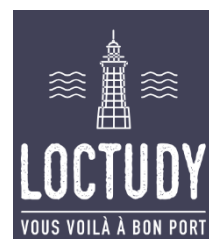




Pêche & Plaisance de Cornouaille

5 quai Henry-Maurice Bénard,
29120 Pont-l'Abbé

ÉTUDE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU PROJET DE DRAGAGE DES PORTS DE LOCTUDY ET LESCONIL



Porteur de projet : **Syndicat Mixte Pêche & Plaisance de Cornouaille et le port de Loctudy**

Bureau d'études : **ECO-STRATEGIE**

Référence	Date	Version	Auteur	Contrôle
A25071	18/03/2026	4	Ronan ANDRE	Antoine MACHUEL

Le présent dossier est basé sur la bibliographie, nos observations, notre retour d'expérience en aménagement du territoire et les informations fournies par le porteur de projet.

En cohérence avec le guide méthodologique du CGDD et son décret de juillet de 2022 concernant « la méthode de réalisation des bilans d'émissions de GES », il a pour objet d'assister, en toute objectivité, le maître d'ouvrage dans la définition de son projet.

Le contenu de ce rapport ne pourra pas être utilisé par un tiers en tant que document contractuel. Il ne peut être utilisé de façon partielle, en isolant telle ou telle partie de son contenu.

Le présent rapport est protégé par la législation sur le droit d'auteur et sur la propriété intellectuelle. Aucune publication, mention ou reproduction, même partielle, du rapport et de son contenu ne pourra être faite sans accord écrit préalable d'ECO-STRATEGIE et du maître d'ouvrage.



Table des matières

I.	Contexte	4
I.1.	Causes du changement climatique.....	4
I.2.	GES et Pouvoir de Réchauffement Global	6
I.3.	Cadre législatif et réglementaire.....	8
I.4.	Les bilans carbone.....	10
I.5.	Objectif du présent rapport	11
II.	Définition de l'aire d'étude.....	12
II.1.	Présentation du projet	12
II.2.	Périmètre temporel	13
II.3.	Périmètre des émissions	13
II.4.	Détermination des postes d'émissions significatifs	14
II.5.	Collecte des données et quantification	16
II.6.	L'incertitude des résultats	16
III.	Bilan des émissions.....	17
III.1.	Emissions du projet.....	17
III.2.	Poste n°1 : Consommations d'énergie des engins – 72,7%	18
III.3.	Poste n°2 : Immobilisation du matériel– 5,5%	20
III.4.	Poste n°3 : Mobilisation et démobilisation – 8,9%.....	21
III.5.	Autres postes d'émissions – 4,4%.....	22
IV.	Impact du projet et mesures.....	23
IV.1.	Scénario sans projet.....	23
IV.2.	Préconisation de mesures.....	24
IV.3.	Emissions du projet et participation à la neutralité carbone du port	25
V.	Bilan Global.....	27

Annexes

Annexe 1 :	Caractérisation des émissions significatives	29
Annexe 2 :	Extrait du guide méthodologique de calcul des incertitudes	30
Annexe 3 :	Détails des émissions du projet.....	32
Annexe 4 :	Répartition détaillée des émissions	33
Annexe 5 :	Compensation carbone	34

I. CONTEXTE

I.1. Causes du changement climatique

Compte tenu des conjonctures actuelles qui sont celles des dérèglements du climat et du contexte socio-économique incertain, la nécessité de baisser les émissions de **gaz à effets de serre (GES)** est incontestable. En effet, comme précisé dans les derniers rapports du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), les scientifiques sont clairs : le système terre se réchauffe trop, trop vite et malheureusement les activités humaines en sont la cause. Il est donc urgent d'anticiper et de s'adapter aux impacts du changement climatique dès maintenant.

Le GIEC est une instance scientifique internationale chargée de réaliser des bilans réguliers des connaissances sur le changement climatique. Son objectif est de synthétiser l'ensemble des travaux scientifiques disponibles sur le sujet.

Le GIEC représente un groupe d'experts qui ont pour but de faire un bilan, une synthèse des connaissances scientifiques sur le climat. Les auteurs de ces rapports sont sélectionnés parmi des experts internationaux, désignés par un bureau scientifique élu par les 195 États membres.

Tous les six ans environ, le GIEC publie un rapport d'évaluation structuré autour de trois groupes de travail :

- Le premier se concentre sur les fondements scientifiques du changement climatique ;
- Le second traite de ses impacts, de la vulnérabilité des systèmes humains et naturels, et des options d'adaptation ;
- Le troisième explore les solutions pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

Un rapport de synthèse vient ensuite rassembler les principales conclusions des trois volets. À ce jour, le **sixième rapport d'évaluation** a été publié en mars 2023.

Pour bien comprendre la responsabilité de l'homme dans ce phénomène de dérèglement climatique, il faut d'abord s'intéresser à un mécanisme qui lui est parfaitement naturel : **l'effet de serre**.

Lorsque la terre est éclairée par le soleil, (composé de rayonnements hautes fréquences : d'ultraviolets, d'infrarouges et de lumière visible) sa surface renvoie vers l'espace une partie du rayonnement qu'elle a reçu. Cependant les gaz à effet de serre comme la Vapeur d'eau (H_2O), le Dioxyde de Carbone (CO_2), le Méthane (CH_4), ou encore le Protoxyde d'azote (N_2O), réagissent avec les rayonnements infrarouges émis par la terre ce qui provoque un dégagement d'énergie sous forme de chaleur. Cette chaleur est renvoyée en partie vers la surface terrestre contribuant donc au maintien de la température sur terre.



Figure 1 : Schéma de synthèse de l'effet de serre

Cet effet de serre naturel a permis à la vie de se développer sur terre puisque qu'il a assuré une la température moyenne terrestre de +15°C pendant toute la durée de l'Holocène (12 000 dernières années). Sans ce phénomène, la température moyenne mondiale serait de -18°C.

C'est justement cette mécanique que l'homme a dérégulée.

Depuis la révolution industrielle, la combustion d'énergie fossile, la déforestation, l'agriculture intensive et d'autres activités humaines, ont émis une quantité plus que conséquente de gaz à effet de serre. Principalement du dioxyde de carbone et du méthane. Ces gaz s'accumulent dans l'atmosphère et atteignent désormais des **niveaux record** avec une concentration de CO₂ qui est aujourd'hui la plus forte depuis 800 000 ans au moins. Elle est passée de 280 à 415 ppm (parties par millions) en 150 ans.

Conséquences : **l'effet de serre s'intensifie** et le surplus d'énergie introduit dans le système, provoque des phénomènes dramatiques tels que la hausse des températures, les sécheresses, l'élévation et l'acidification des océans, l'augmentation des catastrophes naturelles, la perturbation du cycle de l'eau, etc... On parle donc ici, d'effet de serre additionnel.

Aujourd'hui, la Terre s'est déjà réchauffée d'environ 1,55°C¹ par rapport à l'ère préindustrielle, et près de 2,7°C en France, d'après l'OMM – Organisation Météorologie Mondiale. Ce degré de température peut sembler anodin, mais il ne correspond pas à une élévation de température à un endroit donnée mais bien à la température moyenne. Ici, la température moyenne à la surface de la Terre.

Ces hausses de températures commencent d'ores et déjà à entraîner des conséquences dramatiques sur l'ensemble des systèmes terrestres et toutes les régions du monde sont affectées de manière disproportionnée (ex : acidification de l'océan, hausse du niveau des mers et des océans, modification du régime des précipitations, déplacements massifs de populations animales et humaines, émergences de maladies, multiplication des catastrophes naturelles...). L'ONU se prépare donc à de multiples phénomènes météorologiques extrêmes mais aussi à une élévation des conflits géopolitiques induite en partie par des mouvements massifs de populations, des pénuries alimentaires et de ressources.

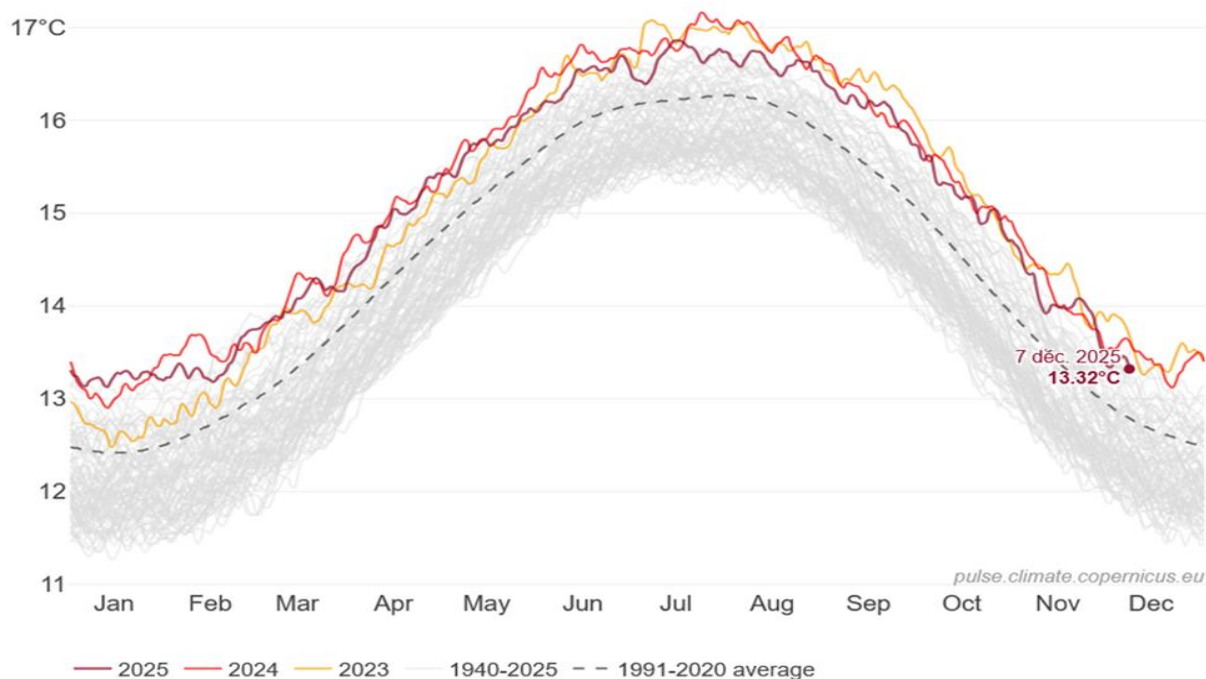


Figure 2 - Evolution de la température moyenne sur Terre.

Source : Copernicus

¹ [L'OMM confirme que 2024 est l'année la plus chaude jamais enregistrée](#)

Même avec un arrêt complet des émissions « demain », la température moyenne pourrait continuer à monter jusqu'à +1.5°C. Le système climatique possédant une inertie telle que les températures continueraient à grimper jusqu'à **10 à 15 ans après l'arrêt des émissions**. Ceci est dû à la durée de vie dans l'atmosphère de certains gaz à effet de serre.

Le GIEC décrit l'évolution des températures à venir selon 5 différentes trajectoires et dans l'ensemble des scénarios d'émissions, à l'exception du plus bas, nous dépasserons le seuil de réchauffement mondial de +1.5°C dans les prochaines décennies. Le scénario le plus pessimiste prévoit une augmentation de +5°C qui correspond à un changement d'ère géologique impliquant un changement d'état du système terre et donc une adaptation de **l'ensemble du monde vivant**.

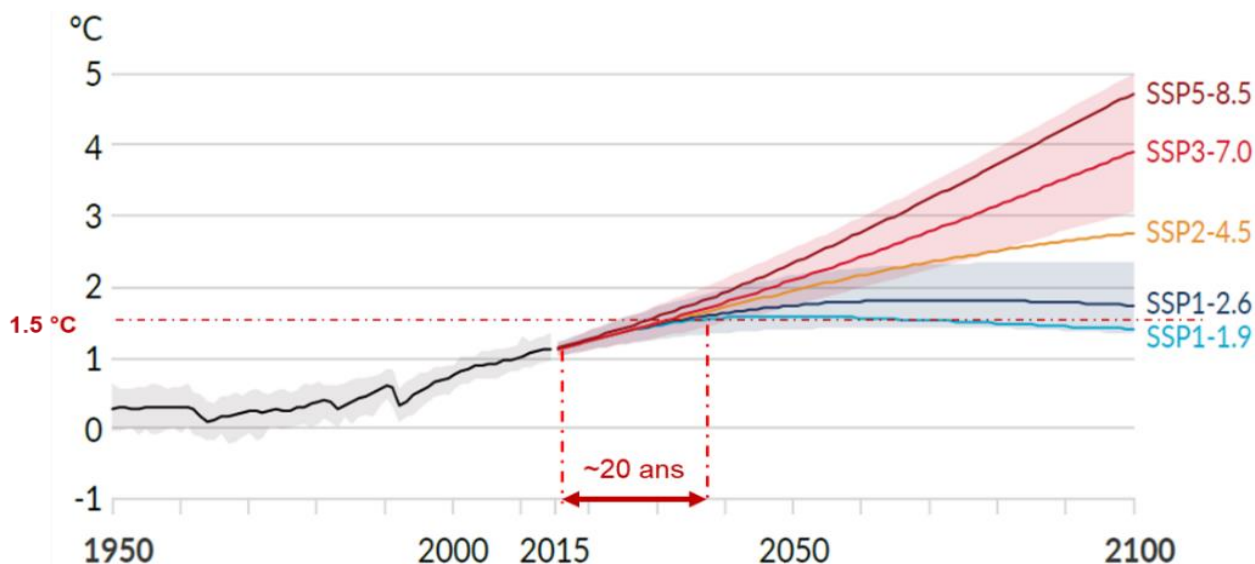


Figure 3 : Prévisions de l'augmentation de la température moyenne planétaire.

Source : GIEC, 1^{er} groupe de travail, 2021

Une augmentation de +5°C correspond à un changement d'ère géologique ce qui implique un changement d'état du système terre et donc une adaptation de l'ensemble du monde vivant.

En guise de repère, lorsque le système de la Terre était à -5°C par rapport à la température de 1990, le plein cœur de la période glaciaire était atteint avec 3.5 km de glace sur l'Europe du Nord et le niveau des océans était 120 mètres plus bas. Le climat sec et froid de cette période n'aurait pas permis le développement de l'Homme tel qu'il est connu aujourd'hui.

