Autorité environnementale

Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur Cap décarbonation (59-62)

n°Ae : 2024-75

Avis délibéré n° 2024-75 adopté lors de la séance du 12 septembre 2024

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae[1] s'est réunie le 12 septembre 2024 à La Défense. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur Cap décarbonation (59-62).

Ont délibéré collégialement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Barbara Bour-Desprez, Karine Brulé, Marc Clément, Virginie Dumoulin, Christine Jean, François Letourneux, Laurent Michel, Olivier Milan, Jean-Michel Nataf, Alby Schmitt, Laure Tourjansky, Véronique Wormser.

En application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

Étaient absent(e)s : Serge Muller, Éric Vindimian.

* *

L'Ae a été saisie pour avis par le directeur de l'énergie, le préfet des Hauts-de-France et le préfet du Pas-de-Calais, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 2 juillet 2024.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-7 du même code, l'avis a vocation à être rendu dans un délai de deux mois.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers le 29 juillet 2024 :

- *les préfets du Nord et du Pas-de-Calais, le préfet du Nord ayant transmis une contribution le 8 août 2024,*
- *le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) des Hauts-de-France,*

En outre, sur proposition des rapporteurs, l'Ae a consulté par courrier le 29 juillet 2024 :

- *la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement des Hauts-de-France,*

Sur le rapport de Karine Brulé, Cécile Castel, Gilles Croquette et Alby Schmitt, qui se sont rendus sur site les 12 et 13 août 2024, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'étude d'impact présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis. Une synthèse des consultations opérées est rendue publique avec la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En cas d'octroi, l'autorité décisionnaire communique à l'autorité environnementale le ou les bilans des suivis, lui permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité des prescriptions, mesures et caractéristiques (article R. 122-13 du code de l'environnement).

Conformément au V de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.

[1] Formation d'autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD).

Synthèse de l'avis

Les fours à chaux et les cimenteries sont des activités fortement émettrices de CO_2 du fait de leur consommation énergétique mais aussi des réactions chimiques qu'elles mettent en œuvre. L'évolution de la réglementation sur les quotas d'émission de gaz à effet de serre et les opportunités de financement associées les conduisent à mettre en œuvre des programmes d'ensemble de réduction à la source des émissions de CO_2 et de capture et stockage du CO_2 émis. La cimenterie Eqiom de Lumbres (62) et l'usine de fabrication de chaux Lhoist de Réty (62) se sont engagées dans un tel programme. La cimenterie et les fours à chaux émettent de l'ordre de 1,8 million de tonnes de CO_2 par an. La séquestration géologique portera sur 1,4 million de tonnes par an, soit de l'ordre de trois quarts des émissions.

Associées à Air Liquide, RTE et LNG Terminal, les deux industriels portent un projet de capture et transport du CO_2 jusqu'à des sites de séquestration géologique en mer du Nord, dit « Cap décarbonation » et objet du présent avis. Le périmètre de ce projet comprend les installations de captation du CO_2, les canalisations et installations nécessaires à son transport jusqu'au port de Dunkerque et à son transfert sur des navires, son transport maritime jusqu'à destination, ainsi que l'alimentation en oxygène de la cimenterie, ce qui facilitera la capture du CO_2, et les divers raccordements électriques. Il ne prend néanmoins son sens que dans le programme d'ensemble de réduction, capture et stockage des émissions de CO_2.

Les enjeux majeurs du projet proprement dit sont les émissions de CO_2, les risques, la biodiversité (espèces animales et végétales, milieux naturels) terrestre et marine, ainsi que l'eau et la qualité de l'air.

L'étude d'impact « globale » est peu hiérarchisée, compilant des enjeux et incidences de nature et d'importance très variables. L'absence de sommaire des pièces du dossier ou de note de lecture ne facilite pas l'appropriation des documents par le public. Le dossier ne présente pas l'organisation retenue entre maîtres d'ouvrages.

Le projet présenté, qui n'intègre pas les opérations de stockage, sera émetteur d'un peu plus de 100 000 tonnes de CO_2 par an. Ce constat montre l'importance de délimiter clairement le périmètre du projet et d'en tirer toutes les conséquences afin de pouvoir établir un bilan environnemental correct. Ainsi, la présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) devrait être reprise, en distinguant ce qui relève du programme d'ensemble. Il conviendra également de démontrer que tous les leviers autres que la séquestration du CO_2 ont été engagés.

Le niveau d'aboutissement de l'évaluation des incidences est variable selon les composantes du projet. En particulier, en l'absence d'études de danger et de certains aspects des études d'incidences, le dossier est incomplet sur la partie canalisations. L'évaluation des incidences n'est qu'esquissée pour le transport maritime. Celle du site « captation fours à chaux » est en grande partie à revoir. La demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'individus d'espèces protégées et de leurs habitats reste à finaliser. Une actualisation de l'étude d'impact sera donc nécessaire et constituera l'occasion de prendre en compte les recommandations de l'Ae.

Les performances environnementales attendues et les normes de rejet demandées devraient ainsi être mises en perspective avec les meilleures techniques disponibles. De même, les méthodes et données utilisées pour l'étude des incidences du projet sur les espèces, les milieux naturels, y compris les milieux humides, devraient être revues.

Enfin, les études de dangers devraient faire l'objet d'une synthèse agrégée à intégrer au dossier, et apporter un certain nombre de précisions, en particulier sur la prévention et minimisation des risques et sur les mesures de maîtrise de l'urbanisation envisagées.

Sommaire

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux 6
1.1.1 Le contexte et les objectifs du projet 6
1.1.2 Les maîtres d'ouvrage du projet 6
1.1.3 Périmètre du projet 7
1.2 Présentation du projet et de ses aménagements 9
1.2.1 Captation CO_2 cimenterie (Eqiom) 9
1.2.2 Raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie 11
1.2.3 Captation CO_2 fours à chaux 11
1.2.4 Raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux 12
1.2.5 Canalisations CO_2 et O_2 (Alfi) 13
1.2.6 Terminal CO_2 (Terminal CO_2 Dunkerque) 14
1.2.7 Transport maritime CO_2 14
1.2.8 Calendrier et montant des investissements 15
1.3 Stockage du CO_2 (hors périmètre du projet) 15
1.4 Procédures relatives au projet 16
1.5 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae 17

2. Analyse de l'étude d'impact 17
2.1 Considérations générales, méthode 17
2.2 État initial 18
2.2.1 Biodiversité terrestre et marine, consommation d'espaces, milieu marin 18
2.2.2 Eau, milieux humides 23
2.2.3 Air-nuisances-santé 26
2.2.4 Énergie, climat, émissions de gaz à effet de serre (GES) 28
2.3 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu 30
2.4 Évaluation des incidences (par thématique environnementale) 32
2.4.1 Biodiversité terrestre et marine, consommation d'espaces 33
2.4.2 Eau 35
2.4.3 Air-santé 38
2.4.4 Énergie et émissions de gaz à effet de serre (GES) 40
2.4.5 Risques naturels et prise en compte du changement climatique 44
2.4.6 Analyse des effets indirects induits liés à la séquestration du CO_2 (hypothèse d'une séquestration à Northern-Lights) 45
2.5 Articulation avec les plans et programmes 46
2.6 Évaluation des incidences Natura 2000 46
2.7 Analyses coûts avantages et autres spécificités des dossiers d'infrastructures de transport 47
2.8 Analyse des effets cumulés avec d'autres projets 47
2.9 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets 49
2.10 Résumé non technique 49

3. Études de dangers 50
3.1 Captation CO_2 cimenterie 51
3.1.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés 51
3.1.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques 51
3.2 Captation CO_2 four à chaux 52
3.2.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés 52
3.2.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques 53
3.3 Terminal CO_2 53
3.3.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés 53
3.3.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques 54
3.4 Canalisations CO_2 et O_2 55

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1.1 Le contexte et les objectifs du projet

La cimenterie Eqiom de Lumbres (62) et l'usine de fabrication de chaux Lhoist de Réty (62) font partie des 50 plus grands sites industriels émetteurs de CO_2 en France. Les émissions liées à la production du clinker (principal constituant du ciment) et de la chaux[2] sont liées pour environ un tiers à la combustion de matières carbonées pour produire la chaleur nécessaire à la cuisson du calcaire. Les deux autres tiers des émissions de CO_2 sont liés à la décarbonatation du calcaire et font partie des émissions résiduelles identifiées comme « *incompressibles* » à l'horizon 2050 dans la stratégie nationale bas carbone révisée d'avril 2020 (SNBC2) et pour lesquelles la séquestration du carbone est nécessaire, y compris grâce aux technologies de captation et stockage de CO_2 (CSC)[3].

Les émissions de la cimenterie hors énergie atteindront prochainement 850 000 tonnes de CO_2 par an avec l'augmentation de capacité de production permise par le futur four 6. Celles de l'usine de Réty s'élèvent à 672 000 tonnes.

Le système européen d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre (GES), auquel les deux sites sont soumis, va évoluer au cours des prochaines années[4]. Les quotas gratuits vont être réduits, puis supprimés en 2034. L'objectif de réduction des émissions relevant du marché carbone européen pour 2030, par rapport à 2005, a été fixé à 62 %. Cette évolution impose aux industriels concernés de revoir leurs systèmes de production, sous peine d'avoir à payer un prix du carbone élevé[5].

Dans ce contexte, Eqiom, Lhoist (Chaux et Dolomies du Boulonnais), Air Liquide France Industrie (Alfi), Dunkerque LNG et Réseau de transport d'électricité (RTE) se sont engagés dans une démarche commune, dénommée « Cap décarbonation ».

1.1.2 Les maîtres d'ouvrage du projet

La société Eqiom[6] emploie 1 500 salariés dont 135 à la cimenterie de Lumbres. Le groupe belge Lhoist, spécialisé dans la production de chaux et d'autres minéraux, emploie 6 400 personnes dont 70 dans l'usine Chaux et Dolomies du Boulonnais à Réty. Alfi est une filiale française du groupe Air Liquide. Elle exploite à Dunkerque une unité de production de gaz de l'air, ainsi que des canalisations de transport de gaz industriels. Dunkerque LNG[7] est l'opérateur du terminal méthanier

---

2 Les émissions de CO_2 s'élèvent à environ 0,6 t par tonne de ciment et 1 t par tonne de chaux produite (source : dossier).

3 « *Les technologies de capture, stockage et utilisation du carbone (CSUC) pourront compléter le puits du secteur des terres via une capture et une séquestration anthropiques de carbone, en fonction du potentiel disponible* », « *Les technologies de capture et stockage du carbone (CSC) sont également mobilisées, de manière prudente, dans le scénario de référence.* » (source : SNBC2).

4 Suite à l'adoption du paquet de mesures relatives au climat baptisé « Fit for 55 » dont l'objectif est de permettre à l'Union européenne d'atteindre une réduction de 55 % de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2030 par rapport à 1990.

5 Dans le même temps, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) vise à soumettre certains produits importés dans le territoire douanier de l'Union européenne à une tarification du carbone équivalente à celle appliquée aux industriels européens fabriquant ces produits.

6 Filiale du groupe irlandais de production de matériaux de construction CRH (ciment, granulats, béton, etc.).

7 Filiale du groupe de transport et de stockage de gaz Fluxys.

de Dunkerque, en service depuis 2016. RTE est le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité français.

Le dossier ne précise pas l'organisation retenue pour le pilotage, la mise en œuvre et le suivi du projet. Il a été indiqué aux rapporteurs qu'elle n'était pas encore complètement définie. À titre d'exemple, les conditions de la contractualisation avec les entreprises à même d'assurer le transport du CO_2 par voie maritime ne sont pas précisées à ce jour, pas plus que l'identification du ou des maîtres d'ouvrage du projet en charge de ce volet. L'organisation est pourtant un aspect important pour la prise en compte de l'environnement, par exemple en cas de dysfonctionnement ou d'arrêt pour maintenance de l'une des composantes du projet qui peuvent affecter le fonctionnement des autres.

L'Ae recommande de présenter l'organisation retenue entre maîtres d'ouvrage pour le pilotage, la mise en œuvre et le suivi du projet, y compris pour la gestion du risque environnemental et de la sécurité.

1.1.3 Périmètre du projet

Le projet a fait l'objet, le 5 octobre 2023, d'un avis délibéré de l'Ae portant sur un cadrage préalable. L'avis insistait sur la définition du périmètre du projet au titre de l'évaluation environnementale. L'Ae s'est exprimée en faveur d'un périmètre de projet incluant l'ensemble des composantes nécessaires à la capture et à la séquestration du CO_2, y compris le transport par voie maritime jusqu'au point de déchargement du navire.

Concernant la phase de séquestration du CO_2 sur le site de stockage, l'Ae a considéré qu'elle pourrait être exclue du périmètre du projet « *sous réserve que le ou les sites de stockage qui seront utilisés aient fait l'objet d'études d'impact et d'autorisations spécifiques et que le projet « Cap décarbonation » ne constitue pas la source prépondérante pour ce(s) site(s)* ». Cette phase de séquestration est néanmoins un élément essentiel pour l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES dans l'atmosphère des industries de la chaux et du ciment en ce qu'elle détermine notamment le bilan en termes d'émissions de GES effectivement stockées par ces industries. Sans cette phase, le projet « Cap décarbonation » est à l'origine d'émissions de GES (celles liées aux opérations de captation, de transport par canalisation, de liquéfaction et de transport par voie maritime). L'Ae a donc considéré qu'il est indispensable, si les effets positifs de la phase de stockage sont présentés, d'en documenter aussi les incidences négatives pour les autres thématiques environnementales : modification de la composition chimique des sites, augmentation des risques naturels, etc.

Les maîtres d'ouvrage ont pris en compte ces recommandations et ont retenu un périmètre du projet qui comprend les composantes suivantes (les appellations des composantes retenues dans la suite de l'avis sont précisées entre crochets) :

- la mise en œuvre sur le four 6 de la cimenterie de Lumbres de l'oxycombustion et de la capture du CO_2 (phase 2 du programme K6, Eqiom) [captation CO_2 cimenterie],
- le raccordement de la cimenterie de Lumbres au réseau public de transport d'électricité (RTE) [raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie],
- la mise en œuvre de la capture du CO_2 émis par l'usine de fabrication de chaux de Réty (nommée CalCC dans le dossier, Lhoist) [captation CO_2 fours à chaux],

- le raccordement de l'usine de fabrication de chaux de Réty au réseau public de transport d'électricité (RTE) [raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux],
- le transport du CO_2 capté à Lumbres et à Réty par canalisation jusqu'au port de Dunkerque, et le transport par canalisation d'oxygène produit par le site Alfi de Grande-Synthe vers la cimenterie de Lumbres (Alfi) [canalisations CO_2 et O_2],
- le conditionnement, le stockage et le chargement sur des navires par un nouveau terminal maritime CO_2 implanté à côté du terminal méthanier sur le grand port maritime de Dunkerque (GPMD) et réalisé par Dunkerque LNG (Terminal CO_2 Dunkerque[8]) [terminal CO_2],
- le transport maritime du CO_2 jusqu'au point de déchargement du navire, avant le stockage aujourd'hui prévu en Mer du Nord [transport maritime CO_2].

Les canalisations de transport de CO_2 et d'O_2 et le terminal CO_2 sont parfois regroupés dans le dossier au sein d'une même dénomination intitulée « d'Artagnan ».

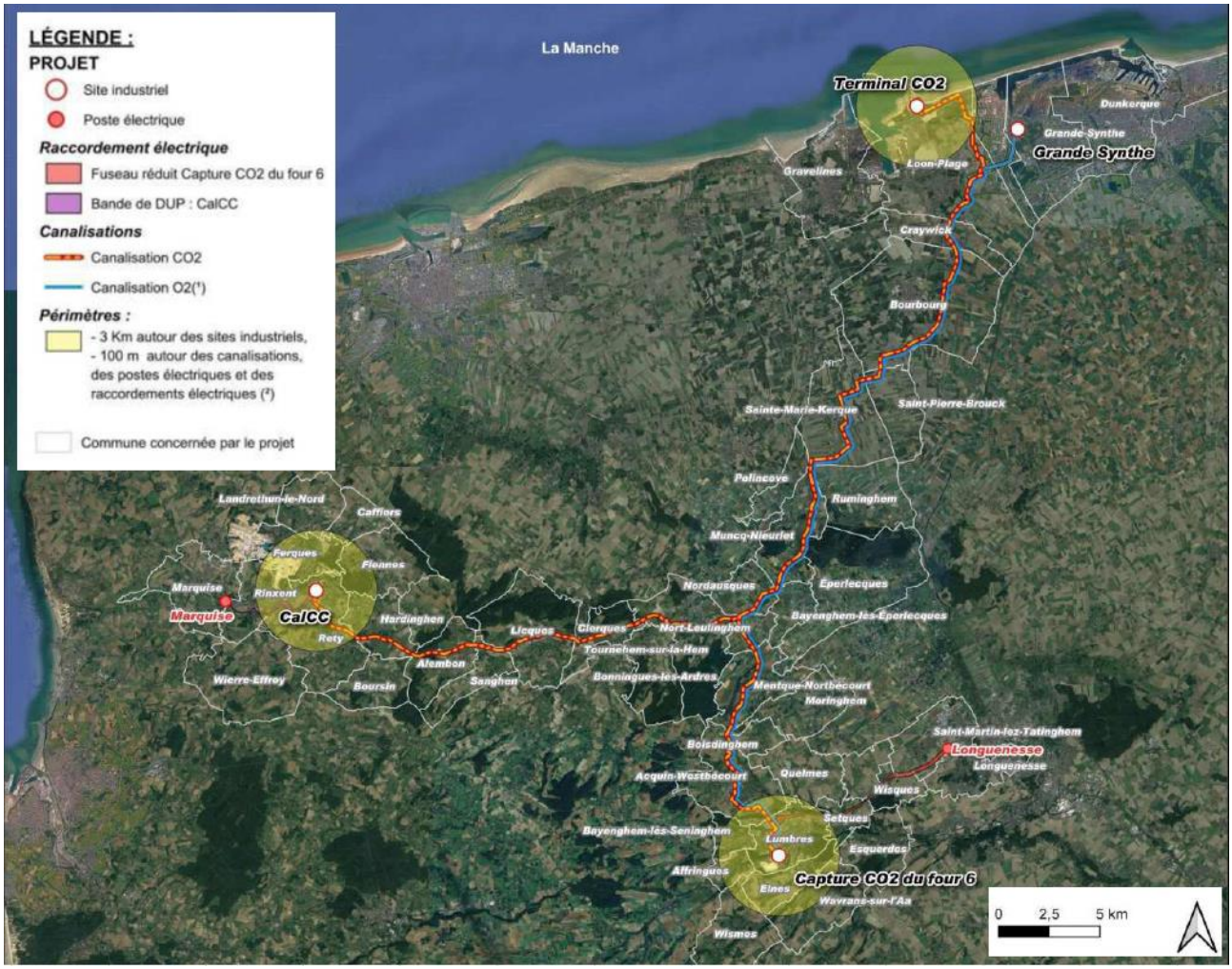


Figure 1 : localisation du projet (source : dossier modifié par les rapporteurs)

Par ailleurs plusieurs sites et installations présentent des interfaces fortes avec le projet sans en faire partie. C'est particulièrement le cas :

- des investissements déjà autorisés sur la cimenterie (phase 1 du programme K6, portant notamment sur la construction du four 6) (Eqiom),
- des fours à chaux (Lhoist),

[8] Joint venture entre Alfi et Dunkerque LNG.

- du site de production O_2 à Grande-Synthe (Alfi),
- du terminal méthanier de Dunkerque (Dunkerque LNG),
- des postes électriques de Marquise et de Longuenesse (RTE),
- du point de déchargement et des sites de stockage de CO_2 (maîtrise d'ouvrage non connue).

Concernant le stockage du CO_2, l'Ae relève que la présentation du dossier est ambiguë puisque cette phase est parfois indiquée comme incluse dans le périmètre du projet, notamment les chapitres 1.1 et 1.3 de l'étude d'impact globale. Or, la séquestration ne relève pas du projet et ses impacts sont uniquement pris en compte comme des impacts induits du projet. Par ailleurs, le terme de « projet », parfois utilisé pour désigner certaines des composantes du projet, devrait être réservé au projet Cap décarbonation dans son ensemble.

Des opérations conduites par Eqiom (modernisation des installation, évolution des sources d'énergie pour augmenter le taux de biomasse, réduction de la teneur du ciment en clinker) et Lhoist sur les établissements existants sont hors projet. Les premières opérations du projet sont l'oxycombustion (cimenterie) et la captation de CO_2 à la sortie des cheminées (cimenterie et fours à chaux). Le dossier est imprécis sur ces limites du projet, pourtant nécessaires à la mesure de son impact (différence entre état initial - dont le CO_2 émis dans l'atmosphère - et l'état avec projet).

L'Ae recommande de clarifier les limites du projet dans l'ensemble du dossier. À cet effet, il conviendra de confirmer que la séquestration n'est pas une composante du projet, mais que ses incidences sont prises en compte comme des incidences induites.

Il convient de noter que ce projet ne prend néanmoins son sens que dans le programme d'ensemble de réduction, capture et stockage des émissions de CO_2.

1.2 Présentation du projet et de ses aménagements

1.2.1 Captation CO_2 cimenterie (Eqiom)

La capacité de production actuelle de la cimenterie de Lumbres est de 650 000 tonnes de clinker et de 800 000 tonnes de ciment par an. La majeure partie du clinker produit est transformée sur place en ciment.

