



**VILLE DE DOUARNENEZ**

16 rue Berthelot  
29174 Douarnenez

## ÉTUDE CARBONE DU PROJET DE REAMENAGEMENT DU CHEMIN DU TREIZ - VILLE DE DOUARNENEZ



DOUARNENEZ

BRETAGNE

JUIN 2024



Maître d'ouvrage : **VILLE DE DOUARNENEZ**

Bureau d'études : **ECO-STRATEGIE**

| Référence | Date       | Version | Auteur                         | Contrôle            |
|-----------|------------|---------|--------------------------------|---------------------|
| A24019    | 19/07/2024 | 3       | Ronan ANDRE<br>Antoine MACHUEL | Frédéric<br>BRUYERE |

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

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>Le contexte .....</b>                                   | <b>4</b>  |
| I.1.        | Les causes du changement climatique .....                  | 4         |
| I.2.        | GES et Pouvoir de Réchauffement Global .....               | 6         |
| I.3.        | Le cadre législatif et réglementaire .....                 | 8         |
| I.4.        | Les bilans carbone.....                                    | 9         |
| I.5.        | L'objectif du présent rapport.....                         | 11        |
| <b>II.</b>  | <b>Définition de l'aire d'étude .....</b>                  | <b>12</b> |
| 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 .....               | 15        |
| II.6.       | L'incertitude des résultats .....                          | 16        |
| <b>III.</b> | <b>Le Bilan des émissions .....</b>                        | <b>17</b> |
| III.1.      | Emissions du projet.....                                   | 17        |
| III.2.      | Présentation des résultats par tronçon.....                | 18        |
| III.3.      | Poste n°1 : achats de biens.....                           | 19        |
| III.4.      | Poste n°2 : achats de services.....                        | 21        |
| III.5.      | Poste n°3 : fin de vie des matériaux.....                  | 22        |
| III.6.      | Poste n°4 : Les émissions liées au fret .....              | 23        |
| <b>IV.</b>  | <b>Indicateurs et émissions évitées .....</b>              | <b>30</b> |
| IV.1.       | Comparaison avec d'autres ouvrages d'art .....             | 30        |
| IV.2.       | Emissions évitées par l'aménagement.....                   | 31        |
| IV.2.1      | <i>Hypothèse haute</i> .....                               | 32        |
| IV.2.2      | <i>Hypothèse médiane</i> .....                             | 32        |
| IV.2.3      | <i>Hypothèse basse</i> .....                               | 32        |
| IV.2.4      | <i>Conclusion sur les émissions évitées</i> .....          | 33        |
| <b>V.</b>   | <b>Compensation du projet .....</b>                        | <b>34</b> |
| V.1.        | La neutralité carbone .....                                | 34        |
| V.2.        | La compensation carbone volontaire .....                   | 35        |
| V.3.        | Comment compenser.....                                     | 36        |
| <b>VI.</b>  | <b>Pistes d'amélioration et de réduction des GES .....</b> | <b>37</b> |

## Annexes

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Annexe 1 : | Caractérisation des émissions significatives .....               | 39 |
| Annexe 2 : | Extrait du guide méthodologique de calcul des incertitudes ..... | 40 |

## I. LE CONTEXTE

### I.1. Les 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 représente un groupe d'experts qui ont pour but de faire un bilan, une synthèse des connaissances scientifiques sur le climat. Des rapports d'évaluation sont délivrés tous les 6 ans. Composé de 3 groupes de travail, les auteurs des rapports, élus par les bureaux d'experts scientifiques, eux même élu par les 195 états membres, publient des rapports sur les thématiques suivantes :

- La base des connaissances scientifiques sur le climat ;
- Les conséquences du changement climatique et des possibilités pour s'y adapter ;
- Les solutions pour réduire les émissions mondiales de GES ;
- Et enfin, le rapport de synthèse des 3 rapports précédents.

A ce jour, le groupe du GIEC a sorti son sixième rapport d'évaluation en mars 2023. Au cours de ce cycle, le groupe a établi trois rapports spéciaux, l'un sur le constat des bases scientifique, un deuxième sur les conséquences sur les populations et un dernier sur la réduction des émissions mondial. En mars, le groupe à réaliser le rapport synthétique de ces 3 rapports spéciaux.

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 reçue. Cependant les gaz à effet de serre comme la Vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>), le Méthane (CH<sub>4</sub>), ou encore le Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), 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

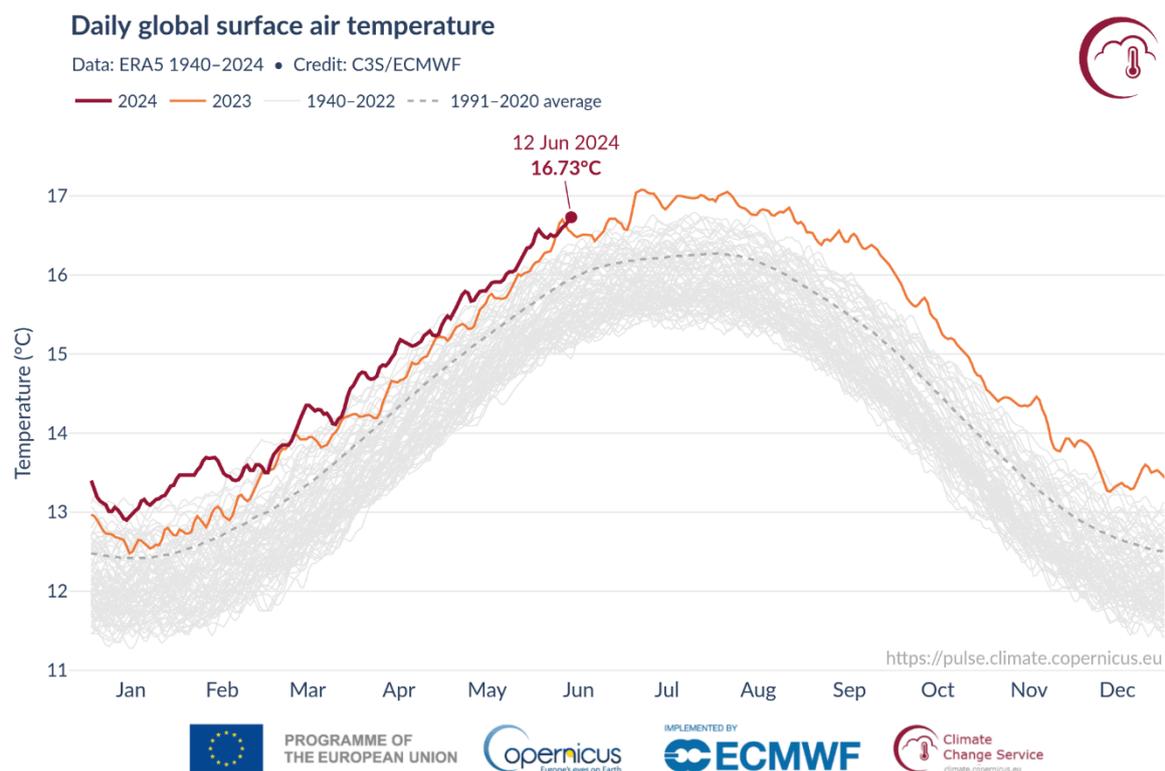
Cet effet de serre naturel a permis à la vie de se développer sur terre puisque qu'il a assuré une la température moyenne terrestre de +15°C pendant toute la durée de l'Holocène (12 000 dernières années). Sans ce phénomène, la température moyenne mondiale serait de -18°C.

### 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 CO<sub>2</sub> 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 réchauffée d'environ 1,18°C par rapport à l'ère préindustrielle**, et près de 1.5°C en France. 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.

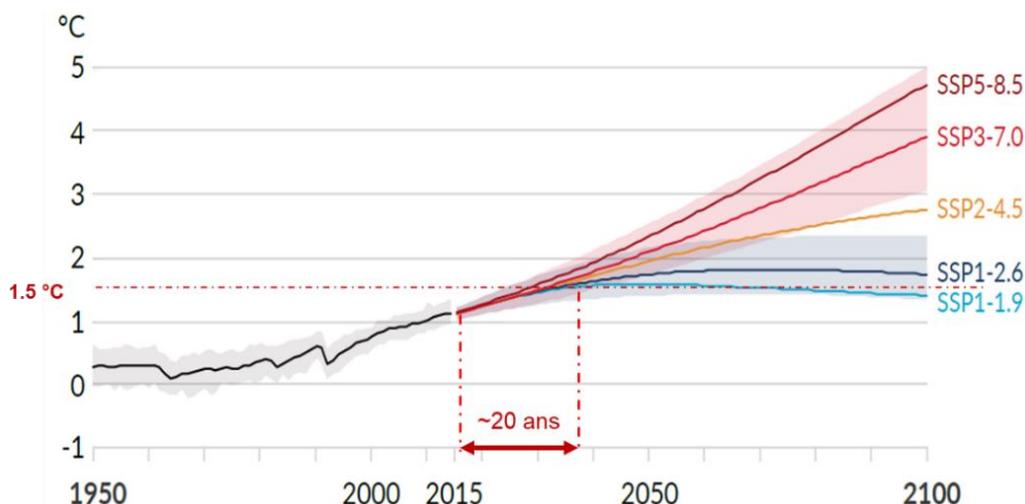


**Figure 2 - Evolution de la température moyenne sur Terre.**

Source : Copernicus

Même avec un arrêt complet des émissions « demain », la température moyenne pourrait continuer à monter jusqu'à +1.5C. Le système climatique possédant une inertie telle que les températures continuerait à grimper jusqu'à **15 à 20 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<sup>er</sup> groupe de travail, 2021

Une augmentation de +5°C correspond à un **changement d'ère géologique**

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 (CO<sub>2</sub>), la Vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) ou l'Ozone (O<sub>3</sub>) ;
- **Les gaz issus de la modification d'organismes vivants** comme le Méthane (CH<sub>4</sub>) ou le Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). 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.

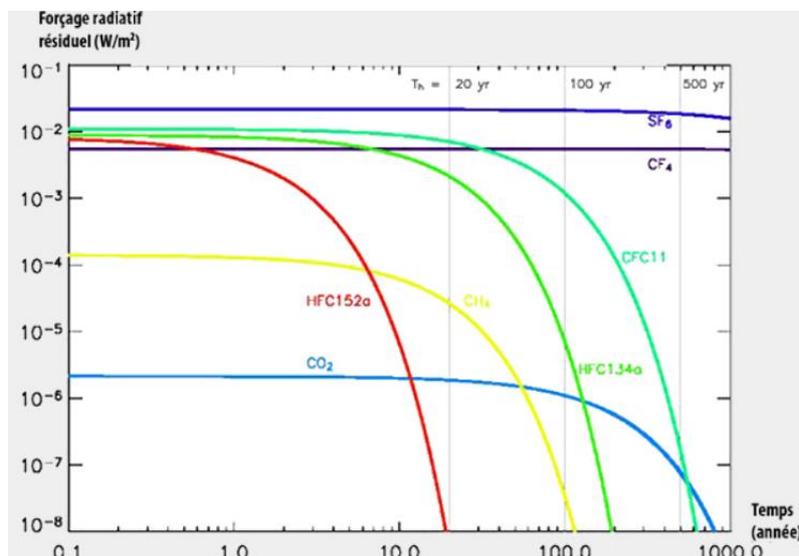
Les deux propriétés qui sont à prendre en compte pour définir le **PRG** et qui sont défini ci-dessous sont : **Le forçage radiatif** et la **durée de vie des gaz dans l'atmosphère**.

**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<sub>2</sub>, le PRG va définir le surplus d'énergie renvoyé vers le sol. Pour le CO<sub>2</sub>, la valeur est de 14mW/m<sup>2</sup> tandis que pour le méthane, il est autour de 370 mW/m<sup>2</sup> (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<sup>2</sup> - 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 échelle 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 certains 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<sub>4</sub>, en haut du diagramme) ils n'auront toujours pas commencé à s'épurer significativement de l'atmosphère au bout de 1 000 ans.

C'est avec ces informations que le GIEC a introduit dans son premier rapport la tonne équivalent CO<sub>2</sub> (eq CO<sub>2</sub>). D'après le GIEC, « L'émission en équivalent CO<sub>2</sub> est la quantité émise de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> et l'équivalent Carbone qui ne considère que la masse du carbone. En lien avec la masse molaire du carbone et celle du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), une tonne de CO<sub>2</sub> équivaut à 12/44 tonne de carbone (1 tonne CO<sub>2</sub> = 0,27 tonne C).

### I.3. Le cadre législatif et réglementaire

Depuis la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques adoptée le 9 mai 1992 et le Protocole de Kyoto conclu en 1997, les **émissions de gaz à effet de serre sont clairement identifiées comme directement responsables du réchauffement climatique.**

Pour répondre à l'urgence, en 2015, la COP21 a fixé de nouvelles exigences grâce à l'Accord de Paris. L'ensemble des États a validé l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 2°C. La France est elle-aussi signataire et ratificatrice de ce nouvel accord.