I.2. GES et Pouvoir de Réchauffement Global

Afin de comprendre les résultats du bilan carbone qui sont présentés, il est important de rappeler quelques points fondamentaux. Notamment sur les gaz à effet de serre et leur pouvoir de réchauffement global (PRG)

Comme signalé, les gaz à effet de serre sont des gaz qui sont naturellement présents dans l'atmosphère et qui sont caractérisés par leur capacité à intercepter une partie du rayonnement terrestre (composé d'infrarouge).

Les gaz à effet de serre peuvent être coupés en trois grandes familles :

- **Les composés chimiques originels** de la terre tels que le Dioxyde de Carbone (CO₂), la Vapeur d'eau (H₂O) ou l'Ozone (O₃) ;
- **Les gaz issus de la modification d'organismes vivants** comme le Méthane (CH₄) ou le Protoxyde d'azote (N₂O). Tous les deux résultent d'un processus de transformation naturel. Pour le méthane, la décomposition de matière organique et pour le protoxyde d'azote, une transformation de l'azote réalisée par des micro-organismes ;
- **Les composés chimiques de synthèse** qui, eux, ont été créés pour les activités humaines (CFC/HFC/SF).

Contrairement aux composés chimiques de synthèse qui sont utilisés dans les procédés industriels, les deux premières catégories de gaz existent à l'état naturel. L'être humain n'a donc fait qu'augmenter rapidement leur concentration dans l'atmosphère.

Cependant, chacun de ces gaz n'a pas la même contribution à l'effet de serre puisque qu'elle va dépendre de leurs propriétés physiques. Pour pouvoir établir une comparaison entre ces différents gaz et surtout pour pouvoir les additionner, une unité commune est utilisée et est définie par le PRG : pouvoir de réchauffement global.

Les deux propriétés qui sont à prendre en compte pour définir le **PRG** et qui sont défini ci-dessous sont : **Le forçage radiatif** et la **durée de vie des gaz dans l'atmosphère**.

Le forçage radiatif est le supplément d'énergie qu'un gaz à effet de serre va apporter lorsqu'on ajoute une unité de ce gaz dans l'atmosphère.

Par exemple : si on ajoute 1 ppm dans l'atmosphère de CO_2 , le PRG va définir le surplus d'énergie renvoyé vers le sol. Pour le CO_2 , la valeur est de 14mW/m^2 tandis que pour le méthane, il est autour de 370 mW/m^2 (facteur de 27). Il faut donc comprendre qu'à volume égal, le surplus d'énergie et donc le renforcement de l'effet de serre n'est pas le même d'un gaz à l'autre.

À ce forçage radiatif il faut ajouter la prise en compte d'une autre propriété de ces gaz qui est **la durée de résidence dans l'atmosphère**.

Le graphique ci-dessous représente le croisement du forçage radiatif d'une tonne de gaz émise à un instant t (W/m^2 - axe vertical) et de sa durée de résidence dans l'atmosphère (axe horizontal). Attention, ici l'axe des abscisses ne correspond pas à une échelle linéaire, mais à une échelles logarithmique.

On constate que la durée de vie des gaz dans l'atmosphère est très différente d'un gaz à l'autre. Il est donc indispensable de prendre en compte cette donnée dans le calcul du PRG.

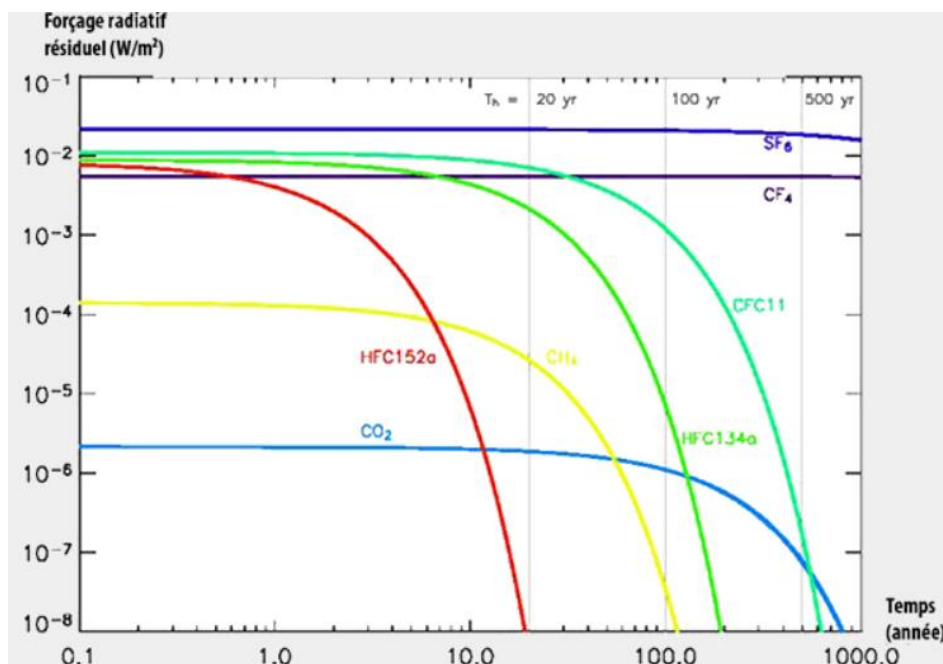


Figure 4 : Evolution dans le temps du forçage radiatif en fonction du type de gaz.

Source : D. Hauglustaine, LSCE

Cette simple caractéristique « physique » explique pourquoi le changement climatique est un **processus fondamentalement irréversible**. Il faut attendre de l'ordre du siècle avant que les gaz responsables du dérèglement climatique ne commencent à être évacués de l'atmosphère de manière significative, de l'ordre de 10 ans pour le méthane, et pour certains halocarbures (par exemple le CF_4 , en haut du diagramme) ils n'auront toujours pas commencé à s'épurer significativement de l'atmosphère au bout de 1 000 ans. La valeur de PRG utilisés pour les différents gaz sont présentés dans la prochaine partie.

La tonne équivalent CO₂

C'est avec ces informations que le GIEC a introduit dans son premier rapport la tonne équivalent CO₂ (eq CO₂). D'après le GIEC, « L'émission en équivalent CO₂ est la quantité émise de dioxyde de carbone (CO₂) qui provoquerait le même forçage radiatif intégré, pour un horizon temporel donné, qu'une quantité émise d'un seul ou de plusieurs gaz à effet de serre ».

Attention toutefois à ne pas confondre l'équivalent CO₂ et l'équivalent Carbone qui ne considère que la masse du carbone : une tonne de CO₂ équivaut à 12/44 tonne de carbone (1 kgCO₂ = 0,27 kgC).

I.3. Cadre législatif et réglementaire

Pour répondre à l'urgence le premier cadre international a été marqué en 1997 par le Protocole de Kyoto qui a imposé aux pays industrialisés des objectifs chiffrés de réduction d'émissions. Ces engagements ont été renforcés en 2015 par l'Accord de Paris adopté lors de la COP21² qui dans lequel la communauté internationale s'est engagée à contenir le réchauffement climatique **bien en dessous de +2°C**, et si possible à **1,5°C** d'ici la fin du siècle. Ces accords ont fixé un **cadre global de neutralité carbone à horizon 2050**, incitant chaque État à définir sa propre stratégie nationale de décarbonation.

En France, la loi n°2015-992 Loi de **Transition Énergétique pour la Croissance Verte** dite "TECV", adoptée le 17 août 2015, constitue une étape déterminante dans la déclinaison française de ces engagements internationaux.

Elle a permis de fixer des objectifs comme :

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % d'ici 2030 (par rapport à 1990) ;**
- **Diminuer la consommation énergétique finale de 50 % à horizon 2050 ;**
- **Porter la part des énergies renouvelables à 32 % de la consommation d'énergie finale en 2030 ;**
- **Diviser par deux la consommation d'énergie fossile d'ici 2030.**

La loi TECV a également introduit des instruments opérationnels, tels que les territoires à énergie positive, les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET), et la **généralisation des bilans d'émissions de GES** dans le secteur public comme privé.

Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)

En application de cette loi TECV, pour la métropole et les DROM-COM, la **Stratégie Nationale Bas-Carbone** (SNBC) est devenue la feuille de route pour mener la politique d'atténuation du changement climatique du Pays.

Cette feuille de route prévoit des réductions importantes d'émissions de GES dans tous les secteurs d'activité émetteurs de GES (transports, bâtiment, industrie, agriculture, production d'énergie, déchets) et donne en conséquence les orientations stratégiques sectorielles pour mettre en œuvre, en France, la transition vers une économie décarbonée et durable.

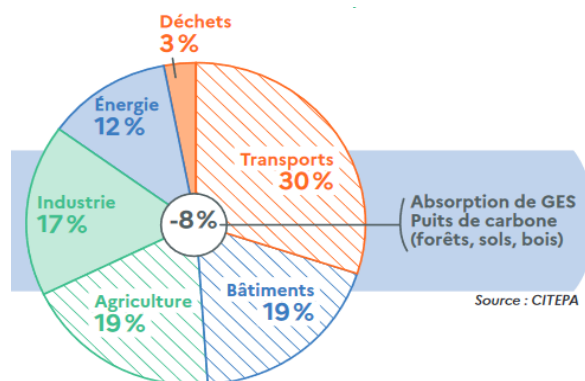
Révisée périodiquement, elle fixe :

- **Un objectif national de neutralité carbone à 2050 ;**
- **Des budgets carbone (quantité maximale d'émissions autorisée sur une période donnée) ;**
- **Et des trajectoires sectorielles de réduction**

Figure 5 : Répartition sectorielle des émissions nationales de GES en 2017
source : CITEPA

² Conference of the Parties

Cette SNBC présente deux ambitions : **atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français**. Tous secteurs confondus, **l'objectif national actuel à l'horizon 2030 est de réduire d'au moins 40 % nos émissions de GES par rapport à 1990**. La deuxième édition de cette SNBC a été adoptée en avril 2020 : SNBC-2, notamment lié à un rehaussement de l'objectif européen à horizon 2030.



La prochaine décennie et le jalon 2030, doivent donc marquer une rupture avec les trajectoires antérieures et nécessiteront des évolutions fortes de nos politiques.

L'article 75 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 — Loi Grenelle II

L'article 75 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, a posé le principe d'une généralisation des Bilan d'émissions de Gaz à effet de serre (BEGES) pour un certain nombre d'acteurs publics et privés. Le décret n° 2022-982 du 1er juillet 2022 vient renforcer la réglementation en augmentant le périmètre d'analyse, en adaptant la méthodologie et le reporting du plan de transition et en augmentant la sanction en cas de manquement.

Ces inventaires d'émissions de gaz à effet de serre (GES) ont pour objectif de répertorier l'ensemble des émissions de GES sur une année, en vue d'identifier et de mobiliser les gisements de réduction de ces émissions. Les établissements de droit privé et public employant plus 250 personnes pour les régions et départements d'outre-mer, sont notamment ciblées par cet article.

Ce premier cadre posait les bases d'une **approche structurée et homogène de la comptabilité carbone** au niveau national.

L'article 301 de la loi « Climat et Résilience » du 22 août 2021

L'article 301 de la loi Climat et Résilience est venu renforcer le dispositif instauré par la loi Grenelle II.

Il modifie l'article L.229-25 du Code de l'environnement, en introduisant une nouvelle exigence : « les organismes soumis à l'obligation de BEGES doivent désormais élaborer un plan de transition, précisant les actions envisagées pour réduire leurs émissions à moyen et long termes. »

Ce plan de transition, coordonnant les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la SNBC, doit répondre aux objectifs suivants :

- 🌱 **Comporter des actions hiérarchisées selon leur faisabilité, leur coût et leur potentiel de réduction ;**
- 🌱 **Et inclure des indicateurs de suivi permettant d'évaluer les progrès réalisés.**

Les bilans et le plan de transition doivent également être publiés sur la plateforme nationale de l'ADEME, assurant la transparence et la traçabilité de l'établissement.

Pour résumer brièvement le contexte, ces différents textes traduisent une évolution continue du cadre réglementaire, passée d'une simple obligation de reporting carbone à une démarche globale de transition. Le BEGES et le plan de transition sont aujourd'hui des outils au service de la planification climat, de la gestion énergétique et de la performance environnementale des organisations. Ils visent non seulement à satisfaire aux obligations réglementaires, mais aussi à préparer les acteurs publics et privés à la neutralité carbone à horizon 2050.

I.4. Les bilans carbone

À l'image du calcul de l'empreinte carbone individuelle, **les bilans carbones permettent de quantifier les activités et les flux d'une entreprise, d'un projet, d'un produit ou d'un individu et de les convertir en émissions de GES**. Les bilans carbone s'appuient sur la méthodologie Bilan Carbone® qui est une méthodologie développée par l'ADEME (agence de la transition écologique) et appuyée par l'Association pour la transition Bas Carbone (ABC) en tant que soutien technique. Consolidé dans le temps depuis son développement, elle est aujourd'hui la méthode la plus utilisée en France et à l'international.

Avoir une bonne évaluation des émissions directes, indirectes et induites par son activité permet aux entreprises ou aux chefs de projet de **concevoir et mettre en place un plan d'actions efficace afin de permettre la réduction des émissions**.

Aujourd'hui, en France, les bilans d'émissions de gaz à effet de serre ont été rendus obligatoire pour les entreprises par l'article 26 de la loi Grenelle II. Le Bilan GES réglementaire est obligatoire pour les Personnes Morales de droit privé employant plus de 500 personnes pour la France métropolitaine ou plus de 250 personnes pour les régions et départements d'outre-mer. Il est aussi obligatoire pour l'État, les régions, les départements, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération et les communes ou communautés de communes de plus de 50 000 habitants ainsi que les autres Personnes Morales de droit public employant plus de 250 personnes.

Le BEGES réglementaire, rendu public grâce à la plateforme de l'ADEME, est mis à jour tous les 4 ans pour les Personnes Morales de droit privé, et tous les 3 ans pour l'État, les collectivités territoriales et les autres Personnes Morales de droit public.

Concernant les études environnementales, comme présenté dans sa « *Note relative à la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre et du changement climatique* » publiée en mars 2024, les différentes autorités publiques exigent une analyse carbone poussée afin de répondre aux enjeux climatiques. Il s'agit au minimum de contribuer au respect des engagements de la France inscrit dans la SNBC.