Le site fait l'objet d'un programme de modernisation dit « programme K6 » dont la phase 1 consiste à remplacer les deux fours en voie humide existants (n°4 et n°5) par un unique four en voie sèche incluant un pré-calcinateur (four 6) plus performant. La phase 1 a fait l'objet de l'avis de la mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Hauts-de-France du 10 mars 2023[9] et l'autorisation environnementale a été accordée par arrêté préfectoral du 8 décembre 2023. Les travaux ont commencé en mars 2024.

[9] La phase 1 du programme K6 est un projet amont du projet Cap décarbonation. « *Au moment du dépôt du dossier, compte tenu des incertitudes sur la partie du projet qui concerne l'acheminement et la séquestration du CO_2, le choix a été fait de déposer une première demande d'autorisation portant sur la première phase du* [programme global K6]. *Ainsi, le dossier précise (…), que la demande d'autorisation environnementale porte uniquement sur la phase 1 et (…), que la phase 1 peut être réalisée sans mener la phase 2* » (extrait de l'avis de la MRAe).

Seule la deuxième phase du programme K6 fait partie du projet Cap décarbonation. Elle consiste en la mise en œuvre de la capture du CO_2 du four 6 par l'installation d'une unité Cryocap™ OXY fournie par Alfi sur des emprises de la cimenterie de Lumbres auparavant exploitées en carrière.

L'unité Cryocap™ OXY comprend notamment :

- une unité de purification et de compression permettant de condenser l'eau présente dans les fumées issues de la cuisson du clinker,
- une unité cryogénique (-50°C) de séparation du CO_2 (qui devient liquide) et de compression du CO_2,
- un assemblage de membranes permettant de récupérer dans les gaz incondensables le CO_2 qui n'a pas été retenu par l'unité cryogénique,
- une station de compression (environ 110 bars) en vue du transport du CO_2 vers Dunkerque par canalisation et une station d'injection dans la canalisation,
- des installations de refroidissement de l'unité de purification des gaz comprenant plusieurs tours aéroréfrigérantes,
- des installations de traitement des eaux de condensation et de lavage des gaz de rejet de la ligne de production de clinker et de l'unité Cryocap™ OXY.

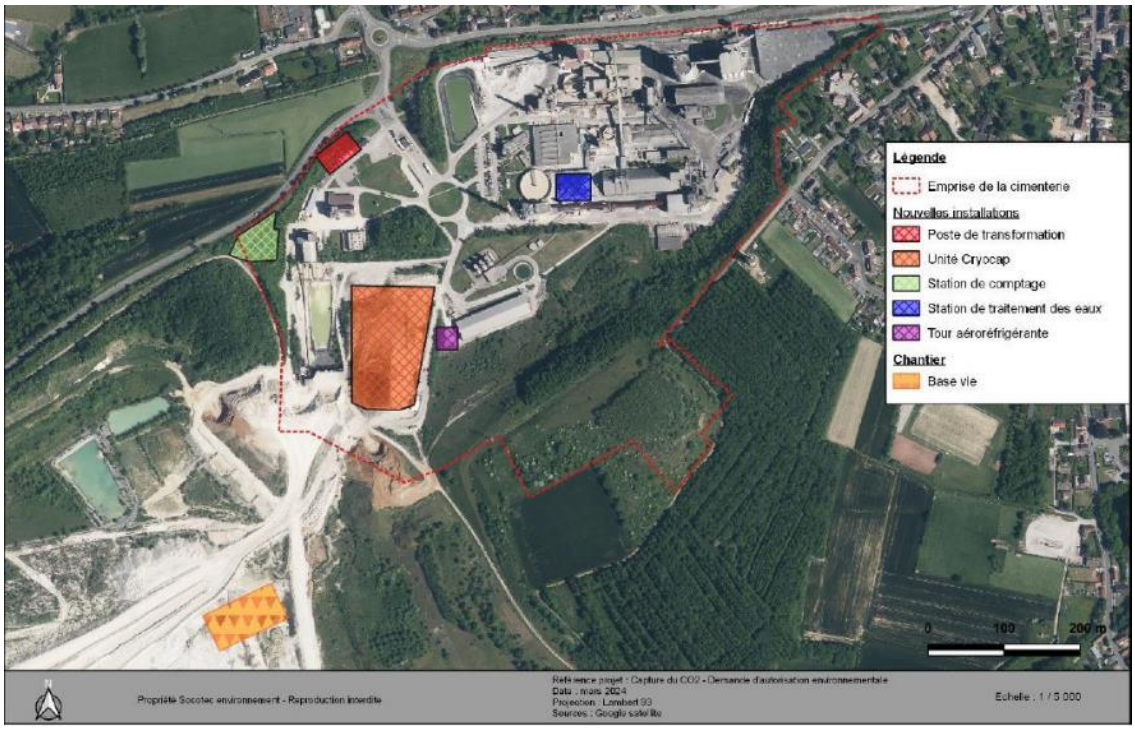


Figure 2 : localisation des aménagements projetés au sein de la cimenterie (source : dossier)

Concernant la production de l'oxygène, il a été indiqué aux rapporteurs que les capacités de production de l'usine de production O_2 de Grande-Synthe étaient suffisantes pour assurer l'approvisionnement de l'unité Cryocap. Le projet ne nécessiterait que des modifications mineures du génie civil et des automatismes. Il a néanmoins été indiqué aux rapporteurs que l'approvisionnement prévu (environ 1 000 t/j d'O_2) représentait environ le quart de la capacité maximale de production de l'usine de Grande-Synthe et qu'il serait nécessaire de mobiliser l'une des trois unités utilisée aujourd'hui comme unité de secours. Dans le cas où le projet nécessiterait finalement des modifications plus importantes qu'anticipées au niveau de l'usine de Grande-Synthe,

il conviendra alors de s'interroger sur la nécessité de l'inclure dans le périmètre de Cap décarbonation, d'actualiser l'étude d'impact globale du projet et de consulter l'Ae en cas de doute.

1.2.2 Raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie

L'unité Cryocap™ OXY nécessite un nouveau raccordement électrique de la cimenterie, sous la forme d'une liaison souterraine de 13 km depuis le poste électrique de Longuenesse. Le fuseau de moindre impact a été validé par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) le 29 décembre 2023 dans le cadre de la concertation dite « Fontaine ».

Figure 3 : fuseau de moindre impact pour le raccordement électrique de la cimenterie (source : dossier)

Les câbles sont déroulés dans des fourreaux posés en règle générale dans une tranchée d'une largeur comprise entre 60 et 80 cm et d'environ 1,5 m de profondeur. Le raccordement nécessitera la mise en place de neuf chambres de jonction enterrées d'une longueur comprise entre 9 et 12 mètres et d'une largeur de 2,5 mètres.

1.2.3 Captation CO_2 fours à chaux

L'usine Chaux et dolomies du Boulonnais de Réty est le premier site de production de chaux en France, avec neuf fours d'une puissance thermique cumulée de 125 MW et une capacité maximale annuelle de 700 000 tonnes de chaux. Le calcaire utilisé pour la fabrication de la chaux est extrait à proximité de l'usine.

La composante captation CO_2 fours à chaux consiste en l'installation d'une unité Cryocap™ FG, similaire dans son principe de fonctionnement à celle déployée sur la cimenterie de Lumbres, et la création des utilités associées (traitement des eaux, sous-station électrique 90/11 kV, etc.) sur les terrains de l'usine de Réty et sur une parcelle adjacente.

Les fumées sont aujourd'hui collectées et traitées par un système de filtration avant rejet par une cheminée commune. Le projet nécessite la reconfiguration du circuit de collecte, afin d'acheminer les effluents gazeux jusqu'à l'unité de captation du dioxyde de carbone. Une nouvelle cheminée sera créée à une dizaine de mètres de l'actuelle et d'une hauteur similaire, de 54 m. La cheminée actuelle sera déconstruite.

Figure 4 : installations existantes et localisation de la nouvelle cheminée (source : Lhoist)

Les fumées comprennent environ 10 % d'eau sous forme de vapeur. L'unité Cryocap™ FG génèrera ainsi un volume continu, de l'ordre de 100 m³/h, d'eau acide et chargée de polluants, pris en charge par une station de traitement.

Le plan des modifications fourni dans le dossier n'est pas lisible et ne permet pas de comprendre les modifications apportées.

L'Ae recommande de fournir un plan ou une représentation graphique des modifications prévues de la composante captation CO_2 fours à chaux.

1.2.4 Raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux

Une liaison souterraine électrique longue de 6 km reliera l'usine de Réty et le poste 90 000 volts de Marquise (RTE) afin d'assurer l'alimentation électrique des nouvelles installations. Le fuseau de moindre impact a été validé par la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) le 13 décembre 2023.

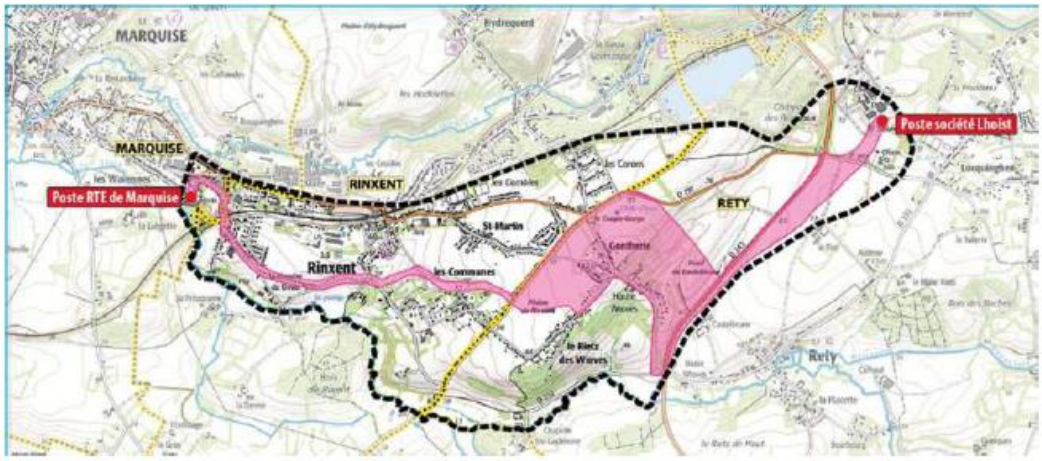


Figure 5 : fuseau de moindre impact pour le raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux (source : dossier)

Les câbles souterrains sont installés au fond d'une tranchée de 1 à 1,50 m de profondeur et de 0,40 à 0,70 m de largeur. Des chambres de jonction, d'une emprise au sol en moyenne de 2 m de

large sur 10 m de long, seront réalisées tous les kilomètres environ. Une extension d'environ 40 m² du poste électrique de Marquise sur un terrain appartenant à Enedis est nécessaire.

1.2.5 Canalisations CO_2 et O_2 (Alfi)

Un réseau de canalisations souterraines acheminera le CO_2 capté sur les sites de Lumbres et de Réty jusqu'au terminal CO_2 de Dunkerque, sur une longueur totale de 80 km : 24 km pour l'antenne de Lhoist, 15 km pour celle de Lumbres et 37 km pour l'artère principale.

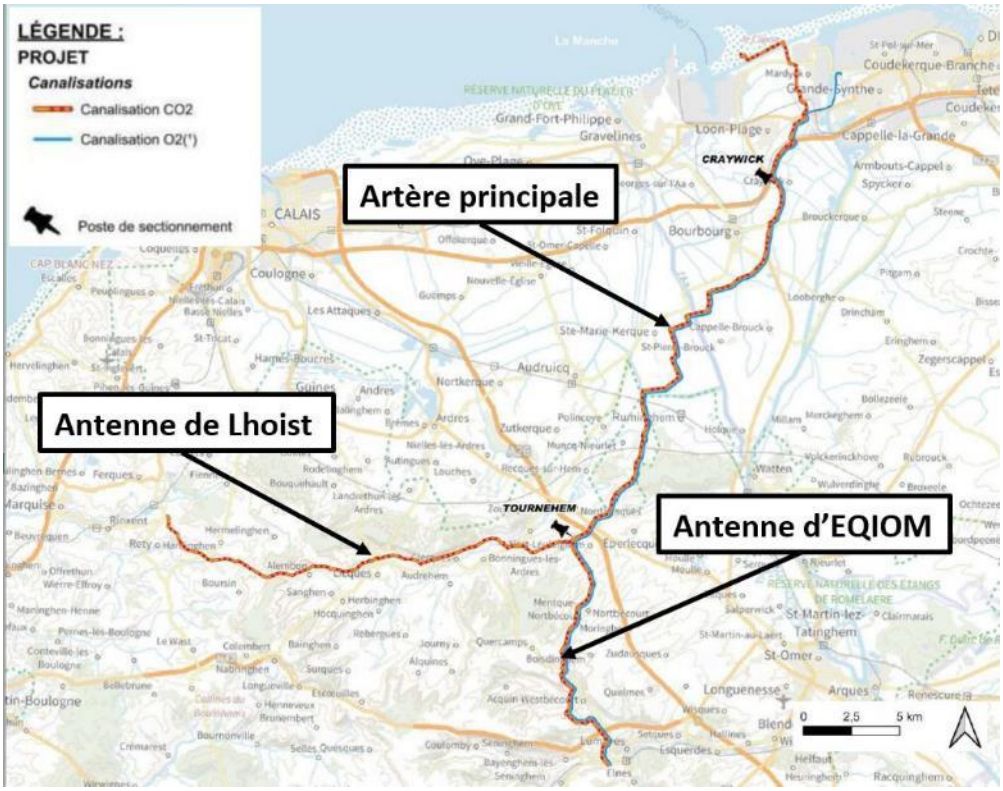


Figure 6 : tracé des canalisations CO_2 et O_2 (source : rapporteurs d'après dossier)

Le CO_2 sera transporté en phase dense, à des pressions supérieures à celle du point critique[10]. Les canalisations, en acier carbone, ont un diamètre nominal de 20 cm pour l'antenne de Lhoist, de 25 cm pour celle d'Eqiom et de 30 cm pour l'artère principale. Elles sont revêtues d'une protection externe en polyéthylène et la protection cathodique sera assurée par courant imposé, y compris dans les secteurs de nappe salée. Deux postes de sectionnement sont créés en surface au sein de terrains clôturés.

Sur l'artère principale et sur l'antenne d'Eqiom, la canalisation de CO_2 sera doublée d'une canalisation de 51 km permettant d'acheminer l'oxygène, sous forme gazeuse. L'oxygène permettra un fonctionnement du four 6 à l'oxygène pur (« oxycombustion ») afin de faciliter la récupération du CO_2 [11].

[10] Le point critique d'un corps pur est le point du diagramme température pression où s'arrête la courbe d'équilibre liquide-gaz.

[11] La combustion à l'oxygène pur plutôt qu'à l'air ambiant augmente la concentration des fumées en dioxyde de carbone. Elle réduit également la formation des oxydes d'azote.

1.2.6 Terminal CO_2 (Terminal CO_2 Dunkerque)

Le terminal CO_2, implanté dans l'avant-port Ouest du GPMD, sur la plateforme de l'ancienne base vie de construction du terminal méthanier, comprend :

- des bâtiments et équipements nécessaires aux activités,
- les équipements nécessaires à la réception et à la liquéfaction du CO_2, pour atteindre une température de -27 °C en basse pression,
- quatre sphères de stockage du CO_2 de 7 500 m^3 chacune et les tuyauteries d'acheminement,
- les équipements de chargement du CO_2 sur les navires localisés au niveau d'une nouvelle « jetée CO_2 », de 300 m de long, d'une largeur comprise entre 10 et 16 m et située à 15,5 m NGF (+12,5 m CMG)[12].

Figure 7 : localisation des principales installations du terminal CO_2 (source : dossier)

La jetée CO_2 sera construite en bordure d'un talus sous-marin existant de -12 m NGF à 0 m NGF et dimensionnée pour accueillir des navires pouvant transporter jusqu'à 18 000 m^3 de CO_2.

Le dossier souligne que la mise en place de cette infrastructure évolutive de collecte, de stockage temporaire et de transport de CO_2 sur le port de Dunkerque pourra faciliter la décarbonation d'autres industries locales.

1.2.7 Transport maritime CO_2

Le transport du CO_2 par voie maritime est prévu sous forme liquide dans des navires du même type que ceux utilisés pour le transport de gaz de pétrole liquéfié GPL, mais de dimension plus réduite. Le premier navire dédié au transport de CO_2 a été livré au Japon en 2022 et des projets de développement sont en cours en Europe.

Il est indiqué que « *le projet Cap-décarbonation table sur la conception de deux navires CO_2, par le groupe Oceos, joint-venture entre Air-Liquide et Sogestrans* », d'une capacité comprise entre

[12] m NGF : mesure de l'altitude d'un point par rapport au niveau moyen de la mer, en référence au nivellement général de la France, réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain continental et la Corse. La cote CMG (cote marine de Gravelines, utilisée par le GPMD) est inférieure de 2,96 m à la cote NGF.

8 000 m³ (soit 8 500 tCO_2) et 18 000 m³. Selon les indications fournies aux rapporteurs, le choix du transporteur n'est pas encore arrêté.

Selon les sites de séquestration, la distance à parcourir sera comprise entre 180 (Porthos à Rotterdam) et 610 (Northern-Lights à Bergen en Norvège) miles nautiques.

1.2.8 Calendrier et montant des investissements

Les travaux sont envisagés à partir de mi-2025 pour une mise en service à l'horizon 2027-2028.

Une durée de vie prévisionnelle de 50 ans est prise en considération pour le calcul des émissions de GES du projet. Cependant, lors des échanges avec les rapporteurs, les maîtres d'ouvrage ont précisé que seule la conception de l'infrastructure de la jetée du terminal CO_2 et des canalisations prend en compte une durée de vie de 50 ans. Pour les captations CO_2 cimenterie et fours à chaux ainsi que pour la partie industrielle du terminal CO_2, la durée de vie prise en compte est de 20 ans. Ceci signifie que des maintenances lourdes seraient nécessaires pour espérer une durée de vie de ces installations de 50 ans. Ni cette durée de 20 ans ni les maintenances lourdes ne semblent prises en compte dans les incidences du projet, en particulier en matière d'émissions de GES.

L'Ae recommande de préciser le calendrier du projet et de définir sa durée de vie prévisionnelle en précisant les besoins de maintenances lourdes associées et en veillant à la cohérence entre ces éléments et les incidences présentées.

Le montant cumulé des investissements est estimé à 530 millions d'euros (M€). Le projet fait l'objet de financements européens à hauteur de 150 M€ pour la captation CO_2 cimenterie et de 125 M€ pour la captation CO_2 fours à chaux[13]. Le coût de captation, transport et stockage d'une tonne de CO_2 est estimé à 150 €[14] dans le cadre du projet.

1.3 Stockage du CO_2 (hors périmètre du projet)

Le stockage du CO_2, c'est-à-dire l'ensemble des opérations nécessaires à sa réception et à son injection dans le sous-sol, est prévu sur des sites situés en Mer du Nord en Norvège, au Danemark, aux Pays-Bas ou au Royaume-Uni, dont la capacité maximale annuelle de stockage cumulée est de 22 millions de tonnes de CO_2 ($MtCO_2$) :

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

Le ou les sites finalement retenus ne seront pas connus avant fin 2024. Le site de Northern-Lights est « *à ce jour la destination la plus probable* ».

Le dossier précise qu'aucun site de séquestration de CO_2 n'est prêt à être mis en service en France.

[13] Les maîtres d'ouvrage préparent leur candidature conjointe à l'appel d'offre "Grands projets industriels de décarbonation" porté par les autorités françaises. Ces subventions porteraient sur le coût complet (coûts de fonctionnement et amortissement des coûts d'investissement), et pourraient représenter plusieurs centaines de M€ si le dossier est retenu.

[14] Lors de la visite, il a été mentionné un coût supérieur à 200 €/tCO_2 stockée, après prise en compte des subventions.

Une analyse des effets indirects est présentée en prenant l'hypothèse la plus probable d'une séquestration au niveau du site de Northern-Lights en Norvège, dans un aquifère salin, à environ 2 600 m sous les fonds marins du plateau continental norvégien. Le forage d'injection a été autorisé par les autorités norvégiennes en 2019 et achevé en novembre 2022. 1,5 $MtCO_2$ par an pourront être prises en charge à partir de 2025 et il est prévu à terme, une capacité de séquestration de 5 $MtCO_2$ par an. Le projet est porté par les sociétés Equinor, Norske Shell AS et Total E&P Norge AS.

Le dossier précise que, dans une formation saline profonde, le CO_2 est retenu par capillarité puis se dissout dans l'eau salée, et se minéralise ensuite lentement, ce qui implique des réactions chimiques successives sur plusieurs centaines d'années. Une fois la minéralisation terminée, le CO_2 est définitivement séquestré sous forme solide.

Le CO_2 sera acheminé vers le site de Northern-Lights par un pipeline offshore d'une centaine de km environ, en phase liquide à une pression comprise entre 45 et 100 bars. Le principe est de maintenir une injection continue à partir de l'installation réceptrice du CO_2 à terre fin d'éviter notamment le risque de formation de neige carbonique. La tête de puits au niveau des fonds marins, à 300 m de profondeur, est une structure de 20 m de haut et de 12 m de large.

1.4 Procédures relatives au projet

Ce projet a fait l'objet d'une concertation préalable au sens de l'article L. 121-8 du code de l'environnement dont les documents sont disponibles sur Internet.

