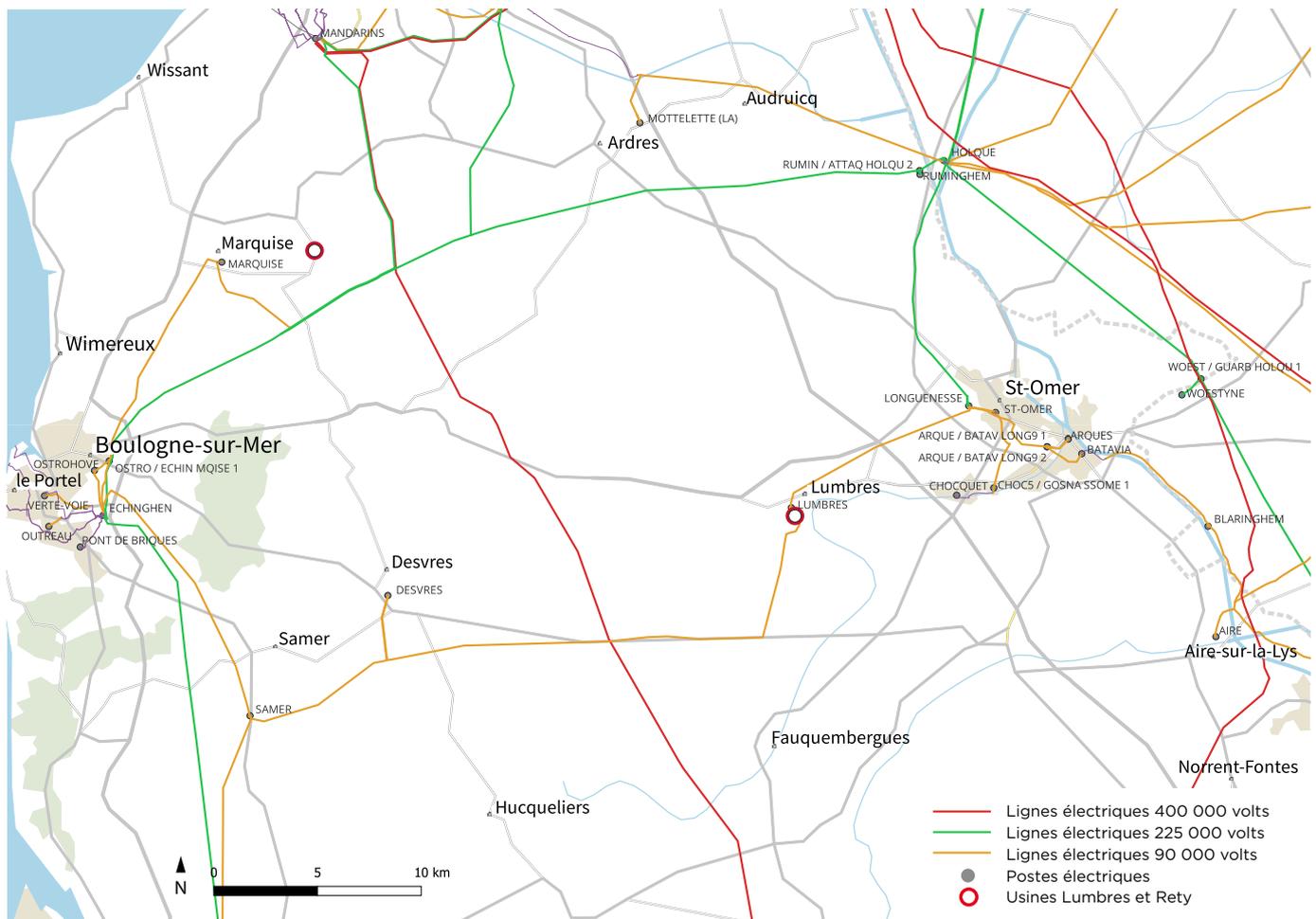
De plus, **un raccordement de la cimenterie de Lumbres via la création d'une liaison souterraine permettra d'éviter, en phase exploitation, les impacts paysagers et avifaunes** qu'aurait générés une liaison aérienne. À ce titre, les stratégies de raccordement faisant appel à des liaisons aériennes ont été écartées.

Conformément à l'article 105 de l'arrêté du 9 juin 2020, pour une puissance de raccordement demandée s'élevant à 85 MW, le domaine de tension de référence du raccordement électrique est la HTB 2 (225 000 volts). Les solutions de raccordement basées sur des niveaux de tension inférieurs à ceux de la tension de référence sont interdites. Par conséquent, les solutions de raccordement en 63 000 volts et 90 000 volts, notamment celle visant à raccorder

la cimenterie au poste électrique de Lumbres à 90 000 volts, ont été écartées. Les stratégies de raccordement ont été recherchées sur les postes électriques 225 000 volts de la zone.

Le raccordement électrique depuis le poste d'Holque 225 000 volts a été rapidement écarté du fait de la distance qui l'éloigne davantage de la cimenterie de Lumbres qu'un raccordement depuis le poste électrique de Longuenesse. En effet, à contraintes environnementales quasi similaires, au sein du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, un raccordement d'EQIOM au poste de Holque conduirait à la création d'une liaison souterraine d'environ 20 kilomètres là où un raccordement depuis celui de Longuenesse ne nécessiterait qu'environ 13 kilomètres.

Figure 27 – Situation du réseau public de transport d'électricité



Une solution de raccordement s'appuyant sur le poste électrique de Ruminghen, propriété de la SNCF, n'est pas envisageable compte-tenu du fait qu'il ne fait pas partie du réseau public de transport d'électricité.

Enfin, un raccordement *via* la liaison 400 000 volts Fruges-Mandarins a également été écarté car il nécessiterait, a minima, la création d'une liaison 400 000 volts sur 11 kilomètres ce qui n'est ni économiquement ni environnementalement adapté.

### L'aire d'étude du raccordement électrique

L'aire d'étude constitue le territoire au sein duquel seront recherchées les possibilités d'implantation des ouvrages projetés (en l'occurrence, une liaison souterraine) au regard de leurs caractéristiques techniques mais également des enjeux environnementaux et de la configuration du territoire. Les limites de l'aire d'étude proposée ont été positionnées en tenant compte des principaux enjeux et en s'appuyant sur des infrastructures (routes, chemins), des limites administratives (communes) et également le milieu physique (cours d'eau).

Cette aire d'étude ne préjuge pas du périmètre sur lequel seront évalués les effets du projet sur l'environnement. Certaines composantes, dont le paysage, peuvent en effet faire l'objet d'une analyse sur une zone plus large.

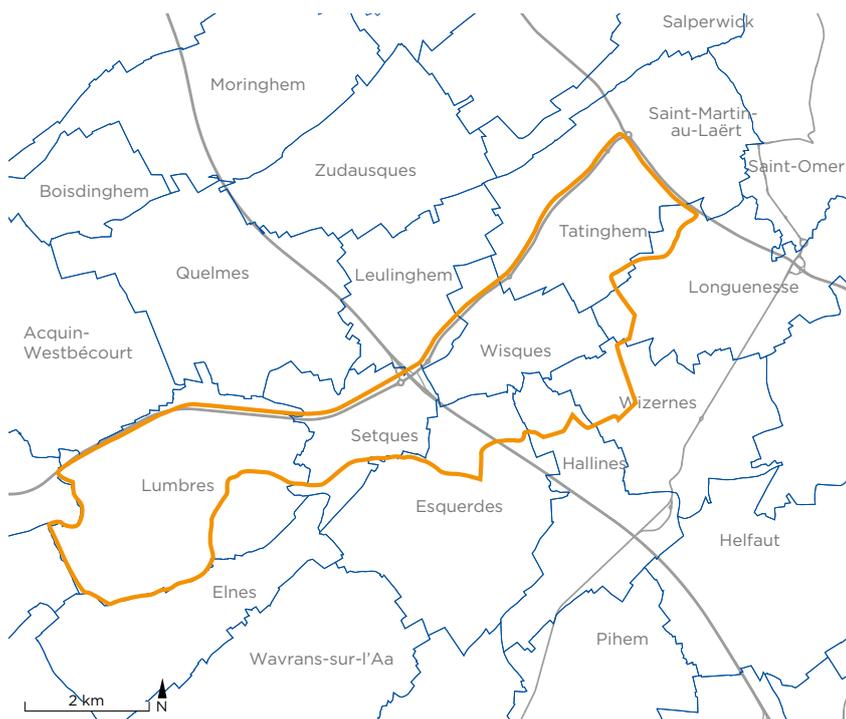
**Les communes concernées par l'aire d'étude sont : Lumbres, Setques, Leulinghem, Esquerdes, Wisques, Hallines, Wizernes, Saint-Martin-les-Tatinghem et Longuenesse.**

L'aire d'étude est ainsi délimitée :

- **au Nord** : l'aire d'étude longe la route nationale 42 (intégrée dans l'aire d'étude, entre le site de la cimenterie de Lumbres et le poste électrique de Longuenesse (communes traversées : Lumbres, Setques, Leulinghem, Wisques et Saint-Martin-lez-Tatinghem) ;
- **à la limite Est** : l'aire d'étude suit le tracé de la départementale 943 pour ensuite rejoindre au sud l'Aa, en traversant les communes de Saint-Martin-les-Tatinghem, Longuenesse et Wizernes ;
- **au Sud** : la limite suit l'Aa, pour ensuite contourner la cimenterie de Lumbres, traversant les communes de Hallines, d'Esquerdes, de Setques, et de Lumbres ;
- **à l'Ouest** : la limite de l'aire d'étude suit les limites administratives de la commune de Lumbres, en incluant la cimenterie, afin de rejoindre la route nationale 42 au nord.

L'aire d'étude présente un relief assez vallonné. Elle est majoritairement composée de terres cultivées et de vallées. On y retrouve quelques espaces naturels, dont un site Natura 2000 et des Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I et de type II. Ces sites sont également identifiés comme étant des cœurs de nature avec quelques réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. La rivière de l'Aa constitue par ailleurs un corridor écologique majeur à préserver.

Figure 28 - Aire d'étude du raccordement électrique



Le secteur est concerné par plusieurs risques naturels : le risque d'inondation par crues en fond de vallée<sup>27</sup>, le risque de retrait et de gonflement des argiles (communes de Wisques, Hallines, Esquerdes, Longuenesse et Wizernes) et le risque de remontée de nappes. Il est aussi concerné par des risques technologiques, liés au transport de matières dangereuses et à la présence d'installations classées pour la protection de l'environnement, sur les communes de Lumbres, Saint-Martin-lez-Tatinghem, Setques.

Enfin, un monument historique et son périmètre de protection est présent dans l'aire d'étude. Par ailleurs, des périmètres de protection de monuments situés en dehors de l'aire d'étude croisent le territoire étudié en limite Nord-Est et Sud.

### L'état d'avancement des études du raccordement électrique

L'implantation de la liaison souterraine du raccordement doit être déterminée à l'issue des études de détail, techniques et environnementales, et des phases de concertation, à savoir la concertation préalable qui fait l'objet du présent dossier, et la concertation Fontaine propre aux ouvrages du réseau public de transport d'électricité (voir §7.5). Les études à venir doivent permettre d'identifier les autorisations administratives nécessaires à la réalisation du raccordement.

**Le raccordement électrique serait mis en service en 2027, en lien avec le calendrier de la Phase 2 du Programme K6 (voir §7.3).**

### 4.4.3. Les autres installations à créer en fonction de l'option de transfert du CO<sub>2</sub>

Selon le choix fait pour le transport du CO<sub>2</sub> jusqu'à un terminal d'expédition, les aménagements à mettre en œuvre dans le cadre de la Phase 2 du Programme K6 diffèrent.

	Scénario 1 (préférentiel) : transfert du CO <sub>2</sub> par canalisation souterraine vers le terminal de Dunkerque	Scénario 2 : transfert du CO <sub>2</sub> par trains vers un terminal étranger
<b>Fourniture de l'oxygène nécessaire au fonctionnement du nouveau four (environ 320 000 tonnes par an)</b>	L'oxygène serait acheminé par une canalisation provenant de l'usine Air Liquide de Grande-Synthe.	L'oxygène nécessaire au fonctionnement du four 6 serait produit sur place, à Lumbres.
<b>Aménagements à réaliser sur site</b>	Aucun	Création d'une unité de production d'oxygène (O <sub>2</sub> ) par séparation cryogénique de l'air (compression, assèchement, refroidissement et séparation des gaz) – dite ASU – par Air Liquide France Industrie. Reconfiguration des installations ferroviaires de la cimenterie afin de créer une rampe de chargement du CO <sub>2</sub> dans les wagons. Création de capacités de stockage temporaire de dioxyde de carbone (3 200 tonnes).
<b>Aménagements à réaliser en dehors du site</b>	Création d'une canalisation depuis l'usine de Grande-Synthe, suivant le même tracé que la canalisation CO <sub>2</sub> (sauf sur quelques kilomètres, à Dunkerque et à Grande-Synthe). Les deux canalisations seraient réalisées concomitamment afin de réduire les impacts des travaux (voir le chapitre §6.2.5 pour les méthodes constructives des canalisations).	Aucun

<sup>27</sup> L'aire d'étude est couverte par le programme d'actions pour la prévention des inondations (PAPI) de l'Audomarois et par un zonage de territoire à risque important d'inondation et se situe dans le périmètre du plan de prévention du risque d'inondation (PPRI) « Inondation de l'Aa Supérieure ».

## 4.5. LES PRINCIPALES INCIDENCES DE LA PHASE 2 DU PROGRAMME K6

Au stade de la présente concertation préalable, l'étude d'impact de la Phase 2 du Programme K6 n'a pas été réalisée (voir le chapitre §7.3). Pour autant, EQIOM, Air Liquide France Industrie et RTE sont en mesure de présenter un premier aperçu des impacts potentiels sur l'environnement et des mesures associées de maîtrise de ces impacts. Quand c'est pertinent, une appréciation des impacts cumulés des deux phases du Programme K6 est présentée.

### 4.5.1. Une forte réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Avec la Phase 1 du Programme K6, les émissions liées à la production de clinker augmenteraient localement, de l'ordre de 36 %, bien que les émissions à la tonne soient réduites de 20 %. La relocalisation par EQIOM de la fabrication de clinker aujourd'hui importé conduirait en effet à

relocaliser aussi les émissions associées. Néanmoins, le bilan reste positif dès la mise en œuvre de la Phase 1, avec une réduction de 22 % des émissions globales de CO<sub>2</sub> par rapport à la situation actuelle.

**La Phase 2 du Programme K6 viendrait encore amplifier cette décarbonation, en permettant une réduction de 91% par rapport aux émissions actuelles.** Elle permettrait ainsi d'approcher la neutralité carbone de la production de la cimenterie de Lumbres et de toutes les opérations de transport associées.

### 4.5.2. Une réduction globale des rejets atmosphériques

Le nouveau four mis en œuvre dans la Phase 1 du Programme K6 permettrait de réduire les rejets atmosphériques, grâce à la mise en œuvre des Meilleures techniques disponibles (MTD), c'est-à-dire les techniques existantes les plus efficaces et les plus avancées pour satisfaire les critères de développement durable. Il s'agit par exemple des filtres

Figure 29 - Bilan des émissions de CO<sub>2</sub> du Programme K6

	SITUATION ACTUELLE			PHASE 1	PHASE 2
	LUMBRES	IMPORT	LUMBRES + IMPORT	K6	K6 + captage-séquestration
<b>BILAN ANNUEL CO<sub>2</sub></b>					
<b>Production de clinker</b>	650	378	1028	850	850
<b>Transports matières premières et combustibles</b>	17	/	17	15	15
<b>Transports clinker</b>	3	87	90	17	17
<b>Transports ciment</b>	15	0	15	15	15
<b>Transports du CO<sub>2</sub></b>	/	/	/	/	13
<b>Captage du CO<sub>2</sub></b>	/	/	/	/	-808
<b>TOTAL</b>	685	465	1150	896	102
				<b>- 22 %</b>	<b>- 91 %</b>

(en milliers de tonnes par an)

à manche et d'un Système de réduction non catalytique sélective (SNCR). À titre d'exemple, les émissions d'oxyde d'azote seraient réduites de 40 % à la tonne de clinker produite, tandis que les émissions de dioxydes de soufre seraient réduites de 80 %.

La Phase 2 du Programme K6 viendrait encore réduire les rejets atmosphériques. En effet, l'unité Cryocap™ OXY condenserait des polluants et l'eau présents dans les gaz issus du four pour que seuls les gaz de l'air – l'oxygène et l'azote gazeux – soient rejetés. Finalement, les rejets atmosphériques aujourd'hui rejetés par la cheminée se retrouveraient dans les effluents liquides.

Ainsi, **la Phase 2 permettrait d'éviter les rejets de polluants atmosphériques, et donc de réduire davantage l'impact environnemental de la cimenterie de Lumbres.**

#### 4.5.3. Une adaptation du système de gestion des condensats

Avec la mise en œuvre du nouveau four 6 (Phase 1 du Programme K6), la consommation d'eau souterraine globale autorisée de la cimenterie (380 000 m<sup>3</sup> aujourd'hui) serait réduite à 200 000 m<sup>3</sup>.

La Phase 2 ne changerait pas cette situation. L'unité Cryocap™ OXY consommerait de l'eau pour le traitement des fumées. La majeure partie de cette eau proviendrait du séchage des fumées (étape préalable à la capture cryogénique) et le reste des forages existants.

Par ailleurs, les effluents liquides issus du captage de CO<sub>2</sub> (voir §4.5.2) devront faire l'objet d'un traitement approprié par une nouvelle station de traitement des eaux. Une fois traitées, les eaux seront rejetées dans l'environnement. Ce traitement conduit à la formation de résidus d'épuration qui, selon le mode de traitement, pourront être valorisés (par exemple sous forme d'engrais) ou éliminées en centre agréé.

#### 4.5.4. Une augmentation de la consommation électrique

Avec la Phase 2 du Programme K6, la puissance électrique nécessaire au fonctionnement de la cimenterie pourrait atteindre 85 MW (contre 12 MW aujourd'hui), compte tenu des besoins électriques de l'unité Cryocap™ Oxy, de l'unité ASU (si l'oxygène est produit sur site) et des nouvelles installations de la cimenterie.

La disponibilité en France d'une électricité bas-carbone est un des facteurs ayant conduit au choix de la technologie Cryocap™ d'Air Liquide France Industrie, 100 % électrique.

#### 4.5.5. Une amélioration de la compétitivité de la cimenterie

**S'il est confirmé, le Programme K6 dans son ensemble assurera la pérennité de la cimenterie de Lumbres et de ses emplois, directs et indirects.** En effet, les produits bas-carbone amélioreront le positionnement concurrentiel d'EQIOM et garantiront la compétitivité future de la cimenterie.

La Phase 2 du Programme K6 s'accompagnerait de la création d'une dizaine d'emplois en lien avec le fonctionnement de l'unité Cryocap™ OXY. La réalisation des travaux générerait des retombées économiques indirectes pour le territoire, pour l'hébergement et la restauration des salariés notamment. Les travaux de la Phase 2 seraient très réduits par rapport à ceux de la Phase 1.

91 %  
DE RÉDUCTION DES  
ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>



**La Phase 2 du Programme K6 permettrait d'approcher la neutralité carbone de la cimenterie de Lumbres**

#### **4.5.6. Des incidences très réduites sur le cadre de vie**

Les nouvelles installations créées dans le cadre de la Phase 2 du Programme K6 seraient situées sur d'anciens délaissés (espaces déjà artificialisés qui ne sont plus exploités) de carrière aujourd'hui inclus dans le périmètre de l'usine. **Situées en bordure d'usine coté carrière derrière le futur four 6, ces installations seraient ainsi éloignées des habitations.** Elles s'étendraient sur environ 1 hectare de terrain. À noter que dans l'hypothèse d'un transport ferroviaire de CO<sub>2</sub>, de nouvelles installations de chargement des wagons devraient être créées côté ville.

Les nouvelles installations auraient une hauteur limitée, à l'exception de la tour de refroidissement de l'ASU (dans le cas où l'oxygène serait produit sur place), haute d'environ 60 mètres, à comparer avec les hauteurs des installations existantes (60 mètres pour le silo de stockage du ciment, 80 mètres pour la cheminée du four 5) et futures (110 mètres pour la tour de préchauffage du four 6).

**Le fonctionnement de l'unité Cryocap™ OXY** (avec des compresseurs et échangeurs thermiques) **ne génère aucune nuisance, de type poussière ou odeur.** Le bruit potentiellement généré par le compresseur devra faire l'objet d'un traitement à la source.

**Ces installations devraient donc présenter peu d'impact pour le voisinage en phase d'exploitation.**

#### **4.5.7. Risques industriels**

La cimenterie de Lumbres est aujourd'hui une installation classée pour la protection de l'environnement. Elle est en outre classée Seveso. Ce classement est lié au stockage sur site de combustibles liquides (huiles et solvants usagés). En dehors de ce stockage de combustibles liquides, les activités réalisées sur le site de la cimenterie présentent peu de risques industriels : la production du clinker et a fortiori du ciment n'impliquent pas d'opérations dangereuses.

L'unité Cryocap™ OXY (et éventuellement l'ASU) créée dans le cadre de la Phase 2 du Programme K6 ne changerait pas cette situation. Cette technologie est maîtrisée et utilise peu de produits chimiques (uniquement pour le nettoyage des gaz et le lavage des circuits).

Dans le cadre du processus d'autorisation, postérieur à la concertation (voir chapitre §7.3), une étude de dangers devra être produite pour la Phase 2 du Programme K6. Elle détaillera l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles d'être générés par les nouvelles activités ainsi que les mesures de maîtrise des risques envisagées en conséquence.



# **CALCC : UN PROJET POUR LE CAPTAGE DU CO<sub>2</sub> ÉMIS PAR LA FABRICATION DE LA CHAUX**

La fabrication de la chaux est fortement productrice de dioxyde de carbone : pour une tonne de chaux produite, une tonne de dioxyde de carbone est émise. Afin de décarboner la production de la chaux à Réty, deux actions sont programmées dans les années à venir. La première est l'utilisation de biomasse pour la production de la chaleur, qui doit permettre d'éviter environ un quart des émissions.

La deuxième action est le captage et la séquestration du CO<sub>2</sub> : c'est l'objet du projet CalCC pour l'usine de chaux de Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais) à Réty. Ce projet prévoit la création d'une unité de captage du CO<sub>2</sub> dont la technologie Cryocap™ FG est fournie par Air Liquide, associée à un raccordement électrique développé par RTE, sous la forme d'une liaison souterraine longue d'environ 6 kilomètres.



Figure 30 - L'usine de Réty

## 5.1. L'USINE DE RÉTY

En France, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais) exploite l'usine de Réty dans le Pas-de-Calais. Ce site industriel, construit en 1963, emploie actuellement 72 salariés et supporte l'activité locale avec environ 140 emplois indirects supplémentaires (transport, extraction, sous-traitants mécanique et réfractaires, etc.).

Il est le premier site de production de chaux en France, avec une capacité maximale annuelle de 700 000 tonnes de chaux. L'usine est une installation classée pour la protection de l'environnement.

L'usine compte 9 fours annulaires de capacités variées. Les fours ont été mis en service progressivement depuis 1963, au fur et à mesure de l'évolution des besoins du marché. Ses principaux débouchés sont :

- des installations sidérurgiques de Dunkerque : la chaux y est transportée par trains ;
- des usines scandinaves de pâte à papier : la chaux est transportée par camions jusqu'au port de Boulogne, puis par bateaux ;
- l'agriculture et les travaux publics.

Figure 31 - L'usine de Réty et ses installations



L'usine s'inscrit dans le bassin carrier de Marquise, une des plus importantes exploitations à ciel ouvert de roches massives de France. Le calcaire utilisé pour la fabrication de la chaux est donc extrait à proximité de l'usine.

## 5.2. LA FABRICATION DE LA CHAUX

La chaux est un terme générique désignant différents types de chaux, de calcaire et de chaux hydratée bien que ces produits soient chimiquement différents par leur fabrication et leur traitement.

**Sous toutes ses formes, la chaux est indispensable à de très nombreux usages :** sidérurgie, opérations minières, pâte à papier et papier, traitement de l'eau potable, traitement des eaux usées et boues, traitement des fumées, verrerie, génie civil, construction, agriculture, chimie, biocarburants, etc. Dans nombre de ces applications, **la chaux ne peut pas être remplacée : il n'existe aucun autre produit ayant les mêmes atouts.**

La chaux est produite à partir de la **calcination du calcaire** : sur une durée de plusieurs heures, à une température d'environ 900 °C, le calcaire (CaCO<sub>3</sub>) se décompose d'une part en chaux vive (CaO) et d'autre part en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). C'est la décarbonatation du calcaire (voir chapitre §3.2). Cette réaction chimique est la même que

celle qui intervient dans la fabrication du clinker, principal constituant du ciment. **Il n'existe à ce jour aucune alternative industrielle pour la production de la chaux** : les Romains faisaient aussi appel au principe de la calcination du calcaire dans des fours à chaux.

En synthèse, les émissions de CO<sub>2</sub> de la production de la chaux proviennent :

- pour environ 1/3, de la valorisation des combustibles utilisés pour la production de la chaleur nécessaire à la fabrication de chaux à partir du calcaire ;
- pour environ 2/3, de la réaction chimique à la base de la fabrication de la chaux : la décarbonatation du calcaire.

Figure 33 - L'origine des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la fabrication de la chaux

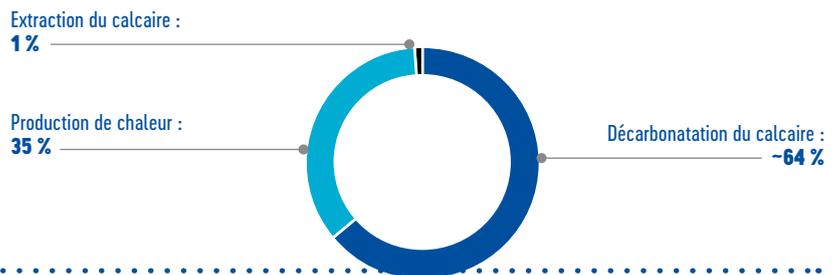
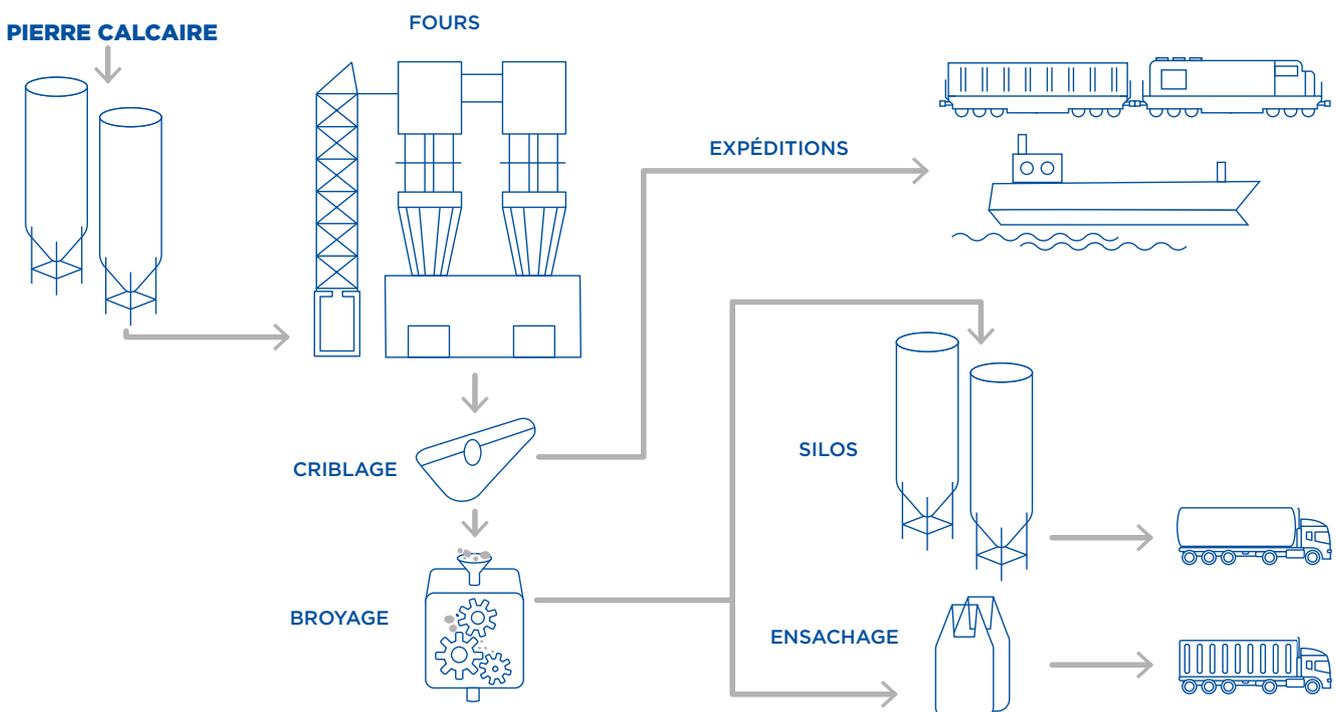


Figure 32 - La fabrication de la chaux



### 5.3. LA STRATÉGIE DE DÉCARBONATION POUR L'USINE DE RÉTY

La stratégie de décarbonation du groupe Lhoist comprend quatre principales actions :

- l'optimisation de l'efficacité énergétique, par des fours consommant moins d'énergie ;
- le développement des énergies renouvelables, pour produire l'électricité nécessaire au fonctionnement des fours ;
- le développement des combustibles à faible émissions de CO<sub>2</sub> ou des combustibles biomasse ;
- le captage du CO<sub>2</sub> et son utilisation ou sa séquestration.