En ce qui concerne les avis de l'Autorité environnementale, l'analyse d'un échantillon de 663 avis rendus en 2019 a permis de confirmer l'importance de la prise en compte des questions d'émissions de gaz à effet de serre et de changement climatique dans les projets et mettre en lumière le retard dont font preuve les maîtres d'ouvrage planificateurs en la matière. De plus, l'identification et la mise en œuvre de la démarche ERC restent déficientes, voire absentes, même lorsque les incidences climatiques sont évaluées.

Concernant les avis MRAe, il est régulièrement recommandé de « réaliser un bilan carbone sur l'ensemble des opérations du projet global et aussi la totalité de son cycle de vie ». Dans cette analyse, la prise en compte des émissions des matériaux est souvent absente.

C'est donc pour répondre à ces problématiques que le Syndicat mixte des ports de pêche-plaisance de Cornouaille a souhaité réaliser le bilan carbone du projet de dragage des ports de Loctudy et Lesconil.

La méthodologie du bilan Carbone repose sur une **comptabilité** qui sert d'outil pour recenser, classer et quantifier toutes les émissions de GES engendrées par l'activité dans un périmètre donné. Pour des questions de pertinence et de transparence, cette comptabilité carbone utilise une base de données publique, accessible en ligne, appelée Base Empreinte® administrée par l'ADEME et gérée par un comité de gouvernance d'acteurs publics et privés. Elle recense les facteurs d'émission d'un grand nombre de données.

Les **facteurs d'émission (FE)** correspondent à un taux d'émission moyen d'une source donnée par rapport à une activité. C'est donc en multipliant le facteur d'émission avec la donnée d'activité que les émissions de GES de l'activité sont estimées. Par exemple, pour connaître les émissions d'un trajet en bus, on multiplie le facteur d'émission d'1 km en bus par le nombre de km parcourus.



L'ensemble des facteurs d'émission utilisés prennent en compte les gaz à effet de serre suivant :

- 🌿 Le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- 🌿 Le méthane (CH₄) ;
- 🌿 L'oxyde nitreux (N₂O), ;
- 🌿 Les hydrofluorocarbones (HFC) ;
- 🌿 Les hydrocarbures perfluorés (PFC) ;
- 🌿 L'hexafluorure de soufre (SF₆).

CO ₂ = 1
CH ₄ = 28
N ₂ O = 265
NF ₃ = 16 100
SF ₆ = 23 500
HFC : varie selon le type de HFC
PFC : varie selon le type de PFC

La contribution de chacun de ces gaz à l'augmentation de l'effet de serre a été calculée en utilisant les potentiels de réchauffement climatique (PRG) à 100 ans. Les valeurs de PRG utilisées dans le cadre de l'étude du projet sont présentées dans l'encadré ci-dessous. Pour rappel, ce sont ces valeurs de PRG qui permettent l'utilisation de **l'équivalent CO₂** ou CO₂eq ou encore CO₂e, comme unité commune de quantification l'impact des GES.

Figure 6 : Valeurs de PRG en fonction des gaz.

Source : GIEC, 5^{ème} rapport d'évaluation (AR5)

I.5. Objectif du présent rapport

Le présent document vise à répondre aux interrogations relatives à la prise en compte des enjeux climatiques dans le cadre du projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil, porté par le Syndicat mixte des ports de pêche-plaisance de Cornouaille. Dans ce contexte, une étude carbone spécifique au projet a été engagée afin d'estimer les émissions de CO₂e (équivalent dioxyde de carbone) associées aux différentes phases de l'opération de dragage. Cela permet au Syndicat mixte d'identifier les différentes sources d'émissions associées à son projet.

Cette étude a pour objectif principal de quantifier les émissions de CO₂e générées par les principales composantes du projet, notamment les opérations de dragage, les moyens nautiques et terrestres mobilisés, les transports associés, ainsi que potentiellement les opérations de gestion et de traitement des sédiments. L'analyse permet donc d'identifier les postes d'émissions les plus contributifs et d'apprécier l'ordre de grandeur de l'impact climatique du projet.

Sur la base des résultats obtenus des mesures visant à limiter les émissions de gaz à effet de serre sont proposées. Ces mesures visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans la mesure du possible. Ces mesures peuvent notamment porter sur l'optimisation des modalités d'intervention, le choix et l'organisation des moyens techniques, la rationalisation des transports ou encore l'adaptation des pratiques opérationnelles lorsque des marges de manœuvre existent.

Au-delà de la seule quantification des émissions, cette démarche vise également à engager une réflexion sur la vulnérabilité du projet face aux enjeux du changement climatique et sur les leviers d'atténuation mobilisables à l'échelle du projet. En intégrant des mesures dès la phase de conception et la planification du projet, le Syndicat mixte peut contribuer encore plus à la transition vers une économie à faible émission de carbone et à la lutte contre le réchauffement climatique.

La méthodologie mise en œuvre pour cette étude s'appuie sur les principes définis dans le **guide méthodologique du CGDD**³ et son décret de juillet de 2022⁴ concernant « la méthode de réalisation des bilans d'émissions de GES ».

³ Commissariat général au développement durable

⁴ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf

II. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

II.1. Présentation du projet

Le projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil s'inscrit dans une démarche de maintien du bon fonctionnement des activités de pêche et de plaisance sur le territoire de la Cornouaille. Malheureusement, régulièrement dans les bassins et chenaux portuaires des phénomènes naturels de sédimentation peuvent entraîner une diminution progressive des tirants d'eau et ainsi compromettre l'accessibilité, la sécurité de la navigation et la continuité des usages portuaires.

Dans ce contexte, le Syndicat mixte des ports de pêche-plaisance de Cornouaille et la commune de Loctudy portent un projet de dragage visant à restaurer les conditions de navigabilité des ports de Loctudy et de Lesconil. Le projet concerne des zones portuaires déjà artificialisées et s'inscrit dans une logique d'entretien périodique des ouvrages, sans création de nouvelles infrastructures ni extension des emprises existantes.

Les opérations de dragage portent sur l'extraction des sédiments accumulés au sein des bassins et des accès portuaires. Elles mobilisent des moyens nautiques et terrestres et des opérations de transport. Les données techniques et caractéristiques du projet, incluant les volumes à draguer, les secteurs concernés ou encore les modalités d'intervention sont présentées dans les sections suivantes du rapport.



Figure 7 : Schéma des zones de dragage du port de Loctudy

Source : K/K – Dragage des ports de Loctudy

En complément et pour débiter l'analyse, il est nécessaire de définir précisément les périmètres d'analyses du projet. Ceux-ci reposent notamment sur la délimitation d'un **périmètre temporel** couvrant les différentes phases du projet, ainsi que sur un **périmètre organisationnel** intégrant les activités directement liées aux opérations de dragage et aux flux associés.

II.2. Périmètre temporel

D'un point de vue temporel, l'étude carbone est définie sur 10 ans.

L'intérêt de définir ce périmètre temporel est de prendre en considération les phases suivantes :

- Développement du projet
- Temps du chantier,
- Temps de mobilisation des moyens,
- Temps de gestion des sédiments,
- Les futures opérations de dragage.

Ce périmètre temporel de 10 années permet ainsi de ne pas considérer l'opération étudiée comme un événement isolé, mais comme une intervention s'inscrivant dans une logique de continuité d'exploitation. Deux opérations de dragage complémentaires de moins grandes envergures sont, en effet, prévues dans les 10 prochaines années. Cependant il semble déjà important de préciser que ces dernières seront de plus faible envergure avec un volume de sédiment à draguer inférieur à ce projet actuel.

II.3. Périmètre des émissions

Le périmètre des émissions est caractérisé suivant la norme ISO 14064-1 : 2018 et la norme ISO 14062-2 de 2019, notamment dans la partie 2 couvrant « les spécifications et les lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la rédaction de rapports sur la réduction d'émissions ou les accroissements de suppressions des GES ».

Pour l'étude du projet de dragage, l'approche par **contrôle opérationnel** a été choisie. Cette approche permet de prendre en compte l'ensemble des équipements exploités par le projet sans forcément que le Syndicat mixte en soit le détenteur.

Le périmètre organisationnel est ici considéré comme étant l'ensemble du projet de dragage avec des sources d'émissions est définie ci-après par les catégories 1, 2 et 3.

Catégorie 1 : Les émissions directes/contrôlées : émissions caractérisées par le fait qu'elles sont issues physiquement du dragage. Ce sont donc les émissions produites par des sources engagées dans le chantier :

- Carburant de la drague ;
- Carburant des navires de service ;
- Engins terrestres (chargement, manutention) ;
- Éventuellement groupes électrogènes embarqués.

Catégorie 2 : Les émissions indirectes/associées : émissions qui découlent des opérations émettrices de GES n'étant pas physiquement issue du site du chantier, mais qui sont indispensables à l'existence du projet.

Pour le projet de dragage, cela représente, les émissions associées :

- Aux achats et services (études, ingénierie)
- Aux transports des équipements sur le site ;
- À la fabrication et donc à l'amortissement de l'ensemble du parc de machines et de biens immatériels ;

Catégorie 3 : Les émissions induites par le projet : émissions à l'extérieur du périmètre organisationnel occasionnées par l'incidence du projet ou générées par l'effet rebond du projet.

- à l'évolution des usages portuaires,

Malgré le fait que ces émissions ne soient pas dans le périmètre organisationnel du projet, il est tout de même important de les considérer dans l'analyse.

Afin d'évaluer l'impact du projet en matière d'émissions de gaz à effet de serre, l'étude repose sur une quantification exhaustive des émissions associées aux différentes phases du projet de dragage. Conformément au guide méthodologique du CGDD⁵ et son décret de juillet de 2022 concernant « la méthode de réalisation des bilans d'émissions de GES », pour estimer les émissions du projet, il est nécessaire d'avoir un scénario de référence (scénario sans projet) et un scénario avec projet.

Dans le cas présent, le **scénario de référence** correspond à une situation sans réalisation des opérations de dragage, impliquant une évolution progressive des conditions d'exploitation portuaire (envasement, contraintes de navigation, limitation des usages). Le **scénario avec projet** intègre l'ensemble des opérations nécessaires à la réalisation du dragage, incluant notamment la mobilisation des moyens nautiques, les consommations de carburant, les transports associés

L'évaluation carbone porte prioritairement sur le scénario avec projet, celui-ci concentrant l'essentiel des émissions directes et indirectes générées par l'opération. Le scénario de référence est utilisé afin d'étudier les incidences du projet par rapport à une situation d'absence d'intervention.

II.4. Détermination des postes d'émissions significatifs

Pour avoir une estimation correcte des émissions engendrées par le projet, l'étude carbone prend en considération les émissions indirectes. En cohérence avec le guide méthodologique, l'identification des **émissions indirectes significatives** a été effectuée en fonction de leur contribution par rapport aux émissions globales du projet. Toujours pour répondre aux exigences réglementaires, l'étude prend en compte un **seuil d'ampleur de 80% minimum** afin de ne pas négliger d'importantes sources d'émissions. Un seuil d'ampleur de 80% est équivalent à ne pas négliger plus de 20% des émissions indirectes.

Lorsque des émissions indirectes sont amenées à être négligées, celles-ci sont alors catégorisées selon leur poste d'émissions auquel sont appliqués des critères de significativité. Les différents critères utilisés dans leur ordre d'importance sont les suivants :

- **Le critère d'ampleur** : pourcentage d'émissions estimé sur le poste par rapport à des études déjà réalisées ;
- **La contribution** du poste vis-à-vis des émissions globales du projet ;
- **L'importance stratégique du poste**. La vulnérabilité et les opportunités des émissions contribuant à l'exposition du projet aux risques économique ;
- **Les leviers d'actions** : capacité du projet et du maître d'ouvrage à réduire ou supprimer les émissions de certains de ces postes ;
- **L'externalisation ou non** de certains de ces postes rendant difficile les leviers d'actions.

La détermination des postes d'émissions significatifs s'appuie sur des retours d'expérience issus d'études carbone réalisées sur des projets de dragage et de travaux portuaires comparables, ainsi que sur les données disponibles dans les bases de facteurs d'émission. Cette analyse permet d'estimer un niveau d'ordre de grandeur cohérent et ainsi de définir des critères d'ampleur. Les critères d'ampleurs permettent d'estimer les émissions pour chacun des postes d'émissions et ainsi de pouvoir en négliger certains dans le respect d'un seuil d'ampleur de 80% minimum.

Dans le cadre du projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil, l'ensemble des sources d'émissions ont tenté d'être caractérisées afin d'avoir une estimation au plus proche de la réalité, et ce dans un souci d'honnêteté intellectuelle et pour obtenir le plus de leviers d'actions possibles.

Par ailleurs, face à l'urgence, chaque tonne et chaque dixième de degré comptent.

⁵ Commissariat général au développement durable

Ainsi, les postes étudiés dans la réalisation du bilan des émissions de gaz à effet de serre sont donc les suivants :

Tableau 1 : Postes étudiés dans le BEGES.
Source : Eco-Stratégie « Check List et Traitement »

Catégories d'émissions	n°	Postes	Détail des postes étudiés
Emissions DIRECTES des GES	1.2	Sources mobile de combustion	Combustion de carburant des véhicules, fonctionnement des engins de dragage et de transport maritime.
	1.5	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF)	Surface impactée par le changement direct d'usage
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES A L'ENERGIE	2.1	Consommation d'électricité	Consommation d'électricité liée à la base-vie, aux équipements temporaire ou autres machines électriques
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AU TRANSPORT	3.1	Transport de marchandises amont	Acheminement engins, pontons, pelles
	3.3	Déplacements domicile-travail	Consommation de combustibles ou d'électricité nécessaire aux déplacements des opérateurs
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS ACHETES	4.1	Achats de biens	Quantité de biens achetés permettant le fonctionnement du projet.
	4.2	Immobilisation des biens	Fabrication des biens immobilisées pour le projet (machines de chantier)
	4.3	Gestion des déchets	Les déchets générés par le projet
	4.4	Actifs en leasing amont	Production, utilisation, entretien, fin de vie des biens type véhicules, logements, engins.
	4.5	Achats de services	Quantité de services achetés permettant le fonctionnement du projet (études, bathymétries, analyses, ...)