Les principales autorisations auxquelles le projet est soumis sont :

- trois autorisations environnementales au titre de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) (composantes captation CO_2 cimenterie, captation CO_2 fours à chaux et terminal CO_2) et au titre de la réglementation sur l'eau (terminal CO_2),
- trois déclarations d'utilité publique (DUP) pour les composantes canalisations CO_2 et O_2 et les deux raccordements électriques,
- une demande d'autorisation de construire et d'exploiter (DACE) au titre de l'article L. 555-1 du code de l'environnement pour les canalisations CO_2 et O_2,
- deux demandes de dérogation à l'interdiction de destruction d'individus d'espèces protégées et de leurs habitats (pour la captation CO_2 fours à chaux et les canalisations CO_2 et O_2).

Le projet est également soumis à évaluation de ses incidences au titre du réseau Natura 2000[15].

Le projet devant notamment faire l'objet d'une décision du ministre chargé de l'énergie pour la nouvelle liaison souterraine 225 kV, l'Ae est compétente pour l'instruction de ce projet[16].

Une nouvelle saisine de l'Ae est prévue fin 2024 pour l'autorisation relative à la construction et à l'exploitation du réseau de canalisations CO_2 et O_2. Il est prévu dans ce cadre que l'étude d'impact

[15] Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « habitats » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS). Un des sites est cité deux fois et un est omis.

[16] Le ministre chargé de l'environnement ayant délégué le 15 septembre 2022 à l'Ae sa compétence pour rendre un avis sur les projets donnant lieu à une décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du ministre chargé de l'énergie.

du projet soit actualisée dans les conditions prévues par le III de l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement.

1.5 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Selon le dossier, le principal enjeu environnemental est l'atténuation du changement climatique avec la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère en prenant en compte le projet objet du présent dossier élargi aux deux industries et au stockage de CO_2. L'Ae partage cet avis.

Les enjeux majeurs du projet sont :

- les émissions de CO_2,
- les risques naturels et technologiques,
- la biodiversité (espèces et milieux naturels) terrestre et marine,
- l'eau et la qualité de l'air.

2. Analyse de l'étude d'impact

2.1 Considérations générales, méthode

Le dossier comprend une étude d'impact dite « *globale* », nommée par la suite « étude d'impact », complétée d'études spécifiques pour certaines composantes (captations CO_2 cimenterie et fours à chaux, incluant les raccordements RTE, terminal CO_2), mais non pour les canalisations CO_2 et O_2 et le transport maritime CO_2. Le stockage de CO_2 proprement dit est évoqué, comme recommandé dans le cadrage de l'Ae, en en esquissant les incidences positives et négatives et les performances en termes de stockage.

Si le périmètre du projet défini dans le cadrage est bien celui annoncé par le dossier, l'étude d'impact n'en tire pas toutes les conséquences en termes de bilan ou de mesures ERC, en recentrant parfois le « projet » autour des installations industrielles existantes : ainsi, le dossier présente la mise en place des Cryocap™ comme des mesures de réduction (E-MR00 et L-MR00) des émissions de GES. C'est une erreur de raisonnement, une composante du projet ne pouvant être une mesure de réduction.

L'Ae recommande de tirer toutes les conséquences de la définition arrêtée pour le périmètre du projet tout au long de l'étude d'impact, en termes de bilan des impacts comme de mesures ERC.

Le niveau d'aboutissement de l'évaluation des incidences est variable selon les composantes. En particulier, en l'absence à ce jour d'études de danger et de certains aspects de leurs incidences, le dossier est incomplet sur la partie canalisations. L'évaluation des incidences n'est qu'esquissée pour le transport maritime. Une actualisation de l'étude d'impact sera donc nécessaire sur ces deux composantes et pourra être l'occasion de prendre en compte les recommandations de l'Ae.

Les phases de démantèlement des ouvrages du projet sont peu ou pas évoquées.

L'Ae recommande de prendre en compte, dans l'étude d'impact, le démantèlement des ouvrages du projet, en précisant les hypothèses retenues.

L'étude d'impact d'ensemble contient des erreurs et incohérences, est peu hiérarchisée, compilant des enjeux et incidences de nature et d'importance très variables. Il en résulte une étude d'impact du projet de près de 2 000 pages avec les annexes, sans compter les documents spécifiques d'évaluation des incidences des composantes de ce projet. L'absence de sommaire général ou de note de lecture ne facilite pas l'appropriation des documents par le public, malgré le résumé non technique. Or, au titre de la Convention d'Aarhus, le public doit être en mesure de participer au processus décisionnel, ce qui implique de lui faciliter l'accès aux informations nécessaires à cette participation éclairée.

Afin de faciliter l'appropriation du dossier, l'Ae recommande la réalisation d'un sommaire global ou d'une note de lecture présentant les différents documents mis à la disposition du public.

2.2 État initial

Le projet terrestre s'étend du sud, avec des zones de relief calcaire ou crayeux (l'Artois et le Boulonnais), découpées par les vallées de l'Aa, de la Hem et de leurs affluents, au nord dans la plaine maritime des Flandres, sillonnée de canaux ou fossés (« watergangs ») et de l'Aa canalisée. La plaine maritime de Dunkerque présente une altitude moyenne de 2 m. Le terminal GNL et le futur terminal CO_2 sont ou seront implantés sur des remblais d'une altitude de 7 à 8,5 m à ce jour.

Les fonds marins à proximité du GPMD ne dépassent pas une profondeur de 22 m, notamment au droit des chenaux d'accès au port ouest. Les fonds sont régulièrement dragués pour l'accès au port avec immersion des sédiments et vases au large. La darse des méthaniers devant accueillir la jetée du terminal CO_2 est située dans la partie nord du bassin portuaire, sur la rive sud du brise-lames de Ruytingen. La partie navigable nord de la darse est draguée à la cote -18 m.

2.2.1 Biodiversité terrestre et marine, consommation d'espaces, milieu marin

De nombreuses informations disponibles

L'annexe de l'étude d'impact est riche d'informations issues de la bibliographie ainsi que d'atlas cartographiques localisant les observations relatives à la flore (espèces patrimoniales et protégées), les espèces exotiques envahissantes, les oiseaux (espèces à enjeu au moins modéré en et hors période de reproduction), les chauves-souris (espèces à enjeu au moins modéré et à l'exclusion des autres mammifères), les amphibiens (espèces à enjeu au moins modéré), les poissons (espèces patrimoniales) et les invertébrés (espèces patrimoniales) et. Des cartes d'enjeux écologiques sont également fournies pour les habitats naturels, la flore, les oiseaux, les chauves-souris, les autres mammifères, les amphibiens, les reptiles, les poissons et les invertébrés.

Un état initial des voies maritimes peu traité

Quoique le transport maritime du CO_2 jusqu'à son lieu de stockage soit une composante du projet, l'état initial des secteurs concernés est traité dans un format différent, sans définition d'aires d'étude et en se reposant sur des considérations très générales sur les pressions humaines, sur les milieux marins (élévation de la température, acidification, pollutions chimiques, bruit) et les espèces (dégradation des milieux, surpêche, ingestion de plastique).

Le dossier renvoie vers une annexe actuellement absente et qui présentera le rapport détaillé d'analyse du transport maritime. Les rapporteurs ne peuvent se prononcer sur la qualité de ce document qu'ils n'ont pu consulter. Il n'est pas prévu de mise à jour de l'état initial tant que les sites d'injection resteront dans le zonage actuel qui se situe entre l'Ecosse et la Norvège.

Dans la synthèse disponible, aucun niveau d'enjeu n'est défini pour les milieux marins. Rien n'indique dans quelle mesure l'état initial des milieux naturels et des espèces qui y sont abritées sera pris en compte dans les modalités de transport du CO_2 et un facteur de choix du site d'injection.

L'Ae recommande de présenter les enjeux des milieux naturels susceptibles d'être affectés par l'usage des voies maritimes conduisant aux points de déchargement du CO_2 envisagés.

Plusieurs défauts méthodologiques empêchent de rendre compte clairement de l'état initial et donc de la situation de référence.

Le dossier utilise la notion d'« enjeu patrimonial » en croisant les états de conservations des espèces présentes sur les listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) des niveaux régional et national. Les deux bureaux d'étude ayant procédé à l'état initial des composantes du projet ont une typologie différente des résultats ; une matrice globale est présentée afin de conduire une analyse homogène des données. Cette matrice tend à sous-estimer l'enjeu patrimonial via deux mécanismes. D'une part, une espèce en danger (EN) sur la liste rouge nationale et de préoccupation mineure (LC) sur la liste rouge régionale, sera considérée à enjeu « très fort » pour l'un des bureaux d'étude, privilégiant le statut national, et « faible » pour l'autre, privilégiant le statut régional. D'autre part, le croisement, dans la matrice, entre l'enjeu « très fort » de l'un des bureaux d'étude et « faible » de l'autre conduit à un enjeu faible[17]. La méthode annoncée ne tient pas compte des espèces relevant de la réglementation des espèces protégées, même si cela ne semble pas le cas pour les tableaux finaux. Elle ne semble pas appliquée aux tableaux indiquant la bio-évaluation des espèces animales et végétales recensées dans la bibliographie (sauf sur le tracé des canalisations, semble-t-il) : ceux-ci ne présentent pas de conclusion sur le niveau d'enjeu. Cet enjeu patrimonial est ensuite « contextualisé » par les naturalistes selon la présence ou non de l'habitat de l'espèce, l'abondance, la période de présence, sans description précise. Dans les tableaux de synthèse, les données bibliographiques sont parfois prises en compte pour définir cet enjeu contextualisé, sans qu'il soit toujours possible de distinguer les informations issues de la bibliographie des observations réalisées lors des prospections. Bien que cela ne soit pas précisé, cet enjeu contextualisé est celui qui est reporté sur les cartes de l'annexe 3 « *atlas des enjeux écologiques* ».

L'Ae relève que la notion d'« *espèce patrimoniale* » n'est pas définie, le niveau d'enjeu des espèces représentées, par exemple, sur les cartes « *invertébrés (espèces patrimoniales)* » n'est donc pas connu. Certaines cartes ne retiennent que les « *espèces à enjeu au moins modéré* », terme non défini. Le dossier utilise la notion de « *patrimonialité communale* », qui, contrairement à ce qui est indiqué sur certaines cartes, est réalisé en fonction de données bibliographiques et non de données observées.

[17] La méthode annoncée ne semble pas appliquée de façon précise. Ainsi pour le Goéland cendré (EN (nicheur) et LC (hivernant) sur la liste rouge française et VU (nicheur) sur la liste rouge du Nord-Pas-de-Calais) devrait être classé en enjeu fort (très fort pour un bureau d'étude et assez fort pour l'autre). Il est finalement classé très fort.

Par ailleurs des classements sont inexpliqués, ainsi, par exemple, l'Oreillard gris et l'Oreillard roux, tous deux espèces protégées au niveau national, sur l'annexe IV de la directive « habitats, faune, flore », « LC » sur la liste rouge française et déterminant pour les Znieff du Nord-Pas-de-Calais ont l'un un enjeu moyen et l'autre un enjeu fort.

L'Ae recommande :

- ***de justifier les choix faits pour hiérarchiser les enjeux liés aux espèces et à leurs habitats de façon uniforme à partir des méthodes différentes utilisées pour chaque composante du projet, et, le cas échéant, de reconsidérer les niveaux d'enjeu retenus,***
- ***de préciser à partir de quelles informations, les cartes et les tableaux de synthèse sont réalisés.***

L'Ae s'interroge sur les conséquences des méthodes retenues sur les niveaux d'enjeu, par exemple, pour les chauves-souris. Ainsi, quoique les communes de Marquise, Rixent et Réty aient un haut niveau de patrimonialité communale, aucune méthode d'enregistrement des chauves-souris n'a été déployée sur les sites de la captation CO_2 fours à chaux et sur le tracé de son raccordement électrique, ce que confirme l'atlas des observations naturalistes qui indique « *aucune donnée transmise pour cette aire d'étude* ». Le dossier conclut à la fois que « *la zone présente des arbres morts et des saules têtards qui pourraient attirer les chiroptères* », mais aussi que « *la présence de gîtes d'accouplement semble peu probable au sein de la zone d'étude*. ». Pourtant, l'état initial de la composante canalisation CO_2 a mis en évidence onze des dix-huit espèces de chauves-souris recensées sur l'ensemble du projet[18], sur un point d'écoute très proche de Lhoist.

L'Ae recommande de tenir compte de la totalité des observations pour caractériser les enjeux relatifs aux espèces dans le projet, que les observations aient été faites au titre de l'une ou l'autre des composantes du projet.

Pour les infrastructures linéaires la méthode dite « en entonnoir » est présentée (figure 8).

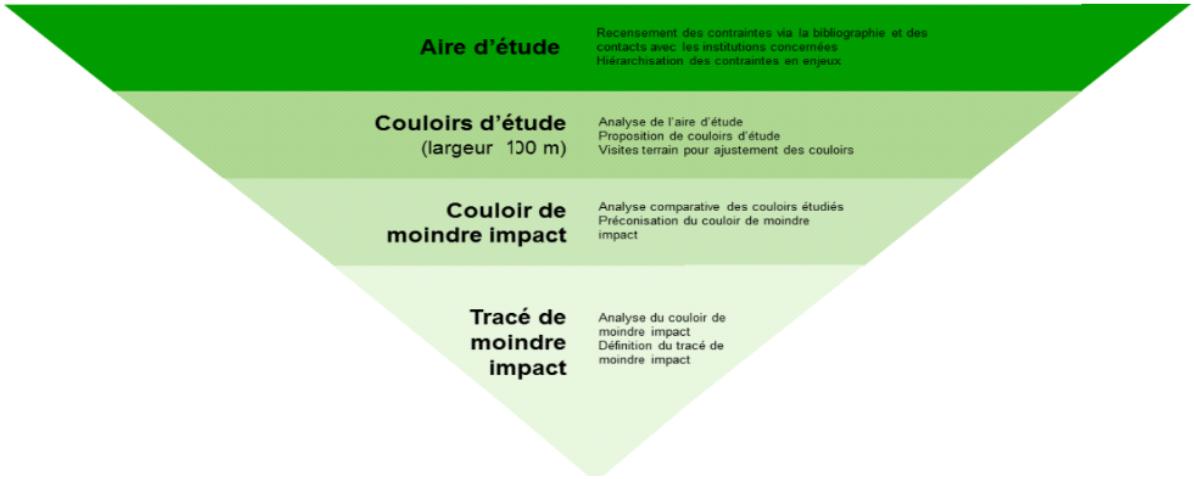
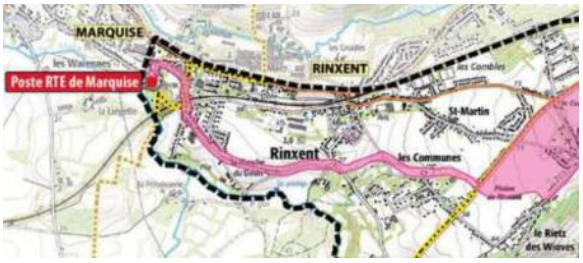


Figure 8 : méthode dite « en entonnoir » (source : Eureteq)

Pour autant, le dossier est trop souvent imprécis sur l'aire d'étude prise en compte. Alors qu'un tableau de synthèse regroupe opportunément les vocabulaires utilisés pour décrire les aires d'étude immédiates (AEI), rapprochées (AER) et éloignées (AEE), plusieurs incohérences sont relevées. Le chapitre « milieux naturels » semble redéfinir d'autres aires d'études : l'AEI de la captation CO_2 cimenterie s'étend sur environ 30,6 ha dans le tableau de synthèse, tandis que le périmètre d'étude annoncé dans le chapitre « milieux naturel » est de 18,3 ha ; pour le raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux, l'AEE serait le fuseau de moindre impact (FMI), l'AER la bande de 500 m autour du fuseau réduit, constituant lui-même l'AEI ; or, si une figure présente effectivement le FMI,

[18] Contrairement au titre de la carte « *chauves-souris (espèces à enjeu au moins modéré)* », les observations de toutes les chauves-souris, y compris celles qui sont affectées d'un enjeu contextualisé « faible » sont représentées.

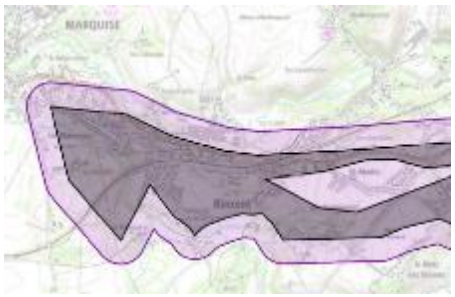
une autre représente « *la bande DUP et une zone tampon de 100 m de part et d'autre* » au sein d'une aire d'étude plus large que l'AEE et le fuseau réduit n'est pas défini. Les atlas des observations naturalistes et des enjeux écologiques présentent les résultats sur une autre aire d'étude, identifiée comme AEI dans l'étude d'impact de certaines composantes. Ainsi, à Rixent, cette AEI présente un tracé nord, hors FMI et bande DUP (figure 9).



(a) fuseau de moindre impact (rose)

(b) bande DUP (saumon), zone tampon de 100 m (jaune), aire d'étude (pointillé noir)

(c) carte des habitats – secteurs à enjeux (carte 1/25), captation CO_2 fours à chaux et raccordement RTE depuis Marquise (pointillé bleu) , enjeux faible (vert) et moyen (orange)



(d) aire d'étude immédiate (gris) et aide d'étude rapprochée (AEI+200 m, violet)

Figure 9 : les différentes aires d'étude de l'extrémité ouest du raccordement électrique entre les postes électriques de Marquise et de Lhoist (source : dossier, étude d'impact (a, b, c) et annexe de l'étude d'impact de la captation CO_2 fours à chaux (d))

S'agissant des canalisations CO_2 et O_2, le tableau de synthèse précise que l'aire du tracé est l'AEI, augmentée de 100 m de part et d'autre pour définir l'AER, tandis que l'AEE regroupe les communes situées dans l'aire d'étude de moindre impact, notion non définie. Les atlas présentent l'état initial sur une aire d'étude non préalablement définie. Un document disponible sur le site de la concertation préalable[19] permet de comprendre la nature des deux tracés présentés par les atlas. Un exemple est donné en figure 10. L'état initial n'est présenté que pour les tracés initialement envisagés et finalement choisis des canalisations O_2 et CO_2, sans application de la méthode « *en entonnoir* ». Il n'est pas suffisant pour permettre de définir le tracé de moindre incidence sur l'environnement et la santé humaine sur les secteurs d'enjeux forts.

[19] Nouvelle version du projet de couloir de moindre impact ref v2-202309 tenant compte des observations recueillies lors de la concertation publique préalable (source : Cap décarbonation - Programme K6 Phase 2 - Projet CalCC - Projet D'Artagnan, les documents de la concertation préalable).

(a) canalisation CO_2 (pointillé bleu), 0_2 (pointillé rouge) et ancien tracé des canalisations (étude conceptuelle, tirets blancs/noirs)

(b) synthèse des secteurs à enjeux (carte 18/25)

Figure 10 : exemple d'aire retenue pour présenter les atlas des observations naturalistes et des enjeux écologiques sur le site des canalisations CO_2 et O_2 (source : (a) site de la concertation préalable et (b) dossier)

La complexité du projet nécessite une grande rigueur dans la définition des aires d'étude et leur usage. Outre le tableau de synthèse qui nécessite d'être revu, les textes de l'étude d'impact doivent permettre à chaque mention du terme « d'aire d'étude » de comprendre celle qui est prise en considération. En effet, le choix d'aires d'études adéquates est essentiel à la définition de la situation de référence sur laquelle le projet aura des incidences.

L'Ae recommande de mettre à jour le tableau descriptif des aires d'études utilisées, en les y incluant toutes, et de préciser systématiquement l'aire d'étude considérée pour chaque thématique abordée.

En prenant en compte l'AER des canalisations CO_2 et O_2, l'AEE des sites industriels (captation CO_2 cimenterie et fours à chaux, site de production O_2 et terminal CO_2) et des raccordements électriques, ainsi qu'une aire (non décrite dans le tableau de synthèse) de 100 m autour des postes électriques de Marquise et Longuenesse, la zone d'étude du projet couvre environ 12 400 ha[20], dont 5 700 ha de « territoire agricole »[21], 3 600 ha de territoires artificialisés, 1 400 ha de « forêts et milieux semi-naturels », 1 300 ha de « surface en eau » (essentiellement de « mers et océans », hors zone de transport maritime) et 400 ha de zones humides côtières. Compte-tenu de nombreuses imprécisions sur les surfaces considérées, ces informations sont à prendre avec prudence.

L'Ae recommande de préciser la nature et l'étendue des aires prises en compte pour mesurer « l'occupation du sol » du site du projet.

Le vaste périmètre du projet nécessite à la fois une vision détaillée proportionnée aux enjeux et une vision globale de chaque thématique abordée. Le tableau de synthèse des enjeux sur les milieux naturels est donc essentiel à la bonne compréhension du public. Celui qui est présenté souffre de quelques imperfections. Ainsi, s'agissant des habitats naturels, si la plupart des sites présentent des enjeux négligeables, plusieurs secteurs présentent des enjeux faibles ou moyens (poste

[20] Le tableau mentionne « ensemble du projet (m²) », les rapporteurs, constatant que l'AEE des sites industriels mesure environ 3 000 ha chacune (rayon de 3 km autour du site) et non 3 000 m² font l'hypothèse que les mesures sont en hectares. Par ailleurs ces surfaces ne semblent pas cohérentes avec les surfaces des périmètres d'étude retenus pour le chapitre « 2.9 Milieux naturels ». Ainsi l'aire d'étude rapproché y est de 473 ha, au lieu de 1 481 ha dans le tableau de synthèse.

[21] Les catégories sont celles de l'inventaire biophysique de l'occupation des sols produit par interprétation visuelle d'images satellite, selon une nomenclature en 44 postes, Corine Land Cover, 2018.