Les objectifs nationaux à l'horizon 2030 sont inscrits dans la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte :

- **Réduction de 40% des émissions de GES par rapport à 1990,**
- **Réduction de 20% de la consommation énergétique finale par rapport à 2012,**
- **32% d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie**

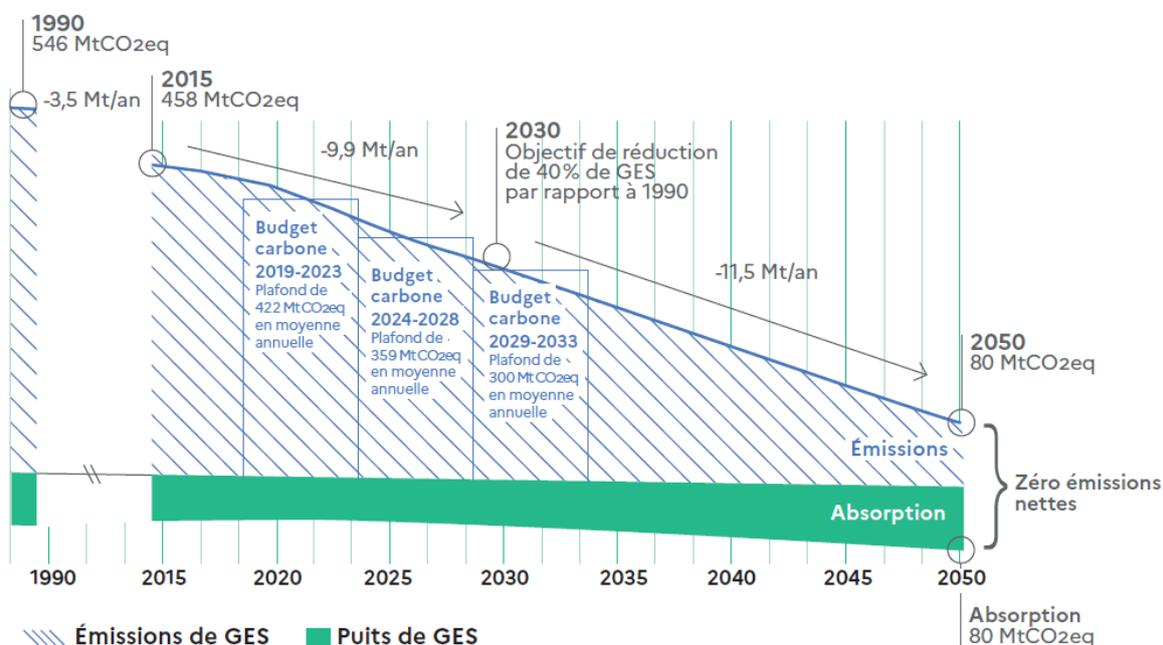


COP21 • CMP11  
**PARIS 2015**  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

L'article 167 de la LTECV<sup>1</sup> a fait évoluer les textes de la loi ENE<sup>2</sup> sur la périodicité de réalisation du bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES), la sanction applicable en cas de manquement ainsi que sur les modalités de publication.

Pour la France et les DROM-COM, la **Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)** est devenue la feuille de route actuelle 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.



**Figure 5 : Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050 - source : SNBC**

<sup>1</sup> Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>2</sup> Engagement national pour l'environnement

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.**

Cette SNBC présente deux ambitions : **atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français.** La SNBC s'appuie sur un scénario prospectif d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 sans faire de paris technologiques.

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.

Le rehaussement européen du jalon 2030, prévoit **un objectif européen à l'horizon 2030 de réduction des émissions de GES rehaussé de -40 % brutes à -55 % nettes par rapport à 1990** et s'inscrit dans la loi européenne sur le climat (entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2021). Cela impactera directement les objectifs nationaux à cette échéance. Appelé « Fit for 55 » (« Paré pour 55 »), ce paquet de 12 propositions législatives confirme l'intention, partagée par la France, de la Commission européenne de placer l'Europe à l'avant-garde du combat climatique.

La prochaine décennie et le jalon 2030, réévalué à la hausse au niveau européen, doivent donc marquer une rupture avec les trajectoires antérieures et nécessiteront des évolutions fortes de nos politiques.

## I.4. Les bilans carbone

À l'image du calcul de l'empreinte carbone individuelle, **les bilans carbonés 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 commencent aujourd'hui à exiger 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 la Ville de Douarnenez a souhaité réaliser le bilan carbone du projet de réaménagement du chemin du triez.**

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 (CO<sub>2</sub>) ;
- Le méthane (CH<sub>4</sub>) ;
- L'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), ;
- Les hydrofluorocarbones (HFC) ;
- Les hydrocarbures perfluorés (PFC) ;
- L'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

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 CO<sub>2</sub>** ou CO<sub>2</sub>eq ou encore CO<sub>2</sub>e, comme unité commune de quantification l'impact des GES.

|   |
|---|
| <b>CO<sub>2</sub> = 1</b>               |
| <b>CH<sub>4</sub> = 28</b>              |
| <b>N<sub>2</sub>O = 265</b>             |
| <b>NF<sub>3</sub> = 16 100</b>          |
| <b>SF<sub>6</sub> = 23 500</b>          |
| <b>HFC : varie selon le type de HFC</b> |
| <b>PFC : varie selon le type de PFC</b> |

**Figure 6 : Valeurs de PRG en fonction des différents gaz à effet de serre.**

Source : GIEC, 5<sup>ème</sup> rapport d'évaluation (AR5)

## I.5. L'objectif du présent rapport

---

Le présent document a pour objectif d'aborder les interrogations liées à l'intégration du projet sur la commune de Douarnenez dans le contexte des enjeux climatiques actuels. Une étude carbone détaillée a été réalisée afin d'estimer l'impact du projet en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>e (équivalent dioxyde de carbone). Cela permet à la ville de Douarnenez d'identifier les différentes sources d'émissions associées à son projet. L'étude carbone quantifie les émissions générées par les différentes composantes du projet, telles que les opérations de chantier, les transports, la consommation énergétique, etc.

En fin de rapport, sur la base des résultats de l'étude carbone, des mesures spécifiques sont préconisées pour minimiser l'impact environnemental du projet. Ces mesures visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans la mesure du possible. Elles peuvent inclure l'adoption de technologies plus propres, l'optimisation des processus logistiques, l'utilisation de carburants moins polluants, la promotion de modes de transport plus durables, ou encore l'utilisation de produits avec un plus faible poids carbone.

L'objectif est **d'initier une réflexion sur l'impact du projet face aux enjeux du dérèglement climatique** et sur le développement du projet afin de **limiter son impact sur le climat**. En intégrant ces mesures d'atténuation dans la conception et la planification du projet, la ville de Douarnenez peut contribuer encore plus à la transition vers une économie à faible émission de carbone et à la lutte contre le réchauffement climatique. Cela permet également de répondre aux attentes croissantes des parties prenantes et de la communauté locale en matière de durabilité et de respect de l'environnement.

La méthodologie appliquée à cette présente étude s'appuie sur le **guide méthodologique du CGDD<sup>3</sup>** et son décret de juillet de 2022<sup>4</sup> concernant « la méthode de réalisation des bilans d'émissions de GES ».

---

<sup>3</sup> Commissariat général au développement durable

<sup>4</sup> [Guide méthodologique à l'élaboration d'un BEGES](#)

## II. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

### II.1. Présentation du projet

C'est dans ce contexte la Ville de Douarnenez entreprend un projet de réaménagement du chemin du Treiz. Ce projet vise à améliorer l'accessibilité et la durabilité du chemin en bord d'océan.

La Ville de Douarnenez s'intègre dans la **Communauté de communes Douarnenez Communauté**, qui est composée de 5 communes.



**Figure 7 : Schéma du projet de réaménagement du chemin du Treiz**

Source : Présentation AVP\_COPIIL\_pour\_etude\_BEGES

Les principales caractéristiques du projet sont les suivantes :

| Matière                        | Quantité | Unité          |
|--------------------------------|----------|----------------|
| <b>Acier</b>                   | 121      | tonnes         |
| <b>Béton</b>                   | 375      | tonnes         |
| <b>Déblai</b>                  | 65       | m <sup>3</sup> |
| <b>Remblai</b>                 | 833      | m <sup>3</sup> |
| <b>Surface utile du projet</b> | 1149     | m <sup>2</sup> |

En plus de considérer l'ensemble des données présentées plus haut (Gaz à effet de serre et PRG utilisés), il est nécessaire de définir d'autres informations comme le périmètre « temporel » et le périmètre « organisationnel » de l'étude.

## II.2. Périmètre temporel

**D'un point de vue temporel**, l'étude carbone est définie sur 40 ans.

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

- La phase de développement du projet : 2 ans ;
- La phase de travaux : 1 an ;
- La phase d'exploitation : 100 ans ;
- Phases d'entretien : tous les 15 ans.

## 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 d'aménagement du Chemin du Treiz, l'approche par **contrôle opérationnel** a été choisie. Cette approche permet de prendre en compte l'ensemble des équipements et des installations exploitées par le projet sans pour autant que la Ville de Douarnenez en soit la détentrice. **Le périmètre organisationnel** est ici considéré comme étant l'ensemble du projet d'aménagement du Chemin du Treiz.

La caractérisation des sources d'émissions est définie ci-après par les catégories 1, 2 et 3.

**Catégorie 1 : Les émissions directes/contrôlées** : ces émissions sont caractérisées par le fait qu'elles sont issues physiquement du périmètre organisationnel du projet. Ce sont donc les émissions produites par des sources engagées dans l'entretien et la maintenance normale des futures installations, mais aussi par celles provenant du chantier d'aménagement.

**Catégorie 2 : Les émissions indirectes/associées** : il s'agit des émissions n'étant pas directement dépendantes des opérations effectuées par la Commune pour la réalisation du futur aménagement du Chemin du Treiz, mais qui sont indispensables à l'existence du projet. Par exemple, les émissions liées :

- Aux achats des équipements et des services (développement du projet) ;
- Aux transports de ces équipements sur le site ;

- À la fabrication et donc à l'amortissement de l'ensemble du parc de machines et de biens immatériels ;
- À la collecte et au traitement des déchets produits, notamment lors de la phase chantier ;

**Catégorie 3 : Les émissions induites et/ou évitées par le projet d'aménagement :** il s'agit des émissions à l'extérieur du périmètre organisationnel occasionnées par l'incidence du projet ou générées par l'effet rebond du projet. Malgré le fait que ces émissions ne soient pas intégrées dans le périmètre organisationnel du projet, il est tout de même important de les mentionner dans la présente analyse.

En l'espèce, les seules **émissions induites** décelées résulteraient de la consommation d'électricité nécessaire à l'éclairage public présent sur le futur chemin du Treiz.

Au-delà de l'aspect particulièrement négligeable de ces émissions grâce à un mix énergétique particulièrement bas carbone en France, il apparaît surtout particulièrement complexe de définir avec précision la consommation de ces futurs lampadaires. En effet, ces futures consommations seront noyées dans la facture d'électricité de la Ville de Douarnenez.

Cependant, concernant les **émissions évitées**, des estimations de celles-ci sont disponible dans le paragraphe IV de la présente étude.

## II.4. Détermination des postes d'émissions significatifs

Afin de calculer de manière approfondie l'impact du projet en matière d'émissions de GES, il est essentiel de **quantifier les émissions associées au projet et d'analyser le gain des émissions engendrées par le projet.**

Pour estimer les émissions du projet, il est nécessaire d'avoir un scénario de référence afin de visualiser l'impact réel du projet. Dans le cadre du projet d'aménagement du Chemin du Treiz, un seul et unique scénario sera considéré.

En effet, le scénario sans projet, normalement scénario de référence, ne sera que brièvement étudié car il ne va pas impliquer d'émissions autre que les véhicules déjà utilisés pour traverser l'estran via le pont de Port Rhu puisque cela correspond au fait que le Chemin du Treiz est laissé dans son état actuel.

Ce scénario sans projet émet tout de même puisqu'il n'incite pas les douarnenistes à emprunter l'actuel Chemin du Treiz car celui-ci est peu praticable. Dès lors, les habitants tendent à davantage utiliser leur véhicule personnel pour des trajets courts au sein de la commune. Une estimation des émissions dues à ces trajets ainsi que le gain d'émissions évitées grâce à la réalisation du projet sera détaillée ultérieurement.

Le scénario étudié sera donc celui « avec projet ». Il intègre tous les éléments présentés dans l'AVP et comprend donc les émissions correspondant à l'impact cumulé des différentes phases du projet.

Afin d'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 du CGDD et le décret de juillet de 2022<sup>5</sup>, **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, 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 :

<sup>5</sup> [Guide méthodologique à l'élaboration d'un BEGES](#)

- **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.

Les émissions significatives sont déterminées grâce à l'analyse de **plusieurs études carbone sectorielles** réalisées sur des projets d'aménagement similaires à celui du Chemin du Treiz. Grâce à ces études il est possible d'avoir une estimation, en matière d'émissions de GES, des différents postes d'émissions. Avec les pourcentages d'émissions en fonction des postes d'émissions, il est donc possible de définir des critères d'ampleur.

Les critères d'ampleur permettent ainsi 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% du total des émissions de GES minimum.

**Dans le cas du projet d'aménagement du futur Chemin du Treiz, l'ensemble des sources d'émissions ont été caractérisées afin d'avoir une estimation au plus proche de la réalité.**

**En effet, Eco-Stratégie tend à systématiquement comptabiliser l'ensemble des émissions dues aux activités de ses clients, et ce dans un souci d'honnêteté intellectuelle et pour obtenir le plus de leviers d'action possible.**

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

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

| Catégories d'émissions                             | n°  | Postes                          | Détail des postes étudiés  | Critères de prise en compte des postes significatifs |              |                        |                         |                | Poste pris en compte dans le bilan ? |
|--|-----|---------------------------------|--|--|--------------|------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------------|
|  |     |                                 |  | Critère d'ampleur                                    | Contribution | Importance stratégique | Engagement du personnel | Sous-traitance |                                      |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AU TRANSPORT         | 3.1 | Transport de marchandises amont | Transport de biens matériels réceptionnés  | 7%   | Faible       | Moyen                  | Moyen                   | Moyen          | Oui                                  |
|  | 3.2 | Transport des marchandises aval | Transport des déchets suite au démantèlement de l'infrastructure   | 3%   | Faible       | Moyen                  | Moyen                   | Moyen          | Oui                                  |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS ACHETES | 4.1 | Achats de biens                 | Quantité de biens achetés permettant le fonctionnement du projet (panneaux, structures, équipements électriques, etc.)                 | 40%  | Important    | Important              | Moyen                   | Important      | Oui                                  |
|  | 4.2 | Immobilisation des biens        | Fabrication des biens immobilisées pour le projet (machines de chantier)   | 5%   | Moyen        | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |
|  | 4.3 | Gestion des déchets             | Les déchets générés par le projet  | 10%  | Moyen        | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |
|  | 4.5 | Achats de services              | Quantité de services achetés permettant le fonctionnement du projet (frais d'assurances, de surveillance, nettoyage, bancaires, etc.). | 15,0%  | Important    | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |

**Tableau 1 : Postes étudiés dans le BEGES.**  
Source : Eco-Stratégie

L'Annexe 1 : "Caractérisation des émissions significatives", présente le tableau détaillé des différents postes d'émissions qui sont considérés.