L'électricité produite en France est bas carbone. De plus, la performance énergétique des 9 fours de l'usine de Réty est déjà très bonne. **Tout en poursuivant les efforts sur ces deux volets, le développement de l'utilisation de combustibles alternatifs aux combustibles fossiles reste à amplifier à Réty.** L'usine de Réty utilise aujourd'hui du gaz naturel, des huiles de collecte, du lignite et de la biomasse. Depuis plusieurs années, Lhoist augmente progressivement la part de biomasse pour la production de chaleur. Ainsi, en 2022, le lignite a été partiellement remplacé par des pellets

de biomasse. À l'avenir, l'utilisation de combustibles solides de récupération est envisagée. **Le développement de l'utilisation de combustibles alternatifs aux combustibles fossiles est donc initié et est amené à se poursuivre dans les années à venir.**

La dernière action à mettre en œuvre est le **captage du CO<sub>2</sub> émis par la décarbonation du calcaire.** Cette réaction chimique est indispensable à la production du calcaire : il n'est donc pas possible d'éviter cette part largement majoritaire des émissions de CO<sub>2</sub>. Il s'agit donc de ne pas rejeter ces émissions à l'atmosphère en captant le dioxyde de carbone immédiatement après qu'il a été produit.

### 5.4. LES OBJECTIFS DU PROJET CALCC

Le premier objectif du projet CalCC est de tendre vers la neutralité carbone pour la production de la chaux à Réty. **Lhoist participerait ainsi directement à l'effort sociétal de réduction des émissions de dioxyde de carbone, et à l'atteinte des objectifs de décarbonation de l'industrie fixés aux échelles française et européenne.**

La décarbonation de la production de la chaux est aussi un enjeu économique. Comme pour EQIOM, Lhoist est aujourd'hui assujettie au marché carbone européen, qui va profondément évoluer dans les années à venir (voir §2.2), avec pour principal effet une augmentation du prix du carbone et une réduction progressive des quotas gratuits d'émissions. **Un deuxième objectif du projet CalCC est donc d'assurer la pérennité de l'usine de Réty et de tous ses emplois,** en garantissant l'adéquation de l'usine aux futures règles du marché carbone européen, et en produisant des produits bas carbone répondant aux besoins des utilisateurs.

**Le projet CalCC doit donc répondre à des impératifs économiques et environnementaux, et assurer la pérennité de l'usine de Réty.**

Figure 34 – Zone d'implantation prévisionnelle des installations du projet CalCC



## 5.5. LES INSTALLATIONS À CRÉER DANS LE CADRE DU PROJET CALCC

Le projet CalCC consiste en l'installation d'une unité Cryocap™ FG et la création des utilités associées (traitement des eaux, sous-station électrique, nouveau raccordement électrique...) sur les terrains de l'usine de Réty et sur une parcelle adjacente (voir carte ci-contre). Une étude est en cours pour définir la localisation exacte en fonction notamment des surfaces nécessaires à ces différents équipements et des enjeux environnementaux. Aucune transformation majeure ne serait apportée aux installations existantes – dont les fours – à l'exception d'un nouveau circuit pour les rejets atmosphériques, afin de les acheminer jusqu'à l'unité de captage du dioxyde de carbone (voir page suivante).

### 5.5.1. L'unité de captage Cryocap™ FG

L'unité Cryocap™ FG mise en œuvre dans le cadre du projet CalCC serait fournie par Air Liquide France Industrie.

Elle est similaire dans son principe de fonctionnement à celle déployée sur la cimenterie de Lumbres dans le cadre de la Phase 2 du Programme K6 : l'une des principales différences réside en une étape préalable de traitement pour augmenter la concentration de CO<sub>2</sub> dans le mélange gazeux provenant des fours.



### LE FONCTIONNEMENT D'UNE UNITÉ CRYOCAP™ FG

Étape 1 : la fumée est refroidie et nettoyée de ses poussières.

Étape 2 : la fumée est comprimée puis séchée.

Étape 3 : le préconcentrateur de CO<sub>2</sub>

- retient sélectivement le CO<sub>2</sub> puis le renvoie de manière concentrée (environ 3 fois plus concentré que dans les fumées) à basse pression en direction de la partie cryogénique (étapes 4 et 5) ;
- laisse passer les autres gaz, principalement de l'azote et de l'oxygène, qui sont rejetés à l'atmosphère.

Étape 4 : le flux de CO<sub>2</sub> préconcentré est comprimé.

Étape 5 : ce flux est refroidi à environ -50 °C. À cette température, le CO<sub>2</sub> devient liquide tandis que les autres gaz restent à l'état gazeux. Le CO<sub>2</sub> est ainsi récupéré, puis purifié avant de pouvoir être transporté. Le reste des gaz, qui contient encore un peu de CO<sub>2</sub>, est renvoyé à l'étape 3 pour assurer un captage optimal du CO<sub>2</sub>.

Figure 35 – Schéma de principe simplifié de l'unité Cryocap™ FG (non représentatif des plans et dispositions des équipements)



Ces différentes étapes impliquent des opérations sous pression et à basse température. Le fonctionnement de l'unité Cryocap™ FG repose ainsi uniquement sur l'utilisation d'électricité pour le fonctionnement des compresseurs et des échangeurs thermiques. La conception de l'unité Cryocap™ FG est étudiée pour réduire au maximum sa consommation électrique.

### **5.5.2. L'unité de traitement des effluents liquides**

Les fumées qui sortent des fours de production de la chaux comprennent environ 10 % d'eau sous forme de vapeur d'eau. Cette eau serait récupérée lors des étapes d'enrichissement précédemment décrites. L'unité Cryocap™ FG générerait ainsi un volume continu d'eau, de l'ordre de 100 mètres cubes par heure (en France, la consommation d'eau moyenne d'un habitant sur un an est de 54 mètres cubes).

Acide et chargée de polluants, cette eau devra être traitée avant tout rejet dans l'environnement. C'est pourquoi le projet CalCC intègre une station de traitement des effluents liquides de l'unité Cryocap™ FG, dont les caractéristiques ont été définies par une étude de faisabilité avec une société spécialisée.

Après traitement, la majeure partie de l'eau serait réutilisée pour le refroidissement des équipements de l'unité Cryocap™ FG ou elles s'évaporerait. Une fraction liquide résiduelle, de l'ordre de 5 à 10 mètres cubes par heure d'eau traitée, serait rejetée, ou réutilisée sur le site de l'usine de Réty. À ce stade, aucune décision n'a été prise sur ce point.

### **5.5.3. Le déplacement de la cheminée**

Afin d'acheminer les gaz des fours jusqu'à l'unité de captage, une reconfiguration du circuit de collecte et de transport des fumées est nécessaire. Elle impliquerait la création d'une nouvelle cheminée d'une hauteur similaire à celle qui existe déjà, soit 54 mètres. L'emplacement de la nouvelle cheminée serait à quelques dizaines de mètres de l'actuelle, qui serait

déconstruite. Les éléments récupérables seraient réutilisés.

### **5.5.4. La nouvelle sous-station électrique**

Indépendamment du nouveau raccordement électrique réalisé par RTE (voir partie suivante), Lhoist construirait dans l'enceinte de l'usine une nouvelle sous-station électrique pour distribuer la puissance électrique nécessaire à l'unité Cryocap™ FG et aux utilités associées.

### **5.5.5. Le raccordement électrique**

L'usine de Réty est aujourd'hui raccordée au réseau public de distribution d'électricité. Les installations qui seraient créées dans le cadre du projet CalCC nécessitent un raccordement au réseau public de transport d'électricité. C'est pourquoi Lhoist a sollicité RTE, gestionnaire de ce réseau, pour étudier ce raccordement.

#### **Les principales caractéristiques du raccordement envisagé**

Le raccordement consisterait en la création d'une liaison souterraine d'environ 6 kilomètres entre le poste électrique existant de Lhoist et le poste 90 000 volts RTE de Marquise.

Les types de pose de la liaison électrique souterraine sont les mêmes que ceux du raccordement électrique de la Phase 2 du Programme K6 (voir §4.4.2).

#### **Les solutions étudiées et écartées**

La zone d'étude élargie est intégralement située au sein du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale. L'État s'est engagé, au travers de la charte de ce Parc, à faire respecter les accords nationaux en matière de mise en souterrain des lignes à haute tension et à inciter les gestionnaires à ne pas implanter de nouvelles lignes qui auraient un impact sur les objectifs de protection du territoire. De plus, un raccordement de l'usine de production de chaux de Réty via la création d'une liaison souterraine permettra d'éviter, en phase exploitation, les impacts paysagers et avifaunes qu'aurait générés une liaison aérienne.

À ce titre, les stratégies de raccordement faisant appel à des liaisons aériennes ont été écartées.

Le raccordement électrique depuis le poste 225 000 volts des Attaques a été rapidement écarté du fait de la distance qui l'éloigne davantage de l'usine de production de chaux de Réty qu'un raccordement depuis le poste électrique de Marquise. En effet, à contraintes environnementales quasi similaires, au sein du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, un raccordement de Lhoist au poste des Attaques conduirait à la création de liaisons souterraines d'environ 15 kilomètres là où un raccordement depuis celui de Marquise ne nécessiterait qu'environ 6 kilomètres.

### La zone d'étude

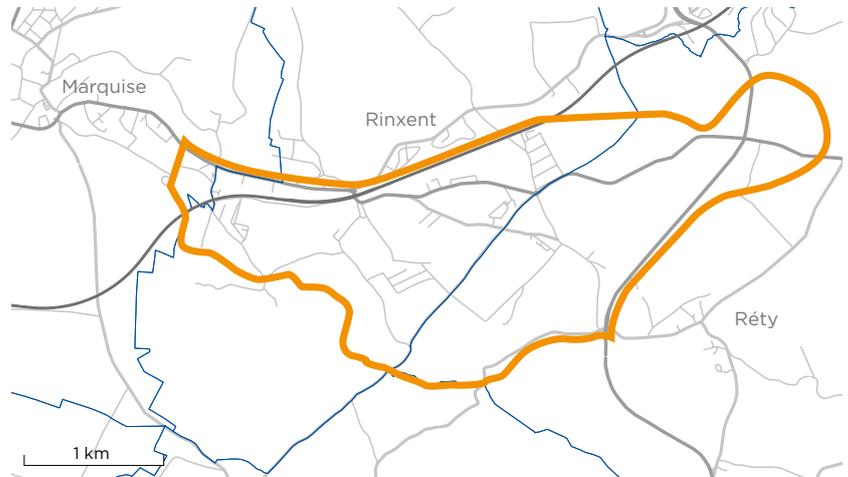
La zone d'étude concerne trois communes : Réty, Rinxent et Marquise. Elle se situe dans le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale. Ses limites sont les suivantes :

- la limite Nord suit globalement les limites de la zone urbaine de Rinxent, ainsi que le cours d'eau du Crembreux ;
- la limite Ouest se situe dans un territoire rural ;
- la limite Sud suit globalement le fleuve Slack ;
- la limite Est est située en amont de la carrière de dolomie.

La zone d'étude est donc caractérisée par des zones urbaines et des terrains agricoles. Son altitude est comprise entre 30 et 100 mètres, elle évolue en pente douce descendante d'est en ouest.

Elle est concernée par plusieurs bras de la Slack, et comprend dans sa partie sud une Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1 « Vallée de la Slack entre Rinxent et Réty », mais pas de zone Natura 2000. Compte tenu de la présence de ces cours d'eau, une étude hydrologique devra être réalisée afin de déterminer si le projet doit faire l'objet d'une déclaration, voire d'une autorisation, au titre de la loi sur l'eau (porté à connaissance, déclaration ou autorisation).

Figure 36 - Aire d'étude du raccordement électrique du projet CalCC



Un monument historique est répertorié sur la commune de Réty : l'Église-Saint-Martin, située au sud de la zone d'étude. La création d'ouvrage souterrain n'a pas d'incidence sur la protection des périmètres de protection des monuments historiques. Selon l'Atlas du Patrimoine, la zone d'étude n'est pas concernée par une zone de présomption de prescriptions archéologiques.

Les études environnementales (faune/flore/habitat) sur la zone d'étude ont commencé en avril ; leurs conclusions seront disponibles pour la concertation fontaine prévue à l'automne 2023 (voir chapitre §7.5).

C'est au sein de cette zone d'étude que l'aire d'étude de la concertation Fontaine sera recherchée. L'aire d'étude constitue le territoire au sein duquel seront recherchées les possibilités d'implantation des ouvrages projetés (en l'occurrence, une liaison souterraine) au regard de leurs caractéristiques techniques mais également des enjeux environnementaux et de la configuration du territoire. Les limites de l'aire d'étude proposée seront positionnées en tenant compte des principaux enjeux et en s'appuyant sur des infrastructures (routes, chemins), des limites administratives (communes) et également le milieu physique (cours d'eau).

Cette aire d'étude ne préjugera pas du périmètre sur lequel seront évalués les effets du projet sur l'environnement. Certaines composantes, dont le paysage, pourront en effet faire l'objet d'une analyse sur une zone plus large. L'aire d'étude sera validée lors de la concertation Fontaine prévue à l'automne 2023.

### L'état d'avancement des études du raccordement électrique

L'implantation des liaisons souterraines du raccordement sera déterminée à l'issue des études de détail, techniques et environnementales, et des phases de concertation, à savoir la concertation préalable qui fait l'objet du présent dossier, et la concertation Fontaine propre aux ouvrages du réseau public de transport d'électricité (voir §7.5).

Les études à venir permettront d'identifier les autorisations administratives nécessaires à la réalisation du raccordement.

L'objectif de mise en service du raccordement électrique est en 2026, en lien avec le calendrier du projet CalCC (voir §7.3).

## 5.6. LES PRINCIPALES INCIDENCES DU PROJET CALCC

### 5.6.1. Une forte réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

L'unité Cryocap™ FG mise en œuvre dans le cadre du projet CalCC devrait permettre de capter plus de 90 % des émissions de dioxyde de carbone liées à la production de la chaux à Réty.

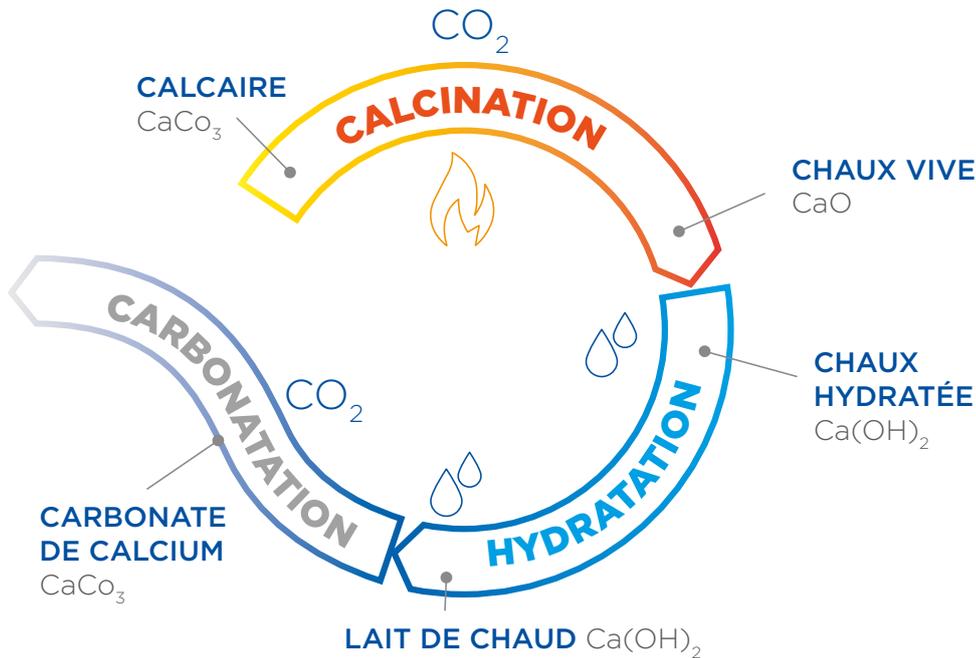
En prenant en compte les émissions de CO<sub>2</sub> en aval du captage, le projet CalCC permettrait d'éviter environ 87 % des émissions totales à Réty.

Figure 37 - Bilan carbone prévisionnel du projet CalCC

	Sans le projet CalCC	Avec le projet CalCC
<b>Production de la chaux</b>	672	672
<b>Captage du CO<sub>2</sub></b>	Non-applicable	- 606
<b>Transport du CO<sub>2</sub> jusqu'au terminal par canalisation</b>	Non-applicable	0
<b>Pertes potentielles entre le Terminal CO<sub>2</sub> et le site de séquestration</b>	Non-applicable	3
<b>Transport du CO<sub>2</sub> par voie maritime jusqu'à un site de séquestration</b>	Non-applicable	19
<b>TOTAL</b>	672	88 (- 87 %)
<b>Recarbonatation de la chaux (voir encadré ci-contre)</b>	- 170	- 170
<b>TOTAL en tenant compte de la recarbonatation</b>	502	- 82 (- 116 %)

(en milliers de tonnes par an)

Figure 38 - Le cycle de la chaux



## LA RECARBONATATION DE LA CHAUX

La production de la chaux génère des émissions de dioxyde de carbone. Cependant, lors de son utilisation, la chaux réagit avec l'air et capte du dioxyde de carbone. D'après une étude de l'école polytechnique de Milan<sup>28</sup>, en moyenne 33 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la décarbonatation du calcaire lors de la fabrication de la chaux seraient ainsi recapturés lors de son utilisation.

Si l'on tient compte du phénomène de recarbonatation de la chaux pendant et après son utilisation, le bilan carbone du projet CalCC serait négatif, c'est-à-dire que la production de chaux avec captage et séquestration réduit le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère.

### 5.6.2. Une réduction globale des rejets atmosphériques

Actuellement, les rejets atmosphériques des 9 fours de l'usine de Réty sont canalisés puis traités, avant rejet par une unique cheminée, par une série de filtres à manches. Ce dispositif de traitement permet le respect des normes de rejets édictées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Avec le projet CalCC, les rejets atmosphériques des 9 fours seraient acheminés vers l'installation Cryocap<sup>TM</sup> FG. À l'issue des étapes de traitement précédemment décrites (voir §5.5.1), l'essentiel des polluants atmosphériques serait capté et contenu dans les effluents liquides générés par l'installation Cryocap<sup>TM</sup> FG. Autrement dit, la grande majorité des polluants atmosphériques aujourd'hui rejetée par la cheminée de l'usine de Réty serait demain contenue dans les effluents liquides, qui feraient l'objet d'un traitement approprié dans une station de traitement. La plus grande partie des polluants serait finalement concentrée dans des boues d'épuration, qui seraient conduites vers des filières de gestion appropriées.

**Ainsi, le projet CalCC, s'il est confirmé, permettra d'éviter les rejets de polluants atmosphériques, et donc de réduire davantage l'impact environnemental de l'usine de Réty, en plus des émissions de CO<sub>2</sub>.**

28 [European Lime Association \(www.eula.eu\)](http://www.eula.eu)

**87 %**  
DES ÉMISSIONS  
TOTALES DE CO<sub>2</sub>  
ÉVITÉES GRÂCE AU  
PROJET CALCC

### **5.6.3. Une adaptation du système de gestion des effluents liquides**

Aujourd'hui, l'usine de Réty ne génère aucun effluent liquide, à l'exception des eaux pluviales. Avec le projet CalCC, compte tenu du fonctionnement de l'unité Cryocap™ FG, environ 100 mètres cubes d'effluents liquides seraient produits chaque heure (voir §5.5.2). Ces effluents seraient traités et prioritairement utilisés pour refroidir les équipements de l'unité Cryocap™ FG. Les effluents résiduels - traités - seraient réutilisés ou rejetés.

### **5.6.4. Une augmentation de la consommation électrique**

Le fonctionnement de l'unité Cryocap™ FG nécessiterait une puissance d'environ 45 mégawatts (à titre de comparaison, la puissance d'un réacteur nucléaire de la centrale nucléaire de Gravelines est de 900 mégawatts). La consommation électrique de l'usine de Réty serait ainsi multipliée par 10, et représenterait l'équivalent de la consommation annuelle d'environ 45 000 ménages français.

**La disponibilité en France d'une électricité bas-carbone et de qualité est un des facteurs ayant encouragé le développement du projet CalCC et le choix de la technologie d'Air Liquide France Industrie, 100 % électrique.**

### **5.6.5. Des incidences très réduites sur le cadre de vie**

L'usine de Réty est située dans un environnement rural ; les premières habitations sont éloignées d'environ 300 mètres. Les nouvelles installations créées dans le cadre du projet CalCC seraient situées sur un terrain adjacent à l'usine et occuperaient une surface d'environ 4 hectares. Ce terrain, appartenant à Lhoist, ne présente aucune sensibilité environnementale particulière. Les nouvelles installations auraient une hauteur réduite. La nouvelle cheminée aurait une hauteur proche de celle existante, soit environ 54 mètres.

Le fonctionnement de l'unité Cryocap™ FG (avec des compresseurs et échangeurs thermiques) ne génère aucune odeur. Les mesures adéquates seraient mises en œuvre pour respecter la réglementation en matière de bruit.

**Les installations créées dans le cadre du projet CalCC ne présenteraient donc aucun impact particulier pour le voisinage en phase d'exploitation.**

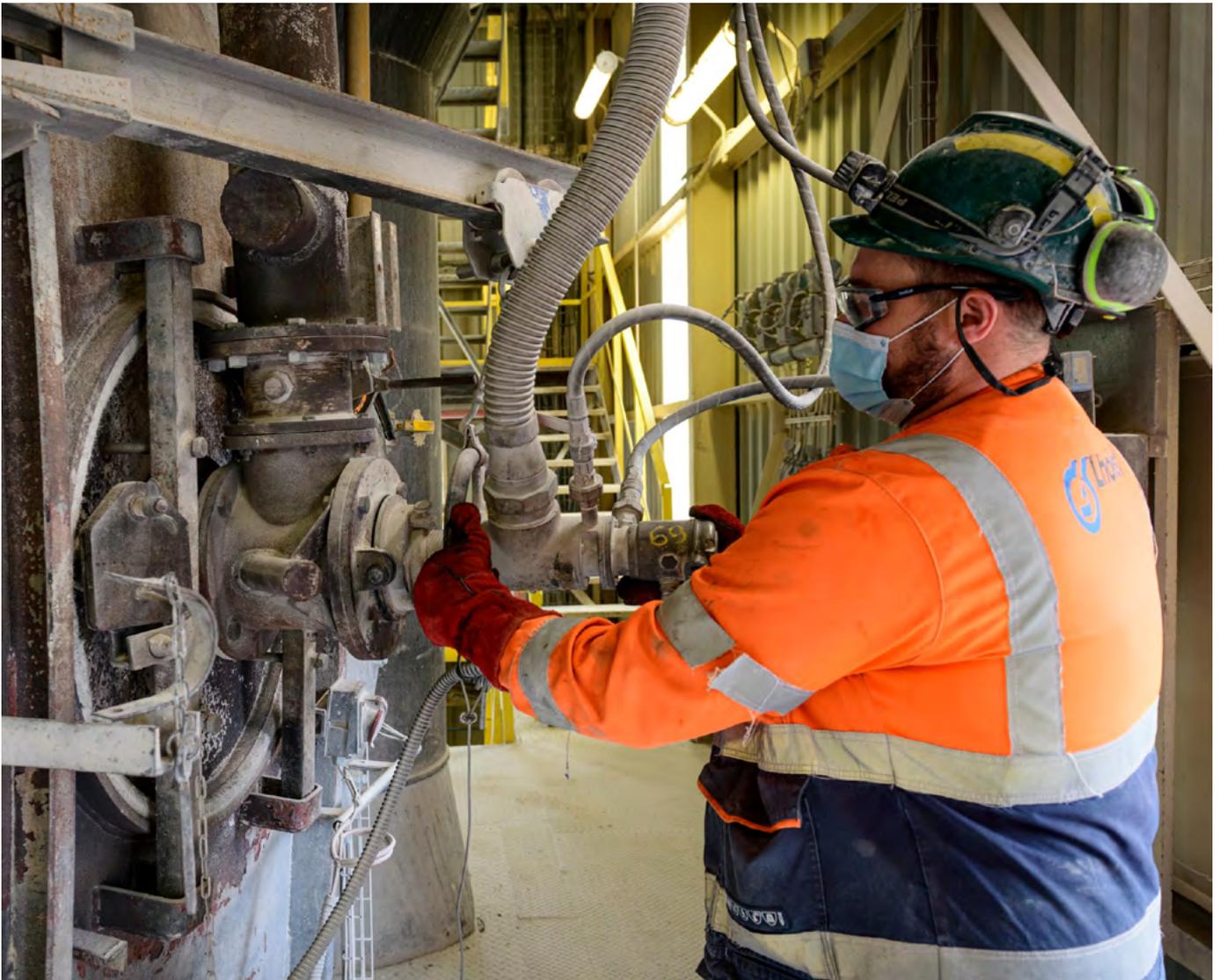
Pendant le chantier, la réalisation des aménagements induirait une activité supplémentaire sur le site de Réty, estimée à environ 200 personnes.

### **5.6.6. Des effets socio-économiques positifs**

**Le projet CalCC doit assurer la pérennité de l'usine de Réty, qui serait la première usine de production de chaux décarbonée dans le monde.**

Cette pérennisation de l'usine s'accompagnerait d'un maintien des emplois. Entre 10 et 12 emplois seraient créés en lien avec le fonctionnement de l'unité Cryocap™ FG.

La réalisation des travaux générerait des retombées économiques indirectes pour le territoire, pour l'hébergement et la restauration des intervenants notamment.



### 5.6.7. Risques industriels

L'usine de Réty est aujourd'hui une installation classée pour la protection de l'environnement. Les activités réalisées sur site présentent peu de risques industriels : la production de chaux n'implique pas d'opérations dangereuses.

Les installations créées dans le cadre du projet CalCC ne changeraient pas cette situation. Les procédés de captage du CO<sub>2</sub> et de traitement des eaux n'impliquent pas de procédés risqués.

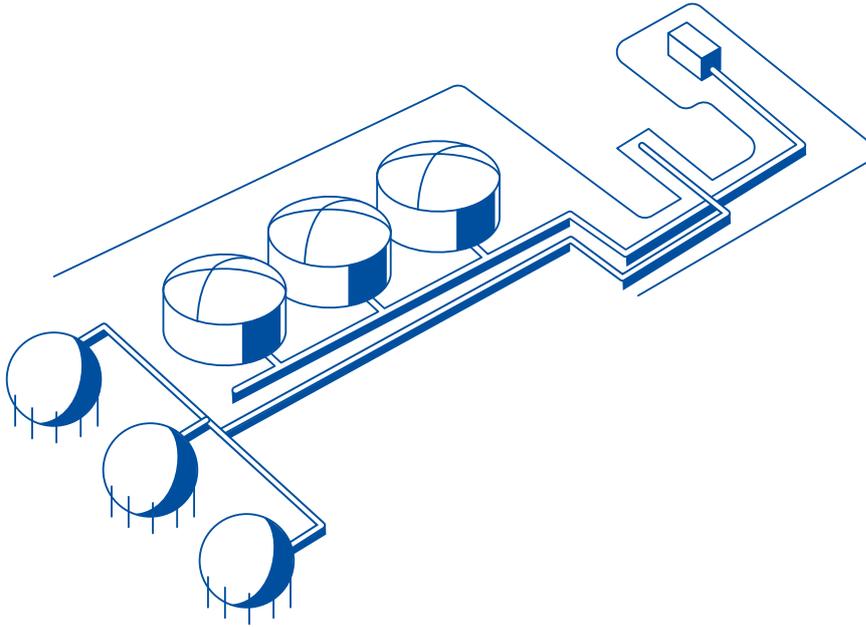
Dans le cadre du processus d'autorisation postérieur à la concertation, une étude de dangers devra être produite pour le projet CalCC. Elle détaillera l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles d'être générés par les nouvelles activités ainsi que les mesures de maîtrise des risques envisagées en conséquence.



# **D'ARTAGNAN : UN PROJET D'INFRASTRUCTURES CO<sub>2</sub> AU SERVICE DES INDUSTRIELS LOCAUX**

.....

Le projet D'Artagnan est mené par Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG. Il comprend deux composantes. La première est un réseau de canalisations pour transporter le CO<sub>2</sub> capté par les usines de Lumbres et de Réty vers Dunkerque. La deuxième est un terminal sur le port de Dunkerque pour réceptionner et préparer le CO<sub>2</sub> en vue de son expédition vers des sites de séquestration en mer du Nord. Le projet D'Artagnan constitue donc une étape de la chaîne de décarbonation, entre les sites industriels où le captage du CO<sub>2</sub> est réalisé, et les sites de séquestration du CO<sub>2</sub>.



## 6.1. LES ENJEUX

De nombreuses industries émettrices de CO<sub>2</sub> sont présentes dans le Dunkerquois. Plusieurs d'entre elles ont engagé des programmes de décarbonation, prévoyant notamment l'électrification des procédés et l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations. Cependant, pour certaines industries comme le ciment ou la chaux, **une production résiduelle de CO<sub>2</sub> est inévitable (voir §3.2). Le captage puis la réutilisation ou la séquestration de ce CO<sub>2</sub> résiduel constitue l'unique réponse pour atteindre les objectifs de décarbonation de ces secteurs industriels.**

Le projet D'Artagnan permettrait de répondre aux besoins de ces industriels, qui bénéficieraient d'une solution de proximité pour collecter le CO<sub>2</sub> capté sur les sites des usines en vue d'un transfert vers des sites de séquestration en mer du Nord. Il n'est pas prévu que le CO<sub>2</sub> pris en charge par le projet D'Artagnan soit réutilisé (voir §8.7).

**Avec le projet D'Artagnan, des industries pourraient ainsi réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> et répondre durablement aux demandes du marché en produits bas-carbone, tout en préservant leurs activités sur le territoire.**

## 6.2. LES CANALISATIONS POUR LE RACCORDEMENT DES SITES D'EQIOM ET DE LHOIST

### 6.2.1. Les raisons du choix d'une canalisation comme mode de transport du CO<sub>2</sub>

Dans le cadre du projet D'Artagnan, pour le raccordement des usines de Lumbres et de Réty, Air Liquide France Industrie, en accord avec EQIOM et Lhoist, a opté, comme solution préférentielle, pour le principe d'une canalisation souterraine pour le transport du CO<sub>2</sub>.