électrique de Marquise, canalisations CO_2 et O_2, terminal CO_2), tandis que l'arrivée au terminal présente plusieurs espaces à enjeux forts selon l'atlas des enjeux écologiques. Le dossier indique pourtant que *« les enjeux écologiques liés au projet sur les paysages des dunes de la Mer du Nord sont moyens »*. C'est également contraire à la description qui en est faite (présence de flore patrimoniale et protégée, d'Agreste, de Decticelle grisâtre, Crapaud calamite, Phoque gris et veau-marin, Linotte mélodieuse, Tarier pâtre). La conclusion « *enjeu globalement faible mais ponctuellement fort* » rend donc imparfaitement compte des niveaux d'enjeux. Il en est de même pour la conclusion relative à la flore considérée comme à enjeu faible, alors qu'il est localement moyen selon l'atlas des enjeux écologiques. S'agissant des oiseaux, le tableau de synthèse retient un enjeu global « fort », alors que, pour certaines espèces, les tableaux et textes descriptifs retiennent un niveau d'enjeu contextualisé très fort (Bruant des roseaux, Cochevis huppé). Au contraire, pour les reptiles, les cartes d'enjeux montrent des enjeux le plus souvent nuls ou faibles et très localement moyens alors que le tableau de synthèse conclut à un enjeu modéré. Ces imprécisions ne permettent pas de hiérarchiser les espèces et espaces dont les enjeux doivent faire l'objet d'une attention particulière.

L'Ae recommande de mettre en cohérence l'atlas des enjeux écologiques, les tableaux et les descriptifs thématiques des habitats naturels et des espèces avec le tableau de synthèse des enjeux sur les milieux naturels afin d'améliorer la compréhension de la hiérarchisation des enjeux.

Le dossier attribue à la pollution lumineuse un enjeu faible (captation CO_2 cimenterie, captation CO_2 fours à chaux et leurs raccordements électriques et terminal CO_2), considérant que l'environnement est déjà éclairé, et modéré pour les canalisations CO_2 et O_2 qui traversent un environnement peu éclairé. D'une part, le niveau d'enjeu devrait être évalué au regard des dispositions relatives à la prévention et la réduction des nuisances lumineuses notamment vis-à-vis des milieux naturels et, d'autre part, cette synthèse est contraire à une conclusion du dossier affectant un enjeu environnemental fort à la zone d'étude couvrant le terminal CO_2, précisément à cause de la pollution lumineuse présente.

L'Ae recommande de réévaluer les enjeux liés à la pollution lumineuse et de mettre le dossier en cohérence avec cette nouvelle évaluation.

2.2.2 Eau, milieux humides

Une nappe calcaire vulnérable et un risque de rabattement des nappes superficielles par les tranchées des canalisations et des raccordements électriques

L'étude d'impact travaille à l'échelle des masses d'eau souterraines et non des nappes locales, ce qui ne permet pas toujours d'avoir un état initial satisfaisant à l'échelle des composantes du projet.

Le projet terrestre est concerné par deux nappes libres importantes :

- la nappe de la craie, bien protégée par ses recouvrements (limons, voire argile) et très utilisée pour l'alimentation en eau potable. Bien que concernée par la captation CO_2 fours à chaux et la canalisation CO_2, elle y est peu vulnérable ;
- la nappe des calcaires du Boulonnais. Cette nappe est vulnérable car en partie karstique, et peu protégée par un faible recouvrement. Elle est utilisée pour l'alimentation en eau potable, mais à un niveau bien moindre que la nappe de la craie. Elle est concernée pour l'essentiel par la captation CO_2 cimenterie.

Les autres nappes d'importance pour l'eau potable ne sont pas concernées par le projet du fait de leur caractère captif ou de leur éloignement. Beaucoup d'autres nappes superficielles, non exploitées, parsèment le tracé des canalisations et des lignes électriques (plaine maritime, vallées alluviales…). Elles sont importantes pour le maintien de zones humides.

Le projet bénéficie du suivi piézométrique et qualitatif des eaux souterraines sur les sites préexistants (Eqiom, Lhoist et terminal GNL) et du GPMD. Un positionnement des piézomètres et des installations à risque sur des cartes piézométriques à grande échelle est attendu.

Selon le dossier, quatre captages d'eau potable seraient concernés par les composantes du projet : la canalisation CO_2 traverse le périmètre de protection rapprochée du captage d'Alembon et le périmètre de protection éloignée du captage de Licques ; le captage de Lumbres est dans l'aire d'étude éloignée (3 km) du site de captation CO_2 cimenterie ; l'aire d'alimentation du captage Nord-Audomarois est traversée par le raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie et les canalisations CO_2 et O_2. Il serait nécessaire de préciser si les opérations sur le site de captation CO_2 cimenterie sont dans l'aire d'alimentation du captage de Lumbres et, de façon générale, de faire l'inventaire des captages dont les aires d'alimentation sont concernées par le projet.

Une situation de tête de bassin versant pour les deux sites de captation CO_2

La partie sud du territoire comprend les bassins versants amont de :

- l'Aa : le poste électrique de Longuenesse, une partie du raccordement électrique de la captation O_2 cimenterie et la captation elle-même sont dans ce bassin ;
- la Hem : son bassin est traversé par les canalisations CO_2 et O_2 ;
- la Slack : son bassin versant accueille le poste électrique de Marquise, le raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux et la captation elle-même.

Ces cours d'eau sont en état écologique moyen à bon et en mauvais état chimique. Localement, les cours d'eau les plus concernés par le projet sont des ruisseaux de faible débit (Bléquin sur le site de la captation CO_2 cimenterie : 1,09 m^3/s ; ruisseau des Queugnots sur le site de la captation CO_2 fours à chaux : 44 l/s). Le futur rejet de la captation CO_2 cimenterie se fera dans l'Aa, au débit moyen plus élevé (4,07 m^3/s sur la station la plus proche du rejet).

La plaine maritime est drainée par l'Aa canalisée et les watergangs, en état écologique médiocre et état chimique mauvais. Le secteur du terminal CO_2 est concerné par des masses d'eau côtières et de transition, le plus souvent en bon état chimique mais en état écologique moyen.

Des besoins en eau et des rejets actuels limités

Le site de la captation CO_2 cimenterie est aujourd'hui alimenté en eau par le réseau public d'eau potable (20 à 28 000 m^3/an) et utilise des eaux pluviales (110 à 150 000 m^3/an). Le site de la captation CO_2 fours à chaux est alimenté en eau par le réseau d'eau potable (1 000 à 2 000 m^3/an, pour les besoins sanitaires), par les eaux d'exhaure de carrière (10 à 30 000 m^3/an, pour le nettoyage des installations) et par le recyclage des eaux pluviales (1 000 à 3 000 m^3/an).

Les deux sites ne rejettent pas d'eaux de procédés dans la configuration actuelle. Les eaux usées sanitaires sont traitées par des dispositifs d'assainissement autonome. Les rejets aqueux de laboratoire sont traités comme des déchets dangereux.

Les eaux pluviales du site de la captation CO_2 cimenterie sont rejetées avec les eaux pluviales dans le Bléquin (60 000 m³/an) après passage dans des bassins de rétention, décantation et séparation des hydrocarbures. Un bassin de rétention et de confinement de 400 m³ est associé à la voirie de la plateforme de gestion des déchets liquides. Il permet également la gestion des eaux d'extinction.

Les eaux pluviales du site de la captation CO_2 fours à chaux (30 000 m³/an) sont rejetées dans le ruisseau « Les Queugnots » après passage dans des bassins de décantation. Un bassin de rétention et confinement de 400 m³ est associée à la voirie de la plateforme de gestion des déchets liquides. Il permet également la gestion des eaux d'extinction.

Alors même qu'il a été indiqué aux rapporteurs que des analyses complètes des effluents étaient régulièrement effectuées, l'étude d'impact ne fournit aucune donnée de concentrations en pollution des eaux pluviales collectées sur le site de la captation CO_2 cimenterie et ne fournit que les macropolluants pour le site de la captation CO_2 fours à chaux (MES, DCO, COT, HT[22], pH). Ces informations s'avéreraient pourtant nécessaires compte tenu du caractère sommaire du traitement des eaux pluviales (décantation simple pour le site de la captation CO_2 cimenterie ou décantation avec séparateur d'hydrocarbures pour le site de la captation CO_2 fours à chaux), de l'importance des surfaces imperméabilisées, des retombées possibles de fumées et de l'utilisation de déchets dangereux. Ces informations devraient porter plus spécifiquement sur les paramètres caractéristiques des eaux pluviales (produits de combustion dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques – HAP –, microplastiques) ou des déchets (organohalogénés – AOX –, métaux toxiques, PFAS[23]…).

Des milieux humides nombreux et variés

La caractérisation des milieux humides repose sur plusieurs sources de données. Le dossier indique que, d'après l'inventaire Corine Land Cover (2018), le site du projet est couvert de 395 ha de « *zones humides côtières / zones intertidales* ». Le dossier tient compte de la carte élaborée par la Dreal des Hauts-de-France délimitant une « *enveloppe d'alerte* » à partir des milieux à dominante humide en précisant que la détermination précise des zones humides est réalisée sur les critères pédologique et floristique conformément à l'arrêté du 24 juin 2008. Les observations naturalistes sont incomplètes : sondages pédologiques jugés non pertinents sur les sites de la captation CO_2 cimenterie (carrière) et du terminal CO_2 et non encore faits sur les sites des raccordements électriques des captations. L'atlas des observations naturalistes ne présente pas de carte des milieux humides. Sous ces réserves, il est indiqué que 230 ha de milieux humides sont recensés sur l'ensemble du « tracé » du projet, sans précision systématique de l'aire d'étude considérée. Ainsi, le dossier comptabilise d'une part 231 ha de milieux humides uniquement dans « l'aire d'étude » de la canalisation CO_2 et O_2, puis 4,45 ha sur « l'emprise du projet ». Compte-tenu des milieux concernés par le projet, la quantification et la cartographie des milieux humides revêtent une grande importance afin de justifier de la séquence ERC sur un état de référence précis.

L'Ae recommande de présenter des données précises sur les milieux humides, incluant leurs valeurs écologiques estimées, ainsi qu'une carte des milieux humides effectivement identifiés.

[22] MES : concentration en matières (ou particules) en suspension dans l'eau (mg/l) -- DCO : demande chimique en oxygène (mg O_2/l) – COT : carbone organique total (mg C/l – HT : hydrocarbures totaux, mg/l).

[23] PFAS : substance per et polyfluoroalkylées. Ces substances sont persistantes dans l'environnement.

Le site des canalisations CO_2 et O_2 est riche de milieux humides variés (mares, berges de cours d'eau, fossés, canaux et fossés des wateringues[24]) et l'enjeu est considéré comme fort, en cohérence avec l'enjeu des amphibiens, fort également.

La zone du « Marais audomarois », relevant de la Convention de Ramsar[25], est présent dans l'aire d'étude éloignée, notamment à proximité du poste électrique de Longuenesse.

2.2.3 Air-nuisances-santé

Une qualité de l'air en amélioration sur les sites de captation CO_2

L'étude d'impact retient l'année 2022 comme référence pour l'établissement de l'état initial. La description est donnée à différentes échelles : la région des Hauts-de-France et les deux départements, mais aussi certains secteurs accueillant le projet, au travers des plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) ou des stations locales de mesure de la qualité de l'air. En particulier, la qualité de l'air est estimée sur le secteur de captation CO_2 fours à chaux (PLUi de la Terre des deux Caps). Cette information n'est pas disponible sur le secteur du site de captation CO_2 cimenterie (Pays de Lumbres). Ces deux composantes concentrent les émissions atmosphériques du projet et il serait nécessaire de compléter l'état initial pour le Pays de Lumbres. La modélisation requise pour l'établissement de cet état initial permettrait de juger des incidences, *a priori* favorables, de la mise en service des deux captations CO_2 ciments et fours à chaux.

De façon générale, il conviendrait de simplifier la présentation de l'état initial sur la qualité de l'air et des principales émissions atmosphériques en la ciblant sur les deux principaux sites émetteurs et en la complétant pour le secteur de captation CO_2 cimenterie.

L'indice Atmo[26] est le plus souvent moyen en 2022 dans le Pas-de-Calais. Ce département a connu 15 jours de pollution aux PM_{10}, deux jours à l'ozone. Le seuil d'information et de recommandation a été dépassé durant 22 jours. Les concentrations en particules PM_{10}, $PM_{2.5}$ et dioxyde d'azote sont en baisse dans la région depuis 2013.

Les concentrations en NO_x, PM_{10}, $PM_{2.5}$, ozone et autres principaux polluants[27] n'ont pas dépassé les seuils règlementaires en 2022, mais

- aucun secteur du territoire ne répond aux valeurs de référence de l'OMS pour les PM_{10} et les $PM_{2.5}$ et entre un quart et un cinquième du territoire n'y répond pas pour les NO_x ;
- aucun secteur du territoire n'atteint les objectifs à long terme pour l'ozone.

[24] Système hydraulique complexe de polder qui a permis de gagner des terres sur la mer dans l'ancien delta du fleuve côtier Aa.

[25] La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. La France l'a ratifié et en est devenue partie contractante le 1er décembre 1986.

[26] L'indice français Atmo est défini chaque jour pour toute la France. Il est représentatif de la pollution ambiante, dite « pollution de fond ». Il ne prend pas en compte les phénomènes de proximité (automobile et industrielle), ni les polluants non réglementés, les particules ultrafines ou les pollens. Il intègre cinq polluants : dioxyde d'azote, ozone, dioxyde de soufre, particules PM_{10} et $PM_{2,5}$.

[27] Arsenic, cadmium, nickel, plomb, benzène, benzo[a]pyrène, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre.

Des émissions atmosphériques actuelles encore élevées

Les deux sites de captation CO_2 cimenterie et fours à chaux font partie des plus gros émetteurs de la région. Les émissions sont données site par site et non comptabilisées pour l'ensemble du projet.

La figure 11 reprend les valeurs fournies par le dossier. La situation de référence correspond aux émissions actuelles du site de captation CO_2 fours à chaux et aux émissions du site de captation CO_2 cimenterie après réalisation du programme K6 (phase 1).

Paramètres	Moyenne émissions annuelles 2019-2022 (Min-Max) Captation CO_2		Émissions annuelles prévues après réalisation programme K6 phase 1
	Fours à chaux	Cimenterie	Captation CO_2 cimenterie
Poussières/$PM_{2.5}$	25 tonnes[b]	n.c.	120 tonnes
SO_2	170 tonnes[b]	450 tonnes (230-600)	370 tonnes
NO_x	260 tonnes (220-320)	970 tonnes (920-990)	1 100 tonnes
NH_3	n.c.	120 tonnes (63-182)	n.c.
CO	790 tonnes (500-1000)	n.c.	
Benzène	n.c.	n.c.	10 tonnes
Naphtalène	n.c.	n.c.	170 kg
Arsenic	n.c.	22[a]	190 kg
Cadmium (et thallium)	120[b]	18[a] (17-28)	140 kg
Chrome VI	n.c.	n.c.	37 kg
Mercure	120[b]	24 kg (13-37)	190 kg
Dioxines furannes	0,25[b]	n.c.	0,18 g

Figure 11 : émissions des unités industrielles actuelles (site des deux captations) et de la cimenterie après réalisation du programme K6 (phase 1)
[a] : données antérieures à 2019 – [b] : valeur calculée sur la base de la norme de rejet horaire, rapportée à l'année selon un fonctionnement continu sur 24 heures et 365 jours (source : rapporteurs d'après dossier)

Beaucoup de paramètres des émissions actuelles ne sont plus mesurés ou présentés sur les dernières années, comme les émissions, pourtant non négligeables, de cadmium (28 kg en 2017) ou de mercure (38 kg en 2008) sur le site de captation CO_2 cimenterie. Beaucoup de paramètres ne sont pas du tout documentés sur le site de captation CO_2 fours à chaux, si ce n'est pour les normes applicables, pourtant parfois élevées (120 kg/an pour le mercure et le cadmium). Ces informations seraient pourtant nécessaires pour deux installations qui incinèrent des déchets dangereux. Les mesures sont d'ailleurs imposées par les prescriptions réglementaires des deux sites.

Les émissions de plus d'une centaine de tonnes d'ammoniac (NH_3) sur le site de captation CO_2 cimenterie sont liées à la mise en place d'un traitement des NO_x par injection d'urée. Les émissions de NO_x de la cimenterie restent cependant importantes et ne semblent avoir diminué que de l'ordre d'une trentaine de pourcents (-300 tonnes).

Les émissions annoncées pour le site de captation CO_2 cimenterie après la réalisation du programme K6 phase 1 ne font pas apparaître de progrès significatifs par rapport à la situation

antérieure, alors même qu'il devra répondre des performances des MTD[28]. Dans certains cas, les émissions annoncées seraient même de cinq à dix fois supérieures aux émissions actuelles ou passées (arsenic, mercure, cadmium). Ces valeurs semblent fausses même si l'étude d'impact indique retenir les valeurs utilisées pour l'étude sanitaire du programme K6 phase 1. Si c'était le cas, elles ne pourraient constituer l'état initial de référence pour le projet. Il convient donc de vérifier et de compléter les données sur l'état de référence des émissions atmosphériques des sites de captation CO_2 cimenterie et fours à chaux.

Un suivi de la biosphère est imposé aux industriels pour évaluer l'impact des retombées atmosphériques. Il ne met pas en évidence de pollutions particulières.

2.2.4 Énergie, climat, émissions de gaz à effet de serre (GES)

Le dossier décrit les conditions climatiques actuelles et les évolutions constatées. Il comprend des informations qualitatives sur l'évolution des phénomènes (inondations, vagues de chaleur, sécheresses) et leurs conséquences (pour les milieux aquatiques, les espaces boisés, les infrastructures…) ainsi que des estimations chiffrées de l'élévation du niveau de la mer au niveau du Port Ouest de Dunkerque, à l'horizon 2100, pour deux scénarios intermédiaires[29] parmi les cinq scénarios envisagés dans le cadre du 6e rapport du GIEC[30].

L'état initial pourrait utilement être complété en s'appuyant sur les projections aux horizons 2030, 2050 et 2100 établies à l'échelle des communes et EPCI par le site climadiag de Météo France. Celles-ci permettent de disposer d'indicateurs chiffrés sur les paramètres climatiques (températures, précipitations), les risques naturels et la santé humaine selon la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (Tracc), adoptée par le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires[31].

L'Ae recommande de compléter l'état initial par une présentation des évolutions attendues du climat à l'échelle locale conformément à la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (Tracc).

Les informations relatives aux consommations énergétiques, aux émissions de gaz à effet de serre historiques et à leurs évolutions probables en l'absence de projet, sont incomplètes et hétérogènes selon les composantes. Or, les sources d'énergie utilisées pour les besoins thermiques, principaux postes de consommation, devraient être précisées afin de pouvoir caractériser correctement les émissions de CO_2 dans l'atmosphère du scénario de référence.

Le dossier présente les consommations estimées avant réalisation du projet des deux sites industriels :

---

[28] MTD : les meilleures techniques disponibles sont définies comme étant le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base de valeur limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble.

[29] Les scénarios SSP1-2.6 et SSP3-7.0 qui conduiraient respectivement à une hausse des températures à l'échelle mondiale proche de 2°C et d'environ 4°C. Les élévations moyennes prévues du niveau de la mer sont de [0,33 m ; 0,61 m] par rapport à la période 1995-2014 dans le scénario SSP1-2.6 et de [0,55 m ; 0,90 m] dans le scénario SSP3-7.0.

[30] L'état initial des milieux maritimes (§ 2.2.5) fait état de prévisions de la hausse du niveau de la mer par le GPMD fondée sur une élévation du niveau des océans en 2100 comprise entre 0,38 et 0,59 m issu du rapport du GIEC de 2007.

[31] La Tracc prévoit un réchauffement, par rapport à l'ère préindustrielle de 2,0 °C d'ici 2030, de 2,7 °C d'ici 2050 et de 4,0 °C d'ici 2100.

- après mise en exploitation du four 6 pour Eqiom[32] : 1 296 GWh[33] dont 1 175 GWh d'énergie « thermique » (sans indication sur les sources d'énergie utilisées) et 103 GWh pour l'électricité, 6 GWh pour le gaz et 12 GWh pour les « carburants »,
- pour les années 2019 à 2022 pour Lhoist : 655 GWh, dont 627 GWh de gaz naturel et 28 GWh d'électricité et de très fortes variations annuelles (les écarts par rapport à la moyenne sont compris entre – 20 % et + 24 %).

Selon les informations fournies aux rapporteurs, les sources d'énergie des deux sites industriels comprennent des huiles usagées, des combustibles solides de récupération (CSR, avec un mélange de combustibles fossiles et biogéniques dont les proportions sont déterminées grâce à des analyses du taux de carbone 14) et de la biomasse (notamment des pellets de bois en provenance des États-Unis). Leurs parts respectives ont fortement évolué au cours des dernières années, en particulier compte tenu de la crise énergétique de 2022. Des évolutions majeures sont également prévues sous l'effet de l'évolution des réglementations (encadrement plus strict de l'incinération des CSR) et de projets en cours des industriels pour augmenter l'utilisation de la biomasse. Il a ainsi été indiqué aux rapporteurs que la part de biomasse pour les besoins thermiques pourrait augmenter jusqu'à 90 %, voire plus, dans le cas d'Eqiom et qu'une feuille de route fixait à 36 % le niveau d'utilisation de la biomasse en 2024 dans le cas de Lhoist.