## II.5. Collecte des données et quantification

Une fois 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 tableaux **Bilan Carbone® V 8.10**, dernière version à jour lors de la rédaction de ce présent rapport. L'utilisation des tableaux permettra de déterminer les émissions directes et celles indirectes en plus d'avoir la répartition par postes.

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 consultés et utilisés 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 celles-ci soient liées 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 d'avant-projet (AVP)**, toutes les données nécessaires à l'établissement d'un taux d'incertitude minimal ne sont pas encore disponibles, ni même connues. 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 considérés avec une précision absolue au kilogramme de CO<sub>2</sub> équivalent près.**

Il est essentiel de garder à l'esprit que malgré les incertitudes inhérentes à l'évaluation des émissions, le rapport fournit des estimations basées sur les meilleures données disponibles.

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. LE BILAN DES EMISSIONS – PREMIER SCENARIO

### III.1. Emissions du projet

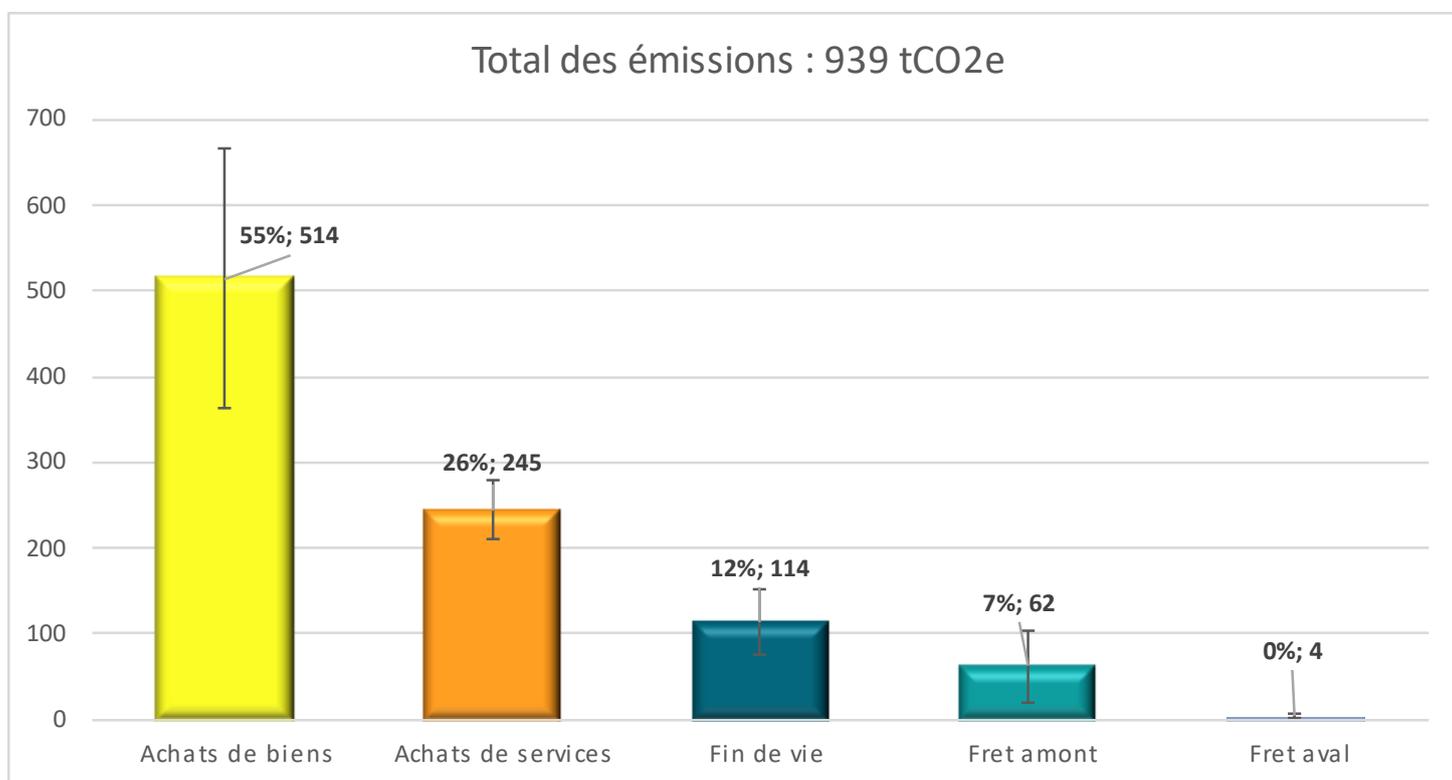
Les résultats des émissions de GES du projet d'aménagement du Chemin du Treiz sur la commune de Douarnenez émettrait approximativement :

**939 tCO<sub>2</sub>e** avec une incertitude de **19%**.

Ces émissions sont équivalentes :

- Aux émissions annuelles d'environ **94 français** (moyenne nationale : 9,9 tCO<sub>2</sub>e/habitant/an)
- A **531** allers-retours Paris/New-York en avion (trainées comprises).
- A **4 315 257 km** en voiture (moteur thermique)
- A la fabrication de **10 938 smartphones**

Le graphique ci-dessous présente les résultats selon les postes d'émission règlementairement prévus :



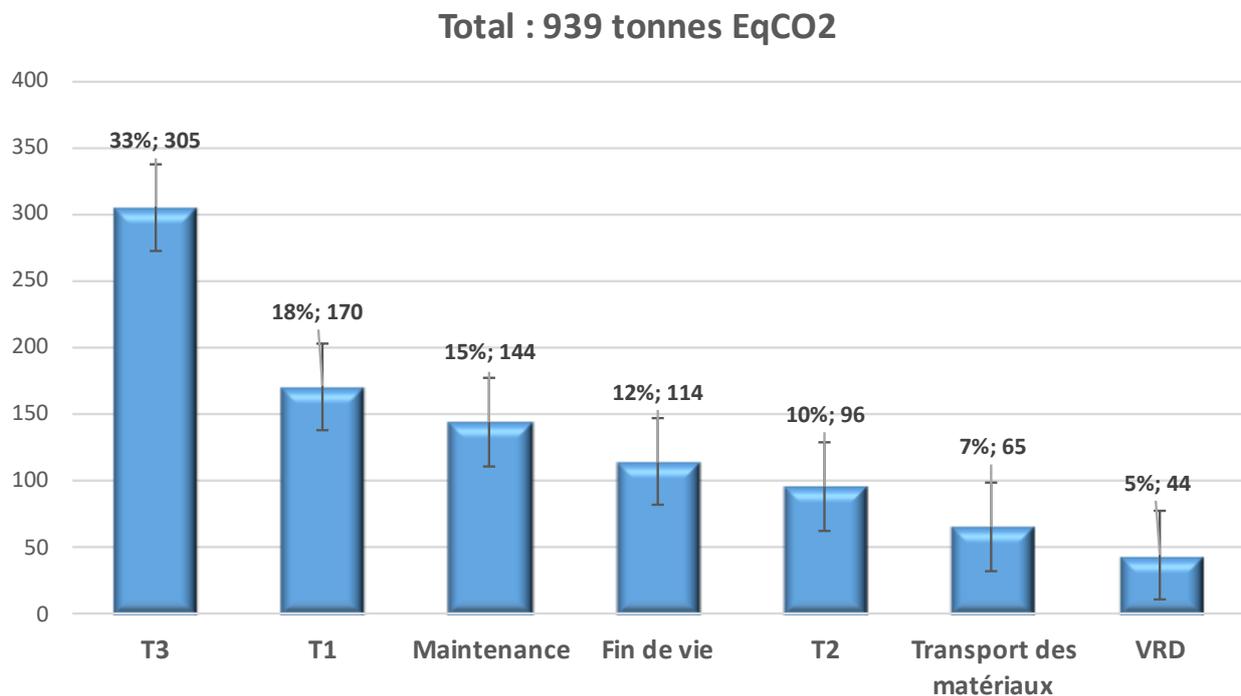
**Figure 8 : Répartition des émissions du projet d'aménagement du Chemin du Treiz par postes d'émission**

Source : Eco-Stratégie

Pour rappel, l'incertitude de ces données dépend de la fiabilité de la donnée collectée mais aussi issue des facteurs d'émission qui possèdent une **incertitude inhérente** à leur méthode de calcul.

### III.2. Présentation des résultats par tronçon

Voici une présentation alternative de la répartition des émissions qui peuvent donc être considérées de la manière suivante :



**Figure 9 : Présentation des résultats par tronçon et postes communs auxdits tronçons**

Plusieurs points à noter :

- La **maintenance** (peinture anti-corrosive appliquée tous les 20 ans, pour un montant de 15000€) est un poste d'émission conséquent du projet d'aménagement du Chemin du Treiz. En effet, il n'existe pas à l'heure actuelle de facteur d'émission propre à la peinture de manière générale, et encore moins pour un produit aussi spécifique que la peinture anticorrosion sur acier tel la peinture c4zmv.

De fait, il nous a fallu utiliser un ratio monétaire intitulé « produits chimiques ». Les ratios monétaires donnent un ordre de grandeur propre aux produits qu'ils traitent. Pour autant, ceux-ci ont tendance à surestimer l'impact réel d'un produit.

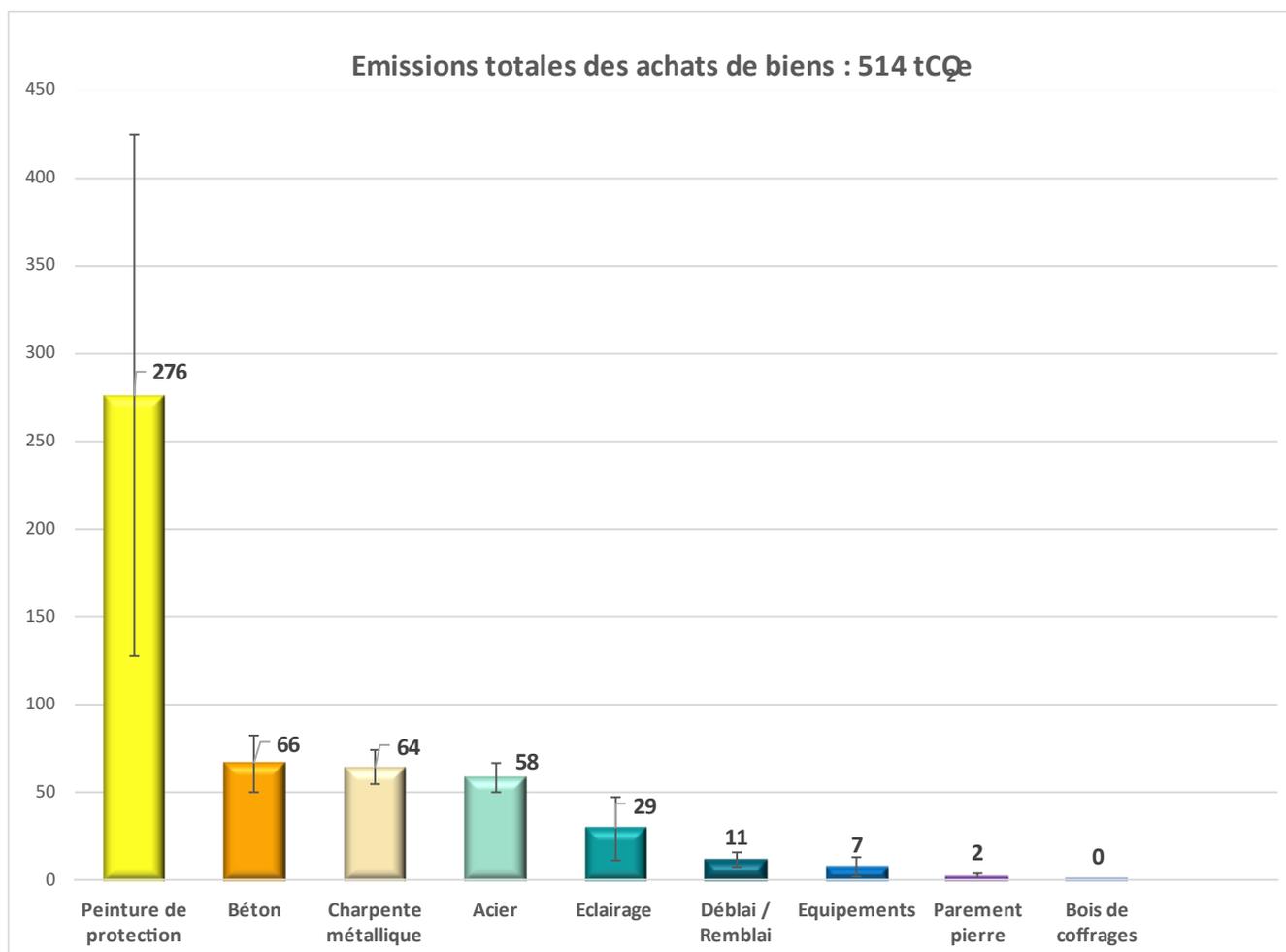
**Ce choix méthodologique voulu et assumé par l'ADEME a pour objectif d'inciter les entreprises et porteurs de projets à entreprendre des études de marché pour choisir des produits aux propriétés similaires mais dont le bilan carbone et/ou l'analyse de cycle de vie (ACV) ont été réalisés et ce afin de réduire leur propre bilan carbone.**

- Il apparaît que les **tronçons 1 et 3** sont davantage émissifs que le **tronçon 2**. Cela s'explique notamment par de **plus grandes quantités d'acier** sur ces deux tronçons du fait de la **charpente métallique**. En effet, l'acier est un matériau particulièrement carboné.
- Les émissions liées à la **consommation des engins de chantier** ont été estimées et réparties par tronçon en fonction du montant des travaux prévu pour chaque tronçon.