Par rapport à une alternative ferroviaire, ce mode de transport présente des atouts majeurs en termes d'efficacité, de fiabilité et de coût opératoire (transport ferroviaire et transport par canalisations sont comparés dans la partie §3.3).



## POURQUOI D'ARTAGNAN ?

Les Pays-Bas développent plusieurs projets de captage, transport et séquestration de CO<sub>2</sub> intitulés Porthos (The Port of Rotterdam CO<sub>2</sub> transport hub and offshore storage), Athos (Amsterdam-IJmuiden CO<sub>2</sub> transport hub & offshore storage) et Aramis (Rotterdam). C'est dans ce contexte qu'Air Liquide France Industrie a souhaité baptiser son projet D'Artagnan.

De plus, Air Liquide France Industrie exploite des canalisations de transport de gaz industriels en France, fournissant principalement de l'oxygène, de l'azote, de l'argon, de l'hydrogène à ses clients industriels. S'agissant du CO<sub>2</sub>, Air Liquide France Industrie exploite une canalisation de transport CO<sub>2</sub> en phase gazeuse à 30 bar de 8,9 kilomètres en Normandie (à titre de comparaison, la pression dans un pneu de voiture est comprise entre 2 et 3 bar).

**Cette expérience, combinée à son expertise technique, sa connaissance approfondie des réglementations et son système de gestion de la sécurité permettent à Air Liquide France Industrie de maîtriser le transport par canalisation.**

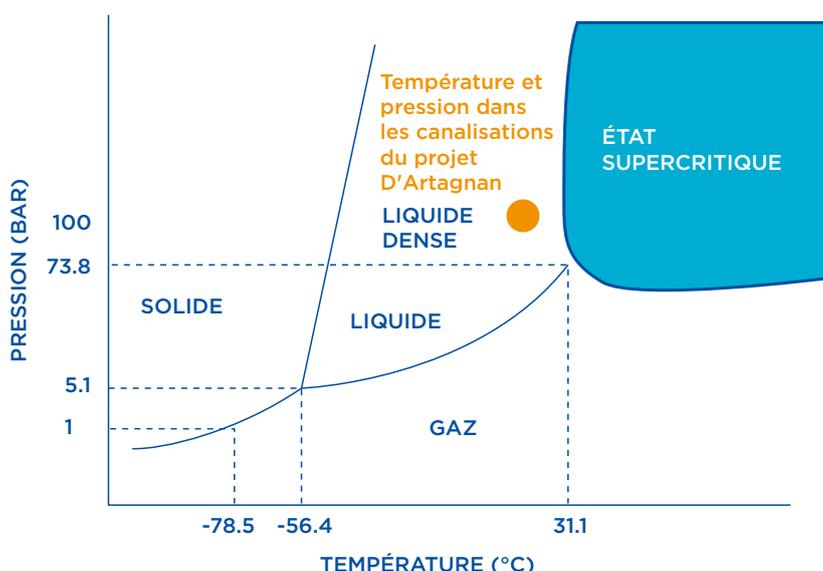
Pour réaliser ce réseau, le premier en phase dense en France, les experts Air Liquide collaborent avec une société d'ingénierie américaine bénéficiant d'une expertise reconnue dans ce type d'ouvrage. En effet, c'est aux États-Unis que s'est développé le transport de CO<sub>2</sub> en phase dense depuis 30 à 40 ans, il représente aujourd'hui plusieurs milliers de kilomètres (voir chapitre §8.6).

### 6.2.2. Le transport en « phase dense »

Une substance peut se présenter sous différentes formes physiques, selon ses propriétés, la température et la pression. On appelle ces formes « les états » de la matière. Les trois états les plus connus sont l'état solide, liquide et gazeux, mais d'autres états existent. Le CO<sub>2</sub> peut exister sous forme solide, gazeuse, liquide ou liquide dense, voire supercritique. **L'état liquide dense est obtenu à un certain niveau de température et de pression : le CO<sub>2</sub> a alors une densité proche du liquide (et occupe donc une place réduite) tout en ayant un comportement proche du gaz (plus facilement déplaçable qu'un liquide).**

Le transport du CO<sub>2</sub> sous la forme de liquide dense présente plusieurs intérêts, notamment pour le dimensionnement des installations. En effet, le CO<sub>2</sub> en phase dense a une densité importante : il occupe moins d'espace qu'à l'état gazeux. Dès lors, le diamètre des canalisations peut être réduit, ainsi que les capacités des postes d'injection et de sectionnement. D'autre part, il a un comportement proche d'un gaz, ce qui facilite son déplacement dans le réseau de canalisations. Un autre atout majeur de la phase dense dans le cas des projets considérés est son adéquation avec les procédés de captage mis en œuvre à Lumbres et à Réty. En effet, le CO<sub>2</sub> capté par les unités Cryocap™ aura une forme liquide et le passage de l'état liquide à l'état liquide dense est très simple. Enfin, le retour à l'état liquide est également aisé.

Figure 39 – Les états possibles du CO<sub>2</sub>



### 6.2.3. Les ouvrages du réseau de canalisations

Le réseau de canalisations comprendrait trois sections, qui convergent vers un point unique dit « point milieu ». La première section relie l'usine de Réty au point milieu : c'est l'antenne de Lhoist, pour transporter le CO<sub>2</sub> capté sur l'usine de Réty. La deuxième section relierait l'usine de Lumbres au point milieu : c'est l'antenne d'EQIOM pour transporter le CO<sub>2</sub> capté sur l'usine de Lumbres. La troisième section est l'artère principale, entre le point milieu et le Terminal CO<sub>2</sub>.

Selon les sections, le diamètre des canalisations, pour le transport en phase dense, varierait entre 20 centimètres (antenne de Lhoist), 25 centimètres (antenne d'EQIOM) et 30 centimètres (artère principale). Les tubes seraient en acier carbone spécifiquement sélectionné pour le transport du CO<sub>2</sub> en phase dense, revêtu avec du polyéthylène haute densité et d'une protection cathodique pour limiter la corrosion.

La durée de vie attendue des tubes est de l'ordre d'une cinquantaine d'années, estimée selon les infrastructures similaires. La durée de vie de la canalisation peut être allongée grâce à des contrôles réguliers et à des opérations de maintenance notamment (voir §6.2.7).

Le réseau de canalisations nécessiterait aussi la création d'une dizaine de postes de sectionnement régulièrement disposés, tous les 7 kilomètres environ (l'objectif des études en cours étant d'optimiser le nombre de postes). Il s'agit d'installations techniques en surface, nécessaires pour des raisons de sécurité, d'exploitation, de surveillance, de maintenance et de contrôle. Ces postes permettraient par exemple d'isoler les différents tronçons de la canalisation, de piloter si besoin la pression à l'intérieur des tubes et de réaliser le contrôle de l'intégrité de l'ouvrage. Chaque poste de sectionnement serait implanté sur un terrain clôturé d'une surface pouvant varier entre 600 et 1 000 m<sup>2</sup>.

Figure 40 - Représentation schématique d'une canalisation de transport de CO<sub>2</sub> en phase dense

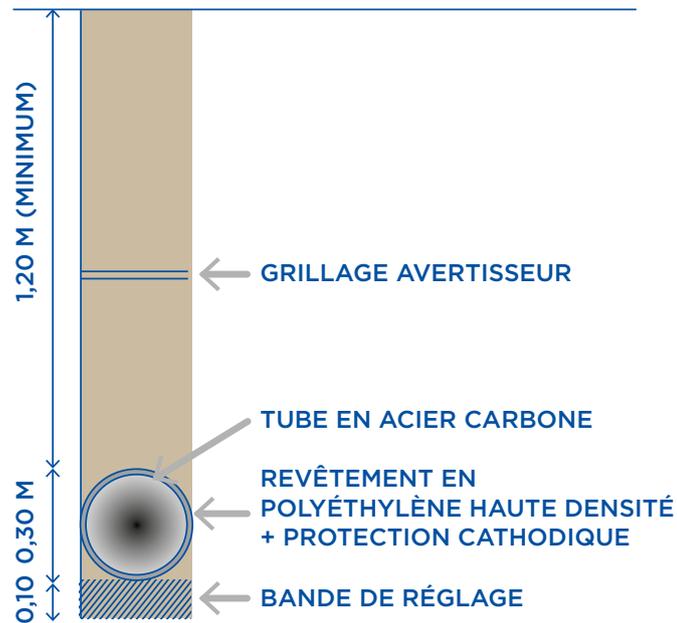
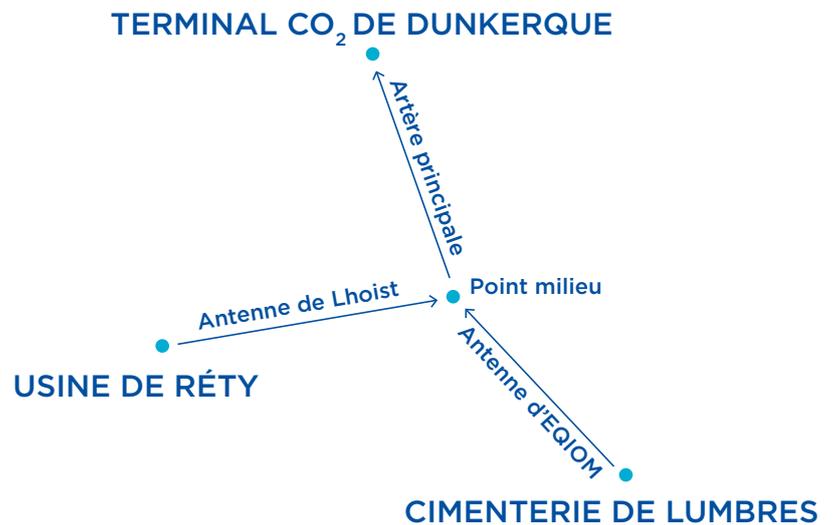


Figure 41 - Représentation schématique du réseau de canalisations



### 6.2.4. La démarche de construction du tracé des canalisations

Les raccordements de la cimenterie de Lumbres et de l'usine de chaux de Réty au Terminal CO<sub>2</sub> de Dunkerque nécessiteraient la création d'un réseau de canalisations souterraines d'une longueur totale de 80 kilomètres.

**À ce stade du projet, le tracé précis des canalisations reste à l'étude. Les études préliminaires ont permis de délimiter un couloir potentiel présenté dans le cadre de cette concertation préalable (voir annexe). Les enseignements tirés de la concertation, ainsi que la poursuite des études réglementaires et du dialogue avec le territoire permettront de définir un tracé dit « de moindre impact ».**

La définition du tracé d'une canalisation résulte de plusieurs étapes d'études et de décisions, selon une **méthodologie éprouvée dite « en entonnoir »** réalisée par un bureau d'étude externe spécialisé, Eureteq. Cette méthode permet de s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux environnementaux (zones humides, zones protégées, etc.), des usages (agriculture, urbanisme, etc.) et des contraintes (enrochements, dénivelés, etc.). Cette démarche en entonnoir s'inscrit pleinement dans la démarche « éviter-réduire-compenser », en priorisant l'évitement.

La première étape de la méthodologie en entonnoir est la définition d'une aire d'étude, d'une largeur de 10 kilomètres, entre le point de départ et le point d'arrivée (voir figure ci-contre). Les contraintes techniques globales et les enjeux environnementaux globaux sont identifiés dans cette aire d'étude.

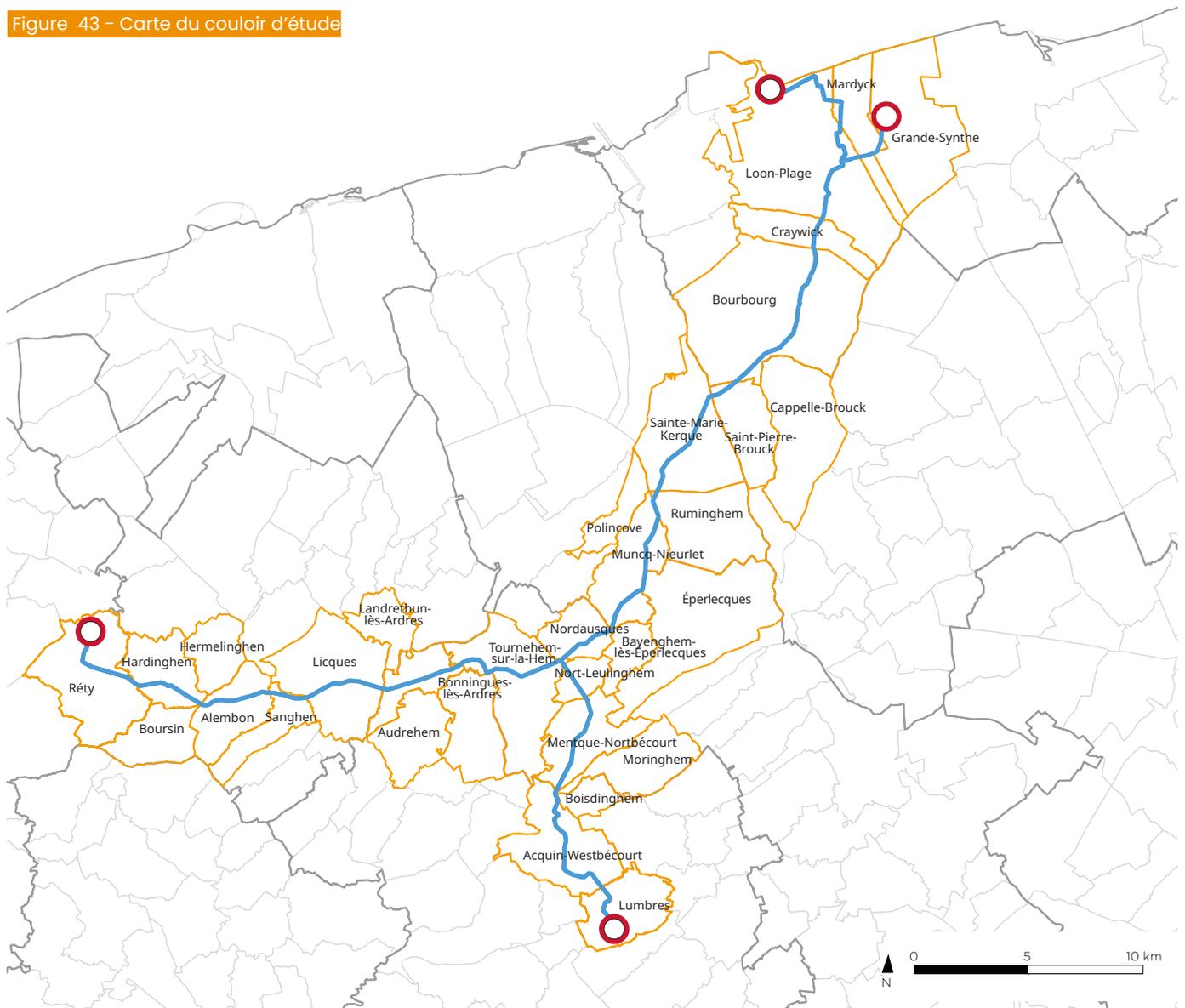
Lors de la deuxième étape, les collectivités potentiellement concernées sont contactées. Pour affiner la connaissance des enjeux et prendre en compte les éventuels projets des collectivités (nouvelles infrastructures, nouvelles constructions, etc.). On obtient ainsi un couloir large de quelques centaines de mètres et la concertation préalable intervient.

La dernière étape commence à la fin de la concertation préalable. Le couloir d'étude est éventuellement ajusté, puis des investigations de terrain (diagnostics écologiques, relevés topographiques) sont conduites pour identifier le tracé dit « de moindre impact ». Ce tracé serait terminé après la concertation publique et figurerait dans les dossiers de demande d'autorisation. La réglementation pour la protection de l'environnement nécessite en effet de conduire des études sur une année pour mesurer les impacts (voir §7.4).

Figure 42 - Carte de l'aire d'étude



Figure 43 - Carte du couloir d'étude



## QUELS SONT LES PRINCIPAUX ENVIRONNEMENTS QUI SERAIENT TRAVERSÉS PAR LES CANALISATIONS ?

Les canalisations traverseraient deux principaux environnements.

Le premier environnement est le bocage typique du Parc Naturel des Caps et Marais d'Opale, avec un paysage vallonné, des coteaux calcaires (abritant une flore et une faune fragiles et spécifiques à ce milieu comme certaines espèces d'orchidées ou des reptiles), des bois et forêts, des parcelles agricoles relativement petites et des haies.

Le second environnement est le Plat Pays de Dunkerque, marqué par un relief plat, de multiples waterings pour le drainage des parcelles, des secteurs de grande culture agricole et, aux alentours de Dunkerque, une forte urbanisation et des implantations industrielles.

### 6.2.5. L'organisation d'un chantier de pose de canalisations

Dans le cas des canalisations du projet D'Artagnan, le chantier se déroulerait sur une période d'environ 22 mois. Si le projet de canalisation était confirmé, la remise en état n'attendrait pas la réalisation de tout le linéaire des canalisations : dès qu'un tronçon serait finalisé, les surfaces seraient restituées dans les meilleurs délais.

#### Avant le début des travaux : l'état des lieux contradictoire

Le chantier serait précédé d'un état des lieux, contradictoire, de toutes les parcelles, routes, ouvrages concernés par ses travaux ou des accès. **Cet état des lieux servirait de repère pour la remise en état par Air Liquide France Industrie.**

Si le projet est confirmé, l'état des lieux contradictoire permettra, avant les travaux, d'identifier les mesures à mettre en œuvre comme des clôtures provisoires, ou des solutions d'accès aux parcelles. Les échanges préalables avec les autorités et les gestionnaires d'infrastructures permettront par ailleurs de préparer les déplacements éventuels de réseaux aériens ou souterrains.

Figure 44 – L'aménagement de la piste



#### L'aménagement de la piste

Pour permettre la circulation des engins et le stockage des déblais de la tranchée sans gêner l'écoulement des eaux, l'aménagement d'une **piste d'une largeur d'une vingtaine de mètres environ** est requise. La réalisation de cette piste peut entraîner des ouvertures dans les clôtures et les haies.

#### Assemblage de la canalisation

À leur arrivée sur le chantier, les tubes en acier carbone, d'une longueur comprise entre 16 et 22 mètres, seraient **cintrés, c'est-à-dire adaptés au relief et au tracé**, en fonction des courbes et des dénivelés. Ils seraient ensuite **soudés le long de la piste puis revêtus d'une protection** (revêtement PEHD). Après

Figure 45 – L'ouverture de la canalisation et la mise en fouille



Figure 46 – Le remblaiement et la remise en état



soudure, des **contrôles visuels et radiographiques** seraient réalisés pour s'assurer de la bonne exécution des opérations et de l'étanchéité des canalisations.

#### L'ouverture de la tranchée et la mise en fouille de la canalisation

La tranchée serait ensuite ouverte, en tenant compte de la position des réseaux souterrains préalablement identifiés. Les terres seraient triées au fur et à mesure, notamment afin **d'isoler la terre végétale à remettre en surface après la pose de la canalisation**. La largeur de la tranchée serait d'environ 1,6 mètre et sa profondeur d'environ 1,6 mètre.

La canalisation serait ensuite posée au fond de la tranchée. La mise en fouille est en général effectuée à l'aide de cinq à six engins, appelés « side-booms » (ou « tracto-poseurs »), et capables de se répartir une charge de 20 à 30 tonnes sur une centaine de mètres. La longueur des tronçons enfouis d'un seul tenant varie selon la présence ou non d'obstacles (traversées de rivières, de routes ou de voies ferrées).

#### Le remblaiement, la remise en état et l'état des lieux après travaux

Après contrôle de la pose, la tranchée serait ensuite refermée, en reprenant la configuration initiale : les terres de fond seraient placées au fond, et les terres végétales en surface.

Des essais seraient ensuite nécessaires pour s'assurer que la canalisation n'a pas été endommagée lors de la pose.

**Les emprises des travaux seraient enfin libérées et remises en état conformément aux engagements pris dans le cadre de l'état des lieux initial** : les clôtures seraient refaites à neuf, les pistes et chemins restaurés, le sol de la piste décompacté, les déblais évacués, les fossés et drains remis en place. Ces opérations seraient à la charge exclusive d'Air Liquide France Industrie. **Le chantier terminé, un deuxième d'état des lieux contradictoire serait réalisé** avec l'ensemble des parties prenantes.



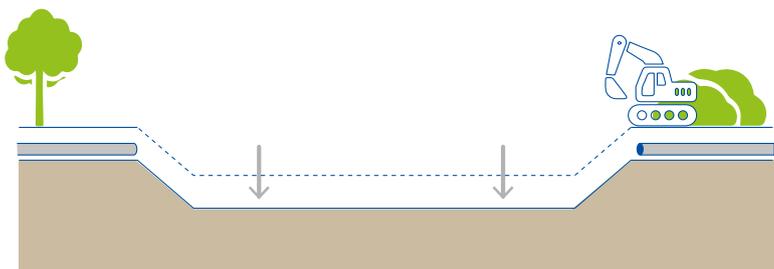
## MÉTHODES CONSTRUCTIVES : COMMENT FRANCHIR LES OBSTACLES ?

Inévitablement, une canalisation croise des obstacles naturels (zones à enjeux, cours d'eau, waterings, etc.) ou techniques (routes, voies ferrées, réseaux souterrains, etc.). Les autorités et gestionnaires de voiries sont systématiquement consultés lors des études pour identifier les méthodes constructives les plus adaptées pour franchir les obstacles. Dans les situations les plus simples, pour le franchissement des petites routes par exemple, une tranchée est généralement réalisée, dans la mesure du possible en demi-chaussée pour ne pas interrompre la circulation, et une déviation locale mise en place si nécessaire. Néanmoins, dans des situations plus complexes, des méthodes avancées sont nécessaires.

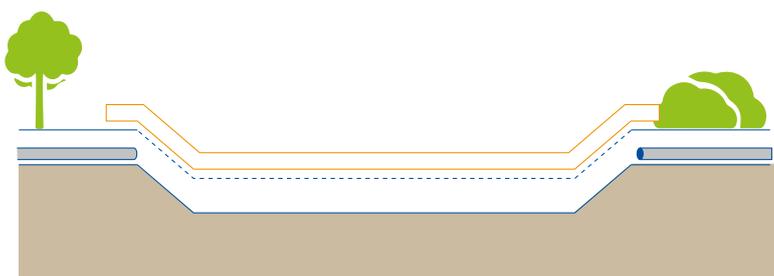
Figure 47 – La pose de canalisation en souille



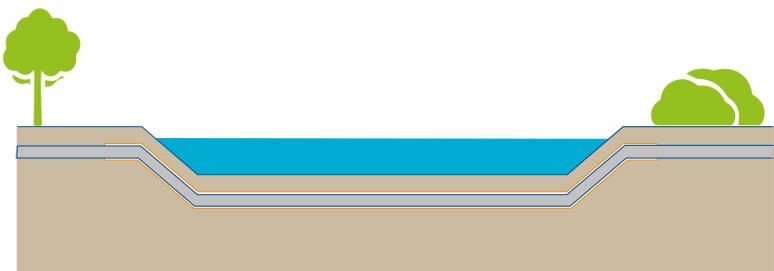
OBSTACLE À FRANCHIR



ASSÈCHEMENT, DÉRIVATION DU COURS D'EAU ET EXCAVATION



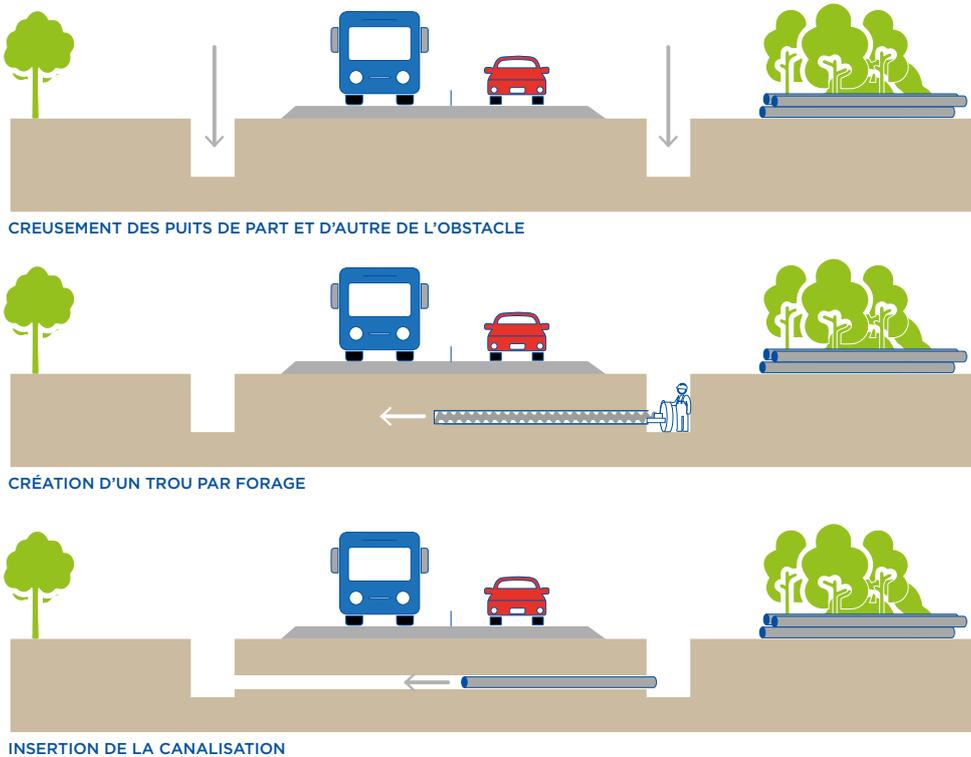
MISE EN PLACE D'UNE SECTION PRÉFABRIQUÉE



RECONSTRUCTION DES BERGES, DU LIT ET REMISE EN EAU

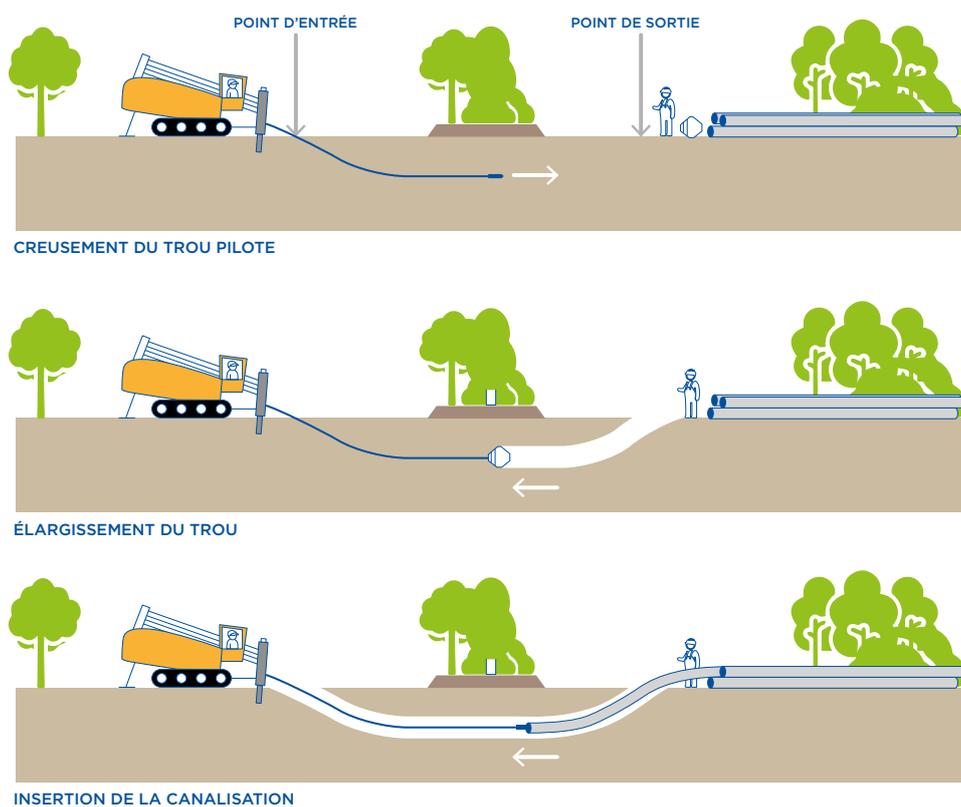
Pour un cours d'eau, un franchissement par souille est généralement mis en œuvre. Il s'agit d'enfoncer la canalisation, en la lestant préalablement avec du béton, sous le fond du cours d'eau. Le tronçon est préalablement préparé sur la rive, avant d'être mis en place. Un ensemble de mesures sont prises pour limiter l'impact sur le cours d'eau pendant la pose (par exemple, dans la mesure du possible, les engins de chantier ne vont pas dans l'eau) et après la pose (par exemple, mise en place d'enrochements pour éviter l'érosion des berges).

Figure 48 – Les étapes de réalisation d'un fonçage



Pour les infrastructures majeures (autoroutes, voies ferrées), on procède généralement par fonçage, ce qui évite la création d'une tranchée et donc la coupure des axes.

Figure 49 – Les étapes de réalisation d'un forage dirigé



Une dernière solution est le forage horizontal dirigé, pour franchir les obstacles les plus larges ou si le terrain ne permet pas la mise en œuvre des solutions précédemment identifiées.

### 6.2.6. Les incidences des canalisations

**Une fois construites, les canalisations souterraines présentent des incidences très réduites sur leur environnement,** comparativement à des infrastructures routières ou ferroviaires par exemple. Les principales incidences sont donc liées à leur construction et l'organisation du chantier doit être soigneusement préparée, en lien avec tous les acteurs concernés (agriculteurs, élus locaux, riverains, etc.).