L'Annexe 1 : Caractérisation des émissions significatives", présente le tableau détaillé des différents postes d'émissions qui sont considérées avec leurs critères d'ampleurs associés.

L'ensemble des postes à forte contribution, stratégique ou maîtrisable ont été conservés afin d'avoir une étude complète.

II.5. Collecte des données et quantification

Les données à collecter bien identifiées par la réflexion sur les périmètres organisationnel, opérationnel et temporel, il est maintenant possible d'initier la démarche de collecte et de quantification. Pour la collecte, de nombreux outils ont été utilisés, permettant de recueillir différents types de données, tels que des données quantitatives et comptables, des analyses statistiques, etc. Pour la quantification, les BEGES sont établis sur des tableurs Bilan Carbone® V 9.0, dernière version lors de la rédaction de ce présent rapport. L'utilisation des tableurs permettra d'assurer la cohérence par rapport au bilan carbone réglementaire et assure un contrôle méthodologique sur les calculs effectués.

Lors de la collecte des données, une priorité a été donnée à l'exploitation des données existantes. Cette approche permet de maximiser l'utilisation des informations déjà disponibles. Parallèlement, des ressources telles que des guides sectoriels ou des bases de données officielles ont été consultées et utilisées afin de répondre à de potentiels points bloquants.

II.6. L'incertitude des résultats

Le calcul des émissions de carbone d'un projet ou d'une entité comporte naturellement des incertitudes, que ce soit lié aux données utilisées ou aux facteurs d'émission appliqués. Il est essentiel de prendre en compte ces incertitudes lors de l'évaluation des émissions.

L'incertitude des données d'activités dépend de leur fiabilité. Les données provenant de factures ont généralement une incertitude moindre par rapport à celles basées sur des hypothèses ou des sondages.

Étant donné que le projet est actuellement à un stade de développement, toutes les données nécessaires ne sont pas encore disponibles. Par conséquent, afin d'éviter de surestimer ou de sous-estimer le projet, plusieurs hypothèses ont été émises concernant les données d'activités.

Les facteurs d'émission utilisés dans le calcul des bilans des émissions de gaz à effet de serre ont également leur part d'incertitude inhérente liée à leur mode de calcul. La plupart de ces facteurs d'émission sont tirés de la Base Empreinte® de l'ADEME. Malgré les efforts déployés pour minimiser ces incertitudes, il est important de reconnaître qu'elles existent.

Toutes ces incertitudes contribuent inévitablement à une variation de l'incertitude finale du projet. Par conséquent, **dès lors qu'une estimation d'émissions de GES est proposée, elle est accompagnée de son niveau d'incertitude.**

Au regard des éléments susmentionnés, il est primordial de garder à l'esprit que les résultats présentés dans le rapport sont des estimations et qu'elles ne doivent pas être considérées avec une précision absolue au kilogramme de CO₂ équivalent près.

Pour information, la méthodologie de calcul des incertitudes s'appuie sur les recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques. Un extrait de ces recommandations est présenté en Annexe 2.

III. BILAN DES EMISSIONS

III.1. Emissions du projet

Les émissions de GES associées au projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil sont estimées à :

437 tCO₂e avec une incertitude de **11%**.

En considérant le périmètre temporel défini plus haut, avec les deux opérations de dragage suivantes moins conséquentes, les émissions totales seraient donc de : **874 tCO₂e**

Le graphique ci-dessous présente les résultats par poste d'émissions du projet et l'Annexe 3 présente, sous forme de tableau, le détail de la répartition des émissions en fonction des différentes sources d'émissions.

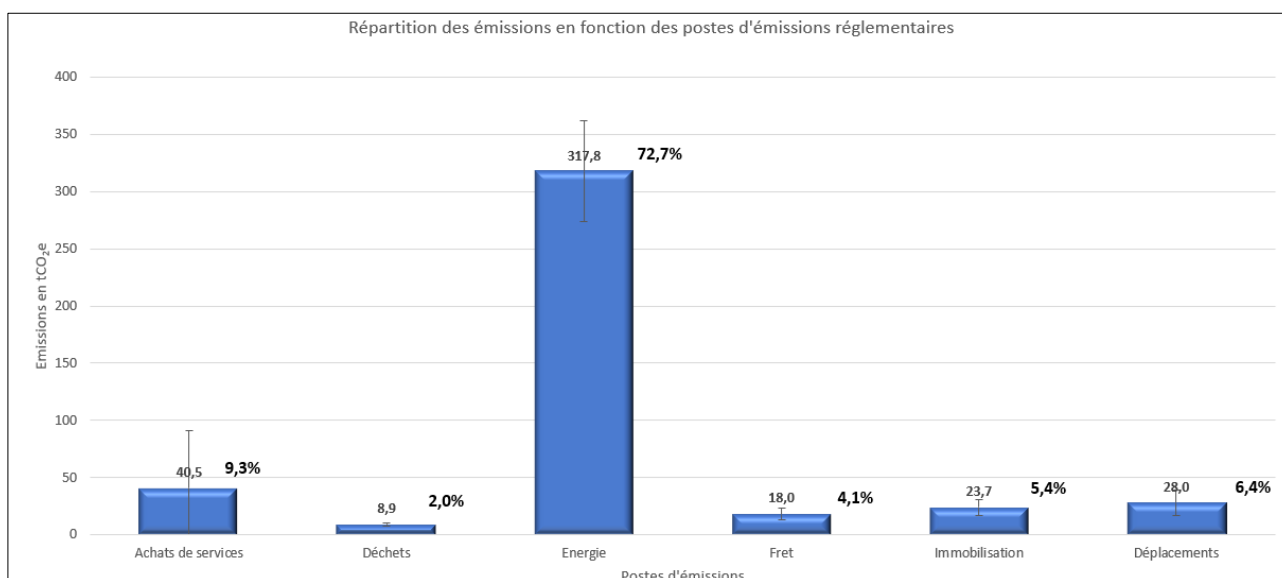


Figure 8 : Répartition des émissions du poste d'émissions

Source : Eco-Stratégie

Ces principaux résultats font ressortir les postes d'émissions les plus émissifs que sont :

- Le poste **Énergie** : Ce poste, participant à 73% des émissions totales, regroupe principalement les consommations de carburant liées :
 - à l'utilisation de la pelle mécanique lors des opérations de dragage,
 - à la navigation et aux manœuvres du chaland motorisé pour le transport et le clapage des sédiments,
 - ainsi qu'aux opérations de préparation des sites (déplacements de pontons, catways et bateaux) ;
- Les postes **Déplacements et Immobilisation** : L'immobilisation traduit l'impact de la fabrication des engins et matériels mobilisés, rapporté à leur durée d'utilisation effective sur le chantier, tandis que les déplacements concernent essentiellement les trajets des équipes.
- Les postes **Fret, Achats de services et Déchets** : apparaissent comme secondaires à l'échelle du projet. Les émissions liées aux déchets restent limitées.

Une seconde représentation plus concrète pour visualiser les émissions est la répartition des émissions par phase du projet.

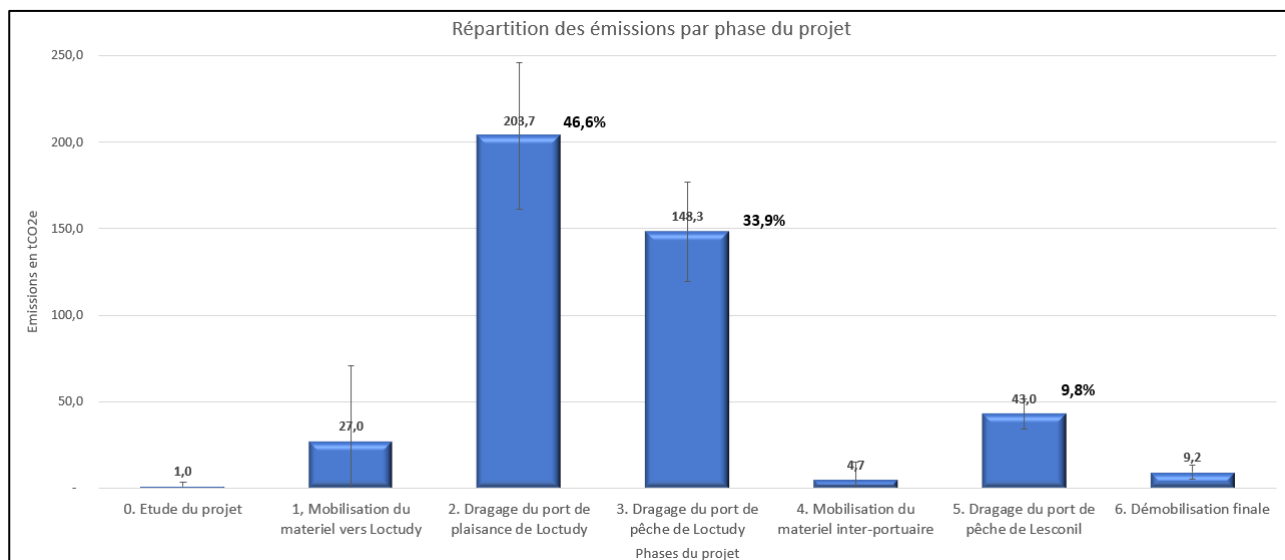


Figure 9 : Synthèse des émissions par phase du projet

Source : Eco-Stratégie

Les résultats montrent une prédominance nette des phases de dragage, qui concentrent l'essentiel des émissions du projet. Les opérations de dragage du port de plaisance et du port de pêche de Loctudy représentent à elles seules plus de 80 % des émissions totales. Concernant les données techniques du projet sur les différents ports sont les suivants :

- **Caractéristiques du dragage** : entre **15 et 23 km de navigation** pour aller claper les sédiments, soit **4h aller-retour**, à raison de **500 m³ par trajets**
- **Port de plaisance de Loctudy** : **55 000 m³** de sédiments, pour **110 rotations** en, approximativement, **55 jours**.
- **Port de pêche de Loctudy** : **45 000 m³** de sédiments, pour **90 rotations** en, approximativement, **45 jours**.
- **Port de pêche de Lesconil** : **12 500 m³** de sédiments, pour **25 rotations** en, approximativement, **12 jours**.

La contribution des phases de mobilisation et de démobilisation est plus secondaire, mais reste tout de même non-négligeable.

Le graphique présenté en Annexe 4 : Répartition détaillée des émissions présente cette ventilation avec plus de détails tout en hiérarchisant les sources d'émissions de la plus contributive à la moins impactante. Cette hiérarchisation permet d'identifier rapidement les postes les plus émetteurs sur l'ensemble du cycle de vie du projet, et ainsi de cibler les principaux leviers de réduction.

Pour rappel, l'incertitude totale de chacun des postes résulte de la fiabilité de la donnée collectée mais également des facteurs d'émission qui possèdent une incertitude inhérente à leur méthode de calcul. Une seule donnée avec une grosse part d'émission et avec une importante incertitude, impliquera obligatoirement une incertitude conséquence sur la totalité du poste d'émissions.

III.2. Poste n°1 : Consommations d'énergie des engins - 72,7%

Le poste « Consommations d'énergie des engins » constitue le principal poste d'émissions de gaz à effet de serre du projet, représentant **environ 73 %** des émissions totales avec une incertitude de **13 ,8%**.

Cette catégorie regroupe l'ensemble des consommations de carburant associées aux engins nautiques et de chantier mobilisés lors des opérations de dragage, de transport et de clapage des sédiments, ainsi que lors des phases de préparation des sites.

Les émissions associées à ce poste sont directement liées aux caractéristiques des engins utilisés, à la durée des opération et aussi aux volumes de sédiments dragués.

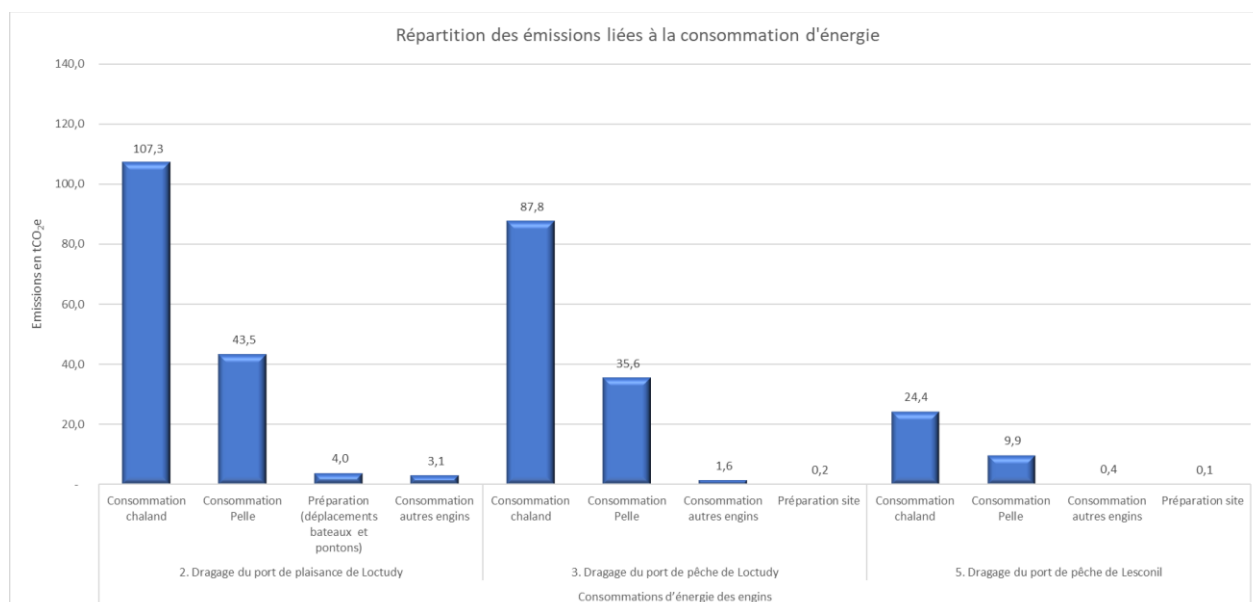


Figure 10 : Répartition des émissions liées à la consommation d'énergie

Source : Eco-Stratégie

Les principaux engins pris en compte dans l'évaluation des consommations énergétiques sont :

- Des **pelles mécaniques** et notamment une pelle de forte capacité utilisée pour le dragage et le chargement des sédiments ;
- Un **chaland clapeur motorisé**, dédié au transport maritime des sédiments entre les zones de dragage et la zone d'immersion (type Empédocle)
- Des **bateaux et autres engins** auxiliaires mobilisés ponctuellement pour les manœuvres, la préparation des sites et le déplacement de pontons et catways.