### III.3. Poste n°1 : achats de biens

Les achats de biens et matériaux constituent, sans grande surprise, le principal poste d'émissions dues au projet étudié. Ces émissions s'élèvent à **514 tCO<sub>2</sub>e** avec un **taux d'incertitude de 32%**.

Voici, par ordre décroissant, les achats les plus carbonés :



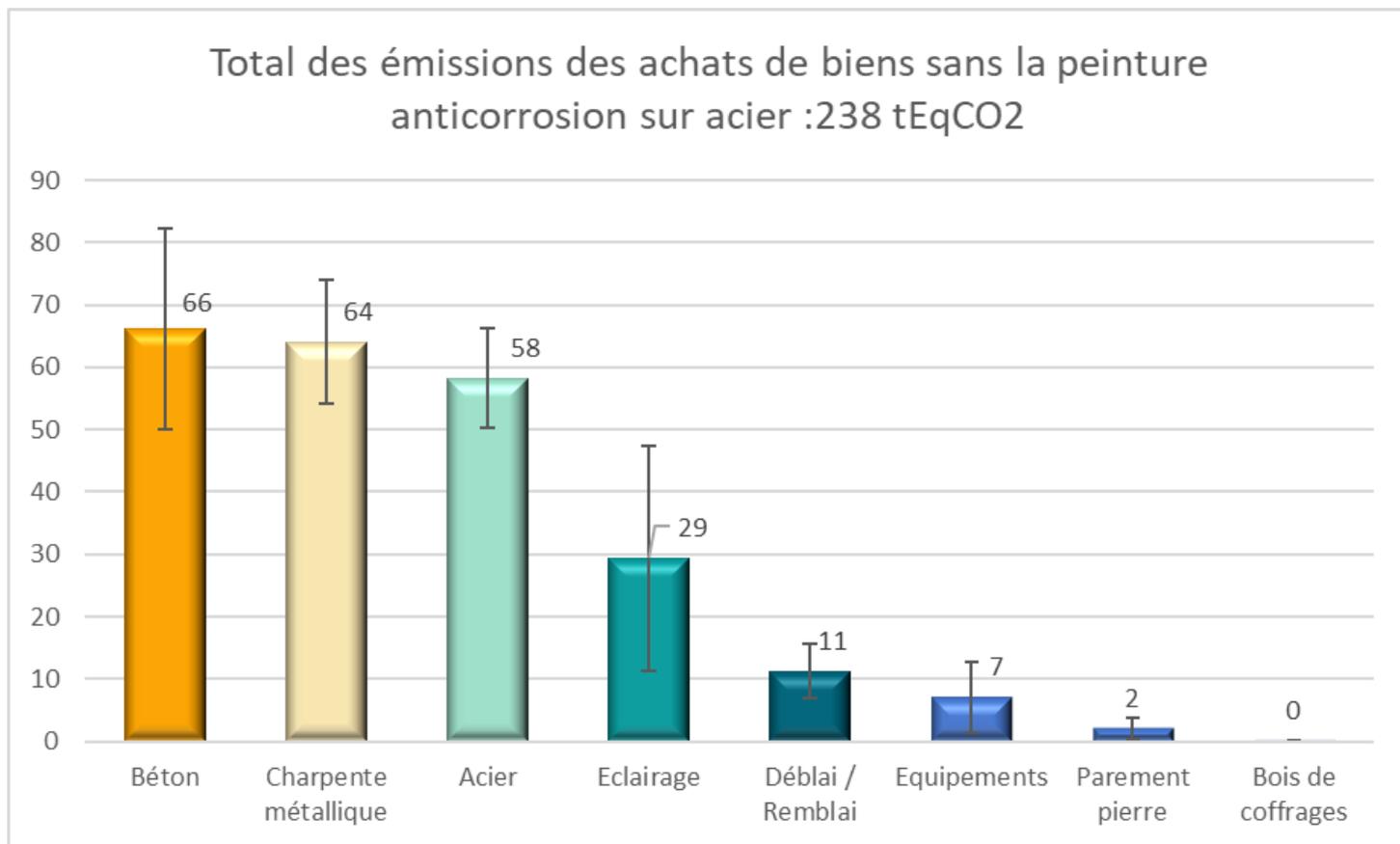
**Figure 10 : Répartition des émissions du poste "Achats de biens" par nature d'achat**

La **peinture de protection** est l'achat émettant le plus de CO<sub>2</sub>e à l'achat. Cela s'explique par le fait que les émissions ont été calculées au travers d'un ratio monétaire. En effet, cet achat représente un budget de **15 000€** que nous avons catégorisé en « **Produit chimique** ».

Ce poste est plus conséquent ici que sur le graphique précédent où la peinture est intitulée « maintenance » car ici, la première couche suite à la construction de l'infrastructure est comptabilisée alors qu'elle ne l'est pas dans le poste « maintenance ».

Du fait du caractère très spécifique de cette peinture de protection, il ne nous est malheureusement pas possible d'être plus précis à l'heure actuelle. La seule solution consiste à contacter le futur fournisseur de la **peinture c4znv** et le questionner sur le bilan carbone de son produit.

Face à des ordres de grandeur trop différents entre la peinture et les autres achats de biens, voici une autre visualisation présentant les achats de biens sans la peinture de protection :



**Figure 11 : Achats de biens sans la peinture de protection**

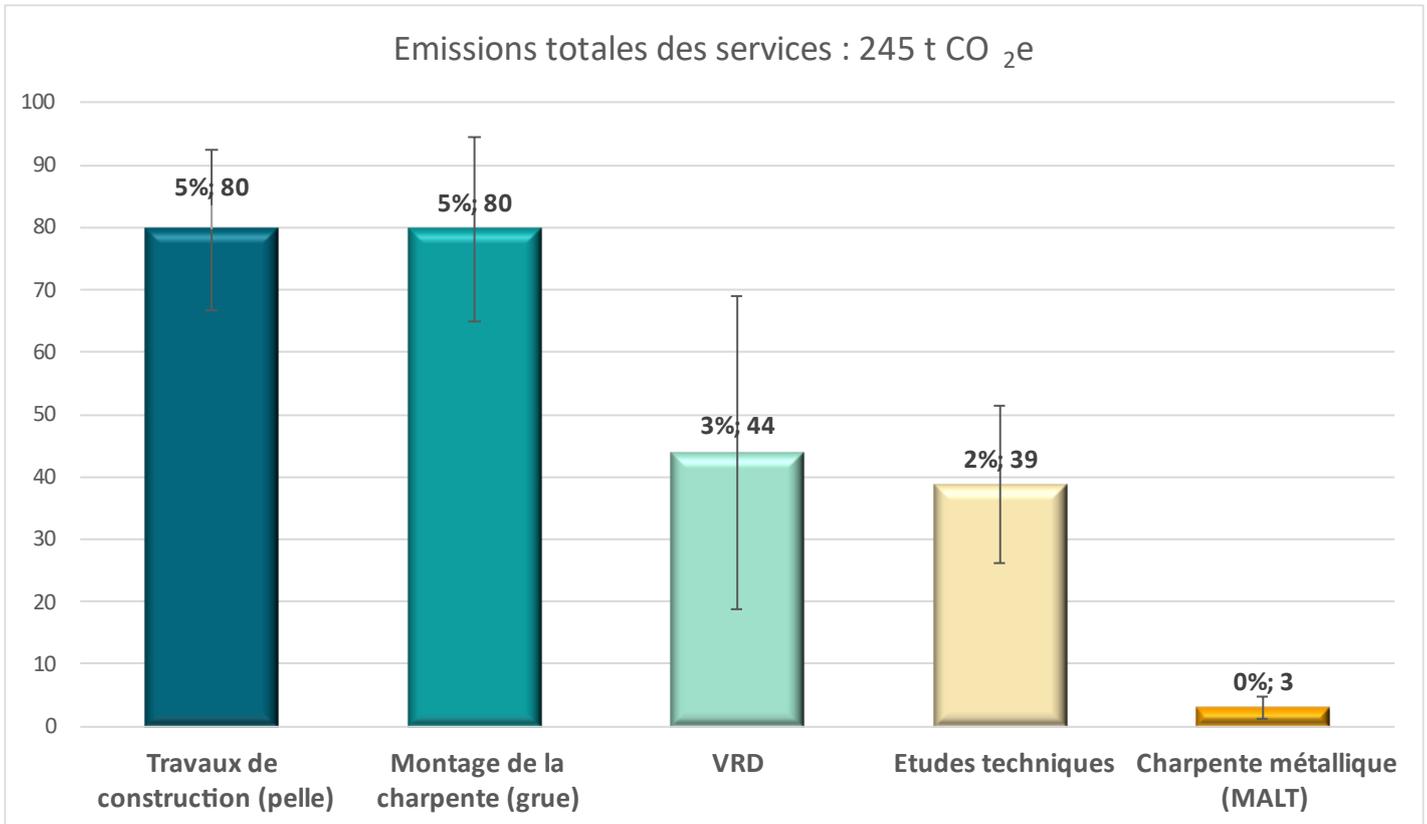
Par ailleurs, nous avons distingué l’acier constituant la charpente métallique, et l’acier qui servira d’armatures pour le béton armé, de revêtement pour le tablier principal, de garde-corps etc. La somme de l’ensemble de l’acier acheté émettra **122 tCO<sub>2</sub>e**.

Le poste « **Eclairage** » regroupe les projecteurs, convertisseurs, connecteurs et le câblage.

### III.4. Poste n°2 : achats de services

Les achats de services constituent le deuxième poste d'émissions le plus important. Les achats de services représentent **245 tCO<sub>2</sub>e**. Une **incertitude de 20%** est attachée aux résultats obtenus.

Voici de quelle manière se compose ce poste :



**Figure 12 : Présentation de l'origine des émissions constitutives du poste "Achats de services"**

**Remarque** : Les postes « montage de la charpente » et « travaux de construction » ont été considérés de la même manière. Hypothèse retenue pour la pelle et la grue :

- **5h d'utilisation/jour**
- **126 jours ouvrés retenus pour chaque engin**
- **Total de 630h d'utilisation**
- **Consommation moyenne de 20L/h de Gazole Non Routier (GNR)**

**Afin de coller au plus près de la réalité des émissions du projet, Eco-Stratégie préconise un suivi scrupuleux de la consommation de chaque engin de chantier au cours des travaux. Un bilan carbone réalisé à posteriori de la phase de construction permettra de connaître les émissions réelles et non plus les émissions hypothétiques.**

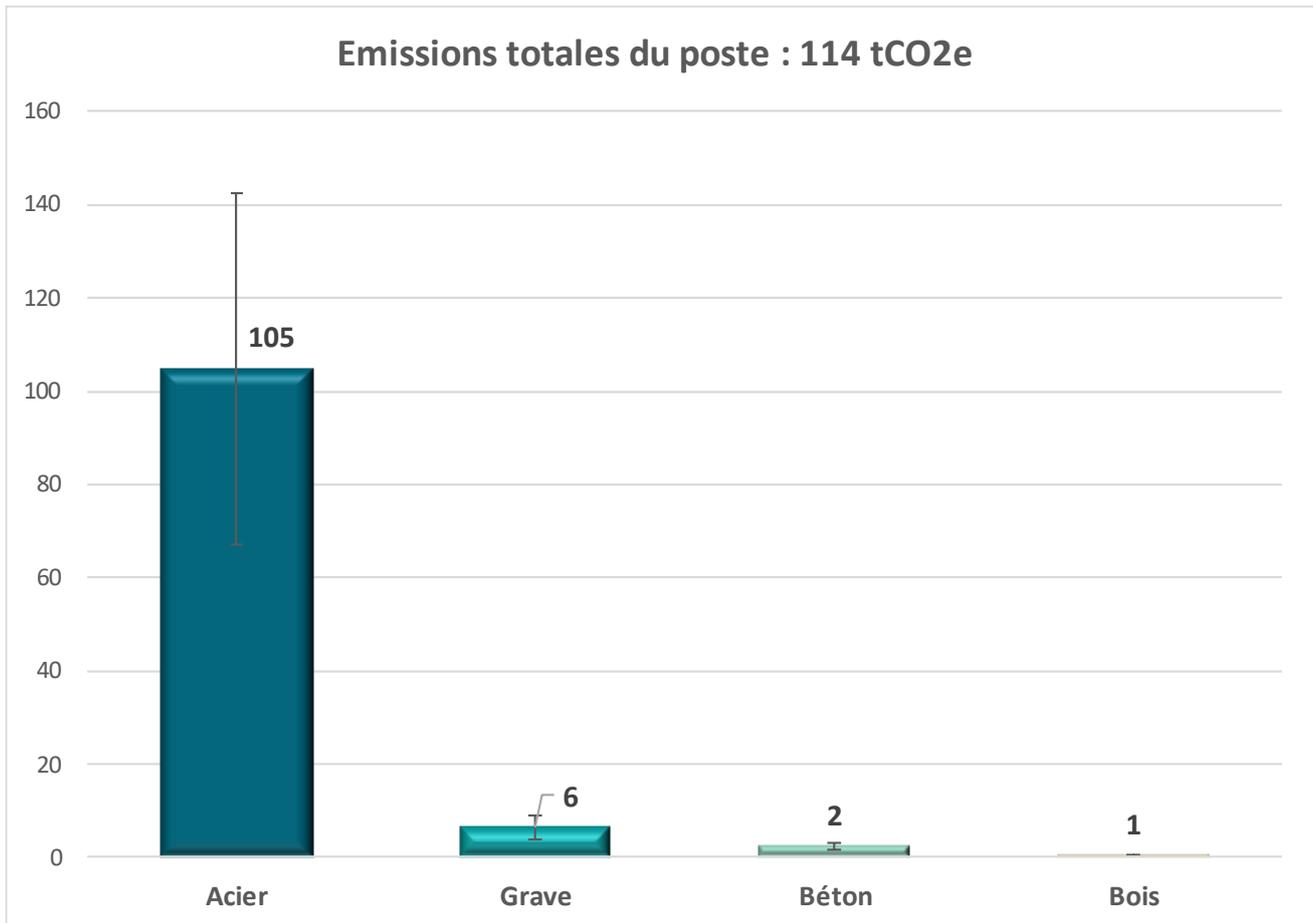
Le poste « **Travaux de construction** » regroupe notamment les installations générales de chantier, les terrassements, blindages et soutènements.