**La démarche de construction du tracé (voir §6.2.4) s'inscrit pleinement dans la démarche réglementaire « éviter-réduire-compenser » (ERC).** Elle prévoit, en premier lieu, d'éviter les effets négatifs notables d'un projet sur l'environnement. Par exemple, le tracé d'une canalisation peut éviter de traverser une zone humide. Si ceux-ci n'ont pas pu être évités, des mesures doivent être prises pour les réduire. Par exemple, s'il n'est pas possible de faire autrement que de traverser une zone humide, des mesures d'organisation des travaux doivent être prises pour limiter leur impact. Enfin, si les impacts résiduels, après évitement et réduction, restent notables, des mesures de compensation sont nécessaires. Par exemple, une zone humide peut être aménagée en dehors du tracé si une zone humide a été trop affectée par les travaux.

Pour les travaux, Air Liquide France Industrie s'est fixé plusieurs objectifs.

#### Préserver les espaces agricoles

En évitant au maximum les zones urbanisées et les espaces sensibles du point de vue de l'environnement naturel, le tracé des canalisations passerait inévitablement par des espaces agricoles. Une fois mises en service, les canalisations souterraines sont compatibles avec les activités agricoles. En revanche, **les travaux doivent être organisés afin de réduire au maximum l'impact sur les activités agricoles et pour garantir la remise en état des terrains après les opérations.**

**Avant les travaux, un protocole d'accord est prévu entre Air Liquide France Industrie, les Chambres d'agriculture et les représentants des syndicats agricoles.** Ce protocole d'accord devra préciser les modalités des travaux et d'indemnisation des exploitants et/ou propriétaires concernés. Air Liquide France Industrie ira aussi directement à la rencontre des exploitants et/ou propriétaires pour identifier avec eux les dispositifs à mettre en place, au cas par cas, pour atténuer les effets des travaux. Il peut s'agir de la mise en place de clôtures provisoires, d'adaptations des systèmes de drainage, de l'aménagement de passages pour maintenir l'accès aux parcelles, etc. Toujours en amont des travaux, un état des lieux serait réalisé pour chaque parcelle concernée, en présence des exploitants et/ou propriétaires. Dans la mesure du possible, l'organisation des travaux serait adaptée au calendrier des cultures. Quand ce ne sera pas possible, l'indemnisation des exploitants tiendra compte des pertes économiques liées aux travaux.

Pendant les travaux, les mesures préalablement décidées seraient mises en œuvre. Un référent d'Air Liquide France Industrie se tiendra à disposition des propriétaires et exploitants. Les parcelles seraient restituées au fur et à mesure des travaux, après remise en état.

**Air Liquide France Industrie s'engage à remettre en état les parcelles à l'identique, pour que les activités agricoles puissent reprendre leurs cours dans les meilleurs délais.** La remise en état passe par la remise en place de la terre végétale, son décompactage si nécessaire et par le rétablissement des réseaux de drainage.

L'installation d'une canalisation s'accompagnerait de la création d'une bande de servitude "non aedificandi" (interdiction de construire des bâtiments) et "non sylvandi" (interdiction de planter des arbres de plus de 2,70 mètres de haut), d'une largeur de 8 mètres (4 mètres de part et d'autre de la canalisation). Cette servitude est matérialisée par des bornes,

implantées en limite de propriété pour ne pas gêner les exploitants. L'indemnisation des exploitants devra aussi être mise en œuvre, conformément aux dispositions du protocole d'accord.

### Préserver l'environnement, la biodiversité, les paysages et le cadre de vie

Au fur et à mesure des étapes de construction du tracé des canalisations, la connaissance des enjeux environnementaux sera affinée, au moyen **d'analyses cartographiques, d'études de la faune et de la flore (sur plusieurs saisons) et d'enquêtes terrain d'écologues** (experts qui analysent, mesurent et prévoient l'impact des activités humaines sur l'environnement et la biodiversité). C'est un enjeu majeur du projet D'Artagnan, puisque les canalisations s'inscrivent en grande partie dans le périmètre du Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale.

**Ces éléments seront intégrés dans l'étude d'impact, incluse dans les dossiers de demande d'autorisation, qui seront examinés par les services de l'État et l'Autorité environnementale.** L'étude d'impact précisera toutes les mesures de réduction à mettre en œuvre, par exemple :

- des forages dirigés pour éviter de couper un cours d'eau ;
- l'adaptation du calendrier des travaux pour tenir compte des périodes de reproduction des espèces animales ;
- le balisage des travaux pour réduire l'impact sur les habitats naturels et la biodiversité.

Lors des travaux, un écologue missionné par Air Liquide France Industrie s'assurera de la bonne mise en œuvre de ces mesures par les entreprises en charge des travaux.

**Si les impacts ne peuvent être évités ou réduits, des mesures de compensation devront être mises en œuvre.** Les sites propices seront identifiés en concertation avec le Conservatoire des espaces naturels, le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale et les associations environnementales.

Grâce aux entretiens conduits avec les collectivités locales, le tracé des canalisations prendra en compte les infrastructures existantes (routes et réseaux) et les projets d'aménagements. **L'objectif est de ne pas obérer le développement futur du territoire.**

Une fois construites, les canalisations ne seront pas visibles. Les seuls éléments visibles en surface seront les postes de sectionnement et les balises. Le tracé de la canalisation ne sera pas perceptible dans le paysage, sauf ponctuellement, par exemple dans la traversée d'espaces boisés où les servitudes ne permettront pas de replanter des arbres hauts.

### Associer les entreprises du territoire aux travaux

Pendant les travaux, l'objectif d'Air Liquide France Industrie est d'associer autant que possible les entreprises du territoire. Et ce d'autant plus que le projet D'Artagnan s'inscrit dans un bassin industriel où toutes les compétences requises sont a priori disponibles. Si le projet est décidé, Air Liquide France Industrie se rapprochera des chambres consulaires (Chambre de commerce et d'industrie, Chambre des métiers et de l'artisanat) pour faire part de ses besoins et s'assurer que les entreprises locales soient informées.

Figure 50 - Balise de repérage





## QUE SE PASSE-T-IL EN CAS DE FUITE ?

Si, en dépit de toutes les mesures précédemment décrites, une fuite se produisait, un ensemble d'actions serait mis en œuvre.

L'instrumentation des canalisations permettrait de détecter toute variation de pression associée à une fuite et d'identifier le tronçon concerné. Dès lors, depuis le poste de contrôle, le tronçon concerné serait isolé des autres tronçons grâce aux postes de sectionnement. Les actions seraient automatiques et tous les moyens humains et matériels seraient mis en œuvre dans les meilleurs délais pour intervenir sur le terrain. Les autorités seraient prévenues si besoin.

Jusqu'à arrêt de la fuite, le CO<sub>2</sub> s'échapperait de la canalisation et formerait un panache blanc visible, qui se dissiperait dans l'atmosphère en passant de la phase dense à son état naturel sous forme de gaz. Le dioxyde de carbone n'est ni toxique, ni explosif (il est au contraire utilisé dans les systèmes de lutte contre l'incendie). À forte concentration dans l'air, il s'agit en revanche d'un gaz asphyxiant.

## 6.2.7. La maîtrise des risques industriels

Le transport de gaz par canalisation fait l'objet d'une réglementation avec un contrôle des services de l'État. L'arrêté ministériel du 05/03/2014 modifié définit les prescriptions applicables à la conception, la construction, l'exploitation des canalisations de transport de gaz pour préserver la sécurité des personnes et des biens et assurer la protection de l'environnement.

**Air Liquide France Industrie respecte cette réglementation et maîtrise ce mode de transport.** Ses équipes exploitent des canalisations de gaz industriels en France, pour fournir principalement de l'oxygène, de l'azote, de l'argon, de l'hydrogène. Air Liquide France Industrie dispose d'une expertise, d'un savoir-faire et d'un retour d'expérience qui seront mis à profit dans le cadre du projet D'Artagnan.

**Identifier et analyser les risques constituent la première étape de toute démarche sécurité.**

L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (l'Ineris) réalisera une étude sur la dispersion du CO<sub>2</sub> en cas de rupture de la canalisation. Les conclusions de cette étude seront intégrées à l'étude de dangers.

Dans le cadre de la réalisation des demandes d'autorisation nécessaires à la création d'une canalisation, une étude de dangers devra être produite et sera consultable par le public lors de l'enquête publique (voir §7.3). Elle analysera les risques présentés par de telles infrastructures, l'accidentologie, les mesures de réduction des risques. À partir de ces données, et selon la probabilité des phénomènes dangereux susceptibles d'intervenir, elle précisera toutes les mesures mises en œuvre pour assurer la protection de l'environnement, de la biodiversité et des biens. Il peut s'agir de mesures de conception, de prévention et d'organisation. L'étude de dangers présente enfin les modalités d'intervention en cas d'urgence.

À ce stade de développement du projet D'Artagnan, l'étude de dangers n'a pas été réalisée. Néanmoins, plusieurs mesures sont d'ores et déjà identifiées par Air Liquide France Industrie :

- **conception** : les canalisations sont conçues pour être robustes (acier carbone revêtues d'une protection externe en polyéthylène et protégées cathodiquement contre les corrosions). Conformément à la réglementation, un grillage avertisseur de haute résistance mécanique, placé au-dessus de la canalisation, permettrait de réduire le risque d'éventuelles agressions extérieures, tandis qu'un balisage serait déployé en surface ;
- **travaux** : les canalisations seraient posées par des entreprises spécialistes des gaz, sous contrôle étroit d'Air Liquide France Industrie. Des vérifications de la pose et des soudures seraient réalisées. Avant mise en service, des essais seraient menés pour vérifier l'étanchéité des canalisations et le bon fonctionnement des systèmes dans les postes de sectionnement ;
- **exploitation** : les canalisations seraient instrumentées (capteurs de pression et de température) et surveillées en continu. En complément, des inspections et des survols seraient régulièrement réalisés ;
- **prévention** : le principal risque pour une canalisation souterraine provient de la réalisation de travaux non-déclarés. L'instauration de servitudes devra permettre d'inscrire le tracé des canalisations dans les bases de données nationales, accessibles à toutes les entreprises de travaux, et dans les documents d'urbanisme. Si besoin, les équipes d'Air Liquide France Industrie pourront accompagner les entreprises dans la réalisation de leurs travaux.

Ces mesures, habituellement mises en œuvre pour toutes les canalisations souterraines, sont de nature à assurer l'intégrité de ces infrastructures et la maîtrise des risques.

### 6.3. LE TERMINAL POUR RÉCEPTIONNER ET PRÉPARER LE CO<sub>2</sub> EN VUE DE SON TRANSPORT MARITIME

Implanté sur le port de Dunkerque, à l'avant Port Ouest, le Terminal CO<sub>2</sub> serait voisin du Terminal méthanier. Il réceptionnerait le dioxyde de carbone provenant de Lumbres et de Réty et le conditionnerait en vue de son transport maritime vers des sites de séquestration en mer du Nord.

#### 6.3.1. La localisation du Terminal CO<sub>2</sub>

L'implantation du Terminal CO<sub>2</sub> a fait l'objet d'échanges approfondis entre Air Liquide France Industrie et les acteurs locaux, dont les industriels et le Grand Port Maritime de Dunkerque.

Le premier critère, évident, était d'avoir un site en bord de mer, afin de pouvoir créer une jetée permettant le chargement des bateaux.

Deux emplacements étaient possibles sur le Grand Port de Dunkerque : le site de l'ancienne raffinerie des Flandres et un site voisin du Terminal méthanier.

À l'issue d'un dialogue technique, le site voisin du Terminal méthanier a été retenu. Ce site est en effet idéalement placé du point de vue du trafic maritime avec un accès direct à la mer, sans avoir à passer par les écluses du port Est. De plus, il permet d'envisager des synergies industrielles potentielles avec le Terminal méthanier, notamment pour l'échange de frigories (inverse de calories). Dès lors, **Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG, exploitant du Terminal méthanier, se sont associés pour développer le Terminal CO<sub>2</sub> du projet D'Artagnan.**

#### 6.3.2. Les principales installations du Terminal

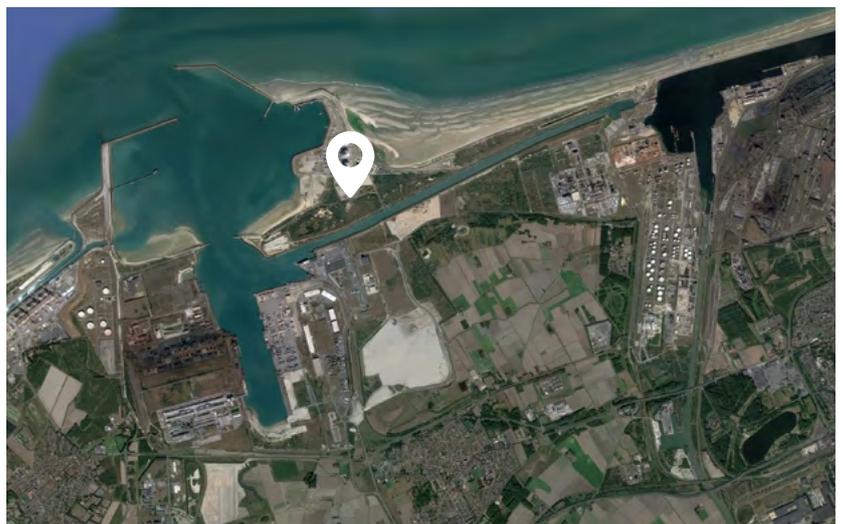
Le CO<sub>2</sub> provenant des usines de Lumbres et de Réty arriverait sous forme dense, à une pression de 100 bar environ et à température ambiante<sup>29</sup>. **Les installations du Terminal CO<sub>2</sub> permettraient de liquéfier et réduire la pression du CO<sub>2</sub>, de le stocker dans des réservoirs temporaires avant de pouvoir le charger dans des navires, semblables à des méthaniers (qui transportent le gaz naturel sous forme liquide).**

À son arrivée, le CO<sub>2</sub> serait donc refroidi jusqu'à devenir liquide, soit jusqu'à -28 °C à 16 bar, soit jusqu'à -50 °C à 7 bar.

Figure 51 – Le Terminal méthanier de Dunkerque

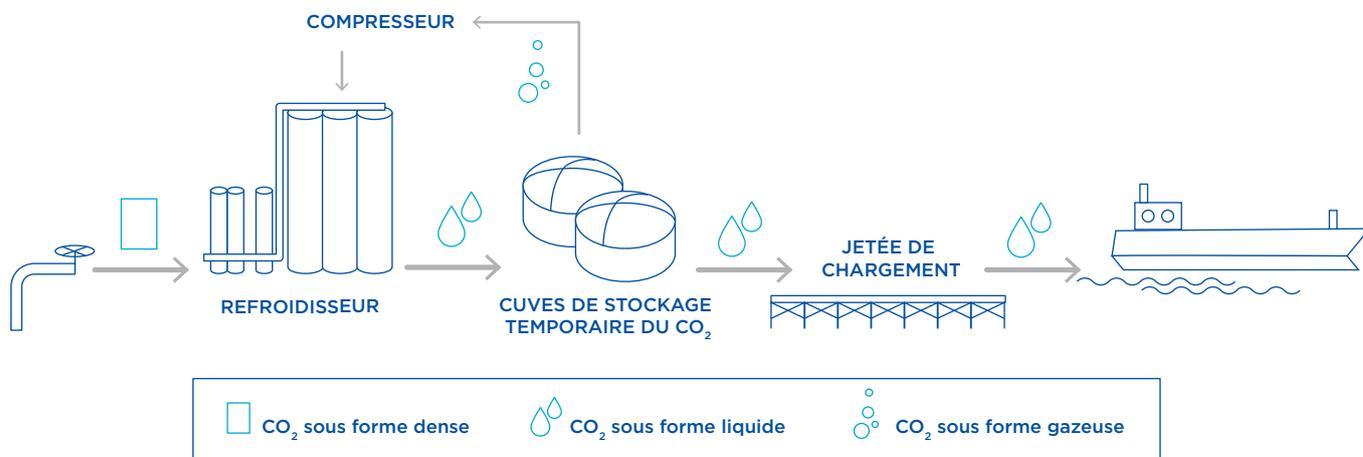


Figure 52 – Localisation du Terminal CO<sub>2</sub> projeté



29 À titre de comparaison, 74 % du réseau de transport de gaz naturel géré par GRTgaz est exploité à une pression maximale de 67,7 bar

Figure 53 – Représentation du fonctionnement du Terminal CO<sub>2</sub>



C'est l'unique étape nécessaire en vue d'un stockage temporaire dans des cuves. Celles-ci seraient isolées du point de vue thermique afin de minimiser le réchauffement du CO<sub>2</sub> et donc de permettre son maintien sous forme liquide. Néanmoins, une petite partie du CO<sub>2</sub> serait susceptible de revenir à l'état gazeux.

Cette fraction gazeuse serait ainsi collectée en continu afin d'éviter toute montée en pression à l'intérieur des cuves de stockage, puis compressée et de nouveau refroidie avant d'être stockée. **Ce mode de fonctionnement est tout à fait classique pour des produits liquéfiés, comme le gaz naturel liquéfié.** La capacité de stockage globale du terminal serait de l'ordre de 20 000 mètres cubes répartis dans 3 ou 4 cuves.

Figure 54 – Les installations du Terminal CO<sub>2</sub>



Le CO<sub>2</sub> sous forme liquide pourrait ensuite être chargé sur des navires accostant à une nouvelle jetée longue de 200 mètres créée dans le cadre du projet D'Artagnan. Cette nouvelle jetée comporterait un poste de chargement et permettrait la création d'un second poste en cas d'augmentation de l'utilisation du Terminal CO<sub>2</sub>.

**Toutes les technologies mises en œuvre pour la liquéfaction ou le stockage temporaire du dioxyde de carbone sont des technologies matures, déjà largement répandues dans l'industrie des gaz. Par ailleurs, ces technologies fonctionnent uniquement à l'électricité et n'impliquent aucun produit chimique.**

La consommation électrique restera très contenue, comprise entre 3 et 5 mégawatts, soit l'équivalent de la puissance d'une vingtaine de superchargeurs de véhicules électriques.

### 6.3.3. Les incidences potentielles du Terminal CO<sub>2</sub>

Pendant les travaux, les principaux effets du Terminal CO<sub>2</sub> seraient liés à l'aménagement d'un terrain d'environ 8 hectares et à la création de la jetée dans la darse du Terminal méthanier. **Le Terminal CO<sub>2</sub> serait situé sur la plateforme de l'ancienne base vie de construction du Terminal méthanier, limitant ainsi l'emprise sur les espaces vierges.**

L'environnement global dans lequel le projet s'inscrit est marqué par de grands sites industriels, dont les superficies et les hauteurs sont sans commune mesure avec les installations projetées du Terminal. Les incidences potentielles sur le milieu maritime engendrées par les travaux et l'exploitation de la jetée seront réévaluées lors des autorisations (voir §7.4). Notons que la darse du terminal méthanier est continuellement exploitée pour les besoins du terminal (dragage d'entretien, mouvements de navires, remorqueurs...).

Le principal effet visible serait l'augmentation du trafic portuaire, avec de l'ordre de 3 à 5 accostages par semaine (le Terminal méthanier reçoit aujourd'hui 1 navire tous les 2 jours). Ce volume de trafic est compatible avec les capacités du Port Ouest du Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD).

De plus, les bateaux pour le transport du CO<sub>2</sub> seraient de petite taille, par rapport aux méthaniers actuellement réceptionnés sur le Terminal (voir §3.6).

Le fonctionnement des installations, électriques, n'est pas susceptible de générer de nuisances particulières.

Le projet participerait à la pérennisation de l'industrie et à l'attractivité du territoire, tout en constituant un catalyseur de l'atteinte des objectifs de neutralité carbone de la France et de l'Union européenne. Ce développement permettrait également d'envisager de futurs développements pour le Terminal méthanier et le GPMD.

### 6.3.4. La maîtrise des risques industriels

Le site du projet fait partie de la zone industrialo-portuaire de Dunkerque. Situé à l'avant-port ouest du GPMD, le site d'implantation du Terminal CO<sub>2</sub> est très éloigné des habitations (la première habitation étant située à plus de 2 kilomètres du terminal).

Le Terminal CO<sub>2</sub> serait directement voisin du Terminal méthanier. Ce site, classé SEVESO, entretient un système de gestion de la sécurité exigeant afin de prévenir les risques d'accidents majeurs.

Les dossiers de demande d'autorisation, à réaliser après la concertation, du Terminal CO<sub>2</sub> intégreront une étude de dangers détaillant les risques du site (y compris les risques naturels comme la submersion marine), les phénomènes dangereux susceptibles d'être générés (risques de fuite ou d'explosion par exemple) et considérant les effets dominos potentiels entre les installations ainsi que les mesures de maîtrise des risques envisagées en conséquence.

## 6.4. UN PROJET ÉVOLUTIF

Le projet D'Artagnan est développé en association étroite entre Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG d'une part, et les industries implantées localement d'autre part. **Le projet est donc conçu pour pouvoir évoluer en fonction des besoins et calendriers des seconds.**

Le Terminal CO<sub>2</sub> pourrait ainsi voir sa capacité de réception augmenter, tandis que le réseau de canalisations pourrait permettre de raccorder d'autres industriels.

À ce stade, il est prévu que le Terminal CO<sub>2</sub> de Dunkerque puisse réceptionner environ 1,5 million de tonnes de CO<sub>2</sub> par an d'ici fin 2027, soit la somme des tonnages captés par la cimenterie de Lumbres (Programme K6) et par l'usine de chaux de Réty (projet CalCC), si ces sites sont effectivement raccordés au Terminal de Dunkerque.

Ultérieurement, d'autres industriels ayant des émissions inévitables de CO<sub>2</sub> locaux pourraient être raccordés. Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG estiment ainsi qu'à moyen terme, jusqu'à 4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> pourraient être prises en charge par le projet D'Artagnan.

Le CO<sub>2</sub> pourrait être acheminé par des canalisations sous forme gazeuse depuis des sites voisins, comme l'aciérie d'ArcelorMittal, ou par des canalisations sous forme dense depuis des sites plus éloignés du Nord et du Pas-de-Calais.

Selon son état – liquide, gazeux, dense – le CO<sub>2</sub> pourrait soit directement être pris en charge par les installations du Terminal, soit de nouveaux circuits devraient être mis en œuvre.

Le cas échéant, il serait possible d'augmenter le nombre de dessertes par navires, afin d'expédier davantage de CO<sub>2</sub>.

Si de nouveaux développements étaient décidés à l'avenir, de nouvelles autorisations seraient sollicitées par l'exploitant du Terminal CO<sub>2</sub>, intégrant une actualisation de l'examen des incidences, tant du point de vue environnemental que du point de vue des risques industriels.



## LE PROJET D'ARCELORMITTAL POUR LA PRODUCTION D'ACIER À BASSE ÉMISSION DE CO<sub>2</sub> SUR LE SITE DE DUNKERQUE

Afin de répondre aux ambitions européennes et nationales, ArcelorMittal s'est résolument engagé dans la lutte contre le réchauffement climatique en se fixant deux objectifs pour ses activités en Europe : réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> de 35 % à l'horizon 2030, et atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

Le projet de production d'acier à basse émission de CO<sub>2</sub> sur le site de Dunkerque, représentant un investissement de plus de 1,4 milliard d'euros, a fait l'objet d'une concertation préalable sous l'égide de garants désignés par la CNDP, du 23 novembre 2022 au 12 février 2023. Mis en service en 2026, le futur procédé de fabrication permettra de réduire significativement la quantité de CO<sub>2</sub> émise par tonne d'acier produite de 1,8 tonne (pour la filière haut-fourneau) à 0,5 tonne.

Au-delà, le captage des émissions de CO<sub>2</sub> sur le site d'ArcelorMittal à Dunkerque pourrait être mis en œuvre. Une partie du CO<sub>2</sub> capté pourrait ensuite être transféré vers le Terminal CO<sub>2</sub> du projet D'Artagnan. Le cas échéant, compte tenu de la distance de transport – relativement courte – une canalisation de transport du dioxyde de carbone sous forme gazeuse pourrait être mise en œuvre. Aucune décision finale n'a été prise à ce stade par ArcelorMittal.

Plus d'informations :

[www.concertation-amf-decarbonation.fr](http://www.concertation-amf-decarbonation.fr)



# ÉTAPES ET CALENDRIER POUR LA MISE EN ŒUVRE DES PROJETS

---

La Phase 2 du Programme K6, le projet CalCC et le projet D'Artagnan font l'objet d'une concertation préalable conjointe. À son issue, les études des trois projets se poursuivront et les dossiers de demandes d'autorisation seront déposés. Chaque projet sollicitera une ou plusieurs autorisations administratives. Fin 2024, les partenaires de Cap décarbonation – EQIOM, Lhoist, Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG – décideront des suites à donner à ces trois projets.

D'ores et déjà, la Phase 2 du Programme K6, le projet CalCC bénéficie d'importants soutiens européens, associés à un calendrier de réalisation. Le projet D'Artagnan sollicitera également des soutiens financiers européens en 2023.

## 7.1. UN FORT SOUTIEN DE L'UNION EUROPÉENNE

La mise en œuvre de la Phase 2 du Programme K6 et du projet CalCC conduirait à un surcoût dans la production du ciment et de la chaux, compte tenu du coût du captage du CO<sub>2</sub>, de son transport et de sa séquestration (voir chapitre §3.2).

Pour que ces investissements soient supportables et afin de compenser le renchérissement de la production, un soutien financier est indispensable, sans quoi des projets comme la Phase 2 du Programme K6 et le projet CalCC ne pourraient voir le jour, faute de modèle économique équilibré. Dans le même temps, il y a urgence à agir pour lutter contre le dérèglement climatique : de tels investissements ne peuvent être différés.

**Pour leurs projets respectifs, EQIOM et Lhoist, en partenariat avec Air Liquide France Industrie, ont donc candidaté au Fonds européen pour l'innovation (Innovation Fund).**

Fin 2021, EQIOM et Air Liquide France Industrie ont été sélectionnés par l'Union européenne pour la Phase 2 du Programme K6. C'est le premier projet

français de grande taille à bénéficier d'un tel soutien, parmi les 310 projets candidats à la session de 2021, qui démontre la robustesse et la pertinence de ce projet. Près de 150 millions d'euros de financements européens seront obtenus si le projet va à son terme.

Un an plus tard, fin 2022, c'est au tour de Lhoist et d'Air Liquide France Industrie d'être sélectionnés par l'Union européenne pour le projet CalCC, avec 125 millions d'euros de financements européens.

La délivrance des soutiens européens est associée à des engagements des industriels. EQIOM et Lhoist se sont ainsi engagés à capter les premières tonnes de CO<sub>2</sub> au 1<sup>er</sup> janvier 2028.

Le projet D'Artagnan ne relève pas du Fonds européen pour l'innovation. En revanche, il peut prétendre à des soutiens européens dans le cadre du mécanisme pour l'interconnexion en Europe. Un soutien sera sollicité d'ici la fin de l'année 2023 par Air Liquide France Industrie et Dunkerque LNG.

## 7.2. LES COÛTS

La mise en œuvre des projets de Cap décarbonation représenterait un investissement global de l'ordre de 530 millions d'euros :

- Phase 2 du Programme K6 : 150 millions d'euros (intégrant le raccordement électrique) ;
- Projet CalCC : 160 millions d'euros (intégrant le renforcement électrique) ;
- Projet D'Artagnan : 220 millions d'euros (intégrant les canalisations CO<sub>2</sub>).

Les articles L. 341-2 et L. 342-6 du code de l'énergie disposent que les Tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) couvrent une partie des coûts de raccordement aux réseaux (taux de réfaction), l'autre partie pouvant faire l'objet d'une contribution versée à RTE. L'arrêté du 30 novembre 2017 fixe les taux de réfaction applicables pour le raccordement d'installations de consommation, de production, ou des réseaux publics de distribution publics d'électricité.



### LE FONDS EUROPÉEN POUR L'INNOVATION

« Le Fonds européen pour l'Innovation allouera une aide d'environ 38 milliards d'euros entre 2020 et 2030 (à 75 euros/tonne de CO<sub>2</sub>), en fonction du prix du carbone, pour le développement commercial de technologies innovantes à faible teneur en carbone, visant au déploiement de solutions industrielles pour décarboner l'Europe et soutenir la transition énergétique.

L'objectif est d'aider les entreprises à investir dans les énergies propres et dans la décarbonation de l'industrie afin de stimuler la croissance économique, créer des emplois locaux pérennes et de renforcer le « leadership » technologique européen à l'échelle mondiale.

Pour ce faire, des appels à projets, à petites et grandes échelles, sont lancés, tels que :

- le développement de technologies innovantes bas carbone dans les industries à forte consommation d'énergie et la transformation des procédés de production incluant la substitution de combustibles et de matières premières par des matériaux faiblement carbonés ;
- le captage et stockage / utilisation du carbone (CSC) ;
- la production innovante d'énergies renouvelables ;
- le stockage de l'énergie. »

[traduction non-officielle de la page dédiée du site internet de la Commission européenne : [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en)]

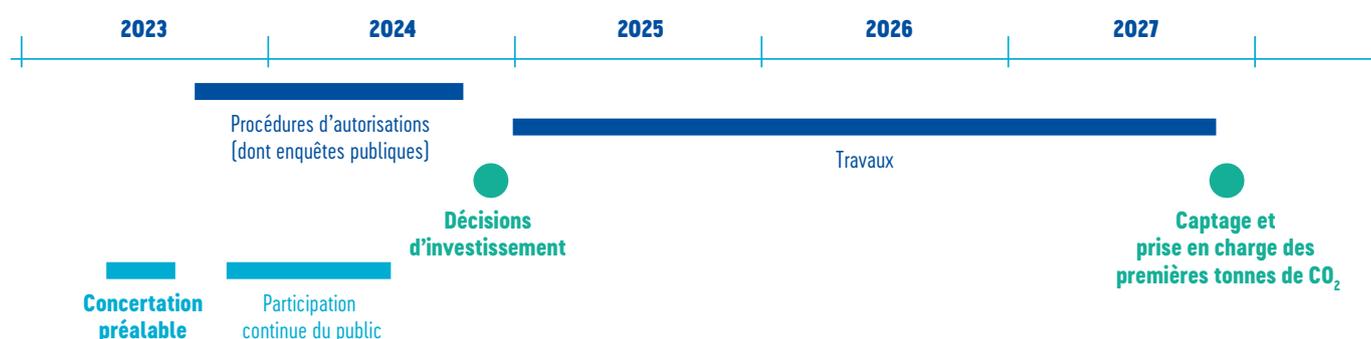
Pour le raccordement des installations des consommateurs aux réseaux publics en haute tension (HTB) ce taux s'élève à 30 %. Ainsi, la prise en charge financière du raccordement électrique par EQIOM et Lhoist s'élève à 70 % du coût complet de leurs raccordements électriques respectifs.