Il convient par ailleurs de préciser l'évolution probable en l'absence de projet, sur l'ensemble de sa durée de vie, des consommations énergétiques et les niveaux de production correspondants (chaux, clinker). Ces perspectives sont nécessaires pour caractériser le scénario de référence servant à l'analyse des incidences du projet. Compte tenu des enjeux de durabilité, des éléments sur les sources d'approvisionnement de la biomasse devraient également être ajoutés.

Concernant les émissions de GES dans l'atmosphère, selon le dossier « *le bassin industriel* » de Dunkerque était à l'origine, en 2019 et selon le dossier, de 13,8 Mt CO_2 par an, soit 21 % des émissions industrielles françaises. Une démarche de « décarbonation » a été engagée depuis 2015 par la communauté urbaine de Dunkerque (CUD), le GPMD et les industriels. Le bassin industriel de Dunkerque est l'un des deux premiers lauréats de l'appel à projets « Zones Industrielles Bas Carbone » (ZIBaC) lancé en 2022 par l'État et opéré par l'Ademe.

Dans le cas du site de captation CO_2 cimenterie, le dossier précise :

- la répartition entre émissions CO_2 d'origine fossile et biogénique pour les années récentes uniquement pour les émissions directes (énergie et procédés hors énergie) liées à la production de clinker[34] (respectivement 590 ktCO_2e et 56 ktCO_2e en 2021),
- les émissions prévisionnelles avec le four 6 pour l'ensemble des émissions liées au fonctionnement du site[35] :
  - les émissions totales annuelles s'élèvent à 1 100 ktCO_2e,

[32] Cette information est uniquement disponible dans l'étude d'impact de la composante EQIOM, l'étude d'impact du projet ne précise pas qu'il s'agit de données prévisionnelles et non de consommations historiques.

[33] Estimation des rapporteurs à partir des données fournies en MWh pour l'électricité, le « thermique » et le gaz et en m^3 pour les carburants (qui représenteraient de l'ordre de 1 % des consommations totales).

[34] Ce qui correspond aux émissions du « scope 1 ».

[35] Émissions du scope 1 auxquelles sont ajoutées les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité (« scope 2 ») et les autres émissions indirectes (« scope 3 »).

- la répartition par poste d'émissions est fournie, les trois principaux sont les émissions directes des sources fixes de combustion (561 $ktCO_2e$), les émissions directes des procédés hors énergie (401 $ktCO_2e$) et les achats de produits ou services (59 $ktCO_2e$),
- les émissions biogéniques sont estimées à 105 $ktCO_2e$.

Dans le cas du site de la captation CO_2 fours à chaux, le dossier rend compte des émissions historiques (2019-2022) uniquement pour le scope 1 (530 $ktCO_2e$ dont 17 $ktCO_2e$ biogéniques en 2022). Le scope 2 est précisé pour l'année 2022. Les résultats présentés dans le cadre de l'analyse des incidences mettent en évidence que l'utilisation de la biomasse serait en forte croissance en l'absence de mise en œuvre du projet (avec 86 $ktCO_2e$ d'émissions biogéniques prévues) mais les hypothèses considérées ne sont pas détaillées.

Il convient de quantifier les émissions susceptibles d'être capturées, notion ensuite utilisée pour l'analyse des incidences. La présentation du dossier prête à confusion sur ce point puisque l'objectif annoncé est de capturer les émissions qualifiées « d'inévitables », liées aux procédés hors énergie, alors qu'en pratique les émissions liées à l'utilisation de l'énergie seront partiellement récupérées.

L'Ae recommande de quantifier les émissions de CO_2 susceptibles de faire l'objet d'une captation dans le cadre du projet Cap décarbonation. Cette quantification tiendra compte de la part des émissions fossiles et biogéniques, ainsi que de leurs évolutions probables.

L'enjeu est seulement qualifié de modéré pour les consommations énergétiques et de fort pour les émissions de GES, ce qu'il conviendrait de justifier compte tenu des volumes concernés.

2.3 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu

L'étude d'impact présente un large panorama des alternatives possibles aux grandes options de décarbonation et à ses modalités pratiques et les raisons qui les ont fait écarter. Certains sujets ne sont évoqués que pour être immédiatement écartés par le dossier, comme la réduction de la production de chaux et de ciment dans une France importatrice nette de ces produits, ou l'électrification de la production, encore au stade de développement et qui ne réduirait pas les émissions fatales de CO_2.

La solution de captation du carbone, retenue pour les deux sites industriels, est justifiée dans le dossier par le fait que leur décarbonation est déjà en partie engagée et qu'elle se poursuivra dans les prochaines années au travers de l'utilisation d'énergies alternatives et de l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés. La captation en vue de la réutilisation ou du stockage de CO_2 est présentée comme « *une action complémentaire et incontournable à engager pour approcher la neutralité carbone* ». Les éléments présentés à l'appui de ces affirmations sont peu détaillés.

Dans le cas du ciment, les cinq leviers identifiés dans la feuille de route de décarbonation de la filière établie par le comité stratégique de filière sont l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'augmentation du taux de substitution des combustibles fossiles par des combustibles alternatifs, la mise sur le marché de nouveaux ciments à plus faible teneur en clinker, le développement de ciments alternatifs et la captation, transport et stockage (CSC) ou l'utilisation du carbone[36].

[36] Le principe de ces cinq leviers est également repris dans le plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France – Ademe – octobre 2021

Du point de vue de l'Ae, et en cohérence avec la SNBC2[37], la séquestration géologique du CO_2 constitue l'option à mobiliser en dernier recours et ne devrait être envisagée qu'à condition d'avoir engagé ou programmé la mobilisation de l'ensemble des autres leviers permettant de réduire les émissions de GES.

Il a été indiqué aux rapporteurs que les deux sites industriels étaient engagés dans des démarches de décarbonation mobilisant plusieurs leviers (utilisation de biomasse et de déchets, amélioration de l'efficacité énergétique grâce au remplacement des fours 4 et 5 existants par le four 6 et réduction du taux de clinker dans le ciment, dans le cas d'Eqiom, utilisation de biomasse et de déchets dans le cas de Lhoist). Des feuilles de route ont été citées avec, dans le cas d'Eqiom, la mention d'un objectif de ciment « neutre en carbone », notion qu'il convient d'expliquer. Des éléments précis sur ces démarches sont attendus dans le dossier pour justifier le projet.

Les efforts menés quant aux économies d'énergie et à la réduction à la source des émissions de GES s'analysent en mettant en perspective consommations énergétiques, émissions de GES et productions (clinker, ciment et chaux). L'évolution des consommations énergétiques et des émissions de GES spécifiques (consommation énergétique et émissions de GES par tonne de produit) constituerait un indicateur pertinent.

L'Ae recommande :

- ***de démontrer que tous les leviers autres que la séquestration géologique du carbone ont été engagés, ou que leur utilisation est programmée, et de présenter les feuilles de route des sites industriels pour la décarbonation de leurs activités,***
- ***de détailler les sources d'énergie utilisées (dont la part de biomasse), les émissions de gaz à effet de serre et les niveaux de production correspondants (clinker, ciment et chaux), leurs historiques et leurs évolutions probables, avec et sans projet.***

L'implantation du terminal CO_2 à proximité du terminal GNL est justifiée par les synergies possibles entre les deux établissements (utilités disponibles, possibilité à terme de valorisation des frigories du terminal GNL, darse existante en port ouvert, compétences du personnel…) et par la présence d'autres « clients » possibles (projet « AMeLi »), même si la proximité des deux établissements impliquera de gérer certaines difficultés (zones de danger du Terminal GNL, interfaces en phase chantier et exploitation). L'Ae n'a pas de remarques sur le choix d'implantation de ces installations.

Les sites de captation CO_2 font partie des établissements IED[38] cimenterie et fours à chaux dont ils assurent un traitement complémentaire des fumées et la combustion à l'oxygène pour la captation

[37] *« Les incertitudes sur ces technologies, leur acceptabilité, ainsi que sur la disponibilité et la fiabilité du stockage conduisent à envisager avec prudence le développement de ces technologies, conditionné à la définition d'un modèle économique viable joint à une bonne maîtrise des risques sur le long terme. ».*

[38] La directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, appelée directive IED, a pour objectif de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement grâce à une prévention et à une réduction intégrées de la pollution provenant d'un large éventail d'activités industrielles et agricoles. Ses principes directeurs sont :

- la soumission de l'exploitation des établissements les plus polluants à un permis d'exploiter, fondé sur une approche intégrée de l'ensemble des enjeux environnementaux,
- le recours aux MTD dans l'exploitation des activités concernées. Les MTD doivent être le fondement de la définition des valeurs limites d'émission (VLE) et des autres conditions de l'autorisation,
- le réexamen périodique des conditions d'autorisation,
- la remise en état du site dans un état au moins équivalent à celui décrit dans un « rapport de base » qui décrit l'état du sol et des eaux souterraines avant la mise en service.

CO_2 cimenterie. Ces deux établissements IED, y compris les équipements de captation, devront donc justifier des performances des meilleures techniques disponibles (« BREF »). Plus largement, l'Ae rappelle que l'ensemble des autres compartiments du projet sont également soumis à l'obligation de mettre en œuvre les meilleurs standards actuels au titre du code de l'environnement[39]. Tant pour les captations CO_2 qui font partie d'établissements IED que pour les autres installations, l'étude d'impact ne met qu'exceptionnellement en perspective les performances espérées et les normes de rejet demandées. Des comparaisons avec les performances d'installations récentes s'avéreraient souhaitables en l'absence de documents de références (par exemple, épuration des fumées, traitement des eaux usées ou des eaux pluviales, nuisances sonores de ventilateurs, protections cathodiques…).

L'Ae recommande de mettre en perspective les performances environnementales attendues et les normes de rejet demandées pour l'ensemble des installations du projet au regard des meilleures techniques disponibles ou des meilleurs standards actuels.

2.4 Évaluation des incidences (par thématique environnementale)

Compte tenu de leur longueur et de la diversité des milieux traversés, les incidences des canalisations CO_2 et O_2 en phase chantier doivent faire l'objet d'une attention particulière. Dans une moindre mesure, les autres composantes induisent également des incidences sur les milieux naturels en phase chantier. Le dossier précise qu'Eqiom et RTE mettront en place un document « type charte de chantier à faibles nuisances », dont les engagements sont encore à préciser. Le dossier ne semble pas prévoir ce type d'engagement à l'échelle du projet, même si des « prescriptions » génériques sont envisagées sur certaines composantes pour éviter les principaux inconvénients des chantiers (pollutions, poussières, bruit, déchets…).

L'Ae recommande de présenter, à l'échelle du projet, une synthèse de la nature et de la forme des engagements s'inscrivant dans une démarche de type « chantier propre et à faibles nuisances ».

Afin de faciliter l'appropriation de démarches différentes selon les composantes, le dossier propose une codification unique pour l'ensemble des mesures de la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC)[40]. Malheureusement, cette codification n'est pas systématiquement reprise, ce qui nuit à la lisibilité des mesures. Des mesures voient leur codification varier selon les parties du dossier[41].

L'Ae recommande d'assurer la cohérence de la codification des mesures de la séquence « éviter, réduire, compenser » tout au long du dossier d'étude d'impact.

---

39 Article L. 110-1 paragraphe II alinéa 2°

40 La codification est la suivante : E- pour captation CO_2 cimenterie, L- pour captation CO_2 fours à chaux, LE- pour les raccordements électriques, C- pour les canalisations CO_2 et O_2, T-C- pour le terminal CO_2 (chantier), T-E- pour le terminal CO_2 (exploitation). Elle est accompagnée d'un code couleur : vert pour le rappel des obligations réglementaires (REG), bleu pour les mesures d'évitement (ME), orange pour les mesures de réduction (MR), violet pour les mesures d'accompagnement (MA), bordeaux pour les mesures de compensation (MC) et rose pour les mesures de surveillance (MS). Les mesures sont numérotées.

41 Par exemple la mesure « création d'une prairie avec fauche tardive est successivement « E-MA04 », « E-MA05 » et « MA06 », sa description renvoie à une figure dont la numérotation est erronée. De plus, la mesure « MA06 - création d'une prairie avec fauche tardive (mesure écologique MA3 - A7.a) » est dotée, dans le tableau de coût détaillé des mesures 2023-2073, d'un montant de 625 000 €. S'agissant d'un choix d'entretien du rond-point d'accès à l'entreprise EQIOM, ce montant est probablement erroné.

2.4.1 Biodiversité terrestre et marine, consommation d'espaces

Un tableau de synthèse permet de visualiser la nature des incidences (directes/indirectes ; temporaires/permanentes), les incidences brutes, la liste des mesures d'évitement et de réduction, les incidences résiduelles et les mesures de compensation. La nature des incidences n'est toutefois pas renseignée pour les milieux naturels et la biodiversité (phase chantier). Le tableau souffre d'imprécisions. Ainsi, alors que l'incidence brute du raccordement électrique à la captation CO_2 cimenterie est considérée comme nulle sur les habitats[42], son incidence résiduelle est non significative (donc plus importante). L'incidence brute du terminal CO_2 sur les habitats est modérée et son incidence résiduelle forte. Le niveau d'incidence résiduelle sur lequel la séquence ERC se fonde est donc imprécis.

Les incidences brutes du terminal CO_2[43] sur les espèces marines sont jugées faibles et non significatives après application des mesures d'évitement, réduction et suivi. L'Ae constate pourtant que, dans le détail, le dossier considère que le vibrofonçage et le battage des pieux ont une incidence moyenne sur le comportement du Phoque veau-marin et du Phoque gris, ce qui justifie la mise en œuvre de la mesure de réduction T-MR01 (démarrage progressif des opérations d'installations des fondations du ponton pour éloigner les mammifères marins et les poissons), non reprise dans le tableau de synthèse.

Les incidences du transport maritime CO_2 sont présentées de façon spécifique, sans mesurer les incidences brutes et sans mise en œuvre de la séquence ERC. Le dossier précise qu'« *il convient de relativiser l'impact du transport maritime par rapport aux autres pressions anthropiques en Mer du Nord* » (pêche, industrie pétrolière) sur les écosystèmes, ce qui ne répond pas à la logique d'évaluation des incidences d'une composante d'un projet. De nombreuses données sont encore manquantes s'agissant des navires de transport du CO_2, en construction (bruit, gestion des eaux – noires, grises, de ballast, etc.) et des milieux naturels qui seront traversés, en fonction du lieu de déchargement du CO_2. Le transport de CO_2 étant une composante du projet, l'étude d'impact devra être mise à jour en incluant ses incidences brutes, la séquence ERC prévue et ses incidences résiduelles.

L'Ae recommande de mettre à jour le tableau de synthèse des incidences brutes et résiduelles, en y incluant les incidences sur les milieux marins concernés par le transport maritime de CO_2.

Le dossier précise que les incidences résiduelles considérées comme notables nécessitant une dérogation à l'interdiction de destruction d'individus et d'habitats d'espèces protégées sont celles qui sont évaluées comme modérées, fortes et très fortes.

Sont concernées les incidences résiduelles suivantes :

- captation CO_2 fours à chaux : incidences modérées sur la flore,
- canalisations CO_2 et O_2 : incidences modérées sur les habitats, la flore, les insectes, les reptiles, les oiseaux et les mammifères terrestres,

[42] Les incidences brutes ne sont pas précisées dans la partie descriptive des incidences du raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux.

[43] Les mesures génériques ME01 (optimisation du projet) et ME02 (organisation du chantier et clôtures provisoires) sont notées pour la captation CO_2 fours à chaux. IL s'agit probablement des mesures ME01 (tracé de moindre impact/optimisation du projet) et ME02 (choix d'implantation) des canalisations CO_2 et O_2. Les incidences brutes et résiduelles ne sont pas précisées.

- terminal CO_2 : incidences fortes sur les habitats (terrestres), modérées sur la flore, les insectes et les oiseaux.

Deux mesures compensatoires sont indiquées dans le tableau de synthèse :

- captation CO_2 fours à chaux : MC01 (flore),
- canalisations CO_2 et O_2 : MC2 (amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères terrestres).

Pour la captation CO_2 fours à chaux (« L »), la mesure L-MC01, évaluée à 70 000 €, consiste en la « *mise en valeur écologique des espaces naturels de l'usine Lhoist et des parcelles adjacentes lui appartenant* ». Elle prévoit de compenser la destruction de près de la moitié d'une station de Gesse des bois et protégées dans l'ancienne région Nord - Pas-de-Calais, présente dans l'aire d'étude immédiate et la destruction probable de pieds à proximité. Les mesures L-MA2 et L-MA1 prévoient respectivement le « *déplacement de la Gesse des bois et des milieux arbustifs associés* » (6 600 €) et une « *mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage « biodiversité »* » (coût intégré à celui du chantier) pour suivre le chantier de déplacement de la Gesse des bois. La mesure L-MC01 semble générique au regard de l'incidence à compenser et les dispositions précises de mise en œuvre de la mesure (calendrier, protocoles) sont prévues en mesures d'accompagnement, ce qui n'est pas adéquat, l'ensemble des actions étant nécessaires à la compensation des incidences résiduelles notables. Le coût total n'est pas évalué. La mesure L-MS01 prévoit le suivi des populations d'espèces végétales déplacées, sans mesures correctives en cas d'échec de la mesure compensatoire.

L'Ae recommande de regrouper l'ensemble des actions nécessaires à la compensation de la destruction des stations de Gesse des bois au sein de la mesure compensatoire L-MC01.

Pour les canalisations CO_2 et O_2 (« C »), la mesure C-MC2 (coût non évalué), nommée « compensation écologique » est décrite comme suit « *Mise en œuvre de mesures compensatoires. Les détails de ces mesures seront évalués au terme des inventaires complémentaires et en analysant l'impact réel du projet : dossier CNPN[44] « destruction espèces protégées »* ». Elle concerne les amphibiens sur lesquels aucune incidence notable résiduelle n'est à ce stade identifiée. Cette mesure sera à préciser.

Le tableau de synthèse ne prévoit pas de mesures compensatoires aux incidences résiduelles notables de la canalisations CO_2 et O_2 sur les habitats, la flore et les insectes, ni à celles du terminal CO_2. Toutefois, l'Ae note que les textes descriptifs renvoient également au « *dossier CNPN* » à venir dans le cas d'incidences résiduelles notables de la canalisation CO_2 et O_2 (habitats, flore, insectes) et du terminal CO_2 (flore, insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux) quoique, pour ce dernier, la mesure ne soit pas référencée dans le tableau des coûts des mesures. Ils renvoient également à ce dossier dans le cas de la captation CO_2 cimenterie (flore, amphibiens), la captation CO_2 fours à chaux (flore, déjà traité par la mesure L-MC01) et le raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie (amphibiens), sans que des incidences résiduelles notables n'aient été mises en évidence. Si le lien entre la destruction d'habitats et le besoin de compensation est le plus souvent explicite, la plupart des descriptions ne font pas état d'atteintes aux espèces protégées. La description des mesures compensatoires manquantes et de leur suivi fera l'objet d'une mise à jour de l'étude d'impact.

Par ailleurs, les mesures C-MC1, LEK6-MC01, LEK6-MC02, qui visent respectivement la « *compensation financière relative à la propriété des sols* » (7 200 000 €), l'« *indemnisation des*

[44] Conseil national de la protection de la nature

dommages instantanés (exploitant) » (120 250 €), l'« *indemnisation des dommages permanents d'une ligne souterraine (propriétaire)* » (coût non évalué), ne sont pas des mesures compensatoires au sens de la séquence ERC.

L'Ae rappelle que les mesures compensatoires des atteintes à la biodiversité doivent être conformes à l'article L. 163-1 du code de l'environnement, proportionnées, répondre à la notion d'additionnalité et pleinement effectives dès que l'incidence résiduelle notable l'est elle-même.

Les imprécisions ne permettent pas d'apprécier le coût global des mesures d'évitement, de réduction et de compensation propre à la biodiversité.

L'Ae recommande de mettre en cohérence l'ensemble des informations relatives aux mesures compensatoires (justification de l'incidence résiduelle notable, nature de la mesure, conditions de mises en œuvre, coût, suivi, mesures correctives en cas d'échec) et de définir les mesures compensatoires manquantes (canalisation CO_2 et O_2, terminal CO_2). Elle recommande de présenter le coût global des mesures d'évitement, de réduction et de compensation propre à la biodiversité.

Les surfaces artificialisées par chaque composante du projet, en tenant compte de la phase chantier et de la phase de fonctionnement (dont les servitudes) ne sont pas présentées.

L'Ae recommande de préciser les surfaces artificialisées pour la réalisation de chaque composante du projet.

2.4.2 Eau

Un drainage des milieux humides par les tranchées non appréhendé

Les principaux impacts temporaires en phase travaux concernent les éventuelles pollutions accidentelles sur l'ensemble des chantiers et les dégradations de milieux aquatiques par la mise en suspension de sédiments lors des travaux en cours d'eau. Le projet prévoit, pour tous les travaux, la mise en place de mesures classiques de prévention de ces pollutions.

Les impacts permanents de ces travaux concernent avant tout le drainage des nappes superficielles et affleurantes par les tranchées avant et après remblaiement. Le rabattement de la nappe pourrait conduire à un assèchement de milieux humides, en particulier dans les zones alluviales[45] et les secteurs de forte perméabilité. L'étude d'impact évoque le sujet mais sans en étudier les effets ni les moyens d'éviter, de réduire voire de compenser ces impacts. L'important linéaire de canalisations et de réseaux électriques et le nombre de traversées de vallées et vallons où se concentrent les milieux humides rendent plus nécessaire encore ce travail.