Le poste « **Charpente métallique (MALT)** » renvoie aux prestations de mise à la terre des éléments métalliques.

### III.5. Poste n°3 : fin de vie des matériaux

Le troisième poste d'émissions, en corrélation avec les quantités importantes de matériaux achetés, résulte de la fin de vie desdits matériaux. En effet, le traitement de ces déchets, que ce soit par le recyclage, l'enfouissement, le réemploi etc., nécessite une consommation d'énergie qui tend à émettre des gaz à effet de serre.

Le traitement des futurs déchets liés au démantèlement du futur chemin du Treiz émettra **114 tCO<sub>2</sub>e** avec un **taux d'incertitude de 33%**.



*Figure 13 : Emissions dues au traitement des futurs déchets*

**Conformément aux informations transmises, seule a été considérée la fin de vie des matériaux issus du démantèlement des tronçons 1 et 3. En effet, il est prévu que le tronçon 2 ne soit jamais démolé.**

**L'acier** est le matériau qui émettra le plus de GES lors de sa fin de vie. En effet, pour le recycler, d'immenses quantités d'énergies sont nécessaires pour le faire fondre de nouveau. Cette grande consommation d'énergie émettra de facto de grandes quantités de CO<sub>2</sub>e.

Le poste « **grave** » regroupe les émissions liées à la fin de vie du remblai. Tout comme pour le béton, les machines qui broieront le remblai consomment moins d'énergie que les fours nécessaires à la refonte de l'acier. Dès lors, la fin de vie de ces futurs déchets émettra moins de GES.

### III.6. Poste n°4 : Les émissions liées au fret

Le dernier grand poste d'émissions concerne le fret. Celui-ci émettrait **66 tCO<sub>2</sub>e** avec un **taux d'incertitude de 64%**.

Ce taux d'incertitude élevé découle notamment :

- Des **masses transportées** qui découlent en partie d'hypothèses ;
- Des **distances retenues** et qui ont été volontairement estimées à la hausse afin de permettre au porteur de projet de réduire les émissions liées à ce poste en choisissant des fournisseurs les plus proches possibles d'une part ; et une déchetterie également le plus proche possible d'autre part.

Pour le **fret amont**, une distance moyenne de **250km** a été retenue entre les fournisseurs et l'emplacement du futur chantier.

Pour le **fret aval**, une distance de **50km** entre le chantier de déconstruction et la déchetterie a été retenue.

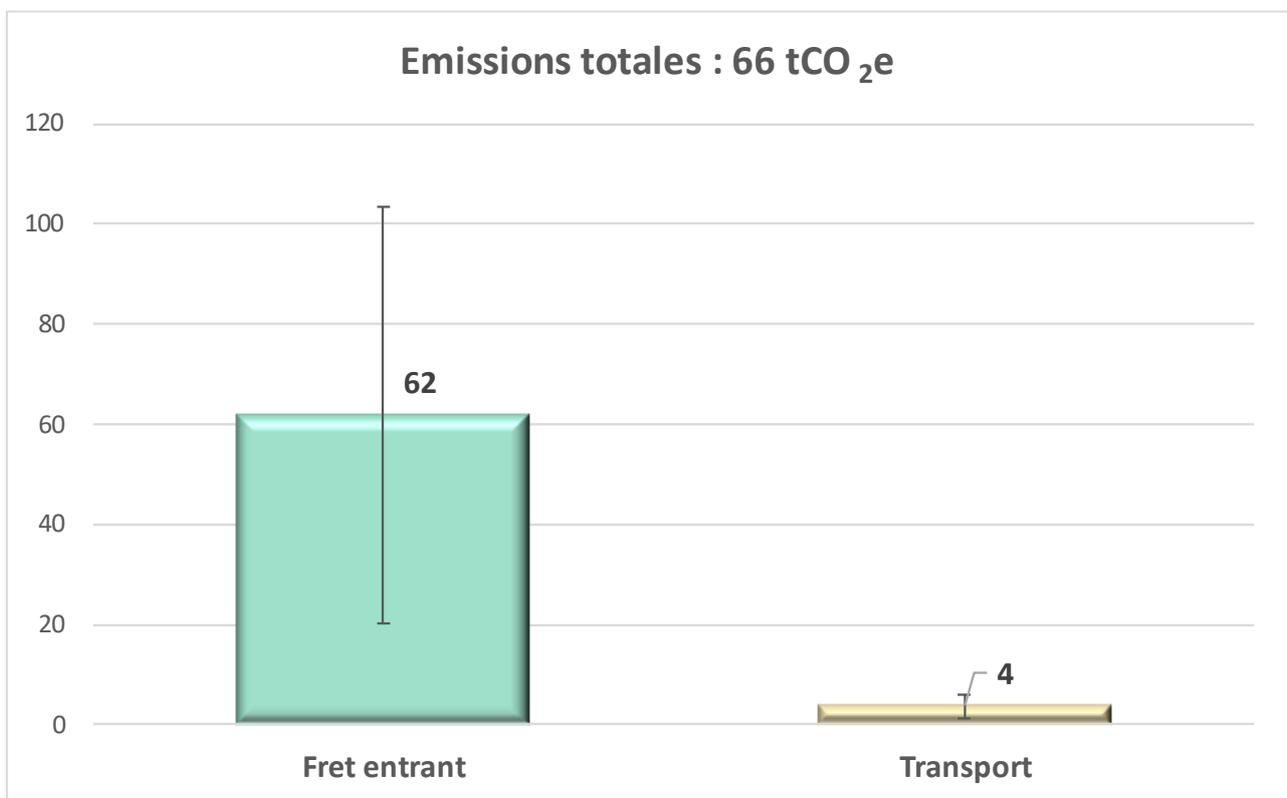


Figure 14 : Emissions dues au fret amont et au fret aval

## IV. SECOND SCENARIO SUITE AU RETOUR DE L'ABF

### IV.1. Présentation globale

Suite au retour des Architectes des Bâtiments de France, le revêtement du tablier principal des tronçons 1 et 3 devra être en bois et non plus en caillebotis comme initialement prévu.

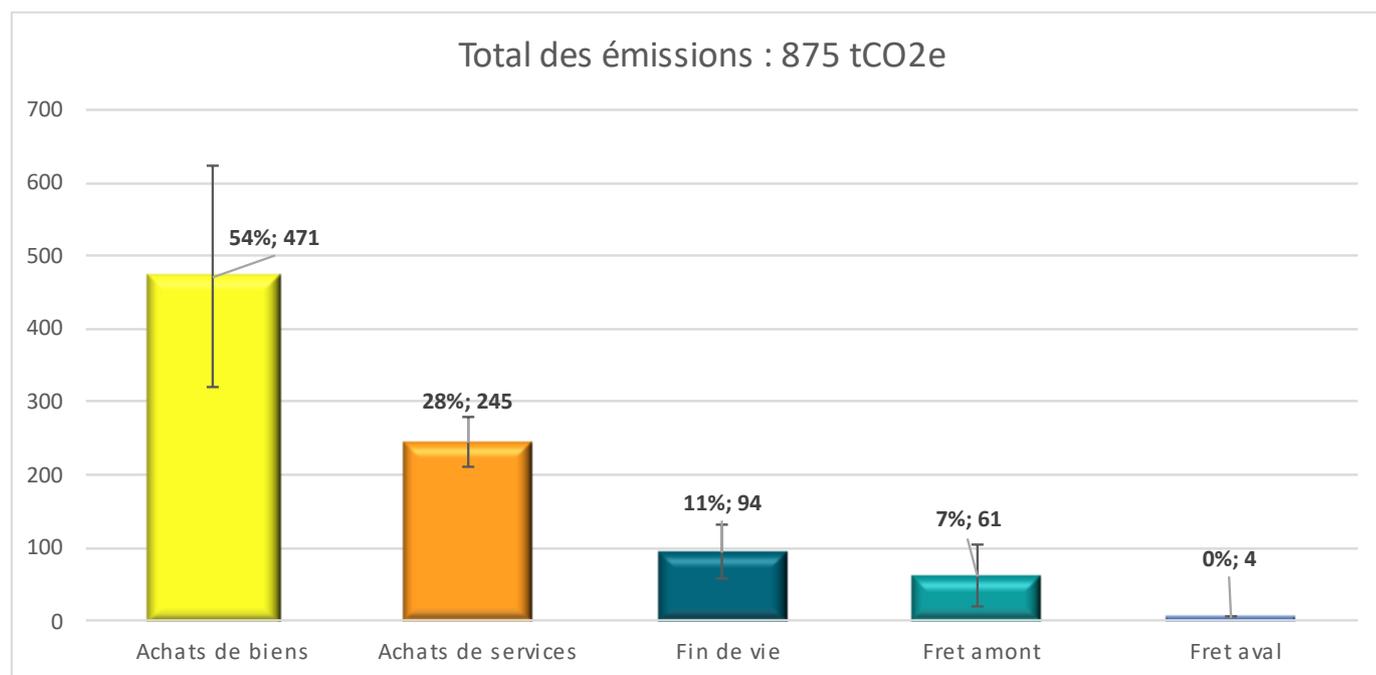
De fait, une quantité moindre d'acier sera nécessaire à la réalisation de l'ouvrage ce qui entraîne nécessairement une réduction des émissions de GES liées à la fabrication et à la fin de vie du Chemin du Treiz.

S'ajoutent néanmoins les émissions liées à la production et l'importation du bois, quand bien même celles-ci étant négligeables dû au caractère éco-responsable et renouvelable du bois.

Les résultats des émissions de GES du second scénario du projet d'aménagement du Chemin du Treiz sur la commune de Douarnenez émettrait approximativement :

**879 tCO<sub>2</sub>e** avec une incertitude de **19%**.

Le graphique ci-dessous présente les résultats selon les postes d'émission réglementairement prévus :



**Figure 15 : Répartition des émissions du projet d'aménagement du Chemin du Treiz par postes d'émission**

Seules les émissions des achats de biens ainsi que la fin de vie des matériaux sont logiquement impactées. En effet, le passage de l'acier au bois a permis une réduction de **43 tCO<sub>2</sub>e** des émissions de CO<sub>2</sub> liées aux achats de biens.

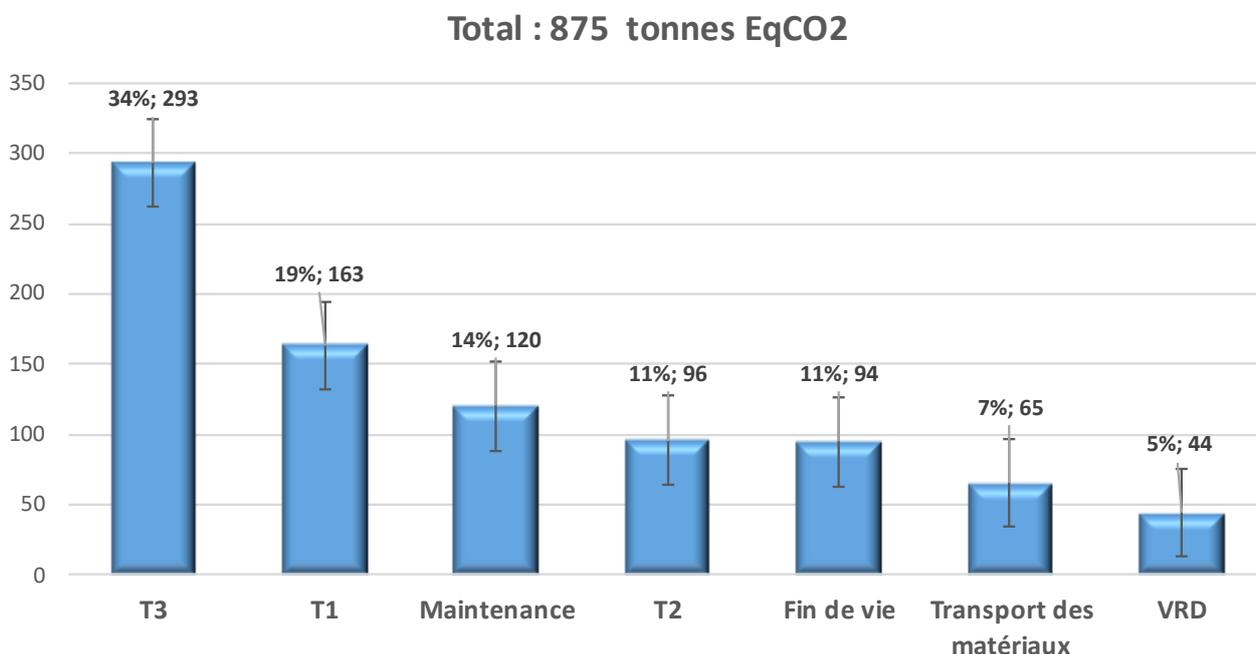
Cela représente une **diminution relative de 8%** des émissions de CO<sub>2</sub> dans cette catégorie.

A titre indicatif, la réduction de 43 tCO<sub>2</sub>e des émissions de CO<sub>2</sub> équivaut à :

- **Retrait de 20 voitures de la circulation pendant un an.**
- **Chauffage de 10 maisons pendant un an.**
- **Plantation de 1 700 arbres.**

## IV.2. Présentation par tronçon et phase de vie du projet

Voici une présentation alternative de la répartition des émissions qui peuvent donc être considérées de la manière suivante :



**Figure 16 : Présentation des résultats par tronçon et postes communs auxdits tronçons**

Les **émissions induites aux tronçons 1 et 3** sont nécessairement moins conséquentes que dans le premier scénario puisque dans le présent scénario, le revêtement du tablier de ces deux tronçons n'est plus constitué de caillebotis en acier comme initialement prévu mais de bois.