Pour EQIOM, le coût global du raccordement s'élève à environ 11,1 millions d'euros dont presque 7,8 millions d'euros à la charge d'EQIOM.

Pour Lhoist, le coût global du raccordement s'élève à environ 6 millions d'euros dont un peu plus de 4 millions d'euros à la charge de Lhoist.

### 7.3. LES CALENDRIERS DES PROJETS

Figure 55 – Les calendriers des 3 projets



### 7.4. LES PROCÉDURES

Chacun des trois projets nécessitera une ou plusieurs autorisations administratives. Les procédures d'autorisations interviendront après la concertation préalable (voir §1.6).

Une **Demande d'autorisation environnementale** (DAE) inclut notamment une étude d'impact présentant l'état initial

de la zone d'implantation, une description du projet et des alternatives, une présentation des effets du projet dans son ensemble sur l'environnement, et les mesures associées pour éviter, réduire ou compenser ces impacts. Dans le cas d'une DAE relative à une installation classée pour la protection environnementale, une étude de dangers doit être réalisée.

	Phase 2 du Programme K6			Projet CalCC		Projet D'Artagnan	
	Unité de captage	Raccordement électrique	Fourniture d'oxygène	Unité de captage	Raccordement électrique	Canalisations souterraines	Terminal CO <sub>2</sub>
<b>Autorisations nécessaires</b>	Demande d'autorisation environnementale	Demande de déclaration d'utilité publique  Le cas échéant, demande d'autorisation environnementale	À déterminer selon la solution retenue	Demande d'autorisation environnementale	Demande de déclaration d'utilité publique  Le cas échéant, demande d'autorisation environnementale	Demande d'autorisation de construire et d'exploiter  Demande de déclaration d'utilité publique	Demande d'autorisation environnementale
<b>Pétitionnaires (demandeurs) des autorisations</b>	EQIOM	RTE	À déterminer (EQIOM et/ou Air Liquide France Industrie)	Lhoist	RTE	Air Liquide France Industrie	À déterminer (Dunkerque LNG et/ou Air Liquide France Industrie)



## ÉTUDE D'IMPACT ET ÉTUDE DE DANGERS

L'**étude d'impact** présente tout d'abord l'état initial de la zone d'implantation d'un projet et de ses abords. Elle décrit ensuite le projet et les solutions de substitution étudiées et écartées. Enfin, elle identifie les effets du projet sur l'environnement (ressource en eau, nuisances, émissions de gaz à effet de serre, urbanisation, faune et flore, etc.) et les mesures associées pour éviter, réduire ou compenser ces impacts.

L'**étude de dangers** détaille l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles d'être générés par une installation ainsi que les mesures de maîtrise des risques envisagés en conséquence.

Une **demande de Déclaration d'utilité publique** (DUP) permet de reconnaître l'utilité publique d'un projet afin de procéder à l'instauration de servitudes (limitations administratives du droit de propriété et d'usage du sol). Cette procédure administrative est indispensable pour des projets tels qu'une canalisation ou une ligne électrique, qui traversent des terrains privés.

Une **demande d'autorisation de construire et d'exploiter** (DACE) est une procédure administrative spécifique aux canalisations. Elle comprend des éléments similaires à ceux d'un DAE, et en particulier une étude d'impact et une étude de dangers.

Des **demandes de permis de construire** (PC) pourraient enfin être nécessaires.

Les différentes demandes d'autorisations seront produites par les maîtres d'ouvrages et leurs bureaux d'études. Elles seront ensuite instruites par les services de l'État, qui évaluent la complétude et la recevabilité du dossier. À cette étape, l'Autorité environnementale compétente rend également un avis sur la qualité de l'étude d'impact.

Les dossiers seront ensuite rendus publics lors d'une enquête publique, une procédure de participation du public placée sous l'égide d'un commissaire enquêteur ou d'une commission d'enquête. Tenant

compte de toutes les expressions, le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête rend ensuite un avis sur le projet, assorti d'éventuelles réserves et/ou de recommandations auxquelles le maître d'ouvrage doit répondre.

S'en suivra une consultation éventuelle du Comité départemental d'évaluation des risques sanitaires et technologiques (Coderst), selon les autorisations administratives.

La dernière étape sera la phase de décision. Sur la base de tous les avis rendus sur le projet, l'autorité compétente accordera ou non l'autorisation sollicitée. Pour une demande d'autorisation environnementale, c'est le Préfet de département qui est l'autorité compétente. Pour une déclaration d'utilité publique, c'est soit le préfet de département soit le ministre de la Transition écologique qui est compétent.

**Compte tenu des calendriers des projets, les demandes d'autorisations seront réalisées concomitamment par les maîtres d'ouvrages, pour assurer une bonne prise en compte des impacts cumulés des projets.**

## 7.5. LA CONCERTATION FONTAINE POUR LES RACCORDEMENTS ÉLECTRIQUES

Dans le cadre spécifique des ouvrages du réseau public de transport d'électricité, RTE met en œuvre la concertation dite « Fontaine ». Elle concernera ainsi les raccordements électriques de la Phase 2 du Programme K6 et du projet CalCC.

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<sup>30</sup>, est notamment de définir, avec les élus et les associations

30 Circulaire du 9 septembre 2022 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

représentatives, les caractéristiques du projet ainsi que les mesures d'insertion environnementale et d'accompagnement de celui-ci. Cette circulaire prévoit que cette concertation soit pilotée par le Préfet.

La **concertation « Fontaine »** implique tous les élus et parties prenantes, associant les services de l'État, des associations représentatives des populations concernées et le maître d'ouvrage. Elle se déroule en deux phases :

- la première porte sur la présentation du projet d'ouvrage et la délimitation d'une aire d'étude, aire géographique au sein de laquelle seront recherchés le tracé ou l'emplacement des ouvrages, avec les parties prenantes. La proposition d'aire d'étude ne doit pas conduire à écarter a priori des tracés pertinents ; a contrario, elle ne doit pas retenir des zones présentant à l'évidence des aspects rédhibitoires du point de vue de l'environnement. Au sein de cette zone, sont recensées les données écologiques, paysagères, économiques et humaines permettant d'analyser les impacts du projet sur l'environnement et de définir des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation de ces impacts ;
- la seconde étape consiste à procéder au recensement des différentes sensibilités et enjeux à l'intérieur de cette aire d'étude, à présenter les différentes solutions envisageables pour aboutir aux choix de l'une d'entre elles, et enfin de définir un fuseau de moindre impact. La recherche du fuseau de moindre impact tient compte des perspectives de développement des acteurs économiques, des enjeux environnementaux, et de critères d'ordre technique et économique.

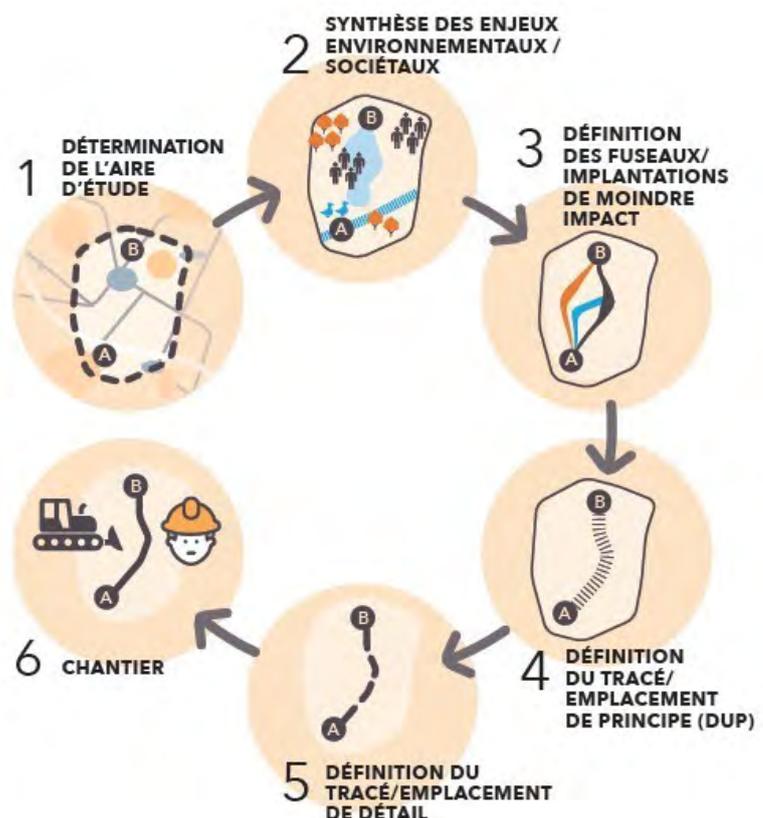
**Les raccordements électriques de la Phase 2 du Programme K6 et du projet CalCC seront ainsi concernés par cette procédure de concertation « Fontaine ».** Ces procédures spécifiques sont complémentaires de la concertation préalable sur Cap décarbonation.

**Pour le raccordement électrique de la Phase 2 du Programme K6, la concertation « Fontaine » est lancée : la première phase s'est conclue à l'issue de l'instance locale de concertation qui s'est déroulée le 9 mai au cours de laquelle l'aire d'étude a été validée par le préfet.**

La seconde phase se tiendra après la concertation préalable. Sur la base de l'aire d'étude et des enseignements de la concertation préalable sur Cap décarbonation, une nouvelle réunion avec les parties prenantes précitées doit permettre de discuter des différents fuseaux de tracé envisageables pour n'en retenir qu'un seul (fuseau de moindre impact).

**Pour le raccordement électrique du projet CalCC, la concertation « Fontaine » se tiendra après la concertation préalable sur Cap décarbonation, vraisemblablement à l'automne 2023.** En effet, les études environnementales sur la zone d'étude ont commencé en avril 2023. La concertation « Fontaine » pourra ainsi prendre en compte les enseignements de la concertation préalable sur Cap décarbonation.

Figure 56 - Les étapes d'un projet de raccordement électrique





## LES ALTERNATIVES

---

La démarche de décarbonation dans laquelle s'inscrivent la Phase 2 du Programme K6, le projet CalCC et le projet D'Artagnan est le fruit de plusieurs années de réflexions partagées entre les partenaires de Cap décarbonation. Au fur et à mesure de ces réflexions, plusieurs alternatives ont été considérées : elles sont présentées ci-après.

## 8.1. NE PAS CAPTER LES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE : L'ABSENCE DE RÉALISATION DE LA PHASE 2 DU PROGRAMME K6 ET DU PROJET CALCC

La première alternative considérée est l'absence de réalisation de la Phase 2 du Programme K6 ou du projet CalCC, qui prévoient le captage du CO<sub>2</sub> émis par la cimenterie de Lumbres et l'usine de production de chaux de Réty.

Selon cette alternative, les usines continueraient à rejeter à l'atmosphère d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>, de l'ordre de 1,5 million de tonnes par an. Leur contribution à l'effort global de réduction des émissions de gaz à effet de serre serait très réduite, alors même que la décarbonation de l'industrie apparaît comme une priorité aux échelles nationale et européenne.

D'autre part, dans un contexte de réduction progressive des quotas gratuits d'émissions de dioxyde de carbone, la compétitivité des deux usines serait dégradée. Les usines ne produiraient pas de produits bas carbone et elles seraient ainsi fragilisées vis-à-vis de la concurrence.

Enfin, pour EQIOM, une partie de l'investissement consenti dans le cadre du Programme K6 deviendrait inopérant. En effet, la Phase 1 de ce Programme prévoit le remplacement des deux fours existants par un unique four plus performant, prévu pour fonctionner en oxycombustion, afin de faciliter ensuite le captage du CO<sub>2</sub>.

## 8.2. PRODUIRE AUTREMENT LE CLINKER OU LA CHAUX

Que ce soit pour EQIOM ou pour Lhoist, une alternative à la Phase 2 du Programme K6 ou au projet CalCC serait de produire autrement le ciment ou la chaux.

Pour le clinker, des procédés de production alternatifs au procédé « Portland » existent et font l'objet de communications récentes. Cependant, des interrogations demeurent quant au champ d'application des ciments, à leur cycle de vie et aux produits utilisés. En résumé, faute d'informations disponibles, il est très difficile d'évaluer les atouts et inconvénients de ces procédés alternatifs.

La production de la chaux par calcination du calcaire est l'unique solution existante à ce jour. Lhoist reste engagé dans le développement d'une solution alternative de production de la chaux, au moyen de fours électriques afin d'éviter le CO<sub>2</sub> émis par l'utilisation de combustibles fossiles. Une telle solution ne permettrait cependant pas d'éviter les émissions liées à la réaction chimique de décarbonatation du calcaire. De surcroît, cette solution technique est au stade de la recherche et du développement et les perspectives d'industrialisation sont encore lointaines. Le projet CalCC permet d'apporter une réponse rapide aux objectifs de décarbonation, sans nécessiter de revoir complètement le fonctionnement de l'usine de Réty et donc sans remplacement de ses 9 fours.

### 8.3. CAPTER AUTREMENT LE DIOXYDE DE CARBONE : LES ALTERNATIVES TECHNOLOGIQUES AU PROCÉDÉ CRYOCAP™

EQIOM et Lhoist ont tous deux retenu des déclinaisons du procédé Cryocap™ d'Air Liquide France Industrie pour le captage du CO<sub>2</sub>.

Deux grandes familles de technologies de captage existent : les technologies en post-combustion ou les technologies en oxycombustion.

Les technologies en post-combustion sont de plusieurs types : captage par distillation, captage par membranes, captage par adsorption, captage physique ou captage chimique. Ces technologies présentent des niveaux de maturité variés. Les technologies de captage chimique sont les plus avancées et les plus répandues. Le mélange gazeux issu des fours circule à travers une solution aqueuse, où les molécules de CO<sub>2</sub> sont absorbées par des composés chimiques. La difficulté est ensuite de séparer le composé chimique du dioxyde de carbone, ce qui implique de porter à haute température le mélange (et donc de produire de la chaleur – souvent à partir de combustibles fossiles). Enfin, de telles solutions de captage reposent sur l'usage de composés chimiques (ammoniac, amines, etc.) qui peuvent être dangereux.

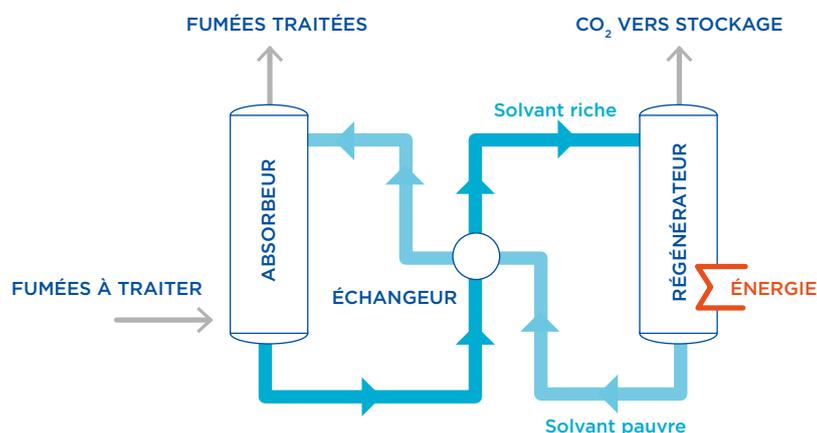
Les technologies en oxycombustion consistent à modifier les conditions de la combustion, en la faisant intervenir en présence d'oxygène pur plutôt que d'air ambiant. Dès lors, le mélange gazeux issu de la combustion est plus concentré en dioxyde de carbone, ce qui le rend plus facile à capter ensuite. Plusieurs options sont possibles pour le captage :

- la cryogénie ;
- l'adsorption ;
- l'utilisation d'un solvant.

Ces options sont cumulables selon la concentration en CO<sub>2</sub> du mélange gazeux ou selon le taux de captage recherché. Ces technologies, bien que moins répandues que les technologies en post-combustion, sont matures.

- **Le Programme K6 prévoit la création d'un nouveau four, fonctionnant à l'oxygène pur, ce qui rend possible le choix d'une technologie de captage en oxycombustion. Parmi les technologies disponibles, Cryocap™ Oxy a été jugée par EQIOM la plus pertinente, au regard de sa compatibilité avec le nouveau four, de son niveau de maturité technologique et de son faible impact environnemental.**
- **Pour le projet CalCC, les fours existants sont maintenus. Par conséquent, c'est une technologie de captage en post-combustion qui devait être choisie. Une technologie de captage chimique est exclue, puisqu'il n'y a pas de chaleur disponible (les fours existants ne produisant que très peu de chaleur exploitable). Parmi les technologies restantes, Lhoist a retenu Cryocap™ FG, qui associe adsorption et cryogénie. Cette technologie a en effet été jugée la plus efficace par rapport à la composition du mélange gazeux en sortie des fours, tout en ayant l'avantage de fonctionner uniquement à l'électricité et avec très peu de produits chimiques.**

Figure 57 - Captage en post-combustion par absorption chimique



## 8.4. TRANSPORTER LE CO<sub>2</sub> DES SITES ÉMETTEURS VERS UN TERMINAL D'EXPORT : LES DEUX SCÉNARIOS ENVISAGEABLES

Deux principaux scénarios sont envisagés :

- **scénario 1** : création d'un réseau de canalisations souterraines de transport de CO<sub>2</sub> reliant les usines de Lumbres et de Réty au projet de Terminal CO<sub>2</sub> à Dunkerque. Ce réseau de canalisations serait réalisé par Air Liquide France Industrie ;
- **scénario 2** : transport du CO<sub>2</sub> par trains vers un terminal étranger, plusieurs projets de ce type étant en développement en Belgique et aux Pays-Bas.

Ces scénarios et leurs implications sont plus précisément décrits dans la partie §3.3 du dossier de concertation.

Pour les maîtres d'ouvrages impliqués dans la démarche de décarbonation objet de la présente concertation préalable, il ne s'agit pas à proprement parler d'alternatives. Le scénario 1 est préférentiel, le scénario 2 étant quant à lui une solution de repli.

Une alternative pourrait être le transport par trains du dioxyde de carbone jusqu'au Terminal CO<sub>2</sub> créé à Dunkerque. Cependant, la localisation du Terminal CO<sub>2</sub> ne permet pas de créer un raccordement ferroviaire. Une rupture de charge serait alors nécessaire : le CO<sub>2</sub> serait déchargé des wagons-citernes sur un site à proximité du Terminal CO<sub>2</sub>, puis transféré vers ce dernier au moyen de canalisations. Cette rupture de charge générerait des risques de fuites, des manœuvres techniques supplémentaires et des surcoûts liés à ces opérations et à la création d'infrastructures. C'est pourquoi elle n'a pas été retenue.

## 8.5. NE PAS RÉALISER LE PROJET D'ARTAGNAN

Avec le projet D'Artagnan, la France disposerait de ses propres infrastructures de collecte et d'export du CO<sub>2</sub> dans le Dunkerquois et ne dépendrait pas d'infrastructures étrangères. En revanche, l'absence de mise en œuvre du projet pourrait ralentir les projets de décarbonation en cours, voire les arrêter. L'objectif du territoire d'atteindre la neutralité carbone serait alors compromis et, par conséquent, l'atteinte de la neutralité carbone à l'échelle française aussi. L'attractivité du territoire pour les industriels pourrait, à terme, être réduit.

Dans le cas où le projet D'Artagnan ne pourrait aboutir, EQIOM et Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais) – ainsi que les autres industriels ayant pour projet de capter leurs émissions – devraient opter pour un transfert de leur CO<sub>2</sub> vers un autre terminal, probablement belge ou néerlandais. Certains industriels pourraient choisir de relocaliser leurs installations à proximité de terminaux étrangers.



### D'AUTRES PROJETS DE TERMINAUX CO<sub>2</sub> EN DÉVELOPPEMENT

Le Hub CO<sub>2</sub> Antwerp@C a reçu des subventions européennes pour les études et pour la construction d'un terminal d'export alimenté par un réseau de canalisations desservant le port d'Anvers. Le projet est conduit par Air Liquide, Fluxys (actionnaire de Dunkerque LNG) et le port d'Anvers.

Un projet similaire est en développement sur le port de Gand, à un stade moins avancé, même s'il bénéficie d'ores et déjà d'une subvention européenne pour les études.

Un dernier projet en développement est le Hub CO<sub>2</sub>NEXT à Rotterdam : le terminal serait connexe au terminal méthanier de Gate et pourrait profiter de synergies avec le terminal GNL de Rotterdam.

Figure 58 - Canalisations de transport de CO<sub>2</sub> en fonctionnement aux États-Unis



Source : MEETING THE DUAL CHALLENGE – A Roadmap to At-Scale Deployment of CARBON CAPTURE, USE, AND STORAGE CHAPTER SIX – CO<sub>2</sub> TRANSPORT

### 8.6. TRANSPORTER LE CO<sub>2</sub> PAR CANALISATIONS : LES ALTERNATIVES TECHNOLOGIQUES

Pour la création du réseau de canalisations souterraines du projet D'Artagnan, trois solutions technologiques ont été étudiées :

- le transport du dioxyde de carbone sous forme gazeuse ;
- le transport du dioxyde de carbone sous forme liquide ;
- le transport du dioxyde de carbone sous forme dense.

Le transport par canalisations sous forme gazeuse est habituellement utilisé en France pour le transport de gaz industriel (gaz naturel, oxygène, azote, hydrogène, éthylène). Le transport du CO<sub>2</sub> sous forme dense n'a pas encore été mis en œuvre en France, mais il existe aux États-Unis. Le transport du CO<sub>2</sub> sous forme gazeuse est plus simple mais moins économique. En effet, sous forme gazeuse, le CO<sub>2</sub> occupe plus de place : il y a donc plus de volume à manipuler, ce qui nécessite d'importants

équipements d'injection et de compression et un diamètre de canalisations plus important.

Le transport du CO<sub>2</sub> sous forme liquide permet de maximiser le débit et de réduire le diamètre des canalisations par rapport à un transport sous forme gazeuse. Néanmoins, les tuyaux doivent être isolés pour maintenir le CO<sub>2</sub> à basse température, ce qui augmente le coût des canalisations. Le transport sous forme liquide conduit aussi à des problèmes de dilatation des canalisations, réservant cette solution à un transport sur de courtes distances, pour charger ou décharger un train ou un bateau par exemple.

Enfin, le transport du CO<sub>2</sub> sous forme dense cumule les atouts des deux précédents : l'investissement requis est moins important que pour la forme liquide et il n'est pas nécessaire de maintenir de basses températures. De surcroît, sous forme dense, le dioxyde de carbone occupe moins de place que sous forme gazeuse : le diamètre des canalisations et leur encombrement sont donc réduits.

## 8.7. LA DESTINATION DU CO<sub>2</sub>: RÉUTILISATION ET SÉQUESTRATION

Une fois le dioxyde de carbone capté, deux options sont possibles :

- sa réutilisation dans l'industrie comme matière première ou ;
- sa séquestration dans des formations géologiques profondes.

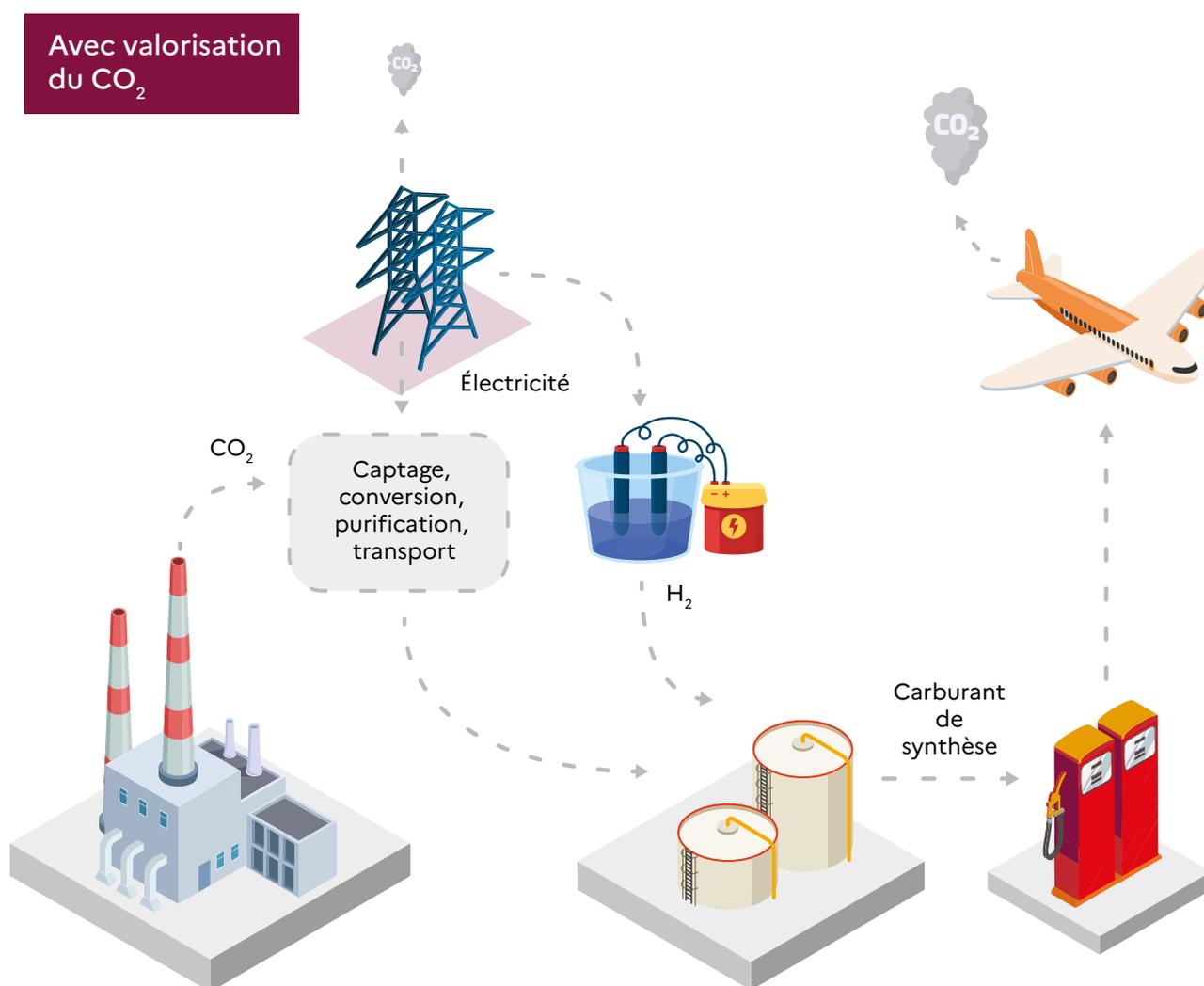
Dans son chapitre dédié au captage-séquestration de CO<sub>2</sub> dans le secteur industriel, la Stratégie nationale bas carbone explique qu'en alternative à la séquestration, « l'utilisation (ou ré-utilisation) du CO<sub>2</sub> capté (dans de nouveaux vecteurs énergétiques par méthanation

(en combinant CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>) ou dans des produits manufacturés, des produits de construction, etc.) pourra être envisagée. »<sup>31</sup>.

**Dans le cadre de la présente démarche de décarbonation, la séquestration est l'option retenue par les partenaires car la réutilisation présente plusieurs limites.**

En premier lieu, le volume de CO<sub>2</sub> aujourd'hui réutilisable est réduit. Les principales applications sont dans l'industrie agroalimentaire (refroidissement, conservation des aliments), la lutte contre les incendies (extincteurs) et dans les serres.

Figure 59 - La fabrication de carburant de synthèse, une option de réutilisation du CO<sub>2</sub><sup>32</sup>



31 [Stratégie nationale bas carbone \(ecologie.gouv.fr\)](https://ecologie.gouv.fr)

32 [Valorisation du CO2 \(ademe.fr\)](https://ademe.fr)

**Le marché total de ventes de CO<sub>2</sub> en France représente aujourd'hui 0,8 million de tonnes par an<sup>33</sup>, or le volume de CO<sub>2</sub> capté sur les seules usines de Lumbres et de Réty atteindrait 1,5 million de tonnes par an.** Dans le cadre du Programme K6, un volume de réutilisation de 20 000 tonnes de CO<sub>2</sub> est envisagé pour produire des matériaux de construction, à mettre en regard des 808 000 tonnes qui seraient captées chaque année.

Ensuite, les nouvelles applications utilisatrices de CO<sub>2</sub> telles que l'e-fuel ne sont pas matures. Elles sont aujourd'hui expérimentales ou insuffisamment développées, et des recherches sont encore en cours pour réduire les réémissions de CO<sub>2</sub> et les co-produits. De plus, elles ne permettront pas de répondre à l'ensemble du besoin et elles nécessitent l'utilisation d'hydrogène décarboné, produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité décarbonée, avec des niveaux de coûts actuels très élevés.

Enfin, seule la séquestration peut être considérée comme un retrait définitif du carbone de l'atmosphère alors que le CO<sub>2</sub> aujourd'hui consommé ou demain réutilisé finit inévitablement par retourner à l'atmosphère. En effet, le CO<sub>2</sub> s'échappe des emballages alimentaires ou des systèmes incendie quand ils sont utilisés. Enfin, l'utilisation d'e-fuel conduira à la combustion de carburants et donc à des émissions de CO<sub>2</sub>.