L'Ae recommande d'analyser les effets de drainage des tranchées des canalisations et des réseaux électriques sur le rabattement des nappes superficielles et leur incidence sur les milieux humides, et de proposer des mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

[45] Le rabattement général de la nappe de la plaine maritime par le réseau de drains artificiels alimentant les watergangs ne devrait guère être modifié par le drainage des tranchées de pose.

En phase d'exploitation, un enjeu de traitement des eaux de ruissellement et des eaux d'épuration des fumées (captation CO_2)

Seules les unités industrielles de captation CO_2 pourront avoir des impacts notables sur les eaux pendant la phase d'exploitation. Ces unités produiront des eaux usées issues de la condensation de la vapeur d'eau des fumées, de l'unité de déshydratation des deux captations CO_2 (eau fortement polluée) et des eaux de purge des aéroréfrigérants.

Il n'est pas prévu d'amélioration, même simple, des dispositifs de traitement des eaux pluviales des deux sites industriels, aujourd'hui réduits à leur plus simple expression (décantation ou décantation déshuilage), alors même que certains polluants à problèmes seront émis (HAP et microplastiques en particulier). Une amélioration de ces traitements en fonction de la composition des eaux pluviales est donc souhaitable.

L'Ae recommande de préciser les concentrations en polluants et micropolluants des rejets actuels d'eaux pluviales des sites des captations CO_2 cimenterie et fours à chaux et en cas de pollution notable actuelle, d'en tenir compte dans la gestion des eaux du projet.

Les traitements des eaux de procédé des deux captations CO_2 sont particulièrement élaborés (figure 12 pour la captation CO_2 cimenterie, le schéma de la captation CO_2 fours à chaux étant bien moins clair), s'appuyant sur des technologies *a priori* performantes (osmoses inverses, bioréacteur membranaire suivi d'ultrafiltration complété à l'amont d'un stripping pour la captation CO_2 fours à chaux), mais apparemment non mises en œuvre à ce jour à l'échelle industrielle sur ce type d'installations. L'étude d'impact conclut à l'absence d'incidences du rejet des eaux sur le milieu aquatique.

Une réutilisation des eaux usées traitées dans le procédé ou chez un industriel voisin (Sical) est envisagée pour la captation CO_2 cimenterie. En l'absence d'engagement sur ce point, le rejet d'eaux traitées au milieu naturel est estimé entre 55 et 90 m^3/h. Une réutilisation partielle est également envisagée pour la captation CO_2 fours à chaux, avec un rejet au milieu naturel limité à moins de 10 m^3/h (pour des rejets bruts de l'ordre de 100 m^3/h).

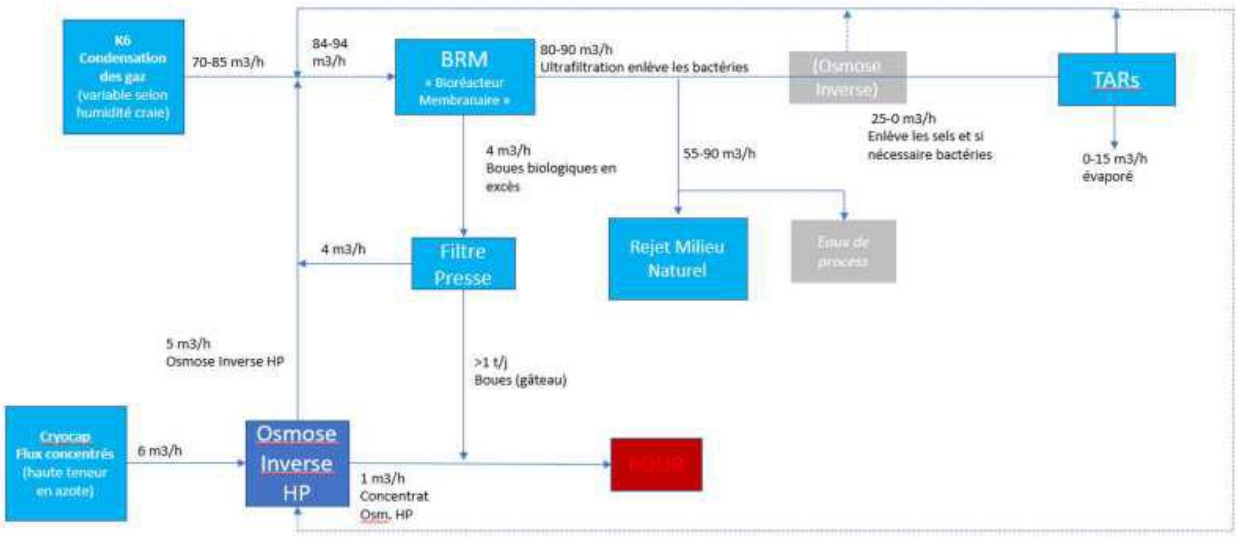


Figure 12 : gestion des eaux de procédé de la captation CO_2 cimenterie (en rouge : destruction des boues de filtre presse et des concentrats d'osmose inverse en tant que déchets dangereux /en gris dispositifs non encore validés[46]) (source : dossier)

Les maîtres d'ouvrage sollicitent des normes de rejets couvrant de nombreux micropolluants, spécialement pour la captation CO_2 cimenterie. Ils démontrent que leurs rejets n'auront que des incidences négligeables sur l'Aa si ces normes étaient respectées. La démonstration est cependant moins claire pour la captation CO_2 fours à chaux où les VLE demandées et utilisées dans l'étude d'impact interrogent quant à leur faisabilité[47] et leur cohérence d'ensemble[48]. La validité de ces normes conditionne la pertinence de l'étude des incidences des rejets aqueux du site de la captation CO_2 fours à chaux sur le milieu aquatique.

Il n'est pas possible de déterminer si la liste de micropolluants pour lesquels des seuils sont proposés est bien exhaustive et correspond à ceux qui seront principalement rencontrés dans les eaux de procédé. En effet, il conviendrait de disposer d'éléments d'information sur la liste des polluants pouvant être émis par les fumées d'une cimenterie ou de fours à chaux incinérant des déchets dangereux, voire d'éventuels produits utilisés pour faciliter la captation du CO_2. En particulier, l'absence de certains paramètres, comme les PFAS, n'est pas justifiée, alors que les sites de traitement de déchets font partie des principaux sites émetteurs.

Le dossier ne met pas en perspective les seuils de concentration demandés avec les MTD. L'étude d'impact fait référence à l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération, de co-incinération et de vitrification de déchets dangereux en l'absence de normes « eaux » dans le BREF cimentier. D'autres références existent et s'appliquent réglementairement dans certains cas aux cimenteries et fours à chaux, comme les BREF transversaux sur le traitement des eaux usées de certaines industries, l'arrêté ministériel du 12 janvier 2021 relatif aux MTD applicables aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets[49] ou encore, les performances obtenues sur des installations industrielles récentes de même nature. Les seuils de

[46] Le positionnement des deux osmoses inverses, avec mélange de leurs perméats avec les eaux brutes ou de eaux issues du filtre-presse, avant traitement par bioréacteur membranaire, interroge et laisse supposer que ce schéma n'est pas définitif. Il justifierait dans tous les cas des explications quant à l'absence de rejet direct ou réutilisation des perméats.

[47] 0 mg/l pour les MES, l'azote global ou le phosphore…

[48] 0,54 mg/l pour les nitrates, mais 0 mg/l pour l'azote global qui comprend les nitrates.

[49] L'annexe 8 de cet arrêté donne ainsi des valeurs limites d'émission pour les rejets d'eaux usées issues de l'épuration des fumées.

concentration annoncés pour les macropolluants (MES, DBO_5, DCO, NGL, Pt, COT[50]) sont d'ailleurs ceux annoncés pour des stations de traitement des eaux usées bien moins performantes (boues activées) que les techniques mises en œuvre dans cette opération (en premier lieu, l'osmose inverse, mais aussi le bioréacteur membranaire suivi d'une ultrafiltration).

L'Ae recommande

- ***de déterminer, pour les deux sites de captation CO_2, la liste des polluants qui peuvent se retrouver dans les effluents aqueux,***
- ***de démontrer pour la captation CO_2 cimenterie que les seuils de rejet demandés pour les macropolluants répondent bien aux performances des meilleures techniques disponibles,***
- ***d'expliciter les seuils de rejets sollicités par la captation CO_2 fours à chaux en vérifiant qu'elles répondent bien aux meilleures techniques disponibles et d'utiliser ces valeurs pour démontrer l'absence d'impact sur le milieu récepteur.***

Enfin, certains polluants indiqués dans les seuils de rejets demandés font partie des substances dangereuses prioritaires de la directive 2013/39/UE. L'Ae rappelle que les règlementations européenne et française prévoient l'arrêt des rejets de substances dangereuses prioritaires au plus tard 20 ans après leur inscription en tant que telles. C'est déjà le cas en particulier des HAP.

2.4.3 Air-santé

Les incidences sur la qualité de l'air en phase travaux seront pour l'essentiel temporaires et sont évitées et réduites par la mise en œuvre de mesures habituelles sur les chantiers, traduites dans le cas de Cap décarbonation par la charte « Chantier à faible nuisance ».

Un important travail de prise en compte des modes de fonctionnement non optimaux pour l'unité de captation CO_2 cimenterie

La situation future verra les modifications suivantes affectant les émissions de fumées des deux unités industrielles :

- le four 6 de la cimenterie (« captation CO_2 cimenterie ») fonctionnera en oxycombustion, ce qui limitera la formation de NOx par oxydation de l'azote de l'air ;
- les rejets atmosphériques du four 6 et des fours à chaux seront presque en totalité traités par les unités cryogéniques des captations CO_2 fours à chaux et cimenterie ; une partie des polluants contenus dans les fumées seront éliminés avec les eaux de condensation.

Les émissions sont données pour chaque site émetteur, captations CO_2 fours à chaux et cimenterie, sans consolidation à l'échelle du projet.

Le calcul des émissions annuelles du site de la captation CO_2 cimenterie prend en compte les arrêts possibles de l'installation et les fonctionnements en mode dégradé, qui se traduiront par une épuration moins complète des fumées qu'en fonctionnement normal[51]. L'étude d'impact présente les résultats ainsi calculés, en nette amélioration au regard des émissions du programme K6 phase 1 (état de référence).

[50] DBO_5 : demande biochimique en oxygène, calculée au bout de cinq jours à 20°C (mg O_2/l) – NGL : azote global (mg N/l) Pt : phosphore total (mg P/l)

[51] Le dossier n'indique pas si les arrêts envisagés ne relèvent que des arrêts programmés ou des arrêts subis (pannes sur la captation CO_2 ou impossibilité d'expédier le CO_2 capté.

Émissions site captation CO_2 cimenterie	Poussières, PM_{10}, (tonnes	SO_2, tonnes	NO_x, tonnes	NH_3, tonnes	Co, tonnes	Benzène, tonnes	Naphtalène, kg	Arsenic, kg	Cadmium, kg	Chrome VI, kg	Mercure, kg	Dioxines, furannes, g
Programme K6 phase 1 (Etat de référence)	120	370	1 100	n.c.	n.c.	10	170	190	140	37	190	0,18
Programme K6 phase 2 (Après projet)	2,4	8,4	35	3,9	2 100	n.c.	9,9	7,1	8,0	14	5,6	0,17

Figure 13 : flux annuels de pollutions atmosphériques émis par le site de captation CO_2 cimenterie avant[52] et après réalisation du projet (source : rapporteurs d'après dossier)

La démarche est voisine pour le site de captation CO_2 fours à chaux, mais en se limitant à la prise en compte des arrêts de la cryogénation et non des périodes où son fonctionnement est dégradé. Aucun bilan annuel des rejets n'est fourni. Seules sont indiquées les concentrations en polluant estimées par le concepteur de l'installation en période de fonctionnement normal, supposées majorantes, et qui n'indiquent en rien les engagements pris par l'industriel.

Un bilan annuel prévisionnel des rejets pour les deux sites de captation CO_2 permettrait, avec un état de référence vérifié et complété, de connaître l'amélioration qui peut être attendue sur les émissions atmosphériques. Ce n'est pas le cas aujourd'hui.

L'Ae recommande

- ***d'établir le bilan annuel des rejets pour le site de la captation CO_2 fours à chaux après réalisation du projet avec prise en compte des arrêts et des modes de fonctionnement dégradés,***
- ***de vérifier et de compléter les données sur l'état de référence des émissions atmosphériques des sites de captation CO_2 cimenterie et fours à chaux et d'en déduire un bilan des améliorations qu'apportent les deux sites de captation aux émissions atmosphériques, par unité de captation et à l'échelle du projet.***

Une modélisation approfondie des effets sur la qualité de l'air du site de captation CO_2 cimenterie, mais une évaluation des risques sanitaires non aboutie

Les modélisations des panaches d'émissions de polluants de la captation CO_2 cimenterie et de leurs effets sur la qualité de l'air montrent que les maximums de concentrations moyennes annuelles en polluants restent partout inférieurs aux valeurs cibles de la qualité de l'air, réglementaires mais aussi, ce que n'indique pas l'étude d'impact, aux lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elles sont également très faibles pour les paramètres non réglementés et pour les dépôts de retombées atmosphériques (polluants particulaires), sans qu'ils ne soient mis en perspective de références pertinentes par le dossier[53].

L'ensemble de ces résultats (concentration des polluants dans l'air et retombées atmosphériques) est utilisé pour évaluer l'impact sanitaire par site, selon une méthode à la fois classique, mais très approfondie (analyse par tranche d'âge, par type d'exposition). Elle est mise en œuvre pour les deux captations CO_2 indépendamment et pour les seules émissions atmosphériques, sans commentaires

[52] Les données sur l'état de référence sont celles fournies par l'étude d'impact. Elles font l'objet de remarques de l'Ae au chapitre 2.2.4.

[53] La référence de l'étude d'impact à la norme NF X 43007, norme expérimentale très ancienne (1973) et aujourd'hui annulée, ne peut être utilisée.

sur la non additionnalité des émissions des deux sites et de l'ensemble des émissions (atmosphériques, aqueuses…). Si la méthode est élaborée, les résultats sont tronqués et sans véritable interprétation. Ainsi, pour les effets cancérigènes, la présentation n'additionne pas les excès de risques unitaires pour les expositions par inhalation et ingestion, somme qui donne $0{,}96.10^{-5}$, valeur très proche du seuil de 10^{-5} des effets inacceptables. Un minimum de compléments et de commentaires serait attendu.

Une modélisation tronquée des effets sur la qualité de l'air du site de captation CO_2 fours à chaux, et donc une évaluation très incomplète des risques sanitaires

Une modélisation similaire des panaches de fumées et de ses effets sur la qualité de l'air est présentée pour le site de la captation CO_2 fours à chaux, mais bien moins détaillée, ne portant que sur le monoxyde de carbone et les NO_x, dans des conditions de fonctionnement optimales de la captation. Elle est donc insuffisante au regard des paramètres modélisés et non satisfaisante, ne prenant pas en compte le fonctionnement réel prévisionnel du site. Elle pèche par ailleurs par ses nombreuses imprécisions (pas d'unité dans les tableaux…).

L'évaluation des risques sanitaires ne peut être alors que sommaire sur la base d'émissions moyennes des seuls CO et NO_x. Cette évaluation conclut, mais sans véritable démonstration et, en particulier, sans prise en compte des effets cancérigènes, qu'il n'y a pas d'impact sanitaire.

L'Ae recommande d'approfondir les conclusions sur le risque sanitaire lié à l'exploitation du site de la captation CO_2 cimenterie et de revoir en totalité la modélisation de la qualité de l'air et l'étude sanitaire en lien avec l'exploitation du site de la captation CO_2 fours à chaux.

2.4.4 Énergie et émissions de gaz à effet de serre (GES)

Les quantités d'énergie nécessaires au projet sont présentées :

- en phase chantier uniquement pour la captation CO_2 cimenterie et le terminal CO_2 avec des unités hétérogènes (MWh, GJ, kWh), avec un total de 98,7 GWh d'électricité et 22,7 GWh de chaleur,
- en phase exploitation, pour l'ensemble des composantes[54], par rapport à un scénario de référence qui doit être précisé (cf. 2.1) et en intégrant des consommations d'énergie pour la séquestration *a priori* hors projet ; hors séquestration, la consommation d'énergie finale annuelle est estimée à 31 200 GWh avec, comme principaux postes, les captations CO_2 cimenterie (11 400 GWh) et fours à chaux (15 000 GWh) et le transport maritime CO_2 (4 600 GWh).

Un bilan des émissions de GES détaillé est inclus dans l'étude d'impact. Le périmètre utilisé inclut la séquestration et n'est donc pas celui retenu dans le cadre de la définition du projet et la présentation du bilan est peu compréhensible. Les estimations de certains postes d'émission pourraient par ailleurs faire l'objet d'améliorations.

[54] L'énergie nécessaire à la production d'oxygène ne semble pas avoir été prise en compte, contrairement aux émissions de GES associées qui sont comptabilisées. Selon les informations fournies aux rapporteurs, cette consommation énergétique serait de l'ordre de 300 MWh/an, soit 15 GWh sur une période de 50 ans.

Périmètre et présentation du bilan

Il convient de bien identifier ce qui relève des effets du projet et de comptabiliser de façon distincte des éléments hors projet qui peuvent par ailleurs présenter un intérêt pour apprécier les effets de l'ensemble du procédé de fabrication de la chaux et du clinker et de capture et stockage du CO_2.

L'amélioration de la présentation des résultats en termes d'émissions de GES est d'autant plus importante qu'il s'agit de l'objet principal et de l'incidence environnementale majeure du projet.

Parmi l'ensemble des émissions mentionnées dans le dossier, calculées sur la base d'une durée de vie du projet de 50 ans, les émissions *a priori* attribuées au projet[55] s'élèvent à 5,1 $MtCO_2e$, soit 0,1 $MtCO_2e$ rapporté à une année d'exploitation.

	Émissions en $MtCO_2e$ (pour une durée de vie prévisionnelle du projet de 50 ans)
Chantier	0,2
Émissions d'exploitation des « *nouvelles composantes* »	2,0
Consommations électriques de Cryocap	1,3
Maintenance et émissions fugitives des canalisations CO_2 et O_2	0,02
Maintenance et émissions fugitives du terminal CO_2	0,05
Maintenance et émissions fugitives transfert aval	0,07
Émissions liées au transport maritime CO_2	1,5[56]
Total	**5,1**

Figure 14 : émissions de GES liées au projet
(source : estimation des rapporteurs à partir des éléments du dossier)

Les éléments du bilan présentés dans le dossier, mais dont certains font partie du programme d'ensemble et non du projet proprement dit, sont les émissions industrielles dites « de référence », les émissions fugitives au niveau du puits d'injection et de l'aquifère et les émissions stockées sur le site de séquestration.

La différence entre les émissions cumulées de GES (95,1 $MtCO_2e$) et celles capturées (71,6 $MtCO_2e$) serait donc de 23,5 $MtCO_2e$. Ceci comprend 9,8 $MtCO_2e$ qui ne sont pas captées en raison du rendement des installations ; la notion de rendement doit être précisée car quatre valeurs différentes (88 %, 90 %, 94 % et 95 %) apparaissent dans le dossier[57].

[55] Cette estimation a été réalisée par les rapporteurs en se fondant sur les éléments disponibles dans le dossier.

[56] Le schéma fourni en synthèse indique seulement 0,3 $MtCO_2e$ mais les estimations plus détaillées par composante mentionnent un volume de 1,5 $MtCO_2e$.

[57] Le rendement est estimé à :
- 88 % dans le schéma de synthèse présenté dans la deuxième page du chapitre consacré au bilan GES,
- 90 % dans l'étude d'impact de la captation CO_2 fours à chaux,
- 94 % dans l'étude d'impact de la captation CO_2 cimenterie compte tenu d'un taux de captation maximum de 100 % et des périodes de fonctionnement partiel ou d'arrêt prévues de l'installation Cryocap (avec un fonctionnement chaque année à 100 % pendant 7 400 h, à 70 % pendant 120 h (périodes de fortes chaleur) et à 0 % pendant 480 h (notamment lors des phases de démarrage de l'installation),
- 95 % dans la présentation des facteurs d'émission utilisés (étude d'impact du projet).

En $MtCO_2e$ – Total pour une durée de vie prévisionnelle du programme d'ensemble de 50 ans	Émissions	Émissions séquestrées
Émissions industrielles « de référence »	89,8	
Émissions du projet	5,1	
Émissions fugitives au niveau du puits d'injection et de l'aquifère	0,2	
Stockage sur le site de séquestration		71,6
Total	**95,1**	**71,6**

Figure 15 : émissions de GES amont (sites industriels), du projet et aval (site de séquestration) (source : estimation des rapporteurs à partir des éléments du dossier)

Le taux d'efficacité de l'ensemble de la chaîne (sites industriels, projet Cap décarbonation et séquestration) serait donc de 75,3 %, proche du taux de 76,6 % indiqué dans le dossier.

Le dossier présente par ailleurs un bilan des émissions « négatives » des deux industries en additionnant les émissions biogéniques et les émissions captées alors qu'il s'agit de deux notions différentes. Tel que présenté dans le dossier, l'ensemble de la chaîne depuis la production jusqu'au stockage conduirait à des émissions « négatives » de 1 622 $ktCO_2e$/an soit 81,1 $MtCO_2e$ sur 50 ans alors qu'il y a d'une part 71,6 $MtCO_2e$ séquestrées (dont une partie est du carbone biogénique) et d'autre part 9,5 $MtCO_2e$ d'émissions biogéniques. Il convient de distinguer les deux sujets.