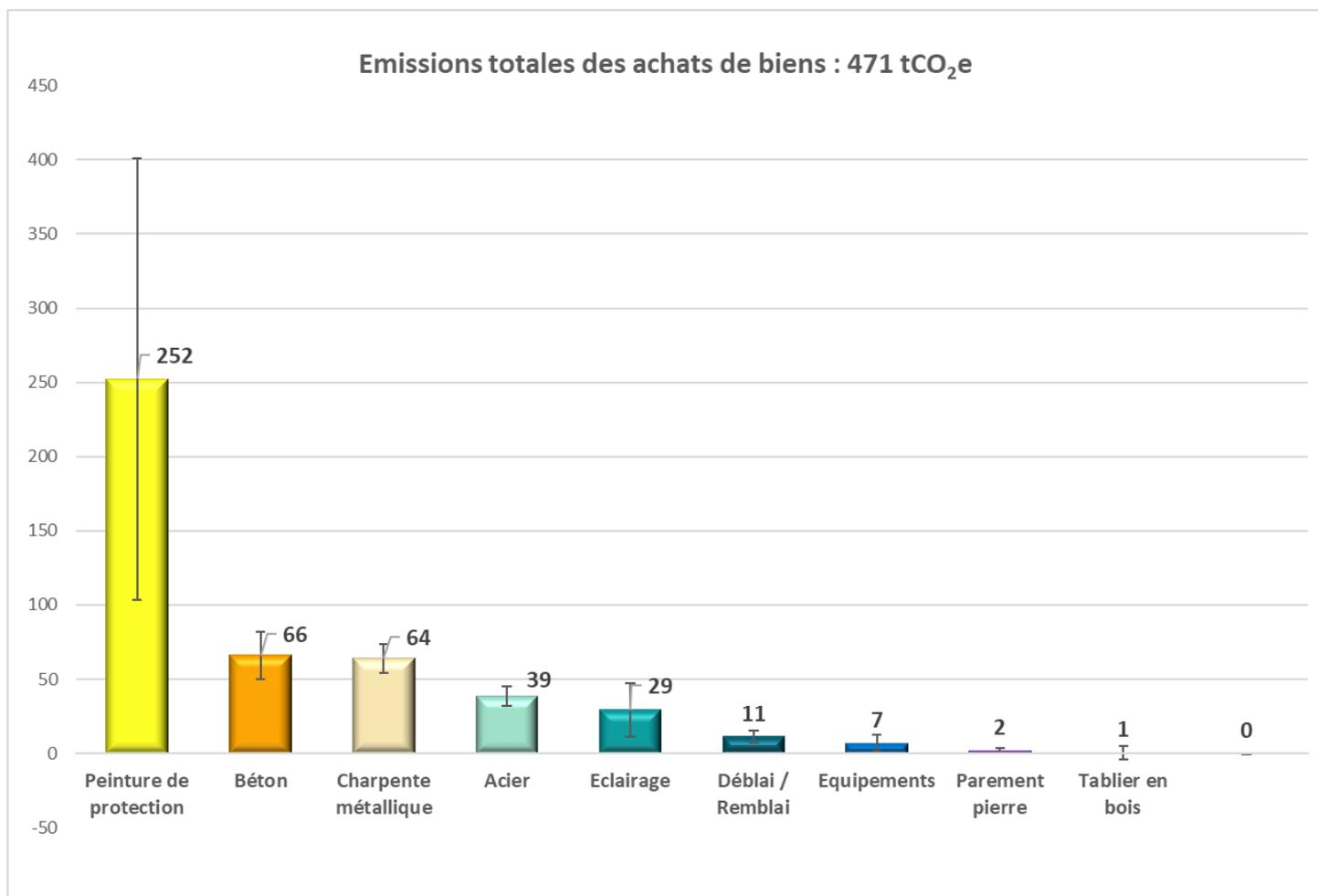
De fait, les **émissions liées à la fin de vie** de l'ensemble des matériaux sont également réduites puisqu'il y a moins d'acier à traiter.

Comme dans le précédent scénario, les émissions liées à la **consommation des engins de chantier** ont été estimées et réparties par tronçon en fonction du montant des travaux prévu pour chaque tronçon.

### IV.3. Poste d'émissions n°1 : Les achats de biens

Dans ce second scénario, les **achats de biens et matériaux** restent, sans grande surprise, le principal poste d'émissions dues au projet étudié. Ces émissions s'élèvent à **471 tCO<sub>2</sub>e** avec un taux d'incertitude de 47%.

Voici, par ordre décroissant, les achats les plus carbonés :



**Figure 17 : Répartition des émissions du poste "Achats de biens" par nature d'achat**

Comme dans le scénario précédent, la peinture de protection reste le poste le plus émissif pour les mêmes raisons que précédemment développées.

**Notons ici que les émissions liées à la consommation d'acier, hors charpente métallique a diminué de 19 tCO<sub>2</sub>e et qu'environ une tonne due à la gestion de la forêt dont proviendra le bois a été ajoutée.**

## IV.4. Poste d'émissions n°2 : Les achats de services

Ce poste d'émissions ne change pas quel que soit le matériau utilisé pour le revêtement du tablier des tronçons 1 et 3.

Les achats de services constituent le deuxième poste d'émissions le plus important. Les achats de services représentent **245 tCO<sub>2</sub>e**. Une **incertitude de 20%** est attachée aux résultats obtenus.

Voici de quelle manière se compose ce poste :

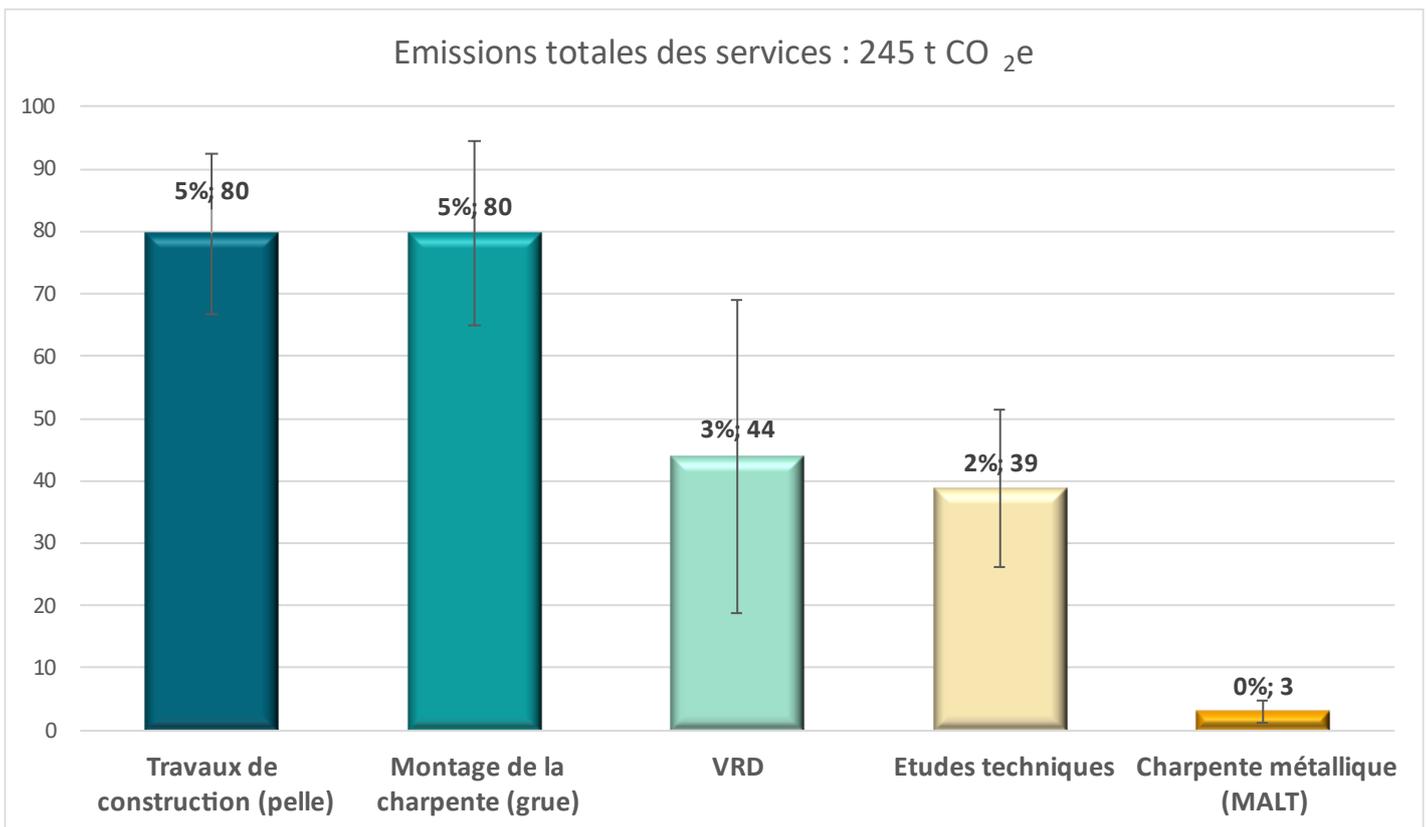


Figure 18 : Présentation de l'origine des émissions constitutives du poste "Achats de services"

**Remarque** : Les postes « montage de la charpente » et « travaux de construction » ont été considérés de la même manière. Hypothèse retenue pour la pelle et la grue :

- **5h d'utilisation/jour**
- **126 jours ouvrés retenus pour chaque engin**
- **Total de 630h d'utilisation**
- **Consommation moyenne de 20L/h de Gazole Non Routier (GNR)**

**Afin de coller au plus près de la réalité des émissions du projet, Eco-Stratégie préconise un suivi scrupuleux de la consommation de chaque engin de chantier au cours des travaux. Un bilan carbone réalisé à posteriori de la phase de construction permettra de connaître les émissions réelles et non plus les émissions hypothétiques.**

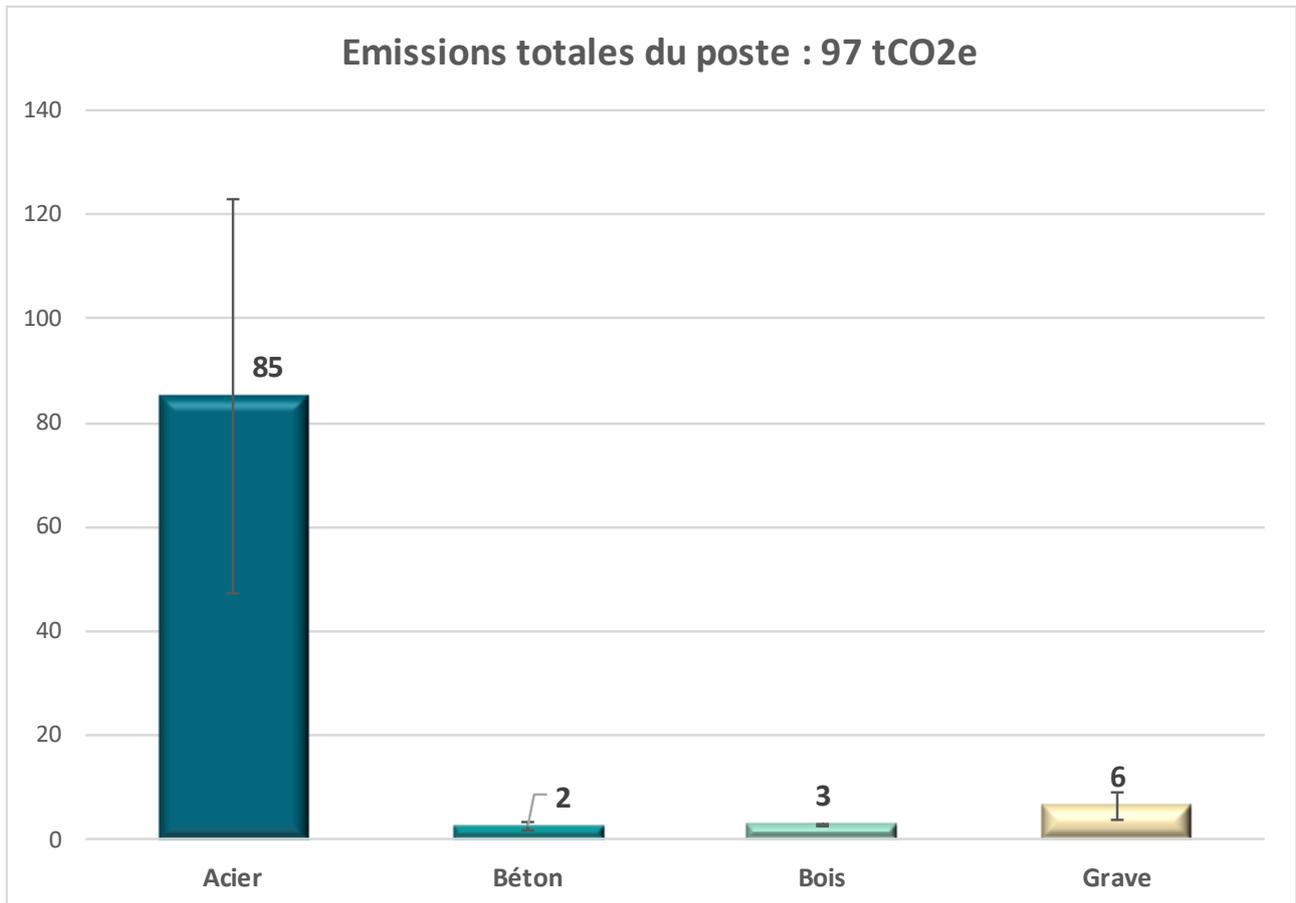
Le poste « **Travaux de construction** » regroupe notamment les installations générales de chantier, les terrassements, blindages et soutènements.