**Néanmoins, les partenaires de Cap décarbonation ne s'interdisent pas d'examiner des options de réutilisation qui pourraient être pertinentes dans une logique d'économie circulaire et de réduction des coûts par rapport à la séquestration.**

## 8.8. LE TRANSFERT DU CO<sub>2</sub> DU TERMINAL D'EXPORT VERS UN SITE DE SÉQUESTRATION

Le projet D'Artagnan prévoit le chargement du CO<sub>2</sub> collecté dans le Dunkerquois et les environs dans des navires, qui le transporteront ensuite jusqu'à des sites de séquestration en mer du Nord.

Une alternative aurait pu être de transporter le CO<sub>2</sub> par une canalisation posée par fond marin. Au-delà de son impact potentiel sur l'environnement marin, cette solution a pour principal inconvénient de lier le Terminal CO<sub>2</sub> à un unique site de séquestration, rendant le premier dépendant du second. Avec des navires, l'expéditeur peut choisir la destination selon les conditions économiques proposées par les gestionnaires de sites de séquestration.



### UTILISATION DU CO<sub>2</sub> : EXTRAITS D'UN AVIS DE L'ADEME

Dans un avis, publié en 2022, dédié à la valorisation du CO<sub>2</sub>, l'Ademe estime que « le CCU<sup>34</sup> peut être considéré comme un levier de décarbonation ». Il reste néanmoins difficile de quantifier la contribution globale de la valorisation du CO<sub>2</sub> en termes de réduction des émissions : « En effet, les analyses de réduction effective des émissions de CO<sub>2</sub> dépendent de nombreux paramètres et les volumes potentiels varient grandement d'une voie de valorisation à l'autre. » L'Ademe précise de ce fait que « la valorisation du CO<sub>2</sub> pourra contribuer aux objectifs de neutralité carbone sous réserve de favoriser l'utilisation du CO<sub>2</sub> biogénique tout en utilisant massivement de l'énergie renouvelable, et en privilégiant la fabrication de produits avec un stockage temporel long du CO<sub>2</sub> (au minimum plusieurs dizaines d'années) ». Elle propose quelques recommandations :

- « de renforcer le cadrage normatif sur l'évaluation de l'impact climatique du CCU dans une logique d'analyse de cycle de vie (ACV) notamment pour clarifier l'allocation des réductions d'émissions entre l'émetteur de CO<sub>2</sub> et l'utilisateur de ce CO<sub>2</sub> capté et valorisé ;
- d'élaborer une vision stratégique et partagée du développement du CCU et des systèmes de soutien qui pourraient être mis en place pour favoriser le développement des voies les plus pertinentes d'un point de vue environnemental. »<sup>35</sup>

Pour en savoir plus : [l'avis technique de l'Ademe et sa synthèse](#) (synthèse disponible en annexe)

33 Ademe, Valorisation du CO<sub>2</sub> - Quels bénéfices ? Sous quelles conditions ?, septembre 2021 (ademe.fr)

34 CCU : captage et utilisation du CO<sub>2</sub>

35 Ademe, Valorisation du CO<sub>2</sub> - Quels bénéfices ? Sous quelles conditions ?, septembre 2021 (ademe.fr)

# ANNEXES

---

**Ressources pour en savoir plus**

**Le tracé potentiel des canalisations en détail**

**Raccordements électriques : incidences génériques  
des liaisons souterraines**

**Futurs énergétiques 2050**

**La valorisation du dioxyde de carbone selon l'Ademe**

**Liste des communes concernées**

**Glossaire**

## RESSOURCES POUR EN SAVOIR PLUS

### État des lieux : contexte dans lequel s'inscrivent les projets

- AIE, *CO<sub>2</sub> Emissions in 2022*, 2022 - Disponible sur : [www.unep.org](http://www.unep.org).

L'Agence Internationale de l'Énergie examine l'ensemble des questions énergétiques et préconise des politiques qui améliorent la fiabilité, l'accessibilité et la durabilité de l'énergie. Elle s'appuie sur un éventail de sources pour élaborer des estimations des émissions de gaz à effet de serre.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, *Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté*, Résumé à l'intention des décideurs, 48<sup>e</sup> session du GIEC, Incheon, République de Corée, 6 octobre 2018 - Disponible sur : [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

Ce rapport est un résumé de l'évaluation scientifique de la manière dont un réchauffement climatique de 1,5 °C pourrait affecter les systèmes naturels et humains de la planète, ainsi que les mesures nécessaires pour limiter ce réchauffement.

- CITEPA, *Émissions de gaz à effet de serre de la France en 2021*, décembre 2022 - Disponible sur : [www.citepa.org/fr/](http://www.citepa.org/fr/).

L'article est une analyse qui présente une estimation détaillée des émissions de gaz à effet de serre de la France en 2021, par secteur. Elle présente une comparaison avec les années précédentes et évalue les progrès réalisés par la France dans la réduction de ses émissions.

- RTE France, *Futurs énergétiques 2050 : principaux résultats*, octobre 2021 - Disponible sur [www.rte-france.com/](http://www.rte-france.com/)

Cette étude explore les différents scénarios de transition énergétique (enjeux, défis, résultats en termes de gaz à effet de serre) pour la France à l'horizon 2050, en prenant en compte les évolutions technologiques, économiques et sociétales prévues.

### Les défis des territoires dans lesquels s'intègrent les projets

- Dunkerque Promotion, *Entreprendre et innover à Dunkerque - Territoire d'industrie*, 2022

Brochure publiée par Dunkerque Promotion, une agence de développement économique de la Communauté Urbaine de Dunkerque, qui vise à présenter les opportunités économiques, écologiques et d'innovations disponibles pour les entreprises, en mettant en avant le statut « Territoire d'industrie » de la région.

- Ademe, *Territoires engagés pour la transition écologique : Communauté Urbaine de Dunkerque*, s.d. - Disponible sur : [www.territoireengagetransition-ecologique.ademe.fr](http://www.territoireengagetransition-ecologique.ademe.fr).

Il s'agit d'une page dédiée à la transition écologique sur le territoire de Dunkerque. Elle présente les actions menées par la Communauté Urbaine de Dunkerque dans le cadre de cette transition et les résultats obtenus.

- Rapport final *Plan Climat Air Énergie Territorial du Pays du Boulonnais*, novembre 2019.

- Rapport final *Plan Climat Air Énergie de la Communauté de Communes du Pays de Lumbres*, mars 2020.

- Plan Climat Air Énergie Territorial de la Communauté urbaine de Dunkerque  
Il s'agit de documents stratégiques qui décrivent les enjeux environnementaux et climatiques des territoires ainsi que les objectifs, les actions et les projets qui intègrent des mesures de lutte contre le changement climatique, de protection de l'environnement, et la promotion de la transition énergétique.

### Les politiques publiques à l'échelle française et européenne

- Ministère de la Transition écologique et solidaire, *Stratégie nationale bas-carbone, la transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, mars 2020 - Disponible sur : [www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc](http://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc).

Ce document décrit la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique, en donnant des orientations pour mettre en œuvre la transition vers une économie bas-carbone dans tous les secteurs d'activités. Le chapitre 4.3.v est dédié à l'industrie.

- Ministère de la Transition écologique et solidaire, *Plan national Énergie-Climat de la France*, mars 2020 - Disponible sur [www.ecologie.gouv.fr/cadre-europeen-energie-climat](http://www.ecologie.gouv.fr/cadre-europeen-energie-climat).

La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNIEC) sont deux documents de planification à court et long termes qui visent à guider les politiques publiques de la France en matière de lutte contre le changement climatique.

- Ministère de la Transition Écologique, « *Fit for 55* » : *un nouveau cycle de politique européenne pour le climat*, 15 juillet 2021 - Disponible sur : [www.ecologie.gouv.fr/fit-55-nouveau-cycle-politiques-europeennes-climat](http://www.ecologie.gouv.fr/fit-55-nouveau-cycle-politiques-europeennes-climat).

L'article décrit les principales mesures proposées dans le cadre du nouveau cycle de politiques européennes sur le

climat, telles que l'extension du système d'échange de quotas d'émissions, la mise en place de normes plus strictes et la promotion de technologies à faibles émissions de carbone, et explique les implications de ces mesures pour la France et l'Union européenne.

### Les secteurs du ciment et de la chaux

- The Shift Project, *Décarboner la filière ciment-béton dans le cadre du plan de transformation de l'économie française*, janvier 2022 - Disponible sur : [www.theshiftproject.org](http://www.theshiftproject.org).

Ce document traite des défis posés par la production de ciment et de béton, matériaux très utilisés dans le secteur de la construction et responsables d'une importante quantité d'émissions de gaz à effet de serre. Il explore les différentes solutions techniques et les enjeux économiques associés à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans la filière, ainsi que les implications pour la transition écologique de l'économie française.

- Mari E., Sourisseau S., Ademe, *Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France*, octobre 2021 - Disponible sur : [www.librairie.ademe.fr](http://www.librairie.ademe.fr).

Ce document décrit les enjeux environnementaux et climatiques liés à la production de ciment et propose une feuille de route pour la transition écologique de l'industrie cimentière en France.

- Global Cement and Concrete Association, *Concrete Future : GCCA Roadmap to 2050*, octobre 2021 - Disponible sur : [www.gccassociation.org](http://www.gccassociation.org).

Ce rapport présente les défis environnementaux auxquels les industries du ciment et du béton sont confrontées et décrit la feuille de route pour ces industries afin de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

- Fédération Européenne de la Chaux (EuLA), *La chaux, puits de carbone naturel*, novembre 2021 - Disponible sur : [www.eucla.eu](http://www.eucla.eu).

Cette analyse documentaire, réalisée par l'université politecnico di Milano, présente les différentes étapes du processus de production de la chaux et les avantages environnementaux de son utilisation à travers une économie bas-carbone.

## Le captage et la séquestration du CO<sub>2</sub> (CSC)

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, *Rapport spécial du GIEC : Piégeage et stockage du dioxyde de carbone*, 2005 - Disponible sur : [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/).

Ce rapport évalue les options technologiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et examine la faisabilité du piégeage et stockage de CO<sub>2</sub> à grande échelle.

- Ademe, *Le captage et stockage géologique de CO<sub>2</sub> (CSC) en France : un potentiel limité pour réduire les émissions industrielles*, 2020 - Disponible sur [librairie.ademe.fr/](http://librairie.ademe.fr/)

Cet avis publié par l'Ademe évalue le potentiel du captage et de la séquestration de dioxyde de carbone comme une option de décarbonation en examinant les atouts et les limites de cette technologie, dont les coûts, le cadre réglementaire et les conditions nécessaires pour mettre en place des projets de séquestration en France.

- Cornot-Gandolphe S., *Un nouvel élan pour le captage, stockage et utilisation du carbone (CCUS) en Europe*, Études de l'Ifri, septembre 2021 - Disponible sur : [www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/un-nouvel-elan-captage-stockage-utilisation-carbone-ccus-europe](http://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/un-nouvel-elan-captage-stockage-utilisation-carbone-ccus-europe).

Cette étude dresse l'état des lieux des projets de captage et de séquestration du CO<sub>2</sub> en Europe et détaille les facteurs clés et les éléments essentiels de l'évolution de cette technologie.

- Page, B., Turan G., Zapantis A., et al., *The Global Status of CCS Report 2020 (en anglais)*, décembre 2020 - Disponible sur : [www.globalccsinstitute.com](http://www.globalccsinstitute.com).

Ce rapport établit le rôle des technologies de captage et de séquestration de dioxyde de carbone dans la réduction des émissions de carbone à l'horizon 2050. Il fournit des informations détaillées et des analyses sur la filière, les perspectives politiques internationales et l'environnement juridique et réglementaire. Par ailleurs, il documente l'état actuel et les progrès des technologies de captage et de séquestration dans le Monde.

- AIE, *Transforming Industry through CCUS (en anglais)*, 2019 - Disponible sur : [www.iea.org](http://www.iea.org).

Ce rapport traite de la transformation de l'industrie grâce au captage et séquestration ou utilisation du CO<sub>2</sub> pour réduire les émissions de gaz à effet de serre issues du secteur. Le document explore les atouts, les défis et les opportunités associés à l'utilisation de cette technologie.

- De Lorgeril C., Lesestre Y., *CCU et neutralité carbone : des filières à structurer et des freins à lever*, mars 2021 - Disponible sur : [www.sia-partners.com](http://www.sia-partners.com).

Le rapport examine les différentes options du captage-séquestration du CO<sub>2</sub>, notamment l'utilisation du CO<sub>2</sub> à des fins industrielles.

- Lavergne R., Legait B., Clause E. et al., *La décarbonation des entreprises en France*, 2020 - Disponible sur : [La-decarbonisation-des-entreprises-francaises \(economie.gouv.fr\)](http://La-decarbonisation-des-entreprises-francaises.economie.gouv.fr)

Ce rapport recense des recommandations à destination des pouvoirs publics afin d'accélérer la décarbonation de l'industrie française. Il mentionne notamment la mise en place de dispositifs d'aides en faveur des projets industriels et de leurs financements, la préparation à la mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, la mise à jour d'une feuille de route de logistique et de stockage du CO<sub>2</sub>, le développement au recours à des produits décarbonés, etc.

- Rodolphe Meyer, *La capture et séquestration de carbone pour réduire nos émissions de CO<sub>2</sub>* – Carbone#4, septembre 2020 – Disponible sur : [www.lereveilleur.com/csc-reduction-des-emissions/](http://www.lereveilleur.com/csc-reduction-des-emissions/).

Cette vidéo discute des défis à la mise en place des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre en se concentrant sur le captage et la séquestration du dioxyde de carbone.

- Ineris, *retour d'expérience des incidents et accidents sur des sites d'exploitation ou de stockage en milieu souterrain – application au stockage géologique du CO<sub>2</sub>*, 30 mai 2013 – Disponible sur : [Stockage CO<sub>2</sub> \(ineris.fr\)](http://Stockage.CO2(ineris.fr))

L'Ineris propose un retour d'expériences afin de construire une base de données d'incidents ou d'accidents, à partir d'une recherche documentaire ciblée sur le captage-séquestration du CO<sub>2</sub> et le stockage de gaz naturel ; cette recherche

s'est appuyée sur l'analyse de bases de données publiques contenant des événements sur les stockages souterrains et les exploitations d'hydrocarbures, ainsi que l'analyse d'analogues naturels impliquant du CO<sub>2</sub>.

### **L'utilisation ou la valorisation de CO<sub>2</sub>**

- Ademe, *Valorisation du CO<sub>2</sub>, Quels bénéfices ? Sous quelles conditions ?*, septembre 2021 – Disponible sur : [Avis-Technique-CCU-Janvier2022.pdf \(ademe.fr\)](http://Avis-Technique-CCU-Janvier2022.pdf(ademe.fr))

Cet avis vise à fournir des clés d'analyse pour dégager les conditions pertinentes de valorisation du CO<sub>2</sub> en analysant les différentes voies de valorisation (l'utilisation directe, la valorisation chimique, la valorisation biologique) en fonction de la maturité des technologies, leur marché, leurs coûts et la réglementation.

## LE TRACÉ POTENTIEL DES CANALISATIONS EN DÉTAIL

Cette annexe présente le tracé potentiel des canalisations reliant les usines de Lumbres et de Réty au Terminal CO<sub>2</sub> de Loon-Plage.

Le réseau de canalisations comprendrait trois sections, qui convergent vers un point unique dit « point milieu ». La première section relie l'usine de Réty au point milieu : c'est l'antenne de Lhoist, pour transporter le CO<sub>2</sub> capté sur l'usine de Réty. La deuxième section relierait l'usine de Lumbres au point milieu : c'est l'antenne d'EQIOM pour transporter le CO<sub>2</sub> capté sur l'usine de Lumbres. La troisième section est l'artère principale, entre le point milieu et le Terminal CO<sub>2</sub>.



### LÉGENDE

-  Limite de l'aire d'étude
-  Tracé potentiel des canalisations
-  Poste projeté
-  Point Kilométrique (PK) de la canalisation de Lumbres à Loon-Plage
-  Point Kilométrique (PK) de la canalisation de Réty au point milieu

### Points spéciaux

-  Forage dirigé
-  Forage droit
-  Franchissement à ciel ouvert
-  Souille

### Limites administratives

-  Limite départementale
-  Limite communale

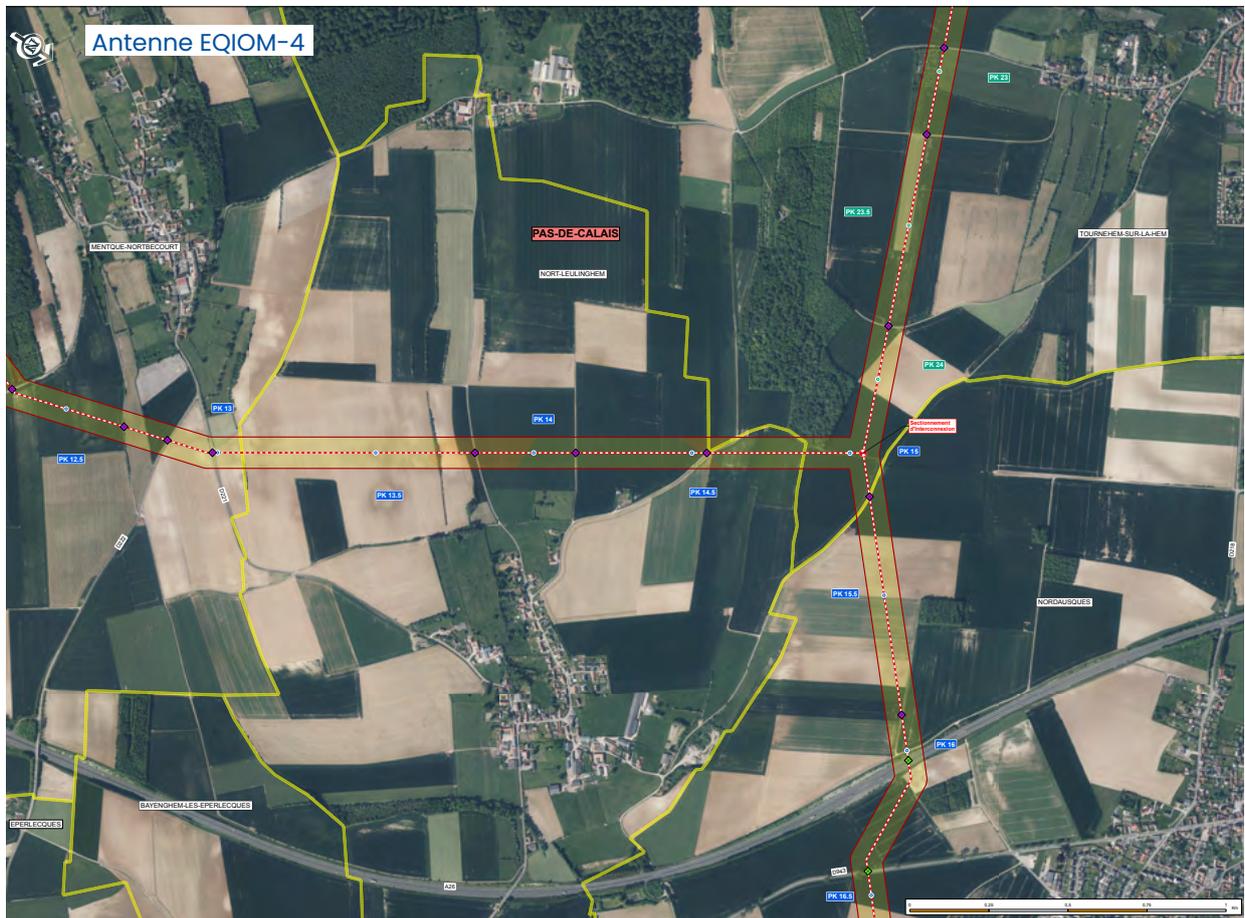
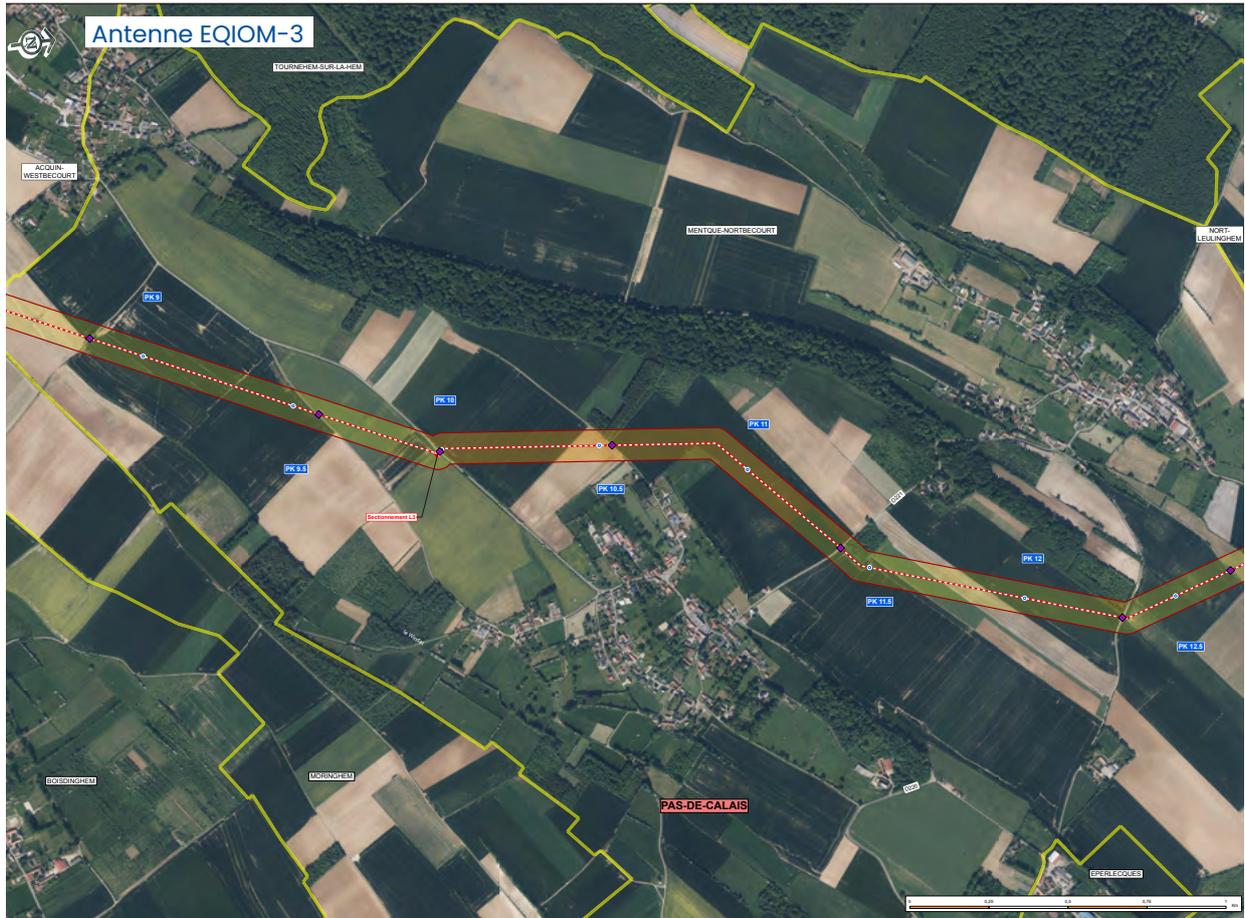
 DUNKERQUE Commune

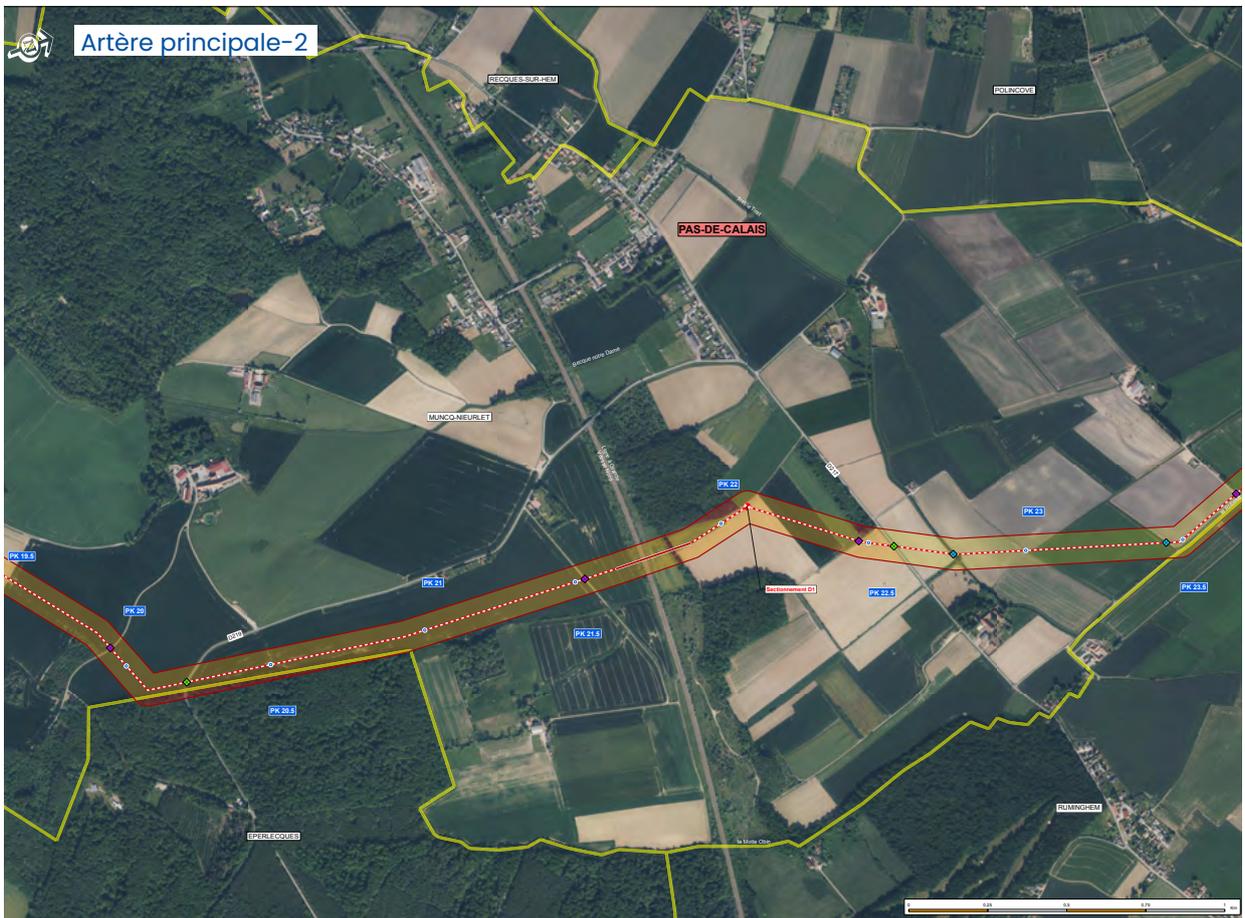
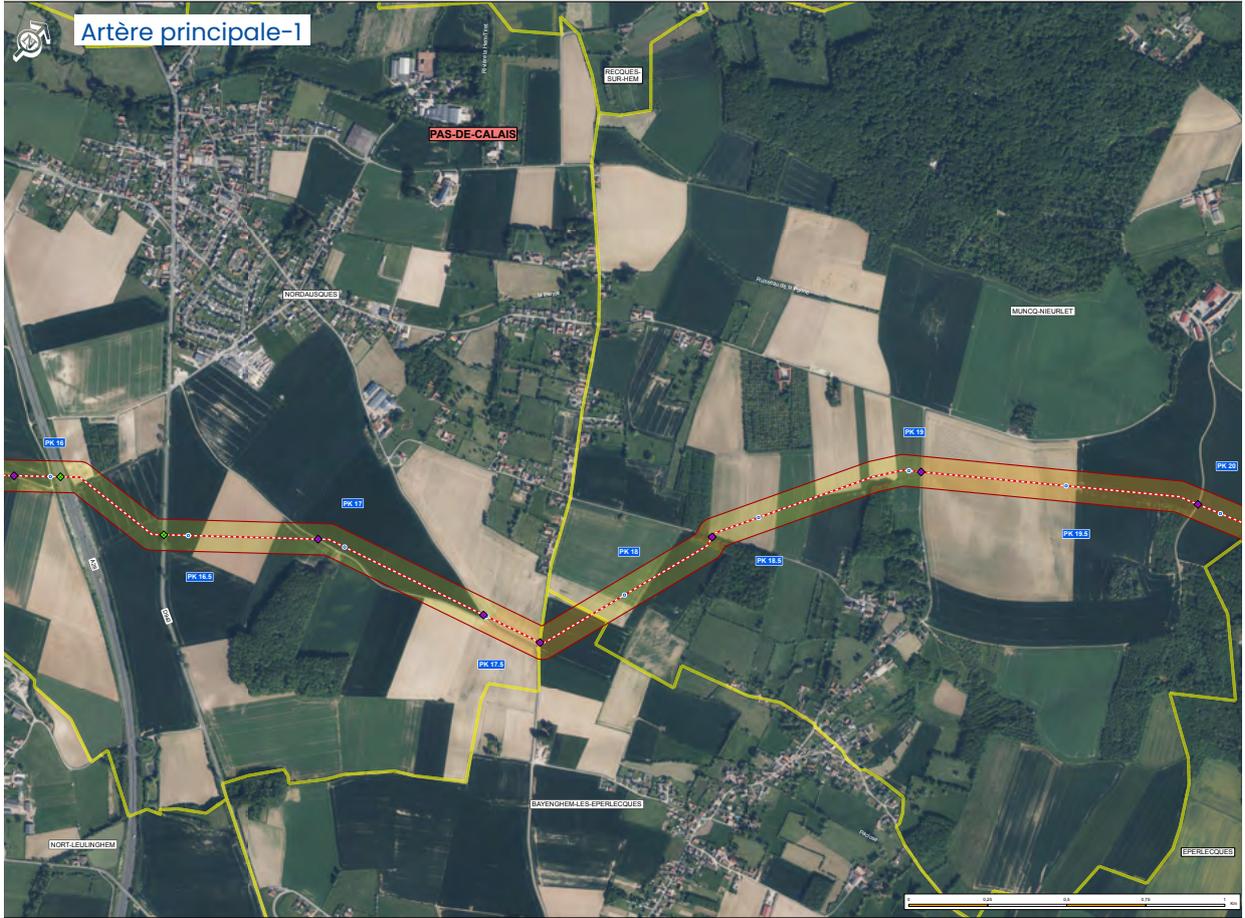
 NORD Nom de département