Les consommations de carburant ont été estimées à partir de durées d'utilisation et des hypothèses de consommation. Des hypothèses de charge moteur différenciées par phase du projet ont également été prises en compte afin d'essayer de se rapprocher du fonctionnement réel des engins :

- 80-90 % de charge moteur pour les phases de déplacement et de navigation ;
- 10-20 % de charge moteur pour les phases de chargement et de manœuvre.

Les facteurs d'émission utilisés ici proviennent de la Base Carbone® de l'ADEME, et les FE utilisé sont le gazole non-routier et le diesel marin (MDO).

L'analyse met en évidence une forte prédominance des consommations liées au **chaland**, qui représente la part la plus importante des émissions du poste « Énergie ». Cette contribution s'explique avec :

- La durée cumulée des temps de navigation aller-retour vers la zone d'immersion (4h aller – retour) ;
- La puissance et donc la consommation du moteur nécessaire au transport de volumes importants de sédiments (~100 L/h à pleine charge) ;
- La répétition des rotations sur l'ensemble de la durée du chantier (110 rotations pour le port de plaisance de Loctudy, 90 rotations pour le port de pêche de Loctudy et 25 pour le port de Lesconil)

Les **pelles mécaniques** constituent également un important poste de consommation énergétique. Cette consommation peut s'expliquer par la taille importante de la pelle utilisée (ici l'hypothèse est l'utilisation d'une pelle de 120 tonnes).

Enfin, les consommations associées aux **engins auxiliaires**, aux bateaux et aux phases de préparation des sites restent assez marginales à l'échelle du poste, mais leur intégration est pertinente dans un bilan carbone.

Dans point de vue plus global, les **principaux leviers de réduction** des émissions peuvent être directement liés :

- À l'optimisation de l'organisation du chantier (réduction des temps d'attente, enchaînement des phases) ;
- À la limitation de la durée de mobilisation des engins ;
- Et, le cas échéant, à l'évolution des pratiques et des équipements utilisés (rendement des moteurs, carburants alternatifs).

Ces leviers sont détaillés dans la partie dédiée aux mesures d'évitement et de réduction des émissions.

III.3. Poste n°2 : Immobilisation du matériel- 5,5%

Le poste « Immobilisation du matériel » représente un poste secondaire en matière d'émission mais reste important à prendre en compte sur le plan méthodologique. Ce poste concentre environ 24,2 tCO₂e, soit environ 5,5 % des émissions totales du projet, pour une incertitude estimée à 29,6 %.

Ce poste correspond aux émissions associées à la fabrication des engins et équipements mobilisés, rapportées à leur durée d'utilisation effective sur le chantier, conformément aux recommandations méthodologiques du CGDD et aux principes des bilans d'émissions de GES appliqués aux projets.

Les émissions d'immobilisation ont été évaluées selon une approche dite « proratisée », consistant à :

- Estimer l'empreinte carbone de fabrication des matériels considérés,
- Rapporter cette empreinte à leur durée de vie théorique,
- Et enfin à proratiser les émissions en fonction de la durée réelle d'utilisation dans le cadre du projet de dragage.

Cette approche permet d'intégrer l'impact amont des équipements, sans surévaluer leur contribution au regard de leur usage ponctuel sur le chantier.

Les matériels pris en compte dans ce poste sont : les **pelles mécaniques** utilisées pour les opérations de dragage, le **chaland**, les autres **engins auxiliaires** dont la contribution reste marginale ainsi que les **structures temporaires** liées à l'installation de chantier.

Le graphique ci-après présente la répartition des émissions de ce poste.

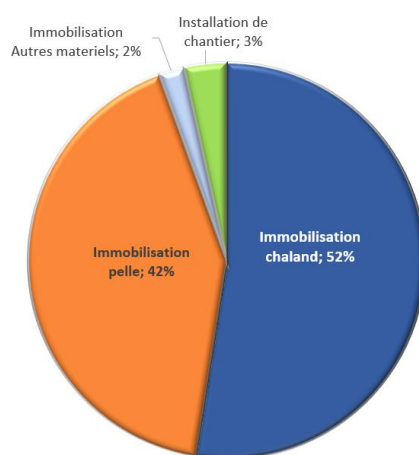


Figure 11 : Répartition des émissions associées aux immobilisations

Source : Eco-Stratégie

L'analyse met en évidence les émissions liées à l'immobilisation du chaland avec 52 % des émissions (en lien avec la masse et la complexité de ce bateau). L'immobilisation des pelles mécaniques représente quant à elles, 42 % du poste, traduisant le poids des engins.

III.4. Poste n°3 : Mobilisation et démobilisation – 8,9%

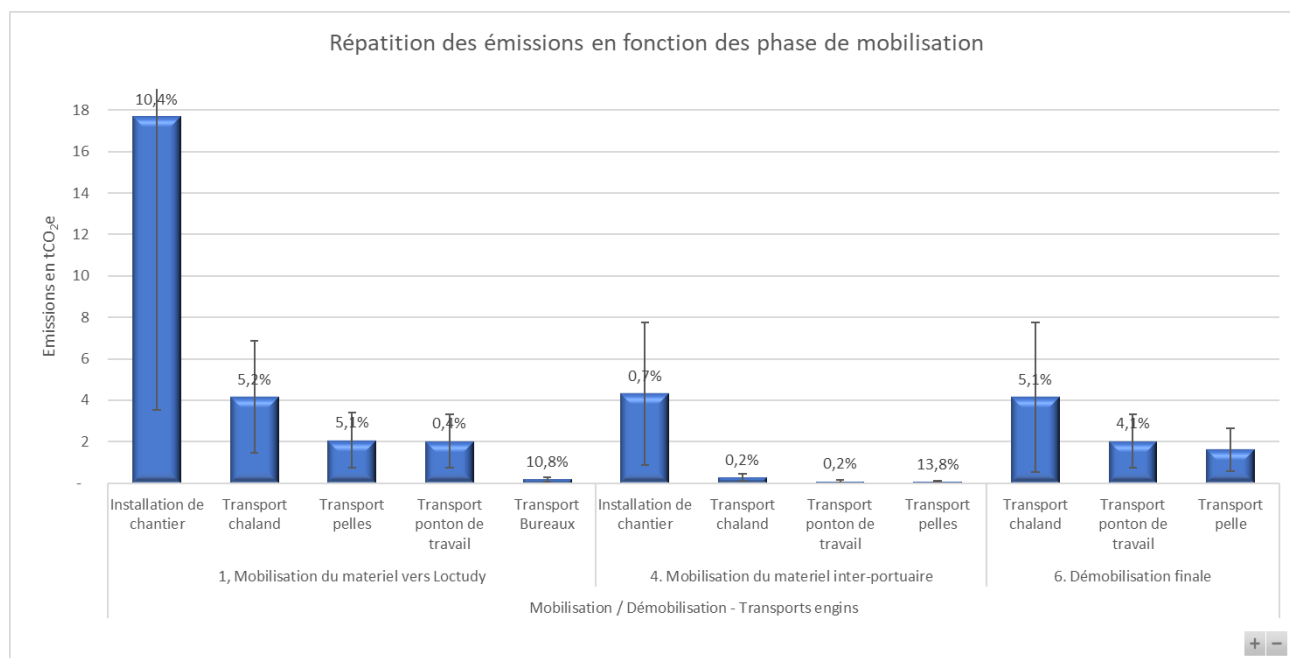
Les émissions associées aux phases de mobilisation et de démobilisation des matériels sont estimées à environ 39 tCO₂e, soit environ 9% des émissions totales du projet, avec une incertitude associée de 39 %.

Ce poste regroupe l'ensemble des émissions liées aux transports des engins et équipements nécessaires au chantier, depuis leur lieu de provenance jusqu'aux sites de Loctudy et de Lesconil, ainsi qu'aux opérations de retrait en fin de chantier. Cela comprend :

- 🌱 L'installation du chantier ;
- 🌱 Le transport routier des matériels lourds, notamment des pelles mécaniques et des équipements associés ;
- 🌱 Le transport maritime du chaland ;
- 🌱 Le transport inter-portuaire entre les ports de Loctudy et de Lesconil.

Les phases d'installation de chantier ont été intégrées au périmètre du bilan carbone grâce à des données monétaires. Faute de données physiques, ces émissions ont été évaluées à partir des FE issus de la Base Carbone® appliqués aux types de prestations correspondantes.

Les distances parcourues ont été estimées à partir des données disponibles, des données du précédent dragage ou encore par des hypothèses.



L'analyse met en évidence que la phase de mobilisation du matériel vers Loctudy constitue la principale source d'émissions en raison de l'installation initiale du chantier, du transport du chaland et du transport routier des autres engins.

Ensuite, l'analyse permet de voir que les émissions inter-portuaire Loctudy vers Lesconil sont plus limitées et leur intégration permet de mettre en évidence l'organisation retenue pour le projet.

En effet, l'enchaînement des opérations entre les ports de Loctudy et de Lesconil permet d'éviter une remobilisation longue distance des matériels (transports routiers et maritimes supplémentaires).

Cette organisation constitue un levier opérationnel de réduction des émissions, intégré dès la phase de conception du projet.

III.5. Autres postes d'émissions – 4,4%

Comme le présente dans l'Annexe 4 : Répartition détaillée des émissions, outre les postes principaux détaillés précédemment, plusieurs **sources d'émissions secondaires** ont été intégrées au bilan carbone du projet afin de garantir une approche exhaustive et cohérente avec les principes méthodologiques du BEGES.

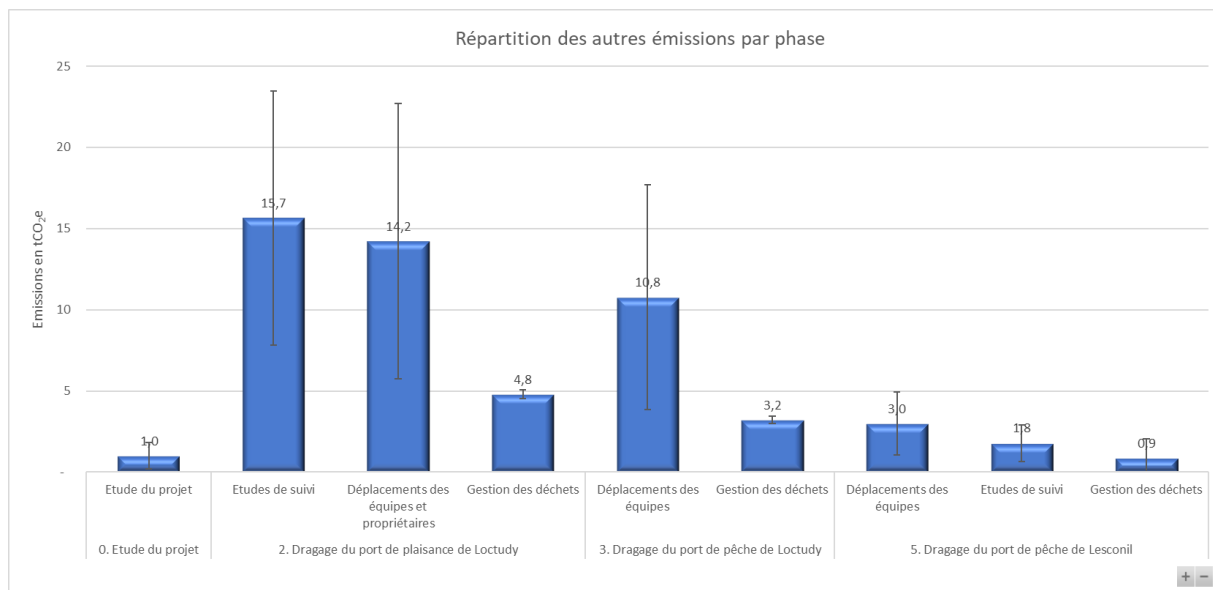


Figure 12 : Répartition des autres émissions par phase du projet

Source : Eco-Stratégie.

Pour les **déplacements des propriétaires de bateaux**, l'analyse à débiter sur l'étude des propriétaires de bateaux qui, dans le cadre du projet, vont devoir libérer progressivement les zones d'interventions.

En l'absence de suivi individualisé des déplacements, les émissions associées ont été estimées à partir d'hypothèses. Les données ont été intégrées au bilan carbone en considérant que seule une partie des bateaux est déplacée directement par leurs propriétaires, et non l'ensemble des bateaux. Les distances parcourues ainsi que le mode de transport ont été définis sur la base d'un kilométrage moyen de 30,0 km par personne, associé à un facteur d'émission correspondant à une voiture à motorisation moyenne.

Les **déplacements professionnels** ont été estimés de la même manière, à savoir, une distance domicile-chantier, une fréquence de déplacement cohérente avec la durée des travaux et un nombre d'effectif « moyen » mobilisé par phase.

Les émissions liées aux **études de suivi** (bathymétrie, suivis réglementaires,...) ont été évaluées à partir de ratios monétaires. Ce poste présente une incertitude élevée, mais son poids reste modéré dans le bilan global.

Les quantités retenues pour **les déchets** sont issues du retour d'expérience du dragage de 2013, considéré comme représentatif.

En l'absence d'information détaillée sur des filières de valorisation, ces déchets sont assimilés à des déchets inertes, non dangereux et considérés comme éliminés hors recyclage (hypothèse volontairement conservatrice).

Les types de déchets solides pris en compte :

- Les déchets minéraux (pierres),
- La ferraille,
- Les déchets industriels banals (DIB).

Concernant les sédiments dragués, ils seront entièrement considérés comme clapé en mer conformément au scénario technique retenu. Dans ce contexte, aucun traitement terrestre des sédiments n'est prévu et donc aucune émission liée à un stockage ou à un transport routier n'a été intégrée.

IV. IMPACT DU PROJET ET MESURES

IV.1. Scénario sans projet

En l'absence de réalisation du projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil, **les conditions d'exploitation du port de Loctudy seraient fortement dégradées**. La diminution progressive des tirants d'eau limiterait l'accès au port, compromettant la capacité du site à assurer durablement les opérations de débarquement. À terme, cette situation ferait peser un risque majeur sur la continuité de l'activité économique du port, **pouvant conduire à une perte d'attractivité**.