Le poste « **Charpente métallique (MALT)** » renvoie aux prestations de mise à la terre des éléments métalliques.

## IV.5. Poste n°3 : Fin de vie des matériaux

A contrario du précédent poste, et parce que les achats sont légèrement différents dans cette variante, la fin de vie des matériaux s'en voit également nécessairement modifiée.

Le traitement des futurs déchets liés au démantèlement du futur chemin du Treiz émettra **94 tCO<sub>2</sub>e** avec un **taux d'incertitude de 33%**.



**Figure 19 : Emissions dues au traitement des futurs déchets suite au démantèlement de l'ouvrage**

Notons ici que de manière tout à fait logique, le traitement de l'acier sera moins émetteur que dans le premier scénario puisqu'il y aura **moins de matière à traiter**.

Par ailleurs, notons que les émissions liées à **la fin de vie du bois** ont augmenté de 2 tCO<sub>2</sub>e puisqu'il y a davantage de bois à traiter que lors du premier scénario.

## IV.6. Poste d'émissions n°5 : Le fret

Malgré une très légère variation des masses transportées jusqu'au chantier, les émissions liées au fret varient trop peu pour que ce soit significatif et visible sur un graphique.

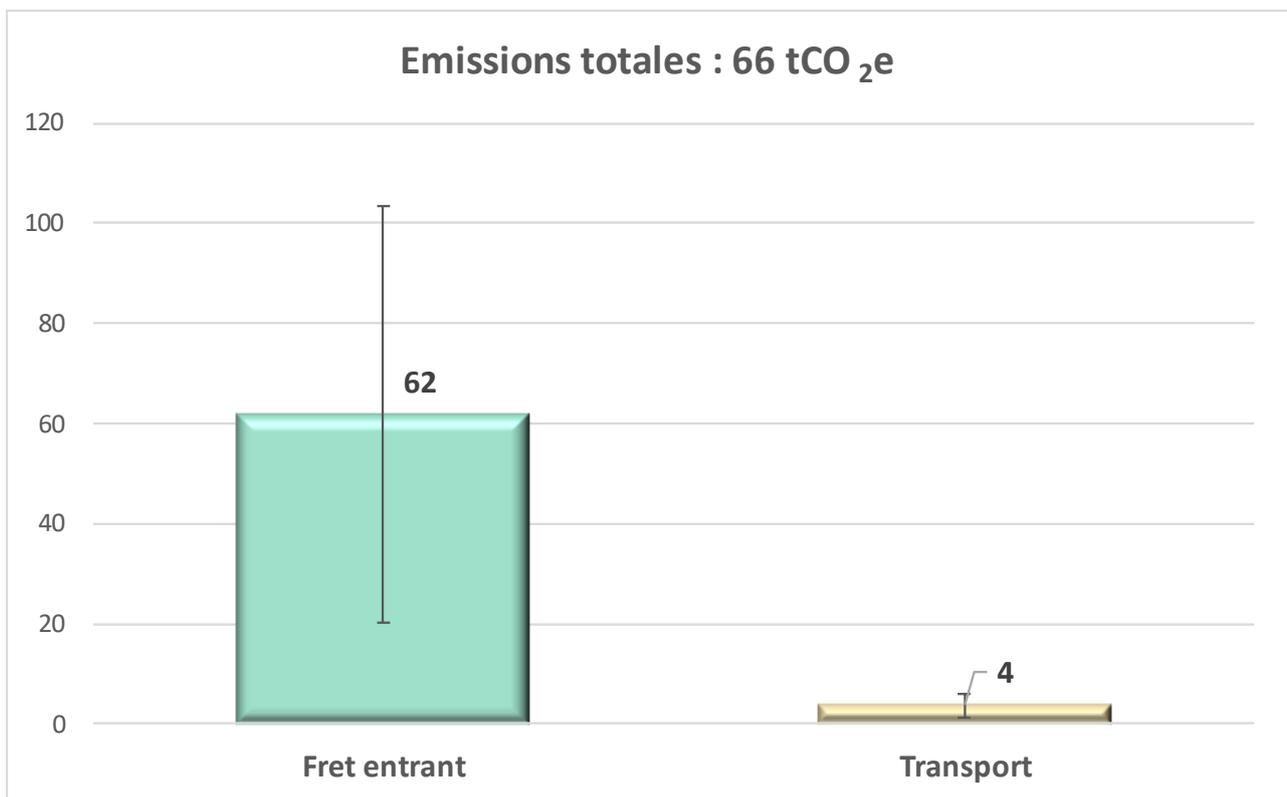
Le dernier grand poste d'émissions concerne le fret. Celui-ci émettrait **66 tCO<sub>2</sub>e** avec un **taux d'incertitude de 64%**.

Ce taux d'incertitude élevé découle notamment :

- Des **masses transportées** qui découlent en partie d'hypothèses ;
- Des **distances retenues** et qui ont été volontairement estimées à la hausse afin de permettre au porteur de projet de réduire les émissions liées à ce poste en choisissant des fournisseurs les plus proches possibles d'une part ; et une déchetterie également le plus proche possible d'autre part.

Pour le **fret amont**, une distance moyenne de **250km** a été retenue entre les fournisseurs et l'emplacement du futur chantier.

Pour le **fret aval**, une distance de **50km** entre le chantier de déconstruction et la déchetterie a été retenue.



**Figure 20 : Emissions dues au fret amont et au fret aval**

## V. INDICATEURS ET EMISSIONS EVITEES

### V.1. Comparaison avec d'autres ouvrages d'art

Une étude intitulée « *Analyse de Cycle de Vie d'un pont en béton* » disponible sur le site internet [infociments.fr](http://infociments.fr) ([Source](#)) nous donne de précieuses informations tendant à nous permettre de nous positionner quant à l'impact raisonnable du projet d'aménagement du Chemin du Treiz.

En effet, le tableau ci-dessous nous indique que le pont en béton étudié a émis **677 tCO<sub>2</sub>e** pour une surface utile de **443 m<sup>2</sup>** ; ce qui revient à dire que le projet a émis **1530 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** de surface utile du pont.

#### Ratios clefs

Le tableau ci-dessous donne la valeur de chaque impact en fonction de deux paramètres courants en matière d'ouvrage d'art

- Le m<sup>2</sup> de surface utile du tablier
- Le m<sup>2</sup> de surface totale du tablier

| Impact environnemental                  | Unités                        | Valeurs    | m <sup>2</sup> de surface utile du tablier | m <sup>2</sup> de surface totale du tablier |
|---|-------------------------------|------------|--|---|
| Consommation de ressources énergétiques | Mj                            | 6 541 000  | 14 770                                     | 13 210                                      |
| Épuisement des ressources               | kg équivalent antimoine       | 4 380      | 9,89                                       | 8,85  |
| Consommation d'eau                      | Litre                         | 3 232 800  | 7 300                                      | 6 530                                       |
| Déchets solides                         | kg                            | 51 740     | 116  | 104   |
| Changement climatique                   | kg équivalent CO <sub>2</sub> | 677 000    | 1 530                                      | 1 370                                       |
| Acidification atmosphérique             | kg équivalent SO <sub>2</sub> | 2 300      | 5,19                                       | 4,65  |
| Pollution de l'air                      | m <sup>3</sup>                | 64 127 000 | 144 760                                    | 129 550                                     |
| Pollution de l'eau                      | m <sup>3</sup>                | 587 300    | 1 330                                      | 1 190                                       |
| Formation d'ozone photochimique         | kg équivalent éthylène        | 204        | 0,46                                       | 0,41  |

Nota : surface utile du tablier : 443 m<sup>2</sup> ; surface totale du tablier : 495 m<sup>2</sup>

Figure 21 : ACV d'un pont en béton, d'après [infociments.fr](http://infociments.fr)



Les chiffres présentés dans l'ACV précédemment citée correspondent à une autre étude disponible dans la documentation du **Net Zero Bridges Group**.

Cette association regroupe des ingénieurs et architectes soucieux de décarboner l'industrie du BTP, et plus particulièrement les ouvrages d'art tel les ponts.

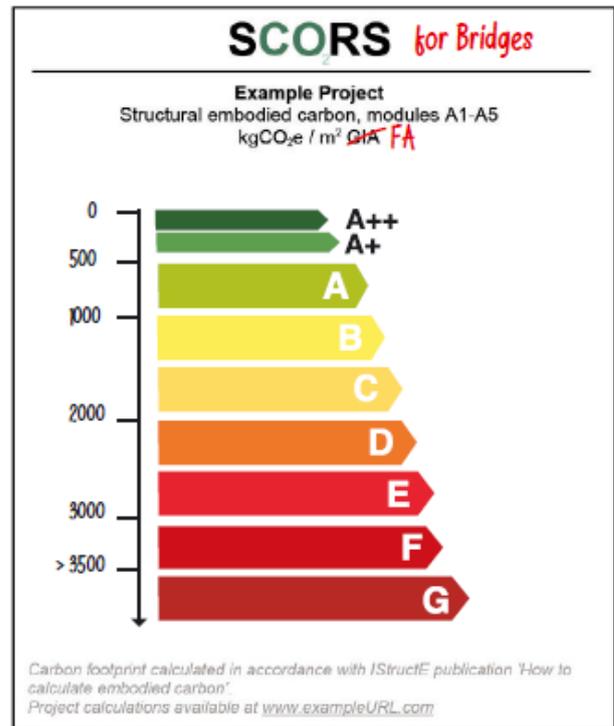
L'étude qui nous intéresse s'intitule « *Carbon targets for bridges : a proposed SCORS-style rating scheme* » (disponible [ici](#)). Il y est mentionné que les ponts en intégralement en **béton** ont un bilan carbone s'établissant en moyenne à **1590 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**. Ce bilan au m<sup>2</sup> peut même grimper à **2570 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** pour les ponts composés **d'acier et de béton**.

La première donnée fournie semble cohérente avec l'ACV d'un pont en béton réalisée par [infociments.fr](http://infociments.fr) puisqu'elle ne diffère que de 60 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Cette proximité dans les estimations

tend à nous confirmer que les ordres de grandeur sont cohérents d’une étude à l’autre et nous incite à considérer la **pertinence des indicateurs**.

La suite de l’étude du **Net Zero Bridges Group** établit une échelle de scores pour classer les ouvrages d’art selon le ratio  $\text{kgCO}_2\text{e} / \text{m}^2$ . Voici cette échelle :

Précisons que la mention rayée GIA signifie « *Gross Internal Area* », c’est-à-dire la « Surface intérieure brute ». Est préférée à cette surface, la *Functional Area* (FA) qui correspond à la **surface utile**. C’est cette même surface utile qui a été considérée pour le ratio  $\text{kgCO}_2\text{e} / \text{m}^2$  des ponts en béton.



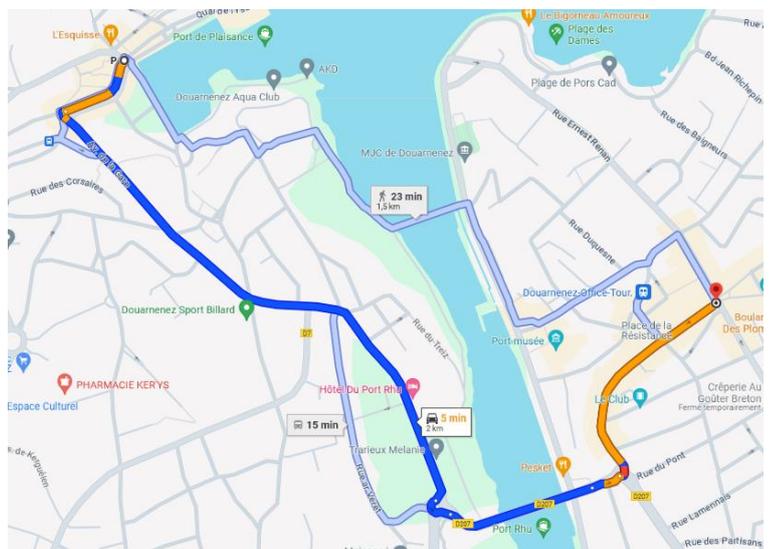
**Pour rappel, l’aménagement du Chemin du Treiz émettrait 875 tCO<sub>2</sub>e en tenant compte des remarques de l’ABF, et représente une surface utile de 1149 m<sup>2</sup>. Dès lors, l’on peut dire que le projet émettrait 0,76 tCO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup>.**

**De plus, au regard de l’échelle des scores précédemment présentée, il nous est permis de penser que l’aménagement du Chemin du Treiz bénéficierait de la note A au regard de ce référentiel et qu’il s’agit donc d’un projet que l’on peut qualifier de « bas carbone ».**

## V.2. Emissions évitées par l’aménagement

L’un des objectifs annoncés de ce projet d’aménagement est de permettre de relier les deux rives de l’estran dans la continuité de la passerelle Jean Marin et ainsi inciter les douarnenistes à utiliser des modes de transport liés à la **mobilité douce** (marche, vélo, trottinette...).

Prenons un trajet-type, au départ de l’Office du tourisme, pour arriver à l’angle du la Rue du Moulin et du Quai de l’Yser. Ce trajet représente une distance d’environ 2km, soit **4 km aller-retour**.



**Figure 22 : Trajet-type en voiture retenu et alternative piétonne**

## V.2.1 Hypothèse haute

Si chaque habitant faisait l'aller-retour une fois dans la journée en étant seul dans son véhicule, les **émissions quotidiennes** liées au transport de personnes seraient de **13 tCO<sub>2e</sub>**.

Il s'agit là d'une hypothèse haute et peu réaliste où les **14 163 douarnenistes** (donnée 2021) disposeraient d'une voiture individuelle.

D'après une étude publiée en juin 2019 sur le site statista.com ([source](#)), 54% des français utilisent leur voiture individuelle tous les jours et 20% l'utilisent « *plusieurs fois par semaine* ». Afin d'obtenir une hypothèse haute mais crédible, considérons que 74% des douarnenistes réalisent le trajet-type susmentionné tous les jours.