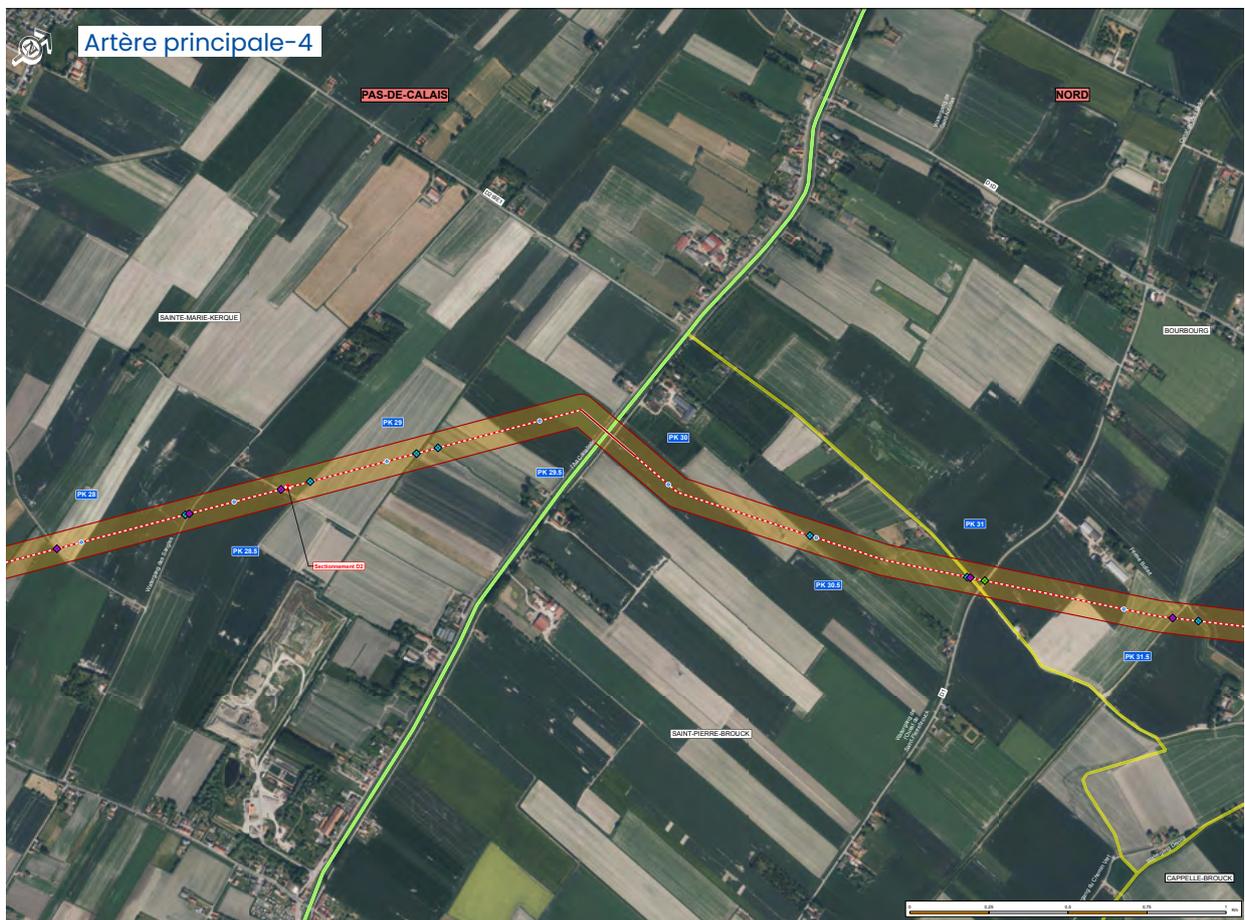
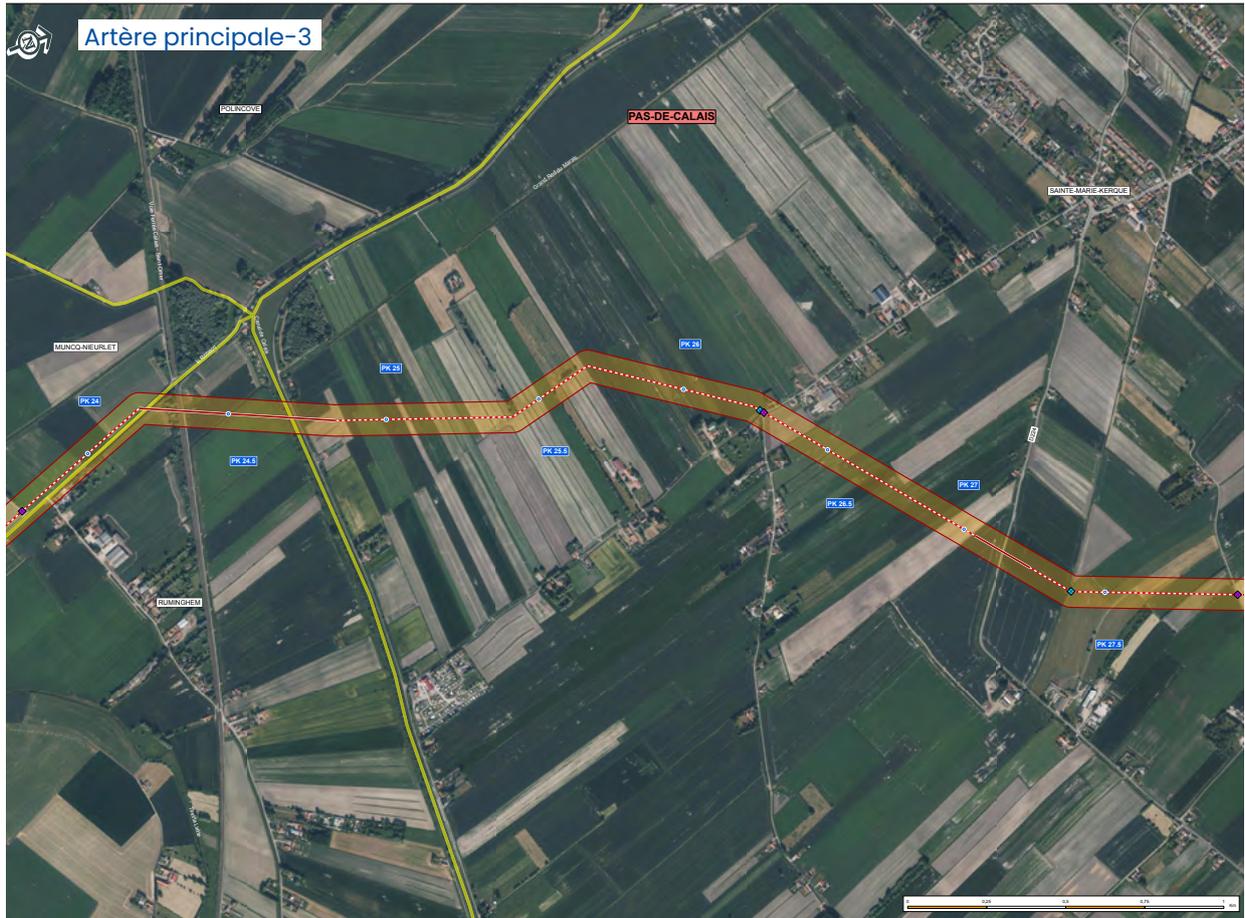
### Secteurs à enjeu (biodiversité, voisinage, usages...)

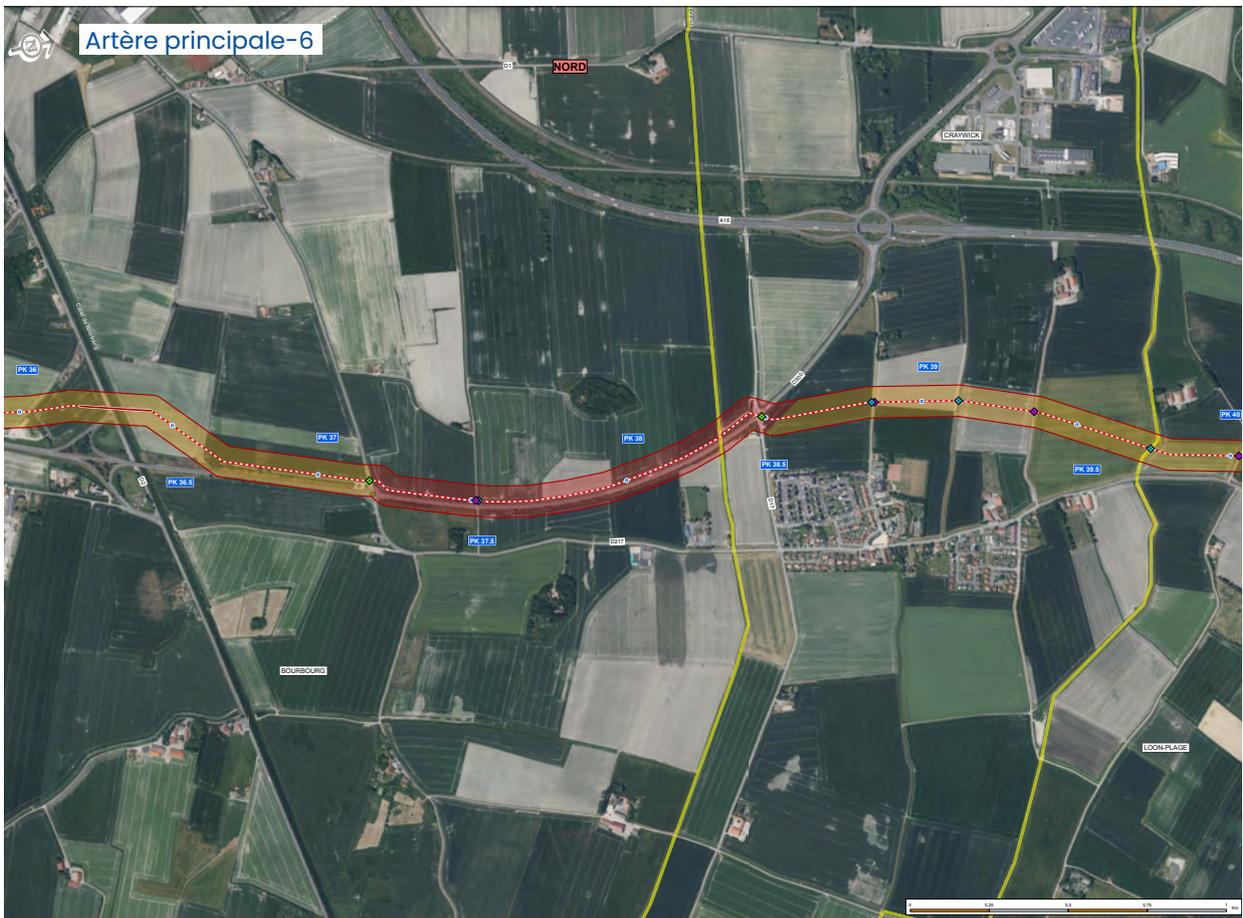
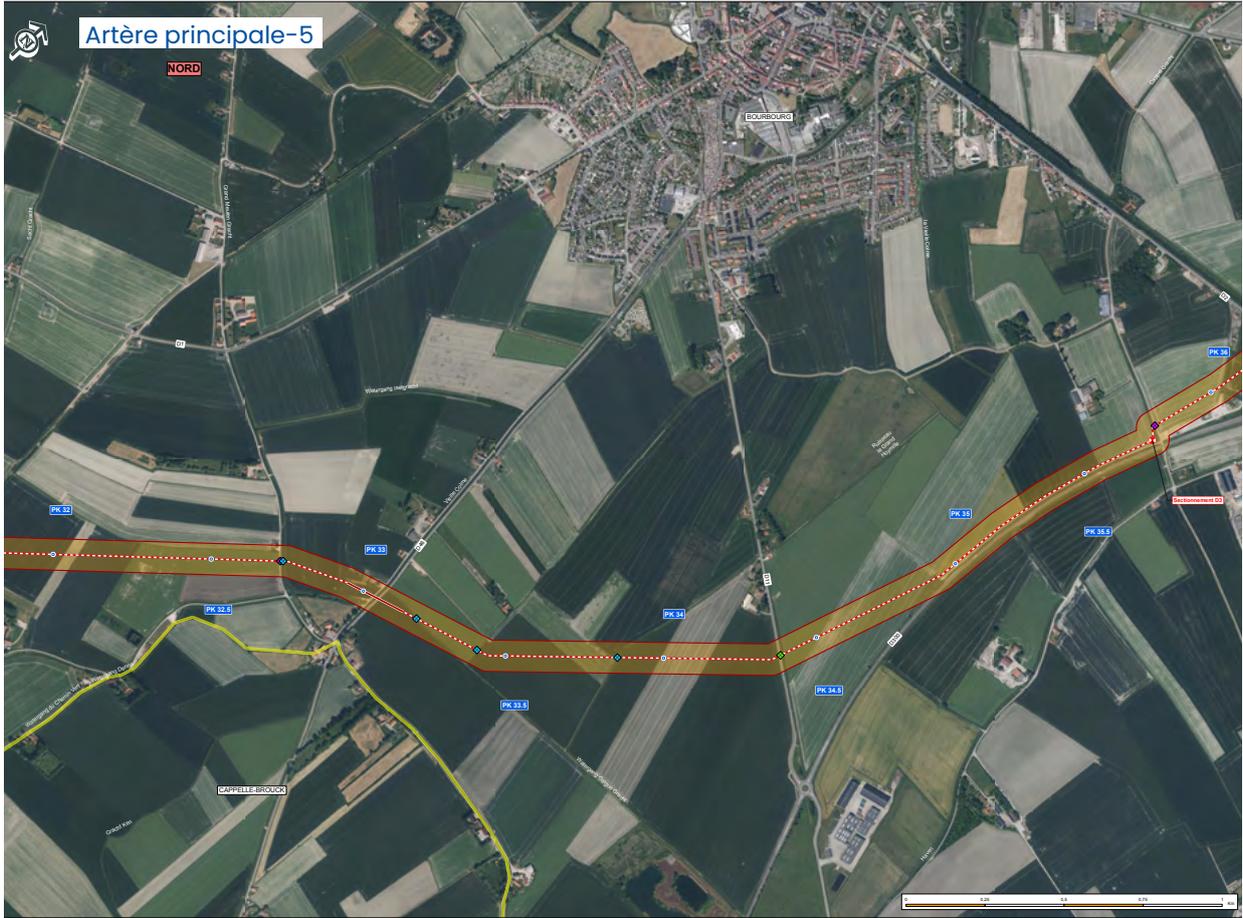
-  Majeur
-  Fort
-  Moyen
-  Faible



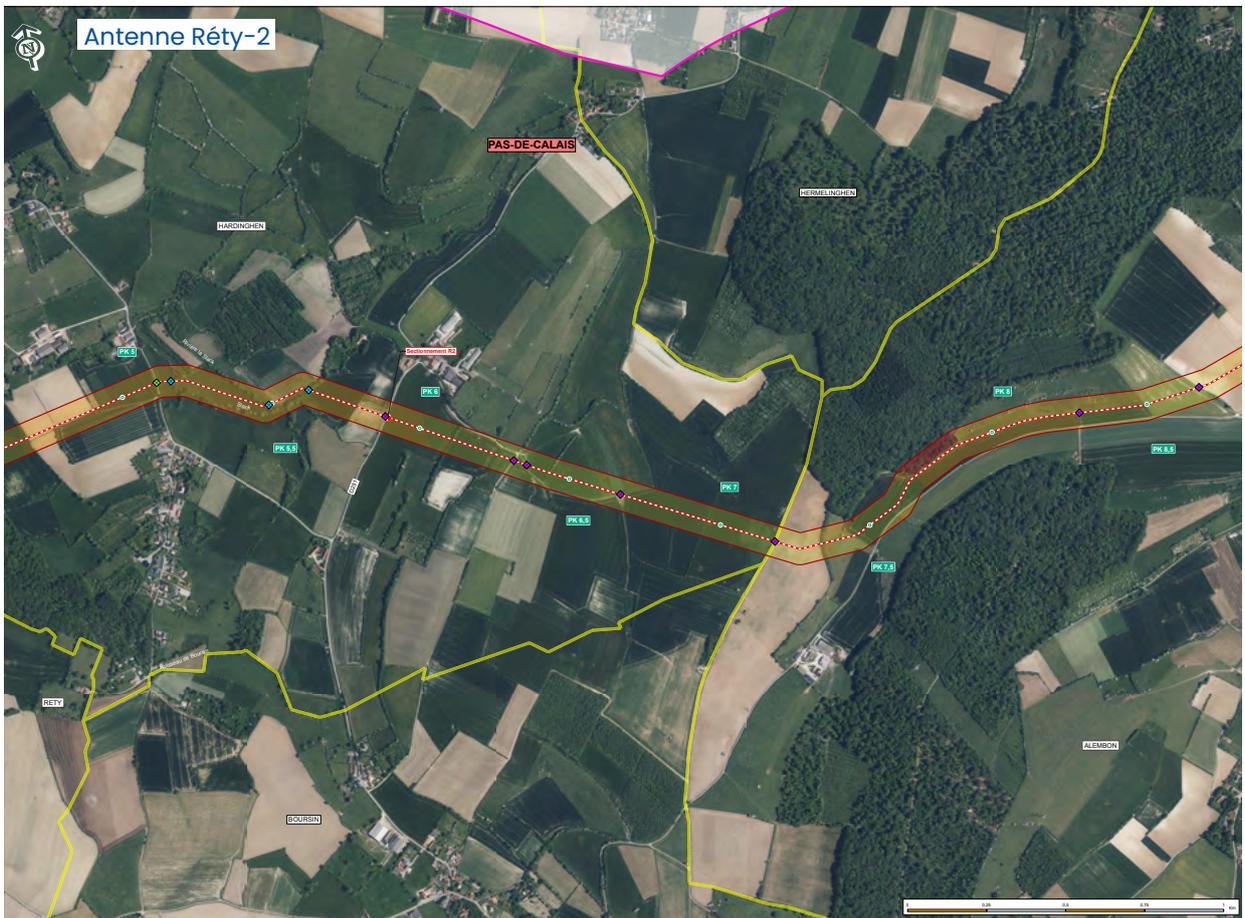
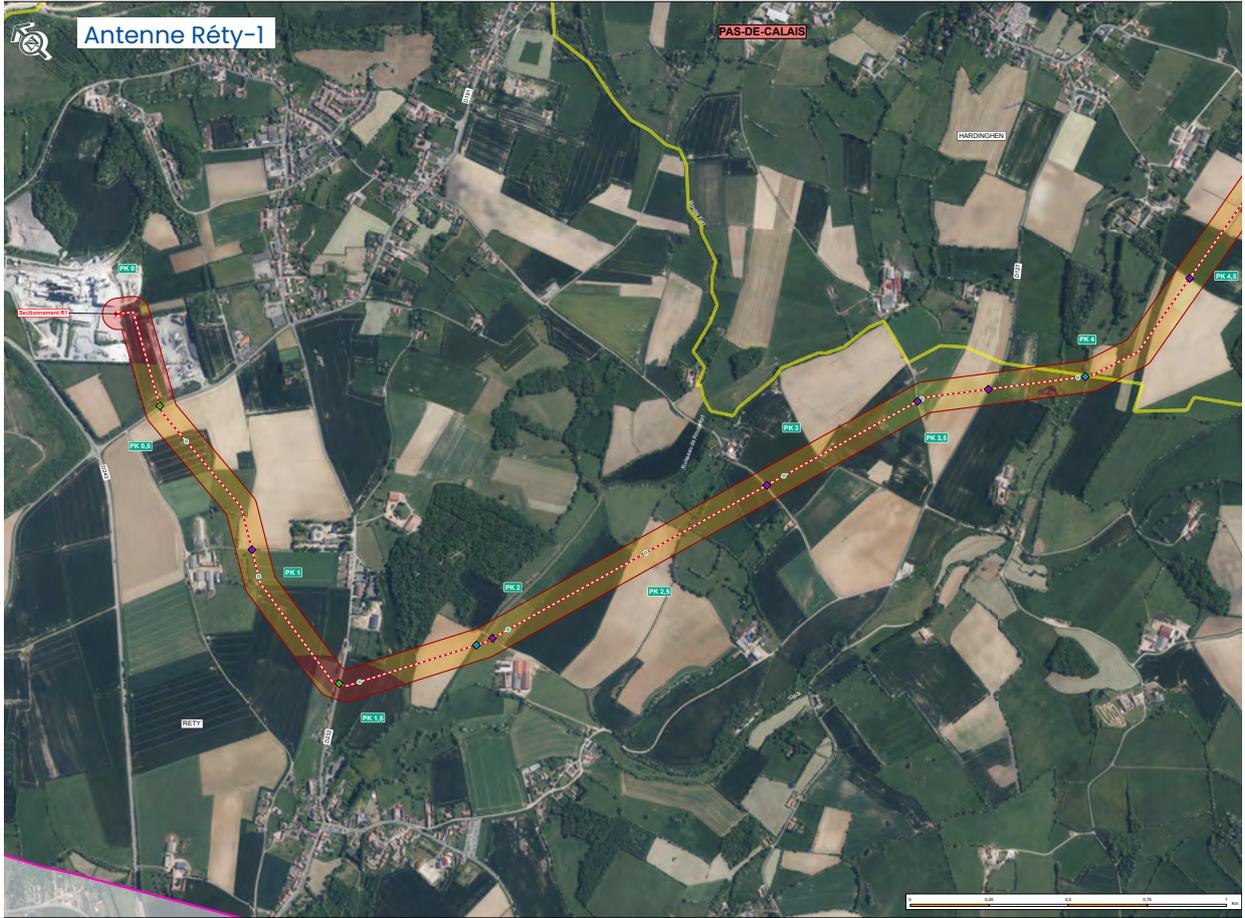


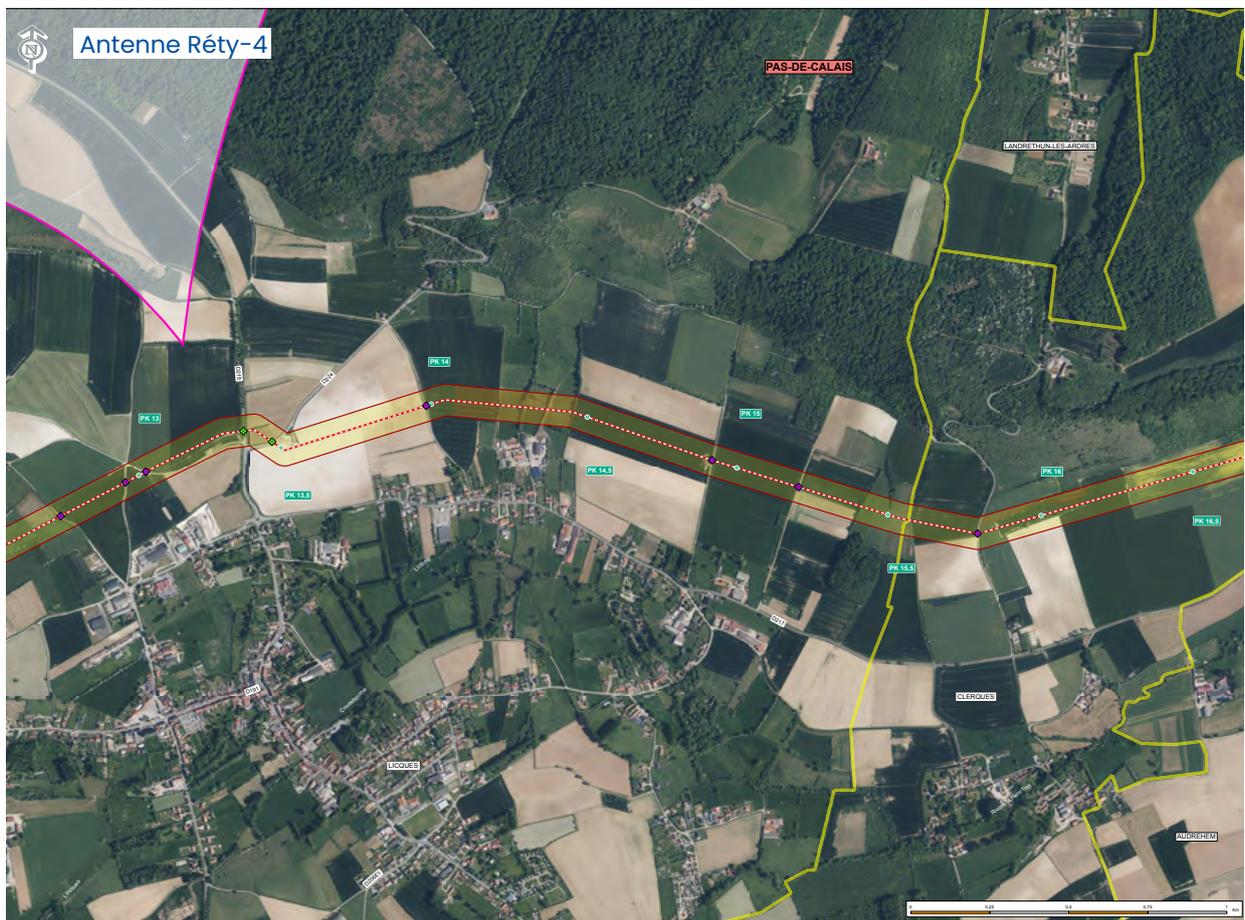
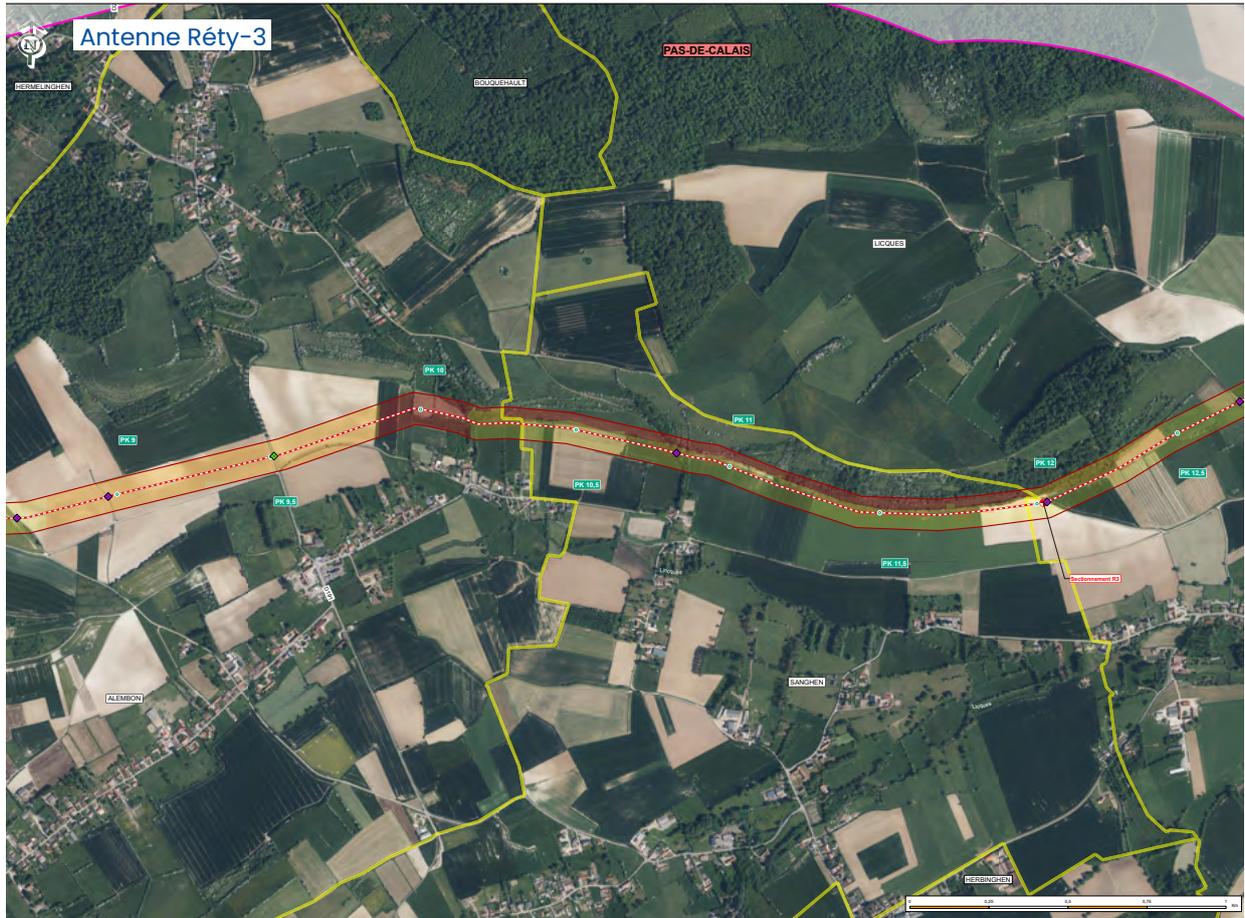


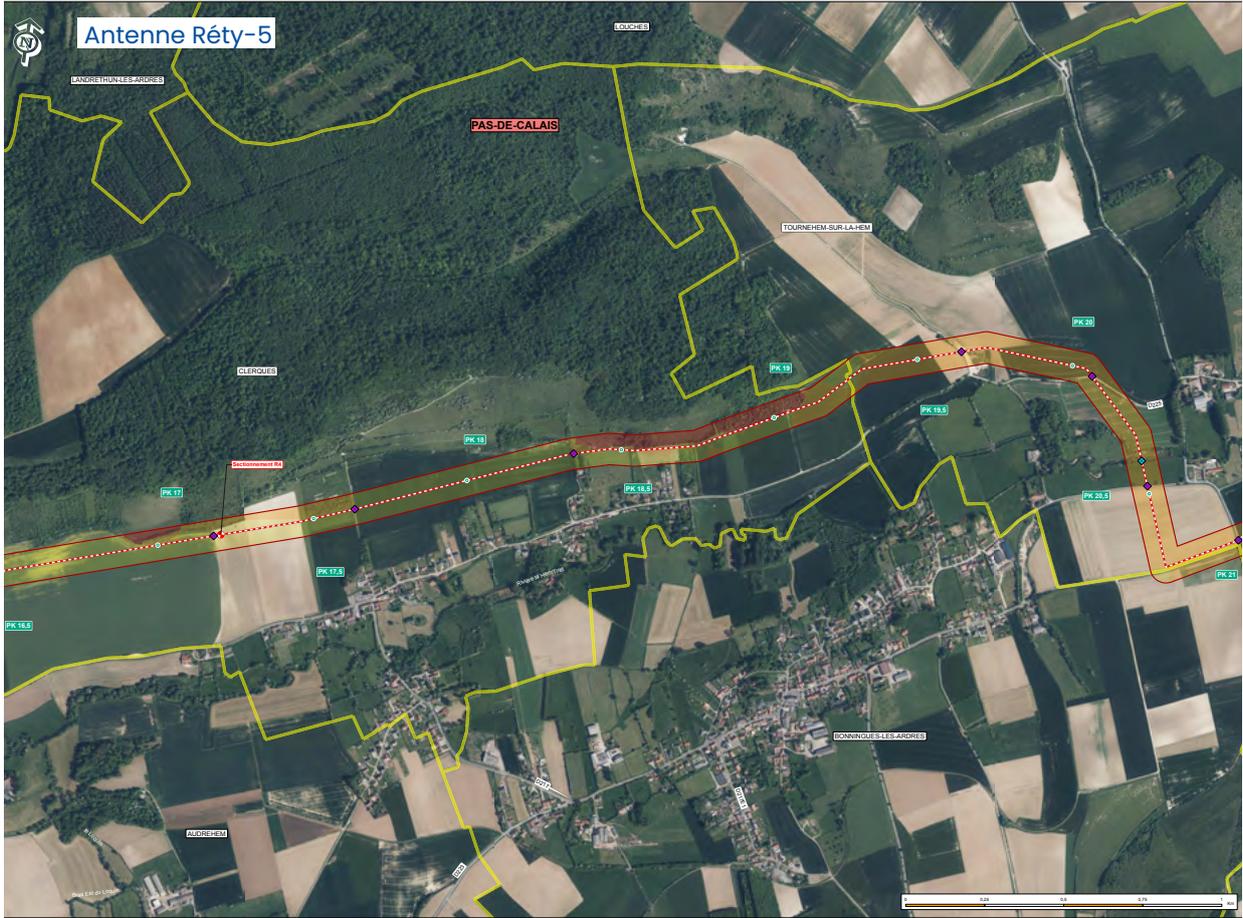












## RACCORDEMENTS ÉLECTRIQUES : INCIDENCES GÉNÉRIQUES DES LIAISONS SOUTERRAINES

La création de liaisons souterraines peut avoir un impact sur l'environnement. Les impacts des nouvelles liaisons souterraines projetés seront précisés au cours des études à venir.