Quelques données peuvent toutefois être étudiées. Sans possibilité d'exploitation dans le port de Loctudy cela conduirait à un **report partiel des activités de débarquement** vers le port du Guilvinec-Lechiagat, avec des conséquences organisationnelles et logistiques.

Sur la base des données portuaires des trois dernières années, ce scénario se traduirait notamment par le report d'environ 2 500 à 3 000 tonnes de produits de la pêche initialement destinés à être débarqués et commercialisés à Loctudy

➤ Conséquences sur les flux de transport de marchandises

Afin de maintenir l'activité des mareyeurs implantés à Loctudy et d'assurer la continuité des ventes sous criée, les produits débarqués au Guilvinec devraient être transportés par voie routière jusqu'à la criée de Loctudy.

- distance entre les deux criées : 12,3 km,
- transport assuré par camions frigorifiques,
- activité de vente répartie sur 250 jours par an,
- volume moyen transporté : environ 10 tonnes par jour.

Dans ce contexte, le report d'activité induirait 6 150 km aller-retour par an et donc une augmentation significative des flux de transport routier frigorifique, générateurs d'émissions de gaz à effet de serre supplémentaires.

À titre d'ordre de grandeur, en retenant un facteur d'émission moyen de 0,10 à 0,12 kgCO_{2e} par tonne.km pour le transport routier frigorifique, ces flux représenteraient environ 5 à 10 tCO_{2e} par an.

➤ Conséquences sur les déplacements des marins

L'absence de dragage impliquerait également que plusieurs marins, initialement basés à Loctudy, soient contraints d'embarquer depuis le port du Guilvinec. Les hypothèses de fonctionnement retenues ici sont les suivantes :

- un véhicule léger par marin,
- distance Loctudy – Guilvinec : 12 km, soit 24 km aller-retour,
- 240 jours travaillés par an, correspondant à la durée légale d'activité d'un marin pêcheur.

L'activité concernée se répartirait selon les types de navires suivants :

- canots : environ 20 unités par jour, avec 1 marin par bateau ;
- côtiers :
 - 10 navires embarquant 4 marins, 4 à 5 jours par semaine ;
 - 5 navires embarquant 4 marins, 1 jour par semaine ;
- hauturiers : 6 navires embarquant 5 marins, avec une fréquence moyenne d'embarquement d'une sortie toutes les trois semaines.

À titre indicatif, ces déplacements supplémentaires représenteraient plusieurs centaines de milliers de kilomètres parcourus par an. L'ordre de grandeur associé, en considérant des trajets réalisés avec des voitures à motorisation moyenne, (FE AMDE), serait de 70 à 80 tCO_{2e} supplémentaires par an.

Ces émissions sont donc, indirectement, des émissions évitées par le projet de dragage.

IV.2. Préconisation de mesures

Comme les parties précédentes le présente, l'analyse du projet de dragage met en évidence que les émissions de GES résultent directement de la nature même des opérations de dragage et que ce projet est indispensable au maintien des conditions d'exploitation des ports de Loctudy et de Lesconil.

À ce titre, une part significative des émissions du projet peut être considérée comme structurellement incompressible, dès lors que l'objectif du projet est de garantir la continuité de l'activité portuaire et économique.

Par ailleurs, l'étude du scénario sans projet montre que l'absence de dragage conduirait à des impacts importants et induirait des émissions supplémentaires. **Le projet apparaît pertinent à tout point de vue.**

Dans ce contexte, l'enjeu n'est pas de remettre en cause la réalisation du projet, mais bien de limiter autant que possible son empreinte carbone. Les leviers d'action identifiés portent essentiellement sur l'organisation du chantier, l'optimisation des usages des engins et la mise en œuvre de bonnes pratiques opérationnelles. Les mesures présentées ci-après s'inscrivent dans cette logique.

Avant de rentrer dans les préconisations d'actions, il semble important de préciser que l'action avec le plus de sens à entreprendre dans le cadre du développement du projet est de **réaliser un bilan carbone détaillé une fois le projet initié**. Cela permettra d'estimer les émissions réelles générées par le projet et d'identifier les postes nécessitant des améliorations. En se basant sur les résultats de ce bilan, des mesures spécifiques pourront être mises en place pour réduire les émissions de manière efficace. Ces initiatives pourront ensuite servir de référence et être appliquées à de futurs projets afin d'assurer une approche proactive en matière de gestion des émissions de carbone.

IV.2.1 Engins et consommations de carburant

Les consommations de carburant des engins de dragage représentant la principale source d'émissions du projet, les leviers d'action se situent avant tout au niveau de l'organisation et de l'exploitation du chantier.

À ce titre, plusieurs mesures peuvent être mises en œuvre :

- Lorsque cela est techniquement envisageable et compatible avec les pratiques des entreprises intervenantes, l'étude du recours à des carburants alternatifs ou à des mélanges à plus faible teneur carbone ;
- L'optimisation des cadences de dragage, afin de limiter les reprises et les interventions redondantes, en cohérence avec les contraintes techniques ;
- La réduction des temps d'attente moteur tournant, notamment lors des phases de chargement, de manœuvre ou d'interruption liée aux marées.

Ces mesures relèvent principalement de l'optimisation des pratiques existantes et s'inscrivent dans une logique d'amélioration continue du chantier.

IV.2.2 Déchets et sédiments

La gestion des déchets et des sédiments constitue un poste secondaire en termes d'émissions, mais demeure un enjeu important en matière de bonne gestion environnementale.

- Le tri à la source des déchets solides issus du chantier (pierres, ferraille, déchets non dangereux), afin de faciliter leur orientation vers des filières adaptées ;
- La prise en compte du retour d'expérience du dragage de 2013, qui permet d'anticiper les types et les quantités de déchets générés et d'adapter l'organisation du chantier en conséquence ;
- La mise en place d'un suivi des quantités de déchets produits,

Pour rappel, dans le cadre du projet, l'ensemble des sédiments dragués est orienté vers le clapage en mer.

IV.2.3 Mesures complémentaires et bonnes pratiques

En complément des mesures ciblant directement les postes les plus émetteurs, plusieurs bonnes pratiques organisationnelles contribuent à limiter les émissions associées au projet :

- La limitation des déplacements des équipes : organisation des interventions favorisant la mobilisation de personnels local ou encore la concentration des phases de chantier ;
- L'anticipation de la préparation des sites, notamment à Lesconil où les pontons de plaisance sont démontés en période hivernale, ce qui réduit les besoins en manœuvres préalables et les déplacements internes ;
- La sensibilisation des intervenants aux enjeux de sobriété énergétique et de réduction des consommations, en particulier sur les phases d'attente et de manœuvre des engins.

Ces mesures, bien que faible à première vue, participent à une réduction globale et cohérente des émissions à l'échelle du projet.

IV.3. Emissions du projet et participation à la neutralité carbone du port

Comme précisé dans le périmètre temporel, le projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil s'inscrit dans un cycle d'entretien indispensable au maintien des conditions d'exploitation. À ce titre, les émissions associées à ce dragage doivent être considérées au même titre que les deux opérations de dragage suivantes. Ces dernières sont équivalentes à celle étudiée dans le présent bilan mais avec une ampleur un peu plus faible. Elles sont estimées, à titre d'hypothèse, à environ 50 % de l'impact carbone du dragage de référence.

Sur cette base, les émissions cumulées associées à ces opérations de dragage sur 10 ans peuvent être estimées à environ : 874 tCO_{2e}

Dans le même temps, le syndicat mixte a engagé des actions structurelles visant à réduire l'empreinte carbone du fonctionnement portuaire, notamment à travers le développement de projets de production d'énergies renouvelables.

Par exemple, le syndicat mixte est en passe d'achever la **solarisation de quatre de ses criées** permettant de produire une énergie renouvelable très peu carbonée, tout en améliorant la résilience des ports de Cornouaille, qui ont été durement touchés par les crises successives liées au Brexit et à la guerre en Ukraine.

Cette première phase, achevée en janvier 2026, se décline autour des quatre projets décrits ci-dessous :

- Le projet photovoltaïque sur le site de la crie de Loctudy** d'une puissance d'environ 285 kWc.

*Les émissions évitées associées à cette installation photovoltaïque peuvent être estimées à partir d'un productible annuel moyen de 1 100 kWh/kWc/an. La production annuelle attendue est ainsi de l'ordre de **313,5 MWh/an**. En retenant le facteur d'émission correspondant au mix électrique France de 52 gCO_{2e}/kWh, la production de cette énergie via le réseau d'énergie national serait approximativement de 16,3 tCO_{2e} par an, soit environ **160 tCO_{2e}** sur une période de 10 ans. Toutefois, la construction du parc photovoltaïque, ici présenté, participe aux émissions d'approximativement 100 tCO_{2e} (en considérant le facteur d'émissions de l'ADEME de 32,3 gCO_{2e}/kWh). In fine, **le parc photovoltaïque de la crie de Loctudy permettra ainsi d'éviter les émissions d'approximativement 60 tCO_{2e}**.*

- Le projet photovoltaïque de la crie du Guilvinec**, d'une puissance installée de 530 kWc.

*Avec une production moyenne annuelle estimée de 583 MWh/an, ce projet permettrait d'éviter **115 tCO_{2e}** sur 10 ans.*

Au total, cette première phase, dont le budget s'élève à plusieurs centaines de milliers d'Euro, permettra d'éviter l'émission de **175 tCO₂e sur une période de 10 ans**.

De plus, à partir de 2031, une deuxième phase, d'un montant de **650 000 € HT**, sera engagée pour les criées de **Douarnenez** (350 kWc) et de **Saint-Guénolé** (175 kWc). Sur une période de 10 ans, ces deux projets permettront d'éviter l'émission d'environ **110 tCO₂e**.

Ces éléments ne constituent pas une compensation directe des émissions liées au dragage, mais permettent de mettre en perspective l'empreinte carbone du projet au regard des efforts engagés par le port pour réduire durablement ses émissions.

Par ailleurs, une part des émissions associées au dragage demeure structurellement incompressible, compte tenu de la nature même des opérations nécessaires au maintien des conditions d'exploitation portuaire. Dans ce contexte, la compensation carbone volontaire pourrait, sur le plan théorique, constituer un levier complémentaire.

Concernant la compensation, autre piste qui est étudiée par le Syndicat consiste à **valoriser une surface, aux abords de l'estuaire de Loctudy, permettant la favorisation du milieu à la captation de GES et de limiter la sédimentation**. Ceci est tout à fait pertinent au vue de la surface que pourrait concernée ce projet.

Pour cette initiative, les émissions résiduelles considérées sont estimées à environ 580 tCO₂e (opérations de dragage estimées à environ 874 tCO₂e et les projets photovoltaïques engagés évitant environ 300 tCO₂e sur la même période). De ce volume de CO₂e a été examiné ce que représenterait, sur le plan financier, leur compensation au travers du **marché carbone volontaire**. En retenant un coût moyen compris entre 30 et 50 € par tonne de CO₂e, le budget correspondant serait compris entre **environ 17 500 € et 29 000 € sur les 10 ans** considérés par le projet.

Avec cette analyse, le choix retenu par le syndicat mixte n'est pas de recourir à l'achat de crédits carbone, mais d'envisager une **réorientation de cet effort financier vers des actions locales à bénéfices environnementaux** directement en lien avec le fonctionnement portuaire.

À ce titre, la valorisation et la restauration de secteurs situés à proximité de l'estuaire de Loctudy constituent une piste d'action prioritaire, contribuant à la fois à la **captation de gaz à effet de serre**, à la **limitation de la sédimentation**, et, à plus long terme, à la **réduction des besoins futurs en dragage**.

Le choix stratégique du syndicat mixte n'est pas de privilégier l'achat de crédits carbone, mais de concentrer ses moyens financiers sur des actions locales, concrètes et pérennes.

Les ports du syndicat mixte sont d'ores et déjà fortement exposés aux effets du changement climatique, tels que l'intensification des tempêtes, la raréfaction des ressources halieutiques ou encore l'élévation du niveau de la mer. À ce titre, en compléments des actions présentées le syndicat mixte a engagé, dans le cadre du PAPI, une étude de submersion marine, dont le montant est estimé à 250 000 €. Les actions opérationnelles qui en découleront, représentant des investissements de plusieurs millions d'euros, constituent une priorité stratégique pour le port au regard des enjeux d'adaptation au changement climatique.

V. BILAN GLOBAL

Les opérations de dragage constituent un enjeu majeur pour le maintien des activités portuaires, en garantissant des conditions d'accès et d'exploitation compatibles avec les usages actuels et futurs. Bien qu'elles génèrent des émissions de gaz à effet de serre, principalement liées aux **consommations d'énergie des engins nautiques**, ces opérations sont indispensables au fonctionnement du port de Loctudy et de Lesconil et à la continuité des activités économiques associées, en particulier celles de la filière pêche.

Dans ce contexte, le bilan carbone du projet de dragage des ports de Loctudy et de Lesconil a été réalisé afin de quantifier les émissions de gaz à effet de serre associées à l'ensemble des phases du projet, depuis la mobilisation des matériels jusqu'à la démobilisation, en passant par les opérations de dragage, de transport et de clapage des sédiments. Les émissions du projet sont estimées à environ **437 tCO₂e**, avec une incertitude globale de **24,6 %**. En considérant le périmètre temporel défini de 10 ans, avec les deux opérations de dragage suivantes moins conséquentes, les émissions totales seraient donc de : **874 tCO₂e**.

L'analyse met en évidence une forte concentration des émissions sur un nombre limité de postes, dominés par les **consommations de carburant des engins de dragage et de transport maritime**. Les phases de mobilisation et de démobilisation des matériels, ainsi que l'immobilisation des équipements, constituent des postes secondaires. Les autres postes, tels que les déplacements des équipes, la gestion des déchets ou les études associées, présentent une contribution plus limitée à l'échelle du projet.

En plus de ces résultats, **l'analyse du scénario sans projet** montre qu'en l'absence de dragage, le port de Loctudy ne serait plus en mesure d'assurer durablement le débarquement des produits de la pêche, ce qui entraînerait un **report des activités vers des ports voisins**. Le projet a donc tout son sens.