L'Ae recommande de :

- ***reprendre la présentation du bilan des émissions de GES du projet afin de faire clairement apparaître les effets de celui-ci, avec à titre d'information complémentaire et de façon distincte, ce qui relève d'éléments amont (émissions des sites industriels) ou aval (séquestration du carbone, émissions fugitives, etc.),***
- ***préciser le taux de rendement prévu pour la capture du CO_2 et corriger le dossier en conséquence,***
- ***présenter de façon distincte les émissions séquestrées et les émissions biogéniques.***

Évaluation des postes d'émissions

Pour la captation CO_2 cimenterie et le terminal CO_2, l'évaluation des émissions est présentée de façon détaillée. Les méthodes, les principaux facteurs d'émission utilisés et les sources correspondantes ainsi que les postes d'émissions retenus sont précisés. Les postes « déplacements professionnels », « transport des visiteurs et des clients » et « déplacements domicile-travail » sont considérés comme négligeables.

Dans le cas de captation CO_2 fours à chaux, les émissions autres que celles liées au procédé industriel et à la consommation d'énergie ont été calculées à partir de celles de la captation CO_2 cimenterie, en appliquant une règle de trois fondée sur les quantités prévisionnelles de capture de CO_2 des deux usines. Ce calcul qui constitue une première approche doit être approfondi compte tenu des différences significatives entre les deux installations[58].

[58] À titre d'exemple, le bilan CO_2 de la captation CO_2 cimenterie intègre des émissions liées à la production de l'oxygène alors qu'il n'y aura pas besoin d'oxygène de la captation CO_2 fours à chaux.

Les émissions « positives »[59] liées à la construction et à l'exploitation des composantes du projet sont récapitulées dans la figure 16 (en ne prenant pas en compte le volet séquestration comptabilisé à tort dans le bilan des émissions dans le dossier).

En $ktCO_2e$	Émissions positives – Chantier	Émissions positives – Exploitation	Émissions nettes totales
Captation CO_2 cimenterie	42	n. c. [60]	n. c. [49]
Captation CO_2 fours à chaux	31	n. c. [49]	n. c. [49]
Raccordement électrique de la captation CO_2 cimenterie	5	5	9
Raccordement électrique de la captation CO_2 fours à chaux	4	5	9
Canalisations CO_2 et O_2	40	2	42
Terminal CO_2	64	0,02	64
Transport maritime CO_2	0	1 500	1 500
Total	**186**	n. c. [49]	n. c. [49]

Figure 16: bilan des émissions totales de GES du projet en $ktCO_2e$ (sur 50 ans)
(source : rapporteurs d'après dossier avec exclusion des émissions négatives liées à la séquestration)

Pour le GNL utilisé pour le transport maritime, l'application du facteur d'émission de la base Empreinte de l'Ademe (3,27 $kgCO_2e/kg$ GNL) conduirait à des émissions de GES équivalentes à 1,7 % du volume de CO_2 transporté. Une hypothèse de 2 % est retenue afin de tenir compte des évolutions des sources d'approvisionnement pour le GNL. Cette hypothèse pourrait être encore insuffisante compte tenu des écarts importants entre les émissions amont de GNL selon les origines[61].

Il conviendrait également de s'interroger sur la pertinence du facteur d'émission utilisé pour le gaz naturel utilisé dans les fours à chaux compte tenu de la part croissante du GNL dans l'approvisionnement des réseaux de gaz (en provenance des États-Unis notamment).

Au-delà des émissions liées à la consommation de GNL, le bilan du transport maritime pourrait être complété en intégrant la construction des navires qui vont être spécialement conçus pour ce type de transport.

Ces éléments sont nécessaires au calcul du bilan carbone de la tonne de chaux et de ciment produite, une fois le projet réalisé dans sa totalité et la séquestration du carbone mise en œuvre en Mer du Nord.

Afin d'améliorer la précision du bilan présenté, l'Ae recommande de :

- ***réaliser une évaluation spécifique des émissions indirectes autres que celles liées à l'énergie (« scope 3 ») pour les fours à chaux,***
- ***réexaminer les facteurs d'émission du GNL, utilisé pour le transport maritime, et du gaz naturel utilisé sur les fours à chaux,***

[59] Des bilans des émissions négatives et des émissions nettes sont par ailleurs présentés mais ceux-ci traient de la même façon les émissions séquestrées et les émissions biogéniques (cf. *supra*).

[60] Les informations indiquées dans le dossier ne permettent pas de distinguer la part des émissions relevant du projet.

[61] Selon l'étude publiée par le bureau d'études Carbone4, l'empreinte amont du GNL pour un trajet vers la France est de 23 gCO_2e/kWh PCS dans le cas de la Norvège, de 40 dans le cas de la Russie et de 85 dans le cas des USA (source : https://www.carbone4.com/publication-importation-gaz). La phase amont est estimée à seulement 14 gCO_2e/kWh PCI, soit 13 gCO_2e/kWh PCS dans la base Empreinte et la phase aval à 52 gCO_2e/kWh PCI, soit 49 gCO_2e/kWh PCS.

- *d'intégrer les émissions liées à la construction des navires qui seront spécialement conçus pour le transport de CO_2.*

Dans le cas de l'électricité, le facteur d'émission diffère selon les composantes et il conviendrait de les harmoniser ou de les justifier : 50,6 gCO_2e/kWh pour la captation CO_2 cimenterie (« mix industriel » 2022 de la base Empreinte), 52 gCO_2e/kWh pour les canalisations O_2 et CO_2 et le terminal CO_2 (mix moyen de la consommation 2022 de la base Empreinte), 47,3 gCO_2e/kWh pour les raccordements électriques.

Le dossier prévoit une mesure de réduction de la consommation et des besoins énergétiques du transport maritime dont la description est succincte : *« La vitesse de croisière annoncée par le constructeur Oceos sera de 12 nœuds seulement, au lieu de 14 à 15 nœuds usuellement pour des navires de cette taille »*. Cette mesure est pertinente compte tenu des fortes variations de consommation en fonction de la vitesse des navires[62], mais les maîtres d'ouvrage n'ont pas été en mesure d'expliquer aux rapporteurs comment celle-ci sera mise en œuvre.

D'autres pistes sont évoquées mais elles ne donnent pas lieu à la définition de mesures de réduction. Il s'agit notamment d'équiper le futur terminal CO_2 en alimentation électrique à quai des navires, ce qui serait utile, et du choix des matériaux avec en premier lieu l'utilisation d'acier recyclé et de béton bas carbone.

Il est indiqué dans le cas du choix des matériaux que « *la diminution reste marginale par rapport aux émissions des autres composantes* ». Il convient néanmoins de rechercher des voies permettant de limiter les émissions de GES, comme pour tout autre projet industriel ou d'infrastructures. Concernant l'utilisation de matériaux bas carbone, il semble logique que le projet ait recours à ce type de solution puisque l'un de ses objectifs est de développer une voie de production du ciment présentant un bilan carbone limité.

L'Ae recommande :

- *de préciser comment la mesure de réduction imposant aux navires une vitesse maximale de 12 nœuds sera effectivement mise en œuvre,*
- *d'approfondir la recherche de solutions permettant d'améliorer le bilan des émissions de GES de l'ensemble du projet, notamment par l'utilisation de matériaux présentant un impact carbone limité.*

2.4.5 Risques naturels et prise en compte du changement climatique

Le territoire d'étude est concerné par plusieurs risques d'inondation qui s'intensifient du fait du changement climatique : submersions marines, remontées de nappes, débordements de cours d'eau, rupture de digues.

Vulnérabilité du projet de terminal CO_2

Les installations de liquéfaction et de stockage du CO_2 se trouvent à la cote 11,5 m NGF et sont vulnérables pour les deux scénarios du Giec envisagés (SSP1-2.6 et SSP3-7.0) lors d'épisodes de tempêtes avec une surcote décennale et une marée de vives eaux exceptionnelle ou en cas de

[62] Selon le dossier qui se réfère à une estimation de l'OMI, une réduction de 12 % de la vitesse moyenne peut conduire à une baisse de 27 % de la consommation quotidienne de carburant.

tempête générant une surcote centennale. Il est précisé que la vulnérabilité au risque de submersion marine du terminal sera néanmoins réduite car celui-ci est entouré de terrains naturels ou artificiels (protections existantes du terminal méthanier). Il est prévu de surélever les bâtiments électriques mais la sur-hauteur n'est pas précisée et les équipements de sécurité seront placés « *en hauteur dans les zones non inondables du scénario le plus défavorable (SSP3-7.0 avec surcote période de retour 100 ans)* ».

La comparaison avec le scénario SSP 3-7.0, plus pessimiste que la trajectoire de référence nationale (Tracc), constitue une approche prudente, mais il conviendrait de préciser la situation des bâtiments électriques et il serait utile de préciser la vulnérabilité des différents équipements au regard de la Tracc.

L'Ae recommande de préciser le niveau de vulnérabilité au changement climatique des bâtiments électriques du terminal CO_2 au regard de la trajectoire nationale de référence (Tracc).

Intégration du projet au développement de la résilience du territoire

Des réflexions sont en cours concernant la résilience du territoire face aux risques d'inondation. Les travaux qui seront réalisés en particulier le long du tracé des canalisations constituent une opportunité de porter des aménagements favorables à la résilience du territoire et un enjeu au regard des servitudes qui devront être mises en place sur ces tracés et qui pourraient contraindre des aménagements ultérieurs.

L'Ae recommande de décrire dans l'étude d'impact comment le projet s'intègre dans les travaux d'amélioration de la résilience du territoire face aux risques d'inondation.

2.4.6 Analyse des effets indirects induits liés à la séquestration du CO_2 (hypothèse d'une séquestration à Northern-Lights)

L'état initial de l'environnement des zones susceptibles d'être affectées par le projet Northern-Lights, les effets en phase chantier et en phase exploitation et les mesures « *préventives et correctives* » adoptées, sont présentées en reprenant des éléments du dossier déposé pour obtenir l'autorisation accordée par l'État norvégien.

Concernant l'état initial, la biodiversité marine des côtes norvégiennes est caractérisée notamment par la présence de coraux de Mer du Nord, de forêts d'algues laminaires (Kelp) et d'oiseaux de mer. Plus au large, autour du puits d'injection, la biodiversité marine est constituée en majorité d'espèces benthiques de profondeurs moyennes. Les espèces pélagiques de poissons et les mammifères marins sont bien représentés. Le milieu est fortement marqué par les activités humaines (navigation, pêche, plateformes de forages pétroliers et gaziers, pipelines pétroliers et gaziers et câbles sous-marins, éoliennes offshore).

Les effets du chantier sur les milieux naturels sont considérés comme limités et de relativement court terme sur les populations. Les impacts en phase d'exploitation seraient liés à des éventuelles fuites accidentelles ou des suintements de CO_2.

Le risque de fuite se trouve au niveau du puits d'injection lui-même, le risque par failles géologiques non détectées est jugé improbable. Un programme de suivi, prévu par la réglementation européenne, a pour objet de détecter les non-conformités de fonctionnement.

Le panache de dissolution d'une fuite modérée s'étendrait à une centaine de mètres en aval en quelques jours (si les mesures correctives tardaient, ce qui est jugé improbable), voire plus d'un kilomètre si la fuite était forte et prolongée durant plusieurs jours sans réaction, ce qui est qualifié d'encore moins probable. Le risque serait alors un abaissement du pH de l'eau de mer de 0,1 à 0,3 dans la zone affectée, avec un impact possible sur l'activité biologique de certains organismes benthiques et des effets négligeables pour la faune pélagique.

Les émissions de GES rapportées aux quantités injectées sont estimées à :

- 0,6 % pour le chantier et la réalisation des opérations d'injection,
- 0,25 % pour les hypothétiques et faibles pertes par suintement aux installations sous-marines.

2.5 Articulation avec les plans et programmes

Le dossier analyse l'intérêt du projet au regard des principaux plans, schémas et programme nationaux et locaux. S'agissant de la Stratégie nationale bas-carbone (mars 2020), l'analyse est faite en tenant compte d'opérations extérieures au projet : remplacement des deux anciens fours de la cimenterie par un four utilisant la voie sèche et doté d'un pré-calcinateur (programme K6, phase 1) et séquestration du CO_2.

L'Ae recommande d'analyser l'articulation du projet, tel que défini dans l'étude d'impact, avec la stratégie nationale bas-carbone.

L'étude d'impact analyse la compatibilité du projet avec le document stratégique de façade Manche-Mer du Nord, mais non celle du transport maritime CO_2 avec les plans d'action de la directive cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) des pays voisins de la Mer du Nord

Le dossier examine les dispositions sur la protection de l'environnement de l'Atlantique du Nord-Est et de la Mer du Nord, et notamment la Convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est (Ospar) ainsi que les aires marines protégées présentes entre Dunkerque et les sites possibles de séquestration de Grande-Bretagne, Pays-Bas et Norvège. Le dossier ne conclut qu'à la compatibilité du site de séquestration avec la Convention Ospar, sans indiquer de quelle manière la maîtrise d'ouvrage du transport en tiendra compte. Pour les aires marines protégées, le dossier considère que l'ajout de 180 allers-retours par an de navires de moyen gabarit « *ne changera rien à l'actuelle gestion des aires marines protégées* ». Ce raisonnement est erroné, d'une part, les incidences sur l'environnement s'additionnent et, d'autre part, des incidences mêmes comptablement marginales peuvent être excessives.

L'Ae recommande d'analyser la compatibilité du transport maritime CO_2 avec les plans d'action DCSMM des pays tiers voisins de la Mer du Nord, la Convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est et les aires marines protégées de la Mer du Nord.

2.6 Évaluation des incidences Natura 2000

Quoique le dossier indique par ailleurs que sept zones spéciales de conservation (ZSC) et une zones de protection spéciale (ZPS) ont été recensées dans l'aire d'étude éloignée, l'évaluation préliminaire des incidences est réalisée en prenant en compte 19 sites Natura 2000, dont trois recouvrent la

« zone d'étude » : la ZSC multi-sites située au niveau de la canalisation CO_2 venant de la captation CO_2 fours à chaux « *Pelouses et bois neutrocalcicoles des cuestas du Boulonnais et du Pays de Licques et forêt de Guines* » (FR3100485), les sites maritimes « *Banc des Flandres* » (ZPS FR3112006 et ZSC FR3102002). L'évaluation détaillée porte sur 16 sites et conclut à l'absence d'incidence résiduelle significative sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000, ce qui n'appelle pas de remarque de l'Ae.

Le dossier ne précise pas comment les incidences de la composante transport maritime CO_2 sont analysées. L'Ae prend note du report de l'analyse des incidences des canalisations CO_2 et O_2.

L'Ae recommande de mettre à jour l'étude d'impact en tenant compte des incidences Natura 2000 des canalisations CO_2 et O_2 et du transport maritime CO_2.

2.7 Analyses coûts avantages et autres spécificités des dossiers d'infrastructures de transport

Le projet relève de la catégorie 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement car il comprend un quai de chargement et de déchargement relié à la terre, accessible aux navires de plus de 1 350 tonnes. Une analyse coûts avantages est donc requise. Elle consiste pour l'essentiel en une comparaison du scénario de projet, avec transport par canalisations, avec un scénario envisagé lors de l'élaboration du projet, et depuis abandonné, de transport du CO_2 par train jusqu'à un terminal CO_2 étranger.

Il conviendrait de présenter une analyse monétarisée des avantages et des coûts du projet, avec en premier lieu la valorisation des effets sur les émissions de GES. Si le projet lui-même est émetteur de GES (cf. 2.4), des informations complémentaires à une échelle plus large, prenant en compte la séquestration, permettraient de démontrer l'intérêt du projet pour la collectivité. En effet, la valeur tutélaire du carbone sera dès 2028 nettement supérieure aux coûts économiques de mise en œuvre de la capture et du stockage du CO_2[63].

2.8 Analyse des effets cumulés avec d'autres projets

L'étude d'impact présente une étude des effets cumulés des incidences de Cap décarbonation avec d'autres projets existants ou approuvés depuis 2020. Sont exclus les projets devenus caducs ou abandonnés par le maître d'ouvrage. Sur les 77 projets ainsi identifiés, seuls ont été retenus et présentés ceux proches des composantes de Cap décarbonation ou présentant des incidences sur l'environnement majeures et de même nature.

La sélection des projets soumis à l'étude des effets cumulés est exhaustive. Ces projets concernent en premier lieu le secteur GPMD (Cap 2020, ZGI 2, usine Verkor, usine de démantèlement de batteries électriques, interconnexion électrique Gridlink entre la France et le Royaume-Uni, Datacenter OVHCloud, parc éolien en mer de Dunkerque et dragage d'entretien des ports Est et Ouest de Dunkerque), puis le secteur de Lumbres (programme K6 phase 1, régularisation et extension de l'abattoir Socla , extension de la papeterie-cartonnerie Sical) et enfin, le secteur de

[63] La valeur tutélaire du carbone, ou « valeur de l'action pour le climat », est de 211 €$_{2018}$/tCO_2e pour 2028, 250 €$_{2018}$/tCO_2e pour 2030, 500 €$_{2018}$/tCO_2e pour 2040 et 776 €$_{2018}$/tCO_2e pour 2050 (source : Rapport « La valeur de l'action pour le climat » de la commission présidée par Alain Quinet de février 2019).

Réty avec un projet de valorisation écologique, forestière et paysagère d'une ancienne carrière d'argile. Aucun projet n'est cité comme pouvant avoir des effets cumulés avec le transport maritime du CO_2, les raccordements électriques ou les canalisation O_2 et CO_2.

Le programme K6 phase 1 est écarté par l'étude d'impact car il serait déjà pris en compte dans l'étude de la captation CO_2 cimenteries, ce qui est vrai, entre autres, pour les effluents gazeux et aqueux qui seront des rejets communs aux deux opérations. Le cumul des effets de Cap décarbonation avec le programme K6 phase 1 et l'aval du transport maritime CO_2 (stockage…) aurait permis de dresser le bilan des émissions de GES de la cimenterie après réalisation de Cap décarbonation. Un bilan spécifique des GES sur le périmètre de Cap décarbonation élargi aux industries amont et au stockage aval a été établi cependant et l'Ae n'a pas de remarques sur ce choix.

Le dossier présente une synthèse des effets de chaque projet, établie sur le fondement de leurs études d'impact ou des avis de l'autorité environnementale.

Il n'y a pas de sujets d'effets cumulés sur le site de Réty. Le dossier évoque un sujet possible de qualité de l'air sur le site de Lumbres, du fait du cumul des émissions de captation CO_2 cimenterie et de Sical, enjeu qui n'est pourtant pas étudié[64]. Même si elle n'est pas évoquée, la question des effets du cumul de leurs rejets d'effluents aqueux devrait également être étudiée

Le cumul des effets sur le site du GPMD est plus conséquent :

- plus de 700 ha seraient artificialisés[65] avec augmentation du ruissellement. Les eaux seraient rejetées directement aux darses ou infiltrées, après traitement sommaire (déshuileur débourbeur) lorsqu'il y a risque de pollution. L'étude d'impact considère que la part relative (0,2 %) du terminal CO_2 dans le cumul des impacts permet de le considérer comme négligeable, mais sans vérifier si l'artificialisation n'est pas déjà trop importante ;
- un tableau résume les impacts des projets du site GPMD sur la biodiversité terrestre, sans synthèse ni bilan. L'étude conclut au caractère notable de l'impact du terminal CO_2 au regard des impacts cumulés, sans explication, sans évaluation du caractère acceptable ou non des impacts cumulés, ni proposition de nouvelles mesures de prévention (ERC) ;
- un autre tableau résume les impacts des projets du site GPMD sur la biodiversité marine, également sans synthèse ni bilan. Selon le dossier, les travaux du port (dragage, Cap 2020) et de Gridlink « *sont de nature à porter atteinte à la biodiversité marine* » et le projet d'éoliennes offshore « *impacte les sols et les espèces marines en phase chantier puis génère du dérangement et des perturbations en phase d'exploitation sur les espèces* ». L'étude d'impact conclut à un niveau d'incidence faible à négligeable de la réalisation et de l'exploitation de la jetée CO_2 sur la biodiversité terrestre, ce qui n'est pas l'objet de l'étude des effets cumulés, mais celui de l'étude des incidences du terminal CO_2 proprement dit.

Une étude des effets cumulés devrait vérifier que la somme des impacts, acceptables individuellement, ne conduit pas à des impacts finalement inacceptables et qui dans ce cas, doivent conduire à de nouvelles mesures ERC de la part des entreprises concernées et, en premier lieu, du projet étudié. Ce n'est pas le cas dans l'étude d'impact de Cap décarbonation.

[64] Ce sujet a pourtant dû être déjà traité dans le dossier du programme K6 phase 1 avec des résultats qui doivent pourtant être aisément extrapolés.

[65] Ne sont comptabilisés que les surfaces artificialisées pour lesquelles les maîtres d'ouvrage ont eu l'information.

L'Ae recommande de reprendre l'étude des effets cumulés de Cap décarbonation avec les autres projets en cours, en vérifiant qu'aucun impact cumulé sur un compartiment environnemental n'est inacceptable et si c'est le cas, de proposer de nouvelles mesures ERC.

Par ailleurs, sur un projet de si vaste envergure, des synergies pourraient être recherchées avec d'autres projets en cours ou à venir, pour réduire leurs impacts cumulés (utilisation de tracés communs pour des infrastructures linéaires, inscription dans un projet en cours de certains travaux…) ou augmenter les effets positifs de Cap décarbonation : analyse des autres possibilités de captation de CO_2 sur le trajet ou à proximité de la canalisation CO_2, utilisation d'oxygène sur d'autres sites industriels pouvant réduire ainsi leurs émissions atmosphériques...