### Milieus physique, naturel et biodiversité

Les conséquences potentielles de la création de nouvelles liaisons souterraines peuvent être, notamment, selon le milieu considéré : dérangements temporaires des espèces en phase chantier, risque de modification des habitats et des espèces présentes, etc.

Des mesures spécifiques visant à éviter ou réduire au maximum les impacts sur les milieux sensibles et habitats d'espèces pourront être mises en œuvre si les études menées font apparaître des impacts notables sur l'environnement.

En phase chantier, ces efforts se traduisent notamment par :

- la limitation des emprises chantier et le choix des pistes d'accès au chantier ;
- le cas échéant, le balisage et la protection des zones sensibles (mares, fossés, zones humides, etc.) ;
- l'adaptation du calendrier des travaux (par exemple, intervention en dehors des périodes de nidification ou de reproduction de certaines espèces identifiées plus localement, en dehors des périodes de floraison d'espèces exotiques envahissantes pour éviter leur propagation) ;
- d'autres mesures pour éviter la propagation des espèces exotiques envahissantes.

**RTE complétera les inventaires environnementaux existants sur la zone d'étude identifiée pour permettre la mise en œuvre de la démarche Éviter, Réduire, Compenser (ERC).**

### Milieu humain

Les impacts des liaisons électriques de RTE sont temporairement liés aux nuisances et aux bruits du chantier. La phase travaux peut en effet générer du bruit et des poussières, mais ces impacts resteront localisés et ponctuels.

### Foncier

RTE n'étant pas propriétaire ni acquéreur des terrains traversés par les liaisons souterraines et aériennes, une convention amiable sera recherchée entre le(s) propriétaire(s) concerné(s) et RTE. Elle définit les conditions d'occupation des parcelles foncières et les modalités selon lesquelles RTE pourrait pénétrer dans la propriété pour entretenir le réseau électrique. Ainsi, au droit des liaisons souterraines, une servitude limitant la constructibilité sera instaurée sur une largeur de 5 à 6 mètres, pour toute la durée de l'ouvrage. Concernant les liaisons aériennes cette servitude est portée au droit de la largeur de chaque pylône et des surplombs associés.

### Santé et sécurité

Les liaisons électriques à créer seront conformes à la réglementation française et européenne et concernant les champs électriques et magnétiques, ils ne présentent pas de risques pour les riverains.

## FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050

Dans le cadre de ses missions légales (Bilan prévisionnel) et en réponse à une saisine du Gouvernement, **RTE a lancé en 2019 une large étude sur l'évolution du système électrique intitulée « Futurs énergétiques 2050 ».**

Ce travail intervient à un moment clé du débat public sur l'énergie et le climat, au cours duquel se décident les stratégies nécessaires pour sortir des énergies fossiles, atteindre la neutralité carbone en 2050 et ainsi respecter les objectifs de l'Accord de Paris. Cela implique une transformation profonde de l'économie et des bouleversements dans le secteur des transports, de l'industrie et du bâtiment



aujourd'hui encore très dépendants du pétrole, du gaz d'origine fossile, et parfois même encore du charbon.

La transformation nécessaire pour sortir des énergies fossiles doit être menée à bien en seulement trois décennies et accélérer de manière substantielle d'ici 2030.

La crise énergétique de la fin 2021 montre que sortir des énergies fossiles n'est pas uniquement un impératif climatique : elle vient rappeler que la forte dépendance de l'Europe aux pays producteurs d'hydrocarbures peut avoir un coût économique, et que disposer de sources de production bas-carbone sur le territoire est également un enjeu d'indépendance

Différentes options sont sur la table pour y parvenir. Elles présentent des points communs (baisse de la consommation d'énergie, augmentation de la part de l'électricité, recours aux énergies renouvelables) mais également des différences importantes en ce qui concerne le rythme d'évolution de la consommation et sa répartition par usage, le développement de l'industrie, l'avenir du nucléaire, le rôle de l'hydrogène, etc. Les « Futurs énergétiques 2050 » de RTE répondent au besoin de documenter ces options en décrivant les évolutions du système sur le plan technique, en chiffrant les coûts associés, en détaillant les conséquences environnementales au sens large et en explicitant les implications en matière de modes de vie.

L'étude consiste, en premier lieu, en un travail technique de grande ampleur, qui s'est appuyé sur un important effort de simulation et de calcul pour caractériser de manière rigoureuse une grande variété de systèmes électriques permettant d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

Elle implique également une démarche inédite en matière de concertation : les scénarios sont élaborés au grand jour, tous les paramètres de l'étude sont discutés, tracés et débattus dans des groupes de travail et dans le cadre d'une instance plénière de concertation, selon une méthode ouverte et transparente visant à ce que chaque partie intéressée puisse s'exprimer et être entendue. Le planning de l'étude a notamment évolué pour prendre en compte les remarques et enrichir le dispositif en intégrant de nombreux scénarios et variantes qui n'étaient pas initialement prévus. Au total, 40 réunions ont été menées, et ont rassemblé des experts d'une centaine d'organismes différents (entreprises du secteur de l'énergie, ONG, associations, think-tanks et instituts, autorités de régulation, administrations publiques, etc.). Le dispositif de concertation a été complété d'un conseil scientifique qui aura suivi l'ensemble des travaux depuis le printemps 2021.

La phase I de l'étude, consacrée au cadrage des objectifs, des méthodes et des hypothèses, s'est achevée au premier trimestre 2021. Elle a fait l'objet d'une large consultation publique, qui a suscité des réponses bien au-delà du cercle des « parties prenantes expertes » habituellement concernées par ce genre d'exercices : près de 4000 organisations et particuliers ont participé, à travers des contributions spécifiques très détaillées, lettres ouvertes, pétitions et cyberactions. Le bilan résumé de cette phase a été rendu public le 8 juin 2021 dans un rapport préliminaire.

La phase II de l'étude s'est étalé jusqu'à la parution de l'étude complète le 16 février 2022 afin de pouvoir éclairer le débat public.

**Tous les scénarios étudiés dans le cadre de l'étude « Futurs énergétiques 2050 » traduisent une augmentation de la consommation d'électricité du fait de la décarbonation des usages domestiques et industriels, mais aussi des effets du plan de relance économique.**

La consommation d'électricité en France corrigée des aléas climatiques et des effets calendaires s'est élevée à 468TWh (ou 472TWh brute - hors correction) en 2021 selon le Bilan électrique RTE 2021<sup>36</sup>. Les projections de consommation de l'étude précitée prévoient, en parallèle des efforts de sobriété et d'efficacité énergétique, une évolution de la consommation d'électricité à l'horizon 2050 pouvant varier entre environ 555 TWh par an (scénario sobriété) et 752 TWh par an (scénario réindustrialisation profonde) – le scénario de référence se situant à 645 TWh par an.

Ces scénarios sont présentés dans le tableau ci-contre<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> [RTE, Bilan électrique 2021 \(rte-france.com\)](https://www.rte-france.com/fr/bilan-electrique-2021)

<sup>37</sup> [Futurs-Energetiques-2050-principaux-resultats.pdf \(rte-france.com\)](#) - p. 16

# LES TRAJECTOIRES DE CONSOMMATION À L'HORIZON 2050

Consommation  
finale d'électricité  
par secteur :

 Industrie  
 Résidentiel

 Tertiaire  
 Transport

 Hydrogène

## SCÉNARIOS

	HYPOTHÈSES	NIVEAU 2050	PRINCIPALES ÉVOLUTIONS
Référence	Électrification progressive (en substitution aux énergies fossiles) et ambition forte sur l'efficacité énergétique (hypothèse SNBC). Hypothèse de poursuite de la croissance économique (+1,3% à partir de 2030) et démographique (scénario fécondité basse de l'INSEE). La trajectoire de référence suppose un bon degré d'efficacité des politiques publiques et des plans (relance, hydrogène, industrie). L'industrie manufacturière croît et sa part dans le PIB cesse de se contracter. Prise en compte de la rénovation des bâtiments mais aussi de l'effet rebond associé.	<b>645 TWh</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li> 180 TWh</li> <li> 134 TWh</li> <li> 113 TWh</li> <li> 99 TWh</li> <li> 50 TWh</li> </ul>
Sobriété	Les habitudes de vie évoluent dans le sens d'une plus grande sobriété des usages et des consommations (moins de déplacements individuels au profit des mobilités douces et des transports en commun, moindre consommation de biens manufacturés, économie du partage, baisse de la température de consigne de chauffage, recours à davantage de télétravail, sobriété numérique, etc.), occasionnant une diminution générale des besoins énergétiques, et donc également électriques.	<b>555 TWh</b> (-90 TWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li> 160 TWh (-20 TWh)</li> <li> 111 TWh (-23 TWh)</li> <li> 95 TWh (-18 TWh)</li> <li> 77 TWh (-22 TWh)</li> <li> 47 TWh (-3 TWh)</li> </ul>
Réindustrialisation profonde	Sans revenir à son niveau du début des années 1990, la part de l'industrie manufacturière dans le PIB s'infléchit de manière forte pour atteindre 12-13% en 2050. Le scénario modélise un investissement dans les secteurs technologiques de pointe et stratégiques, ainsi que la prise en compte de relocalisations de productions fortement émettrices à l'étranger dans l'optique de réduire l'empreinte carbone de la consommation française.	<b>752 TWh</b> (+107 TWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li> 239 TWh (+59 TWh)</li> <li> 134 TWh (0 TWh)</li> <li> 115 TWh (+2 TWh)</li> <li> 99 TWh (0 TWh)</li> <li> 87 TWh (+37 TWh)</li> </ul>

## LA VALORISATION DU DIOXYDE DE CARBONE SELON L'ADEME



EXPERTISES

### La valorisation du CO<sub>2</sub> (CCU)

Décryptage de l'avis ADEME <sup>(1)</sup>

#### DES USAGES ACTUELS DE CO<sub>2</sub> RELATIVEMENT FAIBLES



0,8  
Mt CO<sub>2</sub>/an <sup>(1)</sup>



230  
Mt CO<sub>2</sub>/an <sup>(2)</sup>

#### Usages actuels

Culture sous serre, Gaz réfrigérant, Agent neutralisant

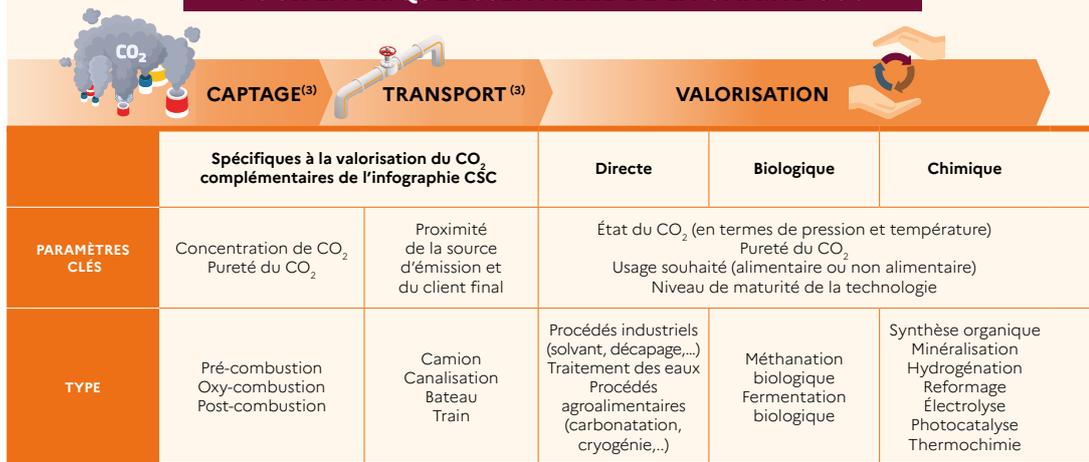
#### MAIS UN DÉVELOPPEMENT POTENTIEL MONDIAL À LONG TERME BASÉ SUR DE NOUVEAUX USAGES



#### Usages en développement

Électrocarburants, Chimie, Matériaux

#### TROIS VOIES POSSIBLES DE VALORISATION DU CO<sub>2</sub> CAPTÉ POUR LA BRIQUE ESSENTIELLE DE LA CHAÎNE CCU



Un développement du CCU à envisager en synergie avec des projets CCS ou de façon autonome

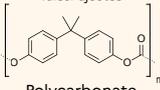
La valorisation chimique: la voie la plus prometteuse en termes de marché

(1) ADEME, Avis expert, Valorisation du CO<sub>2</sub> - Quels bénéfices? Sous quelles conditions?, Septembre 2021

(2) IEA, Putting CO<sub>2</sub> to Use - Creating value from emissions, 2019

(3) ADEME, Infographie Le Captage et Stockage géologique des émissions industrielles de CO<sub>2</sub> (CSC), Septembre 2021

### LA VALORISATION CHIMIQUE A L'ORIGINE DE 3 FAMILLES DE PRODUITS DIFFÉRENTS

Famille de produits :	ELECTRO-CARBURANTS	PRODUITS CHIMIQUES		PRODUITS CARBONATÉS
Exemples :	 Power to liquid carburant	Faible valeur ajoutée $C_2H_4$ Éthylène	Haute valeur ajoutée  Polycarbonate	 Béton préfabriqué contenant du CO <sub>2</sub>
Échelle maturité technologique	Démonstrateur	Démonstrateur à unité commerciale	Démonstrateur	Laboratoire à pilote industriel
Temps de stockage du CO <sub>2</sub>	+	+	++	+++
Pénalité énergétique	---	--	--	-
Potentiel de réduction en CO <sub>2</sub>	+	+	++	+++
Potentiel marché	++	++	+	+



Une diversité des voies de valorisation des produits associés qui rend très difficile une évaluation consolidée des potentiels de réduction de CO<sub>2</sub> et des coûts associés

Nécessité de réaliser une analyse des impacts environnementaux de la source de CO<sub>2</sub> jusqu'à la fin de vie des produits

### LE CCU : UN POTENTIEL DE VALORISATION À ACCROITRE POUR DEVENIR UNE SOLUTION COMPLÉMENTAIRE DU CCS

- + Possibilité d'utiliser les infrastructures existantes de la mobilité pour les électrocarburants
  - + Participation à la décarbonation d'autres secteurs en utilisant des produits issus de la valorisation du CO<sub>2</sub>
  - + Développement de produits innovants aux nouvelles propriétés
  - + Unités de biomasse-énergie émettant du CO<sub>2</sub> biogénique permettent de contribuer à des émissions négatives
- 
- Réémission plus ou moins rapide du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère
  - Technologies de valorisation faiblement matures
  - Variabilité de la pénalité énergétique selon le type de produit visé
  - Compétitivité difficile pour les produits à faible valeur ajoutée issus de la valorisation du CO<sub>2</sub>
  - Absence de cadre normatif pour la mise sur le marché des produits issus de la valorisation du CO<sub>2</sub> et la comptabilisation des émissions de CO<sub>2</sub> évitées par l'émetteur

### À FAVORISER POUR UN DÉVELOPPEMENT DU CCU



## GLOSSAIRE

**Accord de Paris** : traité international sur l'atténuation du changement climatique et son financement adopté en 2015.

**Ademe** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie ou Agence de la transition écologique. Établissement public qui participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans le domaine de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

**Adsorption** : (diffère de l'absorption) : fixation de molécules sur la surface d'un solide (par exemple, dans certaines hottes de cuisine, les molécules odorantes sont adsorbées par du charbon actif)

**Agence internationale de l'énergie (AIE en français - IEA pour International Energy Agency en anglais)** : organisation intergouvernementale autonome dépendant de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) fondée en 1974.

**Autorisation d'occupation temporaire (AOT)** : instrument juridique qui permet à l'État de conclure avec le titulaire d'une autorisation temporaire d'occupation du domaine public un bail portant sur des bâtiments à construire par le cocontractant et comportant une option permettant à l'Etat d'acquérir, à terme, les ouvrages édifiés.

**Bilan carbone** : outil de calcul développé par l'Ademe qui aide à comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre.

**Biomasse** : matière organique d'origine végétale, animale, bactérienne ou fongique, utilisable comme source d'énergie. Le bois ou les déchets agricoles constituent les principales biomasses.

**Calcination du calcaire** : transformation du calcaire en chaux par chauffage dans un four.

**Captage-utilisation du CO<sub>2</sub> (CCU)** : processus de captage du CO<sub>2</sub> dans le but de le recycler pour une utilisation ultérieure. Cette technologie diffère du CSC en ce qu'elle ne vise pas la séquestration du CO<sub>2</sub> mais à valoriser le CO<sub>2</sub> capté à travers des produits tels que les plastiques, le béton, les biocarburants, etc.

Le CCU assure la neutralité carbone des processus de production de ces produits.

**Captage-séquestration du CO<sub>2</sub> (CSC)** : consiste à capter le CO<sub>2</sub> dès sa source de production et à le séquestrer dans le sous-sol à très grande profondeur. Carbon Capture and Storage (CCS) en anglais.

**CCPL** : Communauté de communes du Pays de Lumbres

**CCT2C** : Communauté de communes de la Terre des 2 Caps

**CCU** : Captage et valorisation/utilisation du carbone

**Chaux** : oxyde de calcium (CaO). Composé minéral issu de la cuisson de calcaire. Possède des propriétés chimiques particulières qui la rendent indispensable dans de nombreuses applications.

**Chaux décarbonée** : chaux dont la fabrication ne génère aucune émission de CO<sub>2</sub>, en considérant l'ensemble du cycle de vie de la chaux

**Ciment** : matière poudreuse utilisée pour lier entre eux différents composants. C'est une colle, un liant dit « hydraulique » car il durcit au contact de l'eau tout en conservant toutes ses propriétés, y compris sous l'eau

**Ciment/béton bas carbone** : matériau dont les performances sont équivalentes à celles d'un béton de référence, tout en générant des émissions de gaz à effet de serre inférieures

**CNDP** : Commission nationale du débat public

**Comité départemental d'évaluation des risques sanitaires et technologiques (CoDERST)** : concourt à l'élaboration, à la mise en œuvre et au suivi, dans le département, des politiques publiques dans les domaines de la protection de l'environnement, de la gestion durable des ressources naturelles et de la prévention des risques sanitaires et technologiques.

**Combustibles alternatifs** (aux combustibles fossiles) : combustibles de type combustibles solides de récupération (CSR) et déchets d'activités économiques.

**Combustibles fossiles** : combustibles issus des énergies fossiles tels que le charbon, le pétrole et ses dérivés (fuel, essence, mazout, etc.), le gaz naturel, etc.

**Combustion** : réaction entre un combustible et un comburant (par exemple l'oxygène), produisant de la chaleur, des gaz de combustion et des résidus solides (par exemple des cendres).

**Cryogénie (séparation cryogénique)** : méthode de séparation des gaz, à basse température.

**CUD** : Communauté urbaine de Dunkerque.

**Décarbonation** : action de réduire les émissions de dioxyde de carbone.

**Décarbonatation (du calcaire)** : réaction chimique qui se produit à haute température, génératrice de dioxyde de carbone.

**Demande d'autorisation de construire et d'exploiter (DACE)** : procédure administrative préalable à la construction de canalisations.

**Demande d'autorisation environnementale (DAE)** : procédure administrative préalable à l'autorisation de construire une installation ou une infrastructure.

**Demande de déclaration d'utilité publique (DUP)** : procédure administrative permettant de sécuriser la maîtrise du foncier et/ou d'instaurer des servitudes.

**Dense (phase)** : état de la matière avec une densité proche d'un liquide et un comportement similaire à un gaz.

**Dérèglement (ou changement) climatique** : modification durable du climat au niveau planétaire due à une augmentation des concentrations de gaz à effet de serre (dont CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) dans l'atmosphère.

**Développement durable** : transition vers de meilleures pratiques environnementales, sociale et économiques. Cette transition revient à utiliser les ressources actuelles convenablement, en répondant aux besoins de chacun sans compromettre ceux des générations futures.

**Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)** : gaz commun, sans couleur ni odeur. Principal gaz à effet de serre.

**DKarbonation** : projet conduit par le groupement d'intérêt public Euraénergie pour organiser la décarbonation de l'industrie dans le Dunkerquois

**Efficacité énergétique** : état de fonctionnement d'un système pour lequel la consommation d'énergie est minimisée pour un service rendu identique.

**Électricité bas-carbone** : électricité produite à partir de moyens générant peu d'émissions de CO<sub>2</sub>, comparativement aux centrales utilisant des ressources fossiles (charbon et gaz naturel notamment).

**Émissions résiduelles** : aussi appelées émissions incompressibles ou inévitables, il s'agit des émissions qui n'ont pas pu être évitées ou réduites à la source.

**Empreinte carbone** : indicateur représentant l'impact carbone d'un périmètre étudié sur l'environnement.

**Étude de dangers** : étude préalable à la réalisation de projets qui examine les risques générés par une installation et précise les mesures à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des biens et des personnes

**Étude d'impact** : étude préalable à la réalisation de projets qui, par leur nature et importance ou leurs incidences sur l'environnement, peuvent porter atteinte à ce dernier.

**Fonds européen pour l'innovation** : financement de l'Union européenne, ayant pour objectif de soutenir le déploiement des technologies vertes innovantes bas carbone, en ligne avec le Pacte Vert européen.

**Gaz à effet de serre** : gaz d'origine naturelle ou anthropique (liée aux activités humaines) absorbant et réémettant une partie des rayons solaires (rayonnement infrarouge), phénomènes à l'origine de l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre liés aux activités humaines sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et les gaz fluorés.

**Gaz naturel liquéfié (GNL) ou Liquefied Natural Gas (LNG) en anglais** : le gaz naturel refroidi à environ -160 °C passe de l'état gazeux à l'état liquide. Sous forme liquide, il occupe une place très réduite ce qui facilite son transport sur de longue distance

**GPMD** : Grand Port Maritime de Dunkerque

**Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** : créé en 1988 par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), il rassemble 195 États membres et évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat, ses causes, ses impacts.

**Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE)** : exploitations industrielles ou agricoles susceptibles de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains. Ces dernières sont soumises à des réglementations spécifiques du code de l'environnement.

**MACF** : Mécanisme européen d'ajustement carbone aux frontières

**Marché carbone** : également désigné système d'échange de quotas d'émissions ou système de permis d'émissions négociables. Outil facilitant l'atteinte des objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre déterminés politiquement. L'Union européenne a mis en place depuis 2005 un marché du carbone pour mesurer, contrôler et réduire les émissions de son industrie et de ses producteurs d'électricité.

**Meilleures techniques disponibles (MTD)** : techniques les plus efficaces en matière de protection de l'environnement qui puissent être mises en œuvre à l'échelle industrielle et à coût acceptable. Elles sont définies par chaque secteur de l'industrie et par famille de production. Elles permettent de déterminer le meilleur procédé de fabrication, comment traiter les rejets, les possibilités de substitution de certains produits chimiques dangereux ou encore des dispositions organisationnelles spécifiques.

**Neutralité carbone** : la neutralité carbone à l'intérieur d'un périmètre donné est un état d'équilibre entre les émissions de carbone générées et les mesures de compensation mise en place (puits de carbone naturels, réutilisation, etc.).

**Oxygène (dioxygène)** : gaz invisible, inodore (symbole O), qui constitue approximativement 1/5 de l'air atmosphérique.

**Pacte vert européen** : ensemble de mesures visant à engager l'Union européenne sur la voie de la transition écologique, dans le but d'atteindre la neutralité climatique à l'horizon 2050.

**Parc Naturel Régional (PNR)** : les parcs naturels régionaux concourent à la politique de protection de l'environnement, d'aménagement du territoire, de développement économique et social et d'éducation et de formation du public. Ils constituent un cadre privilégié des actions menées par les collectivités publiques en faveur de la préservation des paysages et du patrimoine naturel et culturel. Chaque PNR possède une charte qui définit les principes et la réglementation en vigueur.

**Plan climat air énergie territorial (PCAET)** : outil de planification, à la fois stratégique et opérationnel, qui permet aux collectivités d'aborder l'ensemble la problématique air-énergie-climat sur leur territoire.

**Plan local d'urbanisme (PLU)** : document d'urbanisme. Il définit les règles d'urbanisme applicables sur la ou les communes concernées.

**Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi)** : permet de planifier l'aménagement des infrastructures à l'échelle de vie des habitants en définissant des zones résidentielles, commerciales, économiques sur les territoires.

**Poste de sectionnement** : permet d'isoler un tronçon de canalisation afin d'assurer sa maintenance et d'interrompre la circulation du gaz dans la canalisation. La distance entre deux postes de sectionnement dépend de la réglementation applicable, selon le fluide transporté.

**Projet d'aménagement et de développement durable (PADD)** : document constitutif du PLUi, détermine les grandes orientations d'aménagement du territoire pour les années à venir, à partir des enjeux identifiés. Il définit les orientations générales d'aménagement, d'urbanisme, d'habitat, de déplacements, d'équipement, de protection des espaces et de préservation ou de remise en bon état des continuités écologiques.

**Quotas carbone** : quantité donnée d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les entreprises.

**Range nord-européen (ou rangée nord-européenne)** : traduction de l'expression Northern Range, utilisé pour désigner la concentration des principaux ports européens alignés le long du littoral méridional de la mer du Nord, servant de façade maritime à un vaste territoire centré sur l'Europe occidentale.

**Rejets atmosphériques** : émissions ou libération d'une substance dans l'atmosphère, notamment les déversements ou les fuites, attribuables à une installation.

**Schéma de cohérence territoriale (SCoT)** : document de planification des projets d'aménagement et de développement durable sur son périmètre, fixant les objectifs des politiques publiques en matière d'habitat, de développement économique et commercial, d'infrastructures de voirie et de transports collectifs, de déplacements, de protection de l'environnement.

**Servitude d'utilité publique (SUP)** : charges existant sur des terrains ou des bâtiments, ayant pour effet soit de limiter, voire d'interdire, l'exercice des droits des propriétaires sur ceux-ci, soit d'imposer la réalisation de travaux.

**SEVESO** : classement d'une installation industrielle stockant 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. On distingue ainsi les installations Seveso seuil haut et seuil bas.

**SFIC** : Syndicat français de l'industrie cimentière

**Stratégie nationale bas carbone (SNBC)** : introduite par la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), la SNBC est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique et atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

**Valorisation énergétique** : consiste à transformer en énergie plutôt que d'éliminer ou d'enfouir, notamment au travers du traitement des déchets par combustion ou méthanisation.







**cap-decarbonation.fr**