Toutefois, ce ne sont pas des raisons pour éviter la mise en œuvre de mesures visant à limiter autant que possible l'empreinte carbone du projet. La mise en place de mesures a également encore plus de sens puisque pour le syndicat mixte, la transition est un enjeu clé.

Le projet s'inscrit dans un contexte où le syndicat mixte des ports de pêche-plaisance de Cornouaille a **engagé des actions en faveur de la transition énergétique**, notamment à travers le développement de projets photovoltaïques sur les infrastructures portuaires. À titre indicatif, les projets photovoltaïques prévus permettraient d'éviter environ **300 tCO₂e** sur les 10 prochaines années.

En tenant compte des émissions évitées par ces projets photovoltaïques portés par le syndicat mixte, les **émissions résiduelles** associées aux opérations de dragage peuvent être estimées à environ **580 tCO₂e**.

À titre indicatif, il a été examiné que par la compensation au travers du marché volontaire, cela représenterait un budget de l'ordre de 17 000 à 29 000 € sur la période considérée.

Toutefois, le choix retenu par le syndicat mixte n'est pas de recourir à l'achat de crédits carbone, mais de réorienter ce flux financier vers des actions locales en lien direct avec le fonctionnement portuaire. La valorisation et la restauration de secteurs situés à proximité de Loctudy comme l'estuaire constituent une des priorités. Ces actions visent à la fois à améliorer le fonctionnement écologique des milieux, à limiter les phénomènes de sédimentation, et, à plus long terme, à réduire la fréquence et l'ampleur des besoins futurs en dragage.

Ce projet de revégétalisations ne constitue toutefois pas une compensation directe des émissions liées au dragage, mais traduit un engagement financier et stratégique significatif du syndicat mixte, représentant plusieurs centaines de milliers d'euros d'investissement sur la période considérée.

Une action qui est aussi pertinente est la réalisation d'un **bilan carbone en phase opérationnelle**. Cette dernière permettrait de consolider ces estimations et d'engager, si nécessaire, des actions correctives. Ce retour d'expérience permettrait de servir de référence pour d'autres projets similaires.

ANNEXES



Annexe 1 : Caractérisation des émissions significatives

Catégories d'émissions	n°	Postes	Détail des postes étudiés	Critères de prise en compte des postes significatifs					Poste pris en compte dans le bilan ?	Commentaires / justification
				Critère d'ampleur	Contribution	Importance stratégique	Engagement du personnel	Sous-traitance		
Emissions DIRECTES des GES	1.1	Sources fixes de combustion	chaufferie, groupes fixes permanents, ...	N/A	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Le projet de dragage ne comporte pas d'installations fixes de combustion.
	1.2	Sources mobile de combustion	Combustion de carburant des véhicules, fonctionnement des engins de dragage et de transport maritime.	N/A	Important	Important	Moyen	Important	Oui	Chaland, pelle sur ponton, remorqueurs, engins de manutention.
	1.3	Procédés hors énergie		N/A	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Le projet n'implique pas de process industriel faisant appel à d'autres combustibles.
	1.4	Fugitives		N/A	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Absence de systèmes frigorifiques ou de réseaux susceptibles de générer des émissions fugitives.
	1.5	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF)	Surface impactée par le changement direct d'usage	N/A	Faible	Faible	Faible	Faible	Oui	Une mention qualitative sera apporter sur la remobilisation des sédiments.
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES A L'ENERGIE	2.1	Consommation d'électricité	Consommation d'électricité liée à la base-vie, aux équipements temporaire ou autres machines électriques	5%	Faible	Faible	Moyen	Faible	Oui	
	2.2	Consommation autre que l'électricité (vapeur, chaleur ou froid)		< 1%	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Le projet n'implique pas consommation autre que l'électricité et des carburants.
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AU TRANSPORT	3.1	Transport de marchandises amont	Acheminement engins, pontons, pelles	20-30%	Moyen	Moyen	Faible	Important	Oui	
	3.2	Transport des marchandises aval		< 1%	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Le projet n'implique pas de flux de produits ou de marchandises en sortie
	3.3	Déplacements domicile-travail	Consommation de combustibles ou d'électricité nécessaire aux déplacements des opérateurs	10%	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Oui	Uniquement les déplacements du personnel sur le chantier sont considérés.
	3.4	Déplacements des visiteurs et des clients	Consommation de combustibles ou d'électricité nécessaire aux déplacements des visiteurs / clients	< 1%	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : Absence de visiteurs ou clients dans le cadre d'un chantier de dragage.
	3.5	Déplacements professionnels		1-2%	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Négligé : Les Déplacements ponctuels intégrés de manière agrégée dans les achats de services.
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS ACHETES	4.1	Achats de biens	Quantité de biens achetés permettant le fonctionnement du projet.	10-15%	Moyen	Faible	Moyen	Important	Oui	
	4.2	Immobilisation des biens	Fabrication des biens immobilisées pour le projet (machines de chantier)	10%	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Oui	Les engins sont loués ou appartenant aux entreprises de dragages, leurs émissions de fabrication seront tout de même considérées
	4.3	Gestion des déchets	Les déchets générés par le projet	5-10%	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Oui	
	4.4	Actifs en leasing amont	Production, utilisation, entretien, fin de vie des biens type véhicules, logements, engins.	<1%	Faible	Faible	Faible	Important	Non	
	4.5	Achats de services	Quantité de services achetés permettant le fonctionnement du projet (études, bathymétries, analyses, ...)	15-20%	Moyen	Moyen	Moyen	Important	Oui	
EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS VENDUS	5.1	Utilisation des produits vendus		-	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : le projet n'implique pas des ventes de produits.
	5.2	Actifs en leasing aval		-	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : le projet n'implique pas des locations de biens dont il est propriétaire.
	5.3	Fin de vie des produits vendus		-	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : le projet n'implique pas des ventes de produits.
	5.4	Investissements		-	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Non rencontré : le projet n'implique pas d'investissements.
AUTRES EMISSIONS INDIRECTES	6.1			-	Faible	Faible	Faible	Faible	Non	Négligé : le projet n'implique pas d'autres types d'émissions.

Annexe 2 : Extrait du guide méthodologique de calcul des incertitudes

6.3 METHODES POUR LA COMBINAISON DES INCERTITUDES

Après avoir déterminé les incertitudes de la catégorie de source, on peut les combiner pour estimer l'incertitude de l'ensemble de l'inventaire pour toute année et l'incertitude de la tendance générale de l'inventaire dans le temps.

L'équation de propagation d'erreur, décrite plus en détail à l'Appendice 1 du présent rapport, et à l'Appendice I des *Lignes directrices du GIEC* (Instructions relatives à la présentation), permet d'obtenir deux règles pratiques pour combiner des incertitudes non corrélées, par addition et multiplication :

- **Règle A** : Si des quantités incertaines doivent être combinées par addition, l'écart type de la somme sera la racine carrée de la somme des carrés des écarts type des quantités ajoutées, les écarts type étant tous exprimés en termes absolus (cette règle est exacte pour les variables non corrélées).

Avec cette interprétation, on peut obtenir une équation simple pour l'incertitude de la somme, exprimée en pourcentage :

ÉQUATION 6.3 $U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$
--

où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude de la somme des quantités (moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent divisé par le total (moyenne) et exprimé en pourcentage) ;

x_i et U_i sont les quantités incertaines et leurs pourcentages d'incertitude respectifs.

- **Règle B** : Si des quantités incertaines doivent être combinées par multiplication, la même règle s'applique, mais les écarts type doivent tous être exprimés en fractions des valeurs moyennes appropriées (cette règle est approximative pour toutes les variables aléatoires).

On peut également obtenir une équation simple pour l'incertitude du produit, exprimée en pourcentage :

ÉQUATION 6.4 $U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$
--

où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude du produit des quantités (moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent divisé par le total et exprimé en pourcentage) ;

U_i est le pourcentage d'incertitude associé à chaque quantité.

L'inventaire de gaz à effet de serre est principalement la somme des produits des facteurs d'émission et des données sur les activités. On peut donc utiliser les règles A et B de façon répétée pour estimer l'incertitude de l'inventaire total. En pratique, les incertitudes observées dans les catégories de source de l'inventaire varient, depuis quelques pour cent jusqu'à plusieurs ordres de grandeur, et peuvent être corrélées. Ceci ne correspond pas aux hypothèses des règles A et B selon lesquelles les variables ne sont pas corrélées à un écart type inférieur à environ 30 pour cent de la moyenne ; dans ces cas, les Règles A et B permettent d'obtenir un résultat approximatif. On peut également utiliser une simulation stochastique (méthode Monte Carlo) qui peut combiner les incertitudes avec n'importe quelle distribution de probabilité, plage et structure de corrélation, à condition que ces données soient suffisamment quantifiées. Deux niveaux d'analyse de l'incertitude sont donc décrits ci-dessous :

- **Niveau 1** : Estimation des incertitudes par catégorie de source à l'aide de l'équation de propagation d'erreur et les Règles A et B, et combinaison simple des incertitudes par catégorie de source pour estimer l'incertitude générale pour une année et l'incertitude de la tendance.
- **Niveau 2** : Estimation des incertitudes par catégorie de source à l'aide de l'analyse Monte Carlo, suivie de l'application de techniques Monte Carlo pour estimer l'incertitude générale pour une année et l'incertitude de la tendance.

On peut aussi utiliser l'analyse Monte Carlo de façon plus limitée dans le Niveau 1 pour combiner des incertitudes des données sur les activités et des facteurs d'émission ayant des distributions de probabilité très larges ou anormales, ou les deux. Cette méthode est aussi utile pour les catégories de source dans la méthode de Niveau 1 qui sont estimées par des modèles de procédés au lieu du calcul classique « facteur d'émission multiplié par les données sur les activités ». Le choix méthodologique est analysé à la Section 6.3.1 ci-dessous.

6.3.1 Comparaison entre les niveaux et choix méthodologique

L'emploi de la méthode de Niveau 1 ou de Niveau 2 permettra de mieux comprendre comment des catégories de source et des gaz à effet de serre individuels contribuent à l'incertitude des émissions totales pour une année, et de la tendance interannuelle des émissions totales.

L'utilisation de la méthode de Niveau 2 pour l'inventaire du Royaume-Uni (Eggleston *et al.*, 1998) indique que l'intervalle de confiance de 95 pour cent est asymétrique et se situe entre 7 pour cent environ au-dessous de la moyenne et 20 pour cent au-dessus de la moyenne. La méthode de Niveau 1 (voir Appendice 6A.2, *Exemple de calcul d'incertitude de Niveau 1*) indique une incertitude de ± 20 pour cent environ. Sachant que les approximations inhérentes au Niveau 1 ne permettent pas la prise en compte de l'asymétrie, cette comparaison est encourageante. Physiquement, l'asymétrie identifiée au Niveau 2 est due au fait que la plage d'incertitude de certaines catégories de source très incertaines est limitée, étant donné que les émissions ne peuvent pas être inférieures à zéro. La méthode de Niveau 2 peut en tenir compte, mais non pas la méthode de Niveau 1. Pour ce qui est des tendances interannuelles, l'étude de Niveau 2 par Eggleston *et al.* indique que l'intervalle de confiance de 95 pour cent est à peu près symétrique et se situe entre 5 pour cent au-dessus et au-dessous de la moyenne.³ Le résultat de Niveau 1 correspondant indique une plage de ± 2 pour cent environ. La valeur de Niveau 1 plus basse est due en partie au fait que l'estimation de la tendance portait sur la période entre 1990 et 1997, alors que l'estimation de Niveau 2 portait sur la période entre 1990 et 2010, bien que ceci n'explique pas toutes les différences. Cependant, les deux méthodes donnent des plages similaires pour l'incertitude de la tendance qui est inférieure à l'incertitude des émissions totales pour une année.

D'autres comparaisons nationales entre les méthodes seront très utiles pour améliorer la compréhension. La méthode de Niveau 1, à base de tableurs, est facile à utiliser et ne sera pas une charge de travail supplémentaire considérable pour un organisme utilisant la méthode de Niveau 2. Par conséquent, à ce jour, les *bonnes pratiques* pour tous les pays effectuant une analyse de l'incertitude consistent à présenter les résultats de Niveau 1, et pour tous les organismes chargés des inventaires disposant des ressources et de l'expertise nécessaires, à utiliser la méthode de Niveau 2.

6.3.2 Niveau 1 – Estimation des incertitudes par catégorie de source avec hypothèses de simplification

L'analyse de Niveau 1 estime les incertitudes en utilisant l'équation de propagation d'erreur en deux étapes. En un premier temps, elle utilise l'approximation de la Règle B pour combiner les plages des facteurs d'émission et des données sur les activités par catégorie de source et gaz à effet de serre. Elle utilise ensuite l'approximation de la Règle A pour obtenir l'incertitude générale des émissions nationales et la tendance des émissions nationales entre l'année de référence et l'année courante.