2.9 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets

Des mesures de suivi sont présentées au fil des chapitres de l'étude d'impact mais celle-ci n'en propose pas de récapitulatif, ce qui serait utile pour donner une vue d'ensemble.

Il n'est pas prévu de mesure de suivi des émissions de GES. Compte tenu de l'importance de la thématique pour le projet, de son caractère innovant et des incertitudes techniques (calendrier de réalisation, efficacité et disponibilité de la chaîne de captation) et économiques (volumes de production, conditions sur le marché des quotas d'émissions de GES), un suivi, par exemple annuel, est nécessaire à l'échelle de l'ensemble du projet.

L'Ae recommande de mettre en place un suivi des émissions de GES à l'échelle de l'ensemble du projet.

Le périmètre géographique terrestre du projet est inclus dans le périmètre de compétence du secrétariat permanent à la prévention des pollutions industrielles (SPPPI) Côte d'Opale Flandres qui <pourrait constituer le cadre formel du partage avec les parties prenantes de l'ensemble du dispositif de suivi du projet, incluant le suivi des mesures d'évitement, réduction et compensation.

2.10 Résumé non technique

Le dossier Cap décarbonation est un dossier complexe, mettant en œuvre des composantes multiples avec, chaque fois, des effets et des milieux différents. La définition du périmètre du projet d'ensemble s'avère fondamentale au regard de la compréhension des bilans environnementaux et, en particulier, des bilans des émissions de GES. L'exercice est rendu d'autant plus difficile que certaines opérations ont dû être écartées (injection de CO_2) ou ont fait l'objet de projets précédents, aujourd'hui autorisés (programme K6 phase 1, avec les augmentations de ses performances, mais sans l'oxycombustion), et donc sortis au moins partiellement de ce projet.

Dès le résumé non technique, une explication claire des raisons qui ont motivé le choix de ce périmètre, en lien avec l'histoire du projet, s'avère nécessaire pour comprendre les raisons qui ont conduit à retenir telle ou telle opération et donc telle ou telle incidence, favorable ou défavorable, et, finalement obtenir, un bilan environnemental juste du projet.

Le projet, en tant que tel, est émetteur de GES, mais il permet, et c'est son grand intérêt, la captation du CO_2 avant son émission dans l'atmosphère en vue de son stockage, ce qui concourt à l'atténuation du changement climatique, enjeu environnemental majeur.

Ces deux aspects devraient pouvoir ressortir immédiatement pour le lecteur consultant le dossier. Pour autant, le résumé non technique ne rend pas vraiment compte de ce travail de définition du périmètre du projet et de son histoire ainsi que de l'enjeu environnemental majeur que constitue la captation et le stockage de CO_2, se contentant le plus souvent d'assembler des paragraphes choisis de l'étude d'impact et leurs conclusions, sans hiérarchisation.

L'Ae recommande de reprendre le résumé non technique pour qu'il puisse mieux mettre en avant la définition du périmètre du projet et sa justification ainsi que l'intérêt et la contribution du projet en matière d'atténuation du changement climatique.

3. Études de dangers

Les maîtres d'ouvrage indiquent que le dossier présente des informations sensibles ou de confidentialité liées à la technologie retenue pour les installations de captation CO_2. Les descriptions des installations et documents remis au titre des études de dangers sont ainsi partielles. L'étude de dangers de la captation CO_2 cimenterie n'est pas mise à disposition du public et est présentée comme pièce confidentielle. Ce site est classé Seveso seuil haut et l'étude de dangers couvre l'ensemble du site.

Le dossier présenté à l'Ae comporte les résumés non technique et les études de dangers pour les captations CO_2 fours à chaux et cimenterie et le terminal CO_2. Les études de dangers des composantes captations CO_2 fours à chaux et terminal CO_2 sont des versions publiques expurgées des spécifications techniques des procédés. L'étude de dangers relative aux canalisations CO_2 et O_2 sera remise avec leur demande d'autorisation de construire et d'exploiter (DACE).

Des éléments de synthèse sont par ailleurs présentés dans l'étude d'impact du projet pour ce qui concerne la prise en compte de la vulnérabilité du projet aux risques d'accident ou de catastrophes majeures (cette partie correspond aux risques externes inclus dans les études de danger). Ils concernent toutes les composantes du projet, hormis le transport maritime CO_2 pourtant concerné par les aléas climatiques dont la foudre et le transport de matières dangereuses. La synthèse annoncée au chapitre 4.9.7 est manquante.

Une synthèse agrégée des études de dangers faciliterait leur lecture et leur analyse. Les études de dangers présentent en effet des formes et des niveaux de détail très différents. La synthèse devrait reprendre les principaux éléments attendus : vulnérabilité de l'environnement et du voisinage, matrices de criticité, mesures de maîtrise des risques retenues, nature et organisation des moyens de secours dont les pétitionnaires disposent ou dont ils se sont assuré le concours en vue de combattre les effets d'un sinistre, cartographie par type d'effet des zones de risques significatifs et maîtrise de l'urbanisation associée le cas échéant.

L'Ae recommande qu'à l'occasion de l'actualisation de l'étude d'impact du projet, une synthèse agrégée des études de dangers soit intégrée au dossier et que la composante transport maritime du CO_2 soit traitée.

Les principaux risques que présentent les différentes composantes du projet sont liés à la présence de CO_2 et d'O_2 sous fortes pressions.

Les phénomènes redoutés sont :

- les effets de surpressions en cas de rupture de canalisations, tuyauteries ou capacités de stockage,
- les effets toxiques : à température ambiante, le CO_2[66] est un gaz plus lourd que l'air (densité 1,5 par rapport à l'air) qui peut s'accumuler, par exemple au niveau de cuvettes dans le sol, ou dans des espaces sous le niveau du sol (galeries en particulier). Présent à l'état naturel dans l'air ambiant, il n'est pas classé toxique, mais peut présenter des effets toxiques au-delà de certaines concentrations,
- les effets cryogéniques : le CO_2 sous forme solide (dénommé alors « carboglace » ou « neige carbonique ») ou liquide, peut provoquer des gelures cutanées ou oculaires. Il peut également affecter la tenue structurelle des matériaux exposés à des températures très basses. Ces effets sont localisés dans l'environnement immédiat des ruptures/fuites redoutées,
- l'augmentation de la probabilité d'incendie liée à l'accroissement de la fraction d'oxygène dans l'air. L'oxygène est un gaz comburant : un enrichissement de l'atmosphère en oxygène favorisera ainsi une combustion en présence de matières combustibles ou inflammables et d'une source d'ignition, et peut l'entretenir voire l'accélérer au point qu'elle ne puisse plus être enrayée à partir d'un certain seuil de suroxygénation de l'air. Il est possible de considérer que le risque de feu est accru pour des teneurs en O_2 supérieures à 25-30 %.

3.1 Captation CO_2 cimenterie

3.1.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés

Plusieurs zones d'habitations sont localisées à proximité du site dont les plus proches se situent à moins de 500 m à l'est et à environ 300 m au nord par rapport au site d'implantation de l'unité de capture et compression du CO_2. La topographie à l'échelle du site est relativement plane.

3.1.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques

Le dossier présenté au public ne comporte pas d'étude de dangers en tant que telle, même moyennant des précautions conformes à l'instruction du Gouvernement du 12 septembre 202023[67]. Cette instruction encourage « *la réalisation d'une annexe communicable sur demande dans laquelle les informations sensibles ont été occultées, conformément aux articles L. 181-8 et R. 181-12 du code de l'environnement* ».

L'Ae recommande d'établir une annexe de l'étude de dangers communicable sur demande.

Dans la configuration actuelle du dossier, il importe donc que le résumé non technique de l'étude de dangers – seul document disponible pour la consultation du public – soit assez complet. Ce document est synthétique et clair pour sa plus grande part. La démarche présentée est conforme à ce qui est attendu dans une étude de danger, mais il manque une cartographie agrégée des zones de risques significatifs.

---

66 Le CO_2 est un gaz asphyxiant par substitution de l'O_2 par le CO_2 dans l'air, et qui diffuse librement à travers la membrane alvéolaire des poumons vers le sang où il provoque une acidose respiratoire

67 L'instruction du Gouvernement du 12 septembre 2023 relative à la mise à disposition d'informations potentiellement sensibles pouvant faciliter la commission d'actes de malveillance dans les installations classées pour la protection de l'environnement

Il ressort des éléments présentés que les effets des phénomènes dangereux identifiés et modélisés (thermiques, surpression et/ou toxiques) seraient contenus à l'intérieur de l'emprise du site sauf pour un scénario correspondant à une perte de confinement[68] de la tuyauterie d'expédition du CO_2 en sortie de la capture du CO_2, générant une dispersion de CO_2 et des effets toxiques. Les zones susceptibles d'être impactées par des effets toxiques irréversibles et létaux liés au CO_2 pour cet événement accidentel correspondraient exclusivement à des terrains n'accueillant aucune installation, bâtiment, activité ou occupation humaine permanente ; il s'agit d'une portion de route ainsi que de terrains agricoles, mais ces zones et leur étendue ne figurent pas dans la partie publique du dossier.

Le four 6 fonctionnera en mode oxycombustion ce qui signifie qu'il sera alimenté par de l'oxygène à la place d'air. L'oxygène à forte concentration est susceptible d'augmenter la probabilité de scénarios d'incendie. Le site de la captation CO_2 cimenterie accueille par ailleurs des déchets dangereux. L'incendie de ce type de déchets est redouté pour ses effets à longue distance et long terme y compris sur l'environnement. Le résumé non technique n'apporte que peu d'éléments concernant les risques liés à la présence d'O_2. Il est indiqué : « *L'alimentation par tuyauterie en oxygène est susceptible d'être associée à un risque de perte de confinement ; les potentiels de danger concernés sont alors directement liés au produit*. ». Cette formulation peu compréhensible doit être précisée.

L'Ae recommande de compléter le résumé non technique par la cartographie des zones de risques significatifs et par des explications sur la prise en compte des risques induits par l'alimentation en oxygène du four.

La persistance de ces risques nécessitera d'introduire les dispositions permettant de réduire la vulnérabilité de projets éventuels dans les zones d'effets toxiques, dans les règles du plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi). Le maître d'ouvrage indique avoir réalisé une étude technico-économique de sa capacité à mettre en œuvre des mesures de maîtrise de risques (MMR) complémentaires. Il apparaît, qu'au regard des mesures et barrières d'ores et déjà envisagées, il est difficile de mettre en œuvre des nouvelles MMR à un coût acceptable au regard des bénéfices attendus. Cette démarche est conforme à ce qui est attendu dans une analyse des risques. Il conviendra également de définir, en lien avec les services de l'État et de la collectivité, les mesures de maîtrise de l'urbanisation pour assurer que l'environnement du site n'évolue pas de manière défavorable. Les dispositions envisagées par l'exploitant (servitudes d'utilité publique indemnisables) sont présentées dans l'étude de dangers.

L'Ae recommande d'intégrer dans le résumé non technique les dispositions nécessaires à la maîtrise de l'urbanisation autour du site afin qu'elles soient portées à la connaissance du public.

3.2 Captation CO_2 four à chaux

3.2.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés

Bien qu'annoncé dans la méthodologie d'élaboration de l'étude de dangers, le chapitre sur la description de l'environnement du site et de son voisinage est absent. Des éléments plus précis mais limités aux zones exposées aux effets pouvant sortir du site sont donnés dans le chapitre 7.3

[68] Formulation générique couvrant l'ensemble des situations conduisant à un rejet à l'air libre du fluide acheminé ou stocké.

de l'étude de dangers. L'ensemble des éléments attendus peut se retrouver dans l'étude d'impact mais nécessite un travail assez fastidieux de recherche des informations pertinentes. Les éléments liés à la topographie peuvent revêtir une certaine importance compte-tenu des propriétés particulières du CO_2 qui peut s'écouler et stagner dans des points bas.

L'Ae recommande de compléter l'étude de dangers par la description de l'environnement du site et de son voisinage afin de disposer des éléments relatifs à sa topographie et à sa vulnérabilité, au besoin par le biais de renvois vers les pages ad hoc de l'étude d'impact.

3.2.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques

Le périmètre de l'étude de dangers n'est pas décrit. Il n'est donc pas possible de savoir s'il porte sur l'ensemble de l'établissement dans sa configuration future, en tenant compte à la fois des installations existantes inchangées (hors projet) et de la captation CO_2 ou uniquement de cette dernière. La démarche d'analyse préliminaire des risques a été correctement menée et les phénomènes dangereux associés (dispersion toxique et effets de surpression) ont été modélisés.

Il ressort des éléments présentés que les effets létaux des phénomènes dangereux identifiés et modélisés sortiraient du site pour trois scénarios : deux - dont les effets létaux (toxiques) - atteindraient des champs, et un dont les effets létaux et létaux significatifs de surpression atteindraient des champs et une zone de stockage de la société Littoral Enrobés hors bâti.

La persistance de ces risques nécessitera d'introduire les dispositions permettant de réduire la vulnérabilité d'éventuels projets dans les zones d'effets dans les documents d'urbanisme. Les préconisations en la matière sont clairement rappelées, mais sans description de leur déclinaison envisagée autour du site. Il conviendra également de définir, en lien avec les services de l'État et de la collectivité, les mesures de maîtrise de l'urbanisation pour assurer que l'environnement du site n'évolue pas de manière défavorable. Bien que cette configuration soit acceptable au regard des critères de la circulaire du 4 mai 2007[69], il convient de chercher à minimiser autant que possible les niveaux de risque dans des conditions économiques acceptables. L'étude de dangers ne précise pas si l'acceptabilité a bien été établie après avoir mené une démarche visant à atteindre le niveau de risque le plus bas possible.

L'Ae recommande d'apporter des précisions sur la minimisation des risques et sur les dispositions de maîtrise de l'urbanisation envisagées.

3.3 Terminal CO_2

3.3.1 Sensibilité du territoire et enjeux identifiés

Bien qu'annoncé dans la méthodologie d'élaboration de l'étude de dangers, le chapitre sur la description de l'environnement du site et de son voisinage est absent. Des éléments plus précis mais limités aux zones exposées aux effets pouvant sortir du site sont donnés dans le chapitre 7.3 de l'étude de dangers. L'ensemble des éléments attendus peut se retrouver dans l'étude d'impact

[69] Circulaire du directeur de la prévention des pollutions et des risques, et du directeur général de l'urbanisme de l'habitat et de la construction du 4 mai 2007 relative au porter à connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées.

mais nécessite un travail assez fastidieux de recherche des informations pertinentes. Il en ressort que les premières habitations sont situées à environ 2,2 km au sud-est du Terminal CO_2.

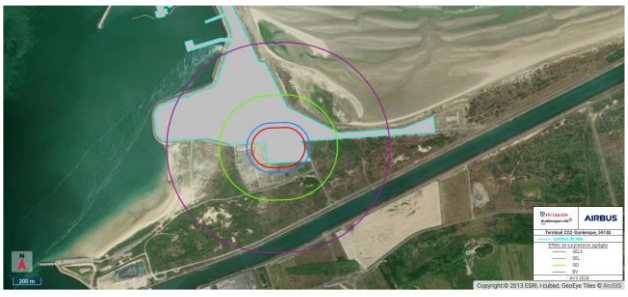
L'Ae recommande de compléter l'étude de dangers par la description de l'environnement du site et de son voisinage afin de disposer des éléments relatifs à sa vulnérabilité, au besoin par le biais d'une synthèse avec des renvois vers les pages ad hoc de l'étude d'impact.

Le dossier évoque la mise en place d'une convention de plate-forme telle que définie à l'article L. 515-8 du code de l'environnement. Cette mise en place nécessite une instruction dans les formes définies à l'article R. 515-117 du code de l'environnement qui pourra conduire le ministère chargé de l'environnement à valider juridiquement (par arrêté ministériel) la création de la plate-forme et le Préfet à prescrire par arrêté aux partenaires toute mesure propre à améliorer le niveau de protection de la plateforme, notamment par des mesures de protection, de réduction de la vulnérabilité ou d'organisation de leurs activités. Les conséquences liées aux effets entre partenaires des éventuels incidents ou accidents survenant au sein de la plateforme sont réglées par le contrat de plateforme et seront donc instruites dans ce cadre.

3.3.2 Qualité de l'étude et prise en compte des risques

Le résumé de l'étude de dangers la qualifie de préliminaire et indique que « *son niveau de détail est lié à l'état d'avancement du projet à l'instant de son élaboration, ce dernier étant actuellement en phase d'étude de faisabilité* ». Cette étude devra effectivement être complétée. Une démarche d'analyse préliminaire des risques a été menée et les phénomènes dangereux associés (dispersion toxique et effets de surpression) ont été modélisés.

Il ressort des éléments présentés, sur la base des scénarios retenus à ce stade, que les effets létaux des phénomènes dangereux identifiés et modélisés sortiraient du site pour trois scénarios agrégés (effets toxiques et effets de surpressions). Les effets agrégés sont représentés figure 17.



(a) Effets de surpression

(b) Effets toxiques

Figure 17 : effets agrégés (source : Etude de dangers – Terminal CO_2 – Annexe 11)

Ils pourraient atteindre des terrains loués non bâtis et des champs pour les effets de surpression, et au-delà, un circuit de moto-cross, le canal des dunes, la route de la capitainerie, le terminal de ferries de Dunkerque, la zone d'activité du port et la desserte du terminal méthanier de Dunkerque pour les effets toxiques. L'étude de dangers précise qu'une démarche visant à atteindre le niveau de risque le plus bas possible a été menée et les qualifie de « *a priori acceptable* ».

Le cas du scénario STOCK-1, qui correspond à la rupture instantanée d'une des sphères de stockage doit être souligné. C'est le scénario qui entraîne les effets les plus importants en termes de zones

d'effets et de populations impactées. Il est rangé dans la catégorie de probabilité « très faible ». Ce scénario est peu détaillé notamment pour ce qui concerne les évènements initiateurs pouvant conduire à sa survenue (les impacts mécaniques et le surremplissage du réservoir ne sont en particulier pas évoqués). Compte tenu de son positionnement dans la matrice des risques, la circulaire relative aux études de dangers du 10 mai 2010[70] prévoit que pour un nouvel établissement « *l'exploitant doit disposer des mesures techniques de maîtrise des risques de façon à ce que le niveau de probabilité de l'accident soit maintenu dans cette même classe de probabilité lorsque, pour chacun des scénarios y menant, la probabilité de défaillance de la mesure de maîtrise des risques de plus haut niveau de confiance s'opposant à ce scénario est portée à 1* ». Les éléments apportés dans l'étude de dangers sur ce sujet sont peu détaillés et mériteraient une expertise particulière au regard des enjeux associés.

La maîtrise de l'urbanisation associée aux zones d'effets devra être examinée en regard des risques déjà générés par le terminal méthanier et nécessitera le cas échéant, en lien avec les services de l'État et de la collectivité, des adaptations des documents d'urbanisme pour assurer que l'environnement du site n'évolue pas de manière défavorable dans les zones concernées. Le sujet n'est pas développé dans l'étude de dangers.

L'Ae recommande :

- ***de compléter de dossier concernant la maîtrise foncière des terrains pouvant être impactés et les dispositions envisagées en termes de maîtrise de l'urbanisation,***
- ***de commettre une tierce expertise de l'étude de dangers du terminal CO_2 dont le contour pourra être précisé sur la base d'une étude de dangers qui ne sera plus qualifiée de préliminaire.***

Par ailleurs, considérant qu'une canalisation de CO_2 liquéfié traversera le terminal méthanier pour alimenter la jetée de chargement, l'étude de dangers de cet établissement devra être actualisée.

3.4 Canalisations CO_2 et O_2

L'étude de dangers relative aux canalisations CO_2 et O_2 sera remise au dernier trimestre 2024. L'Ae ne peut ainsi se prononcer sur la sécurité de ces composantes. Les études de dangers des sites en interface avec ces canalisations seront à actualiser le cas échéant au regard des éléments présentés dans cette étude.

L'Ae a en tout état de cause déjà noté certains enjeux que l'étude de dangers devra aborder :

- la densité du CO_2 devra être prise en compte pour la détermination des zones d'effet à considérer en cas de fuite. En effet, le CO_2 étant un gaz plus lourd que l'air, la topographie des zones traversées par les canalisations peut favoriser des effets d'écoulement préférentiel et d'accumulation. Ces phénomènes peuvent impliquer de retenir des dispositions particulières en termes de maîtrise de l'urbanisation,
- les canalisations seront en interface avec plusieurs composantes (terminal CO_2, captations CO_2 cimenterie et fours à chaux), ainsi qu'avec le terminal méthanier de Dunkerque et le site de production d'O_2 de Grande-Synthe. Les dispositions organisationnelles retenues pour l'activation respectivement des POI (plan d'opération interne) sur les sites industriels et le PSI

[70] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

(plan de surveillance et d'intervention) pour les canalisations de CO_2 et d'O_2 devront être clairement définies et testées régulièrement,

- la justification des longueurs de tronçons de canalisations sans sectionnement sera à apporter au regard des rejets possibles aux points de connexions (avec les sites industriels ou sur la plateforme d'interconnexion). En cas de fuite sur un tronçon, sa vidange totale au niveau du point de fuite est en effet à envisager.

L'AE recommande d'intégrer dans les éléments mis à la disposition du public la présentation :

- *des scénarios pouvant conduire à un rejet de CO_2 avec des effets significatifs, et les dispositions envisagées en termes de maîtrise de l'urbanisation,*
- *des dispositions organisationnelles mises en place avec les sites en interface,*
- *de la justification des longueurs de canalisation sans sectionnement.*