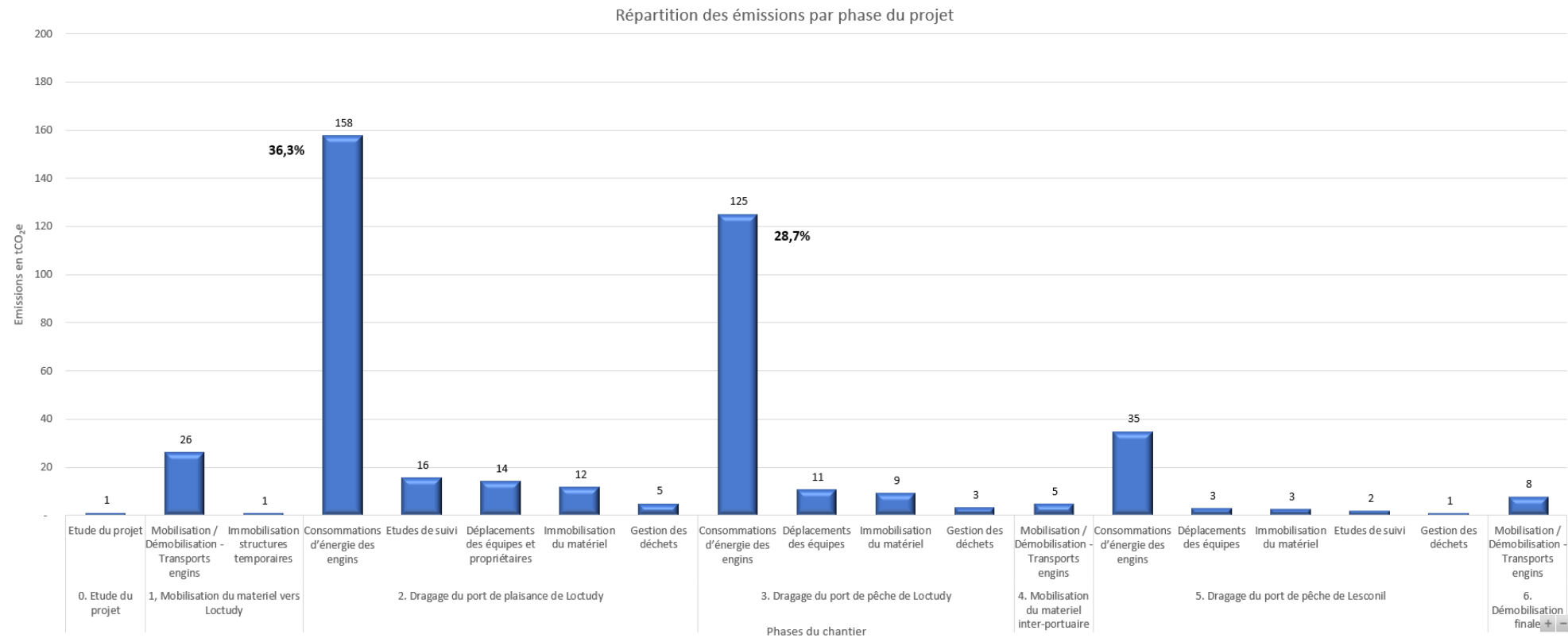
La méthode de Niveau 1 devra être mise en œuvre à l'aide du Tableau 6.1, *Calcul et présentation de l'incertitude de Niveau 1*, qui peut être paramétré à l'aide d'un logiciel de tableurs commercial. Le tableau est complété au niveau de la catégorie de source par des plages d'incertitude pour les données sur les activités et les facteurs d'émission conformes aux recommandations de *bonnes pratiques* sectorielles aux Chapitres 2 à 5. Des gaz différents seront entrés séparément en tant que gaz équivalents CO₂ (c'est-à-dire que les émissions devront être multipliées par les valeurs PRG 100-an). Les incertitudes des tendances sont estimées à l'aide de deux types de sensibilité :

³ Spécifiquement une diminution des émissions de 6 ± 5 pour cent.

Annexe 3 : Détails des émissions du projet.

Étiquettes de lignes	☒ Somme de tonnes EqCO2	Somme de % total	Somme de Incert totale %
0. Etude du projet	1	0%	80%
Etude du projet	1	0%	80%
Etudes d'exécution	1	0%	80%
1. Mobilisation du materiel vers Loctudy	27	6%	54%
Immobilisation structures temporaires	1	0%	68%
Installation de chantier	1	0%	68%
Mobilisation / Démobilisation - Transports engins	26	6%	56%
Installation de chantier	18	4%	80%
Transport chaland	4	1%	65%
Transport pelles	2	0%	64%
Transport ponton de travail	2	0%	64%
Transport Bureaux	0	0%	64%
2. Dragage du port de plaisance de Loctudy	204	47%	18%
Consommations d'énergie des engins	158	36%	21%
Consommation Chaland	107	25%	29%
Consommation Pelles	43	10%	29%
Préparation (déplacements bateaux et Catway)	4	1%	29%
Consommation Autres engins	3	1%	29%
Déplacements des équipes et propriétaires	14	3%	59%
Déplacements des équipes	13	3%	64%
Préparation (déplacements bateaux et pontons)	1	0%	46%
Etudes de suivi	16	4%	50%
Etudes de suivi	16	4%	50%
Gestion des déchets	5	1%	6%
Déchets	5	1%	6%
Immobilisation du matériel	12	3%	48%
Immobilisation chaland	6	1%	67%
Immobilisation pelle	5	1%	67%
Immobilisation Autres matériels	1	0%	#DIV/0!
3. Dragage du port de pêche de Loctudy	148	34%	19%
Consommations d'énergie des engins	125	29%	22%
Consommation Chaland	88	20%	29%
Consommation Pelles	36	8%	29%
Consommation Autres engins	2	0%	29%
Préparation (déplacements bateaux)	0	0%	29%
Déplacements des équipes	11	2%	64%
Déplacements des équipes	11	2%	64%
Gestion des déchets	3	1%	7%
Déchets	3	1%	7%
Immobilisation du matériel	9	2%	48%
Immobilisation chaland	5	1%	67%
Immobilisation pelle	4	1%	67%
4. Mobilisation du materiel inter-portuaire	5	1%	73%
Mobilisation / Démobilisation - Transports engins	5	1%	73%
Installation de chantier	4	1%	80%
Transport chaland	0	0%	65%
Transport ponton de travail	0	0%	64%
Transport pelles	0	0%	64%
5. Dragage du port de pêche de Lesconil	43	10%	19%
Consommations d'énergie des engins	35	8%	22%
Consommation Chaland	24	6%	29%
Consommation Pelle	10	2%	29%
Consommation Autres engins	0	0%	29%
Préparation (déplacements bateaux)	0	0%	29%
Déplacements des équipes	3	1%	64%
Déplacements des équipes	3	1%	64%
Etudes de suivi	2	0%	63%
Etudes de suivi	2	0%	63%
Gestion des déchets	1	0%	12%
Déchets	1	0%	12%
Immobilisation du matériel	3	1%	48%
Immobilisation chaland	1	0%	67%
Immobilisation pelle	1	0%	67%
6. Démobilisation finale	8	2%	41%
Mobilisation / Démobilisation - Transports engins	8	2%	41%
Transport chaland	4	1%	65%
Transport ponton de travail	2	0%	64%
Transport pelle	2	0%	64%
Total général	436	100%	11%

Annexe 4 : Répartition détaillée des émissions



Annexe 5 : Compensation carbone

La neutralité carbone



Le concept de **neutralité carbone** a été mis en évidence par le GIEC et repris par l'Accord de Paris en 2015. Il souligne l'enjeu de baisser le plus vite possible les émissions de gaz à effet de serre et de **neutraliser au niveau mondial** au plus vite (d'ici 2050 au plus tard pour avoir le plus de chances de rester sous +1,5°C de réchauffement global) **les émissions résiduelles**, c'est-à-dire celles qui persistent dans les secteurs où il est impossible de les éviter, par l'absorption par des **puits de carbone** (ou autres méthodes). La **neutralité carbone**, ou le "**zéro émission nette**", implique un **équilibre** entre les **émissions mondiales** et les **absorptions mondiales de CO2**.

La **neutralité carbone**, objectif à atteindre pour gagner la lutte contre le dérèglement climatique, a fait l'objet de nombreuses études et réflexions.

Ces travaux ont été synthétisés dans le projet **Net Zero Initiative** qui pose les **10 principes** indispensables à appliquer dans nos organisations pour atteindre cet objectif collectif.

Parmi ces 10 principes, les essentiels sont les suivants :

- **Principe n°4** : La **réduction des émissions des entreprises** doit être le **sujet prioritaire** de leur action climat
- **Principe n°8** : Les entreprises doivent **contribuer au maximum à la décarbonation de leur écosystème en générant des émissions évitées**.

En complément de leurs actions de réduction de leurs émissions, les entreprises sont encouragées à contribuer à la décarbonation au-delà de leur périmètre d'empreinte carbone. D'une part en développant leurs gammes de produits et services « bas carbone » (compatibles avec le seuil de 1,5°C) évitant des émissions chez leurs clients et d'autre part en finançant des réductions d'émissions additionnelles en dehors de leur chaîne de valeur.

- **Principe n°3** : Pour structurer leur action climat, les entreprises doivent distinguer trois différents types d'action, qui ne sont pas fongibles : la **réduction**, **l'évitement**, la **séquestration**.

Pour atteindre l'objectif de neutralité carbone, les leviers d'actions reposent donc sur trois piliers : **Réduire** ses propres émissions et celle de sa chaîne de valeur ; Aider les autres à réduire (ou **Eviter**) ; **Retirer** du carbone de l'atmosphère (**compenser** ce qui ne peut être évité). Ces leviers doivent être mesurés, objectivés, pilotés et reportés séparément.

Voici une infographie schématique permettant de visualiser ces trois piliers :

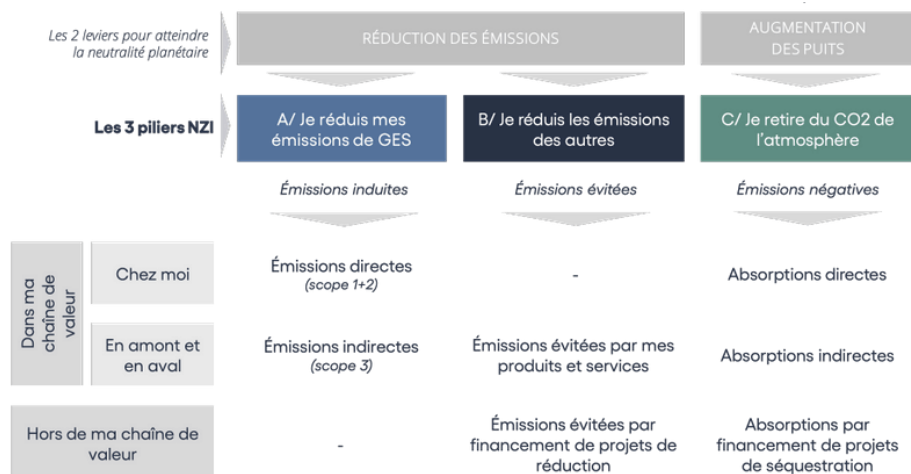


Figure 13 : Tableau de bord Net Zéro Initiative

Atteindre la **neutralité carbone** passe donc en premier lieu par la **réduction** des émissions de GES des entreprises, des collectivités ou des projets. Cela s'explique par **l'incapacité physique de la Planète à absorber l'ensemble des GES d'origine humaine, d'origine anthropique.**

Cette réduction s'effectue par des **leviers d'évitement** des émissions (en ne réalisant pas certaines tâches qui ne sont pas nécessaire au bon fonctionnement de l'entreprise ou projet), et ensuite par des **leviers de réduction** (limiter les émissions engendrées par une tâche qui ne peut être évitée). Un fois ces deux leviers étudiés, se pose la question de la compensation.

Ce que l'on appelle communément la **compensation carbone** consiste en réalité à participer à la **captation des GES excédents les capacités d'absorption naturelle de la Planète assurée par les puits de carbone naturels** que sont les océans, la biomasse (par la photosynthèse) et l'atmosphère. Les océans, la biomasse absorbent respectivement 1/4 du surplus de carbone présent. L'autre moitié des émissions reste naturellement dans l'atmosphère et participe à l'effet de serre naturel qui permet la vie sur Terre.

Cependant est nécessaire de rappeler que cette moitié des émissions ne sont pas absorbées naturellement et participent à l'augmentation de la température sur Terre. Autrement dit, **nous émettons deux fois trop de gaz à effet de serre (GES) compte tenu des capacités d'absorption de la Planète.**

La « *compensation* » carbone devrait par conséquent s'intituler le « *retrait carbone* », ou encore la « *contribution à la transition bas carbone* », dès lors que cette pratique doit **consister à absorber les GES qui naturellement ne peuvent être absorbés.** En aucune façon, la « *compensation carbone* » ne doit se borner à absorber ce qu'une entreprise, une collectivité ou un projet émet à un temps T, dont les émissions seraient quantifiées grâce à la méthodologie Bilan Carbone. Pour la suite de ce rapport, et par souci de clarté, le terme de compensation carbone sera utilisé.

La **compensation carbone** consiste donc pour un financeur (entreprises, collectivités ou particuliers), à soutenir un projet de réduction ou de séquestration d'émissions de GES dont il n'est pas directement responsable. Les impacts des projets sont mesurés et aboutissent à la création de « *crédits carbone* », représentant chacun une tonne équivalent CO2 réduite ou séquestrée. Ces crédits deviennent la propriété du financeur et peuvent lui servir dans le cadre de sa stratégie climatique ou de certaines de ses obligations réglementaires.

Maintenant, il est important de dissocier la **compensation carbone réglementaire** de la **compensation carbone volontaire.**

La compensation carbone volontaire

Nous l'avons vu, la **compensation ne vient PAS annuler l'impact carbone d'une action, d'un projet, d'un évènement ou d'une organisation.** Elle doit compléter une démarche interne d'évitement et de réduction des émissions de GES avant même d'envisager de compenser.

Toute démarche de compensation carbone doit ainsi s'inscrire dans une logique de trois étapes successives : **l'évaluation** des émissions de gaz à effet de serre ; la mise en place d'actions pour éviter et **réduire** ses émissions ; la **compensation** de celles qui ne peuvent être réduites (émissions résiduelles).



Figure 14 : Les 3 étapes de la neutralité carbone dans l'ordre chronologique
Extrait du rapport de l'ADEME « La compensation volontaire : de la théorie à la pratique »

Comment compenser

Il est nécessaire de ne pas financer n'importe quel projet. En effet, de nombreuses entreprises peu scrupuleuses tentent de s'implanter sur ce nouveau marché de la compensation carbone volontaire.

Pour y voir plus clair, plusieurs **labels, français ou internationaux**, ont été créés. Ces labels certifient que les projets sont éco-responsables et sont portés par des organisations dignes de confiance, notamment :

Projets / Organismes de compensation	Liens
Label Bas Carbone	https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/
Verified Carbon Standard (VCS)	https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/
Label Gold Standard	https://www.goldstandard.org/
Climate Impact Partners	https://www.climateimpact.com/fr/explorez-nos-projets/
Fondation GoodPlanet	https://www.goodplanet.org/fr/



Le **Label Bas Carbone** est un dispositif du **Ministère de la Transition Ecologique** qui référence, partout en France, des projets susceptibles de contribuer à la captation de l'excédent de dioxyde de carbone atmosphérique.

L'objectif du Label bas-carbone est donc de contribuer aux engagements climat de la France en participant au financement de projets de réduction d'émissions de gaz à effet de serre.

Trouvez un projet près de chez vous et constatez les bénéfices de votre investissement !