Le bilan carbone de ces trajets quotidiens serait donc de **9,7 tCO<sub>2e</sub> / jour**.

Une hypothèse optimiste voudrait que la **moitié des 74%** de douarnenistes laissent leur voiture au garage et réalisent le trajet-type uniquement à pied, ou en vélo ou tout autre mode de transport bas carbone. Dès lors, les émissions liées aux trajets des automobilistes diminueraient de moitié et chuteraient à **4,8 tCO<sub>2e</sub> / jour**.

Ces résultats présentés autrement, nous pouvons en déduire que le futur aménagement du Chemin du Treiz permettra d'éviter **4,9 tCO<sub>2e</sub> / jour**.

Le futur aménagement du Chemin du Treiz pourrait donc permettre d'éviter les émissions de **1770 tCO<sub>2e</sub> / an**, soit deux fois plus que les émissions actuellement calculées pour l'ensemble du projet (achats de biens, réalisation des travaux, traitement des déchets lors du démantèlement, fret etc.).

**A l'échelle de la durée de vie de l'aménagement (100 ans), ce projet permettrait d'éviter 177 000 tCO<sub>2e</sub>.**

## V.2.2 Hypothèse médiane

Sur la base des mêmes calculs, nous retiendrons ici que **10% des 74% des automobilistes** abandonnent leur voiture au profit de modalités de transport plus douces.

Dans pareille hypothèse, les émissions évitées s'élèveraient donc à **0,9 tCO<sub>2e</sub> / jour**.

Dans ces circonstances, l'aménagement du Chemin du Treiz permettrait d'éviter **328,5 tCO<sub>2e</sub> par an**.

**Eu égard à la durée de vie de l'aménagement, les émissions évitées pour les 100 prochaines années pourraient s'élever à 32 850 tCO<sub>2e</sub>.**

## V.2.3 Hypothèse basse

Pour cette hypothèse, nous nous proposons de réduire le nombre d'automobilistes à 10% des douarnenistes.

Ces automobilistes émettent donc **1,3 tCO<sub>2e</sub> / jour**.

Si **10%** d'entre eux décidaient d'employer le nouvel aménagement pour traverser l'estran, les émissions évitées grâce au nouveau Chemin du Treiz s'élèveraient à **130 kgCO<sub>2e</sub> / jour**.

Ces émissions évitées annuellement cumuleraient à **47,5 tCO<sub>2e</sub>**.

**A l'échelle de la durée de vie du projet (100 ans), les émissions évitées estimées seraient de 4 750 tCO<sub>2e</sub>.**

## V.2.4 Conclusion sur les émissions évitées

Quelle que soit l'hypothèse retenue, et notamment quel que soit le nombre d'automobilistes, le projet d'aménagement du Chemin du Treiz **permettra sans nul doute d'éviter de nouvelles émissions de manière significative.**

En effet, permettre aux habitants de se déplacer autrement que de manière véhiculée tend inexorablement à réduire l'utilisation de la voiture.

Il convient de garder à l'esprit deux facteurs importants :

- Le projet étant en phase AVP, le bilan actuel est provisoire car il repose sur des hypothèses et estimations, et non sur des données d'activité précises et fiables. Lorsqu'un **bilan exhaustif sera réalisé à posteriori** de la construction de l'ouvrage, les **émissions évitées pourront être calculées de manière tout aussi précise.**
- La durée nécessaire pour que les émissions évitées dépassent les émissions liées à la réalisation du projet dépendra essentiellement du **nombre d'administrés qui préféreront la mobilité douce à l'utilisation de leur véhicule personnel** pour traverser l'estran.

**Pour calculer avec précision les émissions évitées grâce à l'aménagement du futur Chemin du Treiz, il est recommandé à la Ville de Douarnenez de procéder à un diagnostic sur la mobilité au sein de son territoire et de comparer l'impact du projet sur les habitudes de déplacement des douarnenistes.**

# VI. COMPENSATION DU PROJET

## VI.1. 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 :

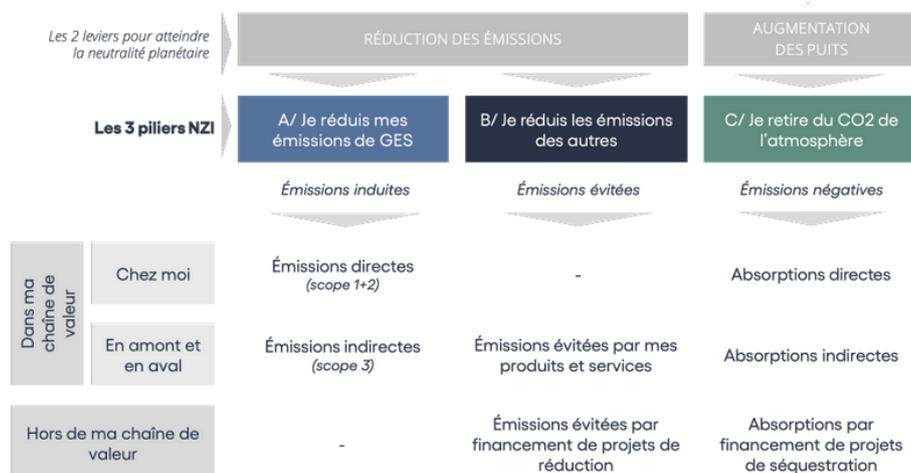


Figure 23 : Tableau de bord Net Zéro Initiative

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.**

## VI.2. 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 24 : 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 »

## VI.3. 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   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Label Bas Carbone</b>              | <a href="https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/">https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/</a>                       |
| <b>Verified Carbon Standard (VCS)</b> | <a href="https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/">https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/</a>     |
| <b>Label Gold Standard</b>            | <a href="https://www.goldstandard.org/">https://www.goldstandard.org/</a>   |
| <b>Climate Impact Partners</b>        | <a href="https://www.climateimpact.com/fr/explorez-nos-projets/">https://www.climateimpact.com/fr/explorez-nos-projets/</a> |
| <b>Fondation GoodPlanet</b>           | <a href="https://www.goodplanet.org/fr/">https://www.goodplanet.org/fr/</a>   |



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 !

**Eco-Stratégie** recommande également certaines initiatives privées connues et reconnues pour leur sérieux :

| Projets / Organismes de compensation | Liens   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Reforest'action</b>               | <a href="https://www.reforestaction.com/">https://www.reforestaction.com/</a>         |
| <b>Plantons pour l'avenir</b>        | <a href="https://www.plantonspourlavenir.fr/">https://www.plantonspourlavenir.fr/</a> |

## VI.4. Conclusion sur la compensation carbone

Compte tenu du fait que quel que soit le scénario envisagé par rapport aux futures émissions évitées, le chemin du Treiz tend à éviter davantage d'émissions futures que celles qui ont été nécessaires à sa construction, il est permis de ne pas considérer une éventuelle compensation carbone du projet d'aménagement selon la séquence ERC.

Toutefois, comme précédemment développé, le 3<sup>e</sup> pilier de la *Net Zero Initiative (NZI)* ne se limite pas à capter uniquement les émissions dont un projet ou une entreprise est responsable, mais bien à **augmenter les puits de carbone**. Dès lors, Eco-Stratégie ne peut que recommander à la Ville de Douarnenez de compenser au moins les émissions dues au futur chantier d'aménagement, soit **755 tCO<sub>2</sub>e** (l'ensemble des postes de la figure 16 moins la maintenance).

## VII. PISTES D'AMELIORATION ET DE REDUCTION DES GES

Les axes d'améliorations présentés ci-dessous concernent uniquement la phase de construction. Eco-Stratégie a parfaitement conscience que le porteur de projet a déjà l'intention d'appliquer certaines des suggestions suivantes.

**Réutilisation des matériaux** déjà présents à l'état initial afin de réduire les besoins :

- Réutilisation du déblai ;

**Optimisation des achats :**

- Utilisation de matériaux durables : le choix de matériaux durables et à faible impact environnemental, tels que des **matériaux recyclés ou recyclables** peuvent réduire l'empreinte carbone du projet. Le porteur de projet envisage déjà d'acheter de l'acier 100% recyclé.
- Gestion responsable des déchets de chantier : La mise en place de plans de gestion des déchets et de procédures de tri sur le chantier favorise une économie circulaire et réduit la quantité de déchets envoyés en décharge ;
- Choix de fournisseurs responsables : privilégier des fournisseurs engagés dans des pratiques responsables sur le plan environnemental. Cela peut inclure des critères tels que l'utilisation de matériaux durables, la certification environnementale, l'adoption de politiques de responsabilité sociale et environnementale.
- Choisir des fournisseurs proches afin de réduire la distance de fret. Le porteur de projet souhaite également de se fournir auprès de prestataires locaux.

**Consommations des engins de chantier :**

- Bien s'approvisionner et s'assurer de la qualité du carburant : Le GNR (gazole non routier) est un produit fragile, qui doit être conservé dans des conditions bien précises pour éviter sa détérioration (qui peut avoir un impact négatif sur les moteurs des engins). La qualité du carburant joue un rôle sur la consommation des véhicules de chantier ;
- Effectuer une maintenance régulière des engins de chantier pour être sûr que les véhicules ne présentent aucune anomalie pouvant entraîner une surconsommation. Cela peut être réalisé par l'utilisation d'un logiciel de gestion de parc ;
- Suivre la consommation des engins : Le suivi de la consommation vous permet de déceler des anomalies et de trouver des solutions pour réduire la consommation ;
- Optimiser les trajets des engins ;
- Améliorer les engins en mettant en place un système d'arrêt automatique des moteurs, une optimisation des systèmes hydraulique ou encore des améliorations permettant des fonctionnements hybrides.

**Energie**

- Utilisation de sources d'énergie renouvelable : Lorsque cela est possible, recourir à des sources d'énergie renouvelable pour alimenter les activités du chantier, comme l'énergie solaire ou éolienne, en installant des panneaux solaires sur les bâtiments du chantier ou utiliser des générateurs fonctionnant à l'énergie renouvelable.

**Suivi et évaluation :** Mettre en place un suivi régulier des émissions de GES du chantier permet de mesurer les progrès réalisés et d'identifier les domaines nécessitant des améliorations supplémentaires.



## 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  | Combustion de combustibles liés au projet  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Emissions des machines pour le projet.   |
|  | 1.2 | Sources mobile de combustion   | Combustion de carburant des véhicules et engins de manutention utilisés dans le cadre de l'installation et du démantèlement de la centrale                           | 20%  | Moyen        | Important              | Faible                  | Faible         | Non                                  | Emissions des véhicules et engins possédés.  |
|  | 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 : Le projet n'implique pas d'utilisation de systèmes de production de froid.           |
|  | 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         | Non                                  |  |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES A L'ENERGIE          | 2.1 | Consommation d'électricité   | Consommation d'électricité liée à installation et au démantèlement de la centrale  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  |  |
|  | 2.2 | Consommation autre que l'électricité (vapeur, chaleur ou froid)                    |  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Non rencontré : Le projet n'implique pas consommation autre que l'électricité.                       |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AU TRANSPORT         | 3.1 | Transport de marchandises amont  | Transport de biens matériels réceptionnés  | 7%   | Faible       | Moyen                  | Moyen                   | Moyen          | Oui                                  |  |
|  | 3.2 | Transport des marchandises aval  | Transport des déchets suite au démantèlement de l'infrastructure   | 3%   | Faible       | Moyen                  | Moyen                   | Moyen          | Oui                                  |  |
|  | 3.3 | Déplacements domicile-travail  | Consommation de combustibles ou d'électricité nécessaire aux déplacements des employés dans le cadre de l'installation et du démantèlement de la centrale            | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | 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 employés dans le cadre du développement de la centrale                                 | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  |  |
|  | 3.5 | Déplacements professionnels  | Consommation de combustibles ou d'électricité nécessaire aux déplacements des employés dans le cadre du développement et de la mise en fonctionnement de la centrale | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Négligé : Les déplacements sont en partie intégrés dans les frais d'études                           |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS ACHETES | 4.1 | Achats de biens  | Quantité de biens achetés permettant le fonctionnement du projet (panneaux, structures, équipements électriques, etc.)   | 40%  | Important    | Important              | Moyen                   | Important      | Oui                                  |  |
|  | 4.2 | Immobilisation des biens   | Fabrication des biens immobilisées pour le projet (machines de chantier)   | 5%   | Moyen        | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |  |
|  | 4.3 | Gestion des déchets  | Les déchets générés par le projet  | 10%  | Moyen        | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |  |
|  | 4.4 | Actifs en leasing amont  | Biens ou services loués appartenant à un tier. Production, utilisation, entretien, fin de vie des biens type véhicules, logements, engins.                           | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  |  |
|  | 4.5 | Achats de services   | Quantité de services achetés permettant le fonctionnement du projet (frais d'assurances, de surveillance, nettoyage, bancaires, etc.).                               | 15,0%  | Important    | Important              | Faible                  | Faible         | Oui                                  |  |
| EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIES AUX PRODUITS VENDUS  | 5.1 | Utilisation des produits vendus  |  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Non rencontré : le projet n'implique pas des ventes de produits.                                     |
|  | 5.2 | Actifs en leasing aval   |  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Non rencontré : le projet n'implique pas des locations bien dont il est propriétaire.                |
|  | 5.3 | Fin de vie des produits vendus   |  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Non rencontré : le projet n'implique pas des ventes de produits.                                     |
|  | 5.4 | Investissements  |  | N/A  | Faible       | Faible                 | Faible                  | Faible         | Non                                  | Non rencontré : le projet n'implique pas d'investissements.  |
| AUTRES EMISSIONS INDIRECTES                        | 6.1 |  |  | N/A  | 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 :

$$\text{ÉQUATION 6.3}$$

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

où :

$U_{\text{total}}$  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 :

$$\text{ÉQUATION 6.4}$$

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

où :

$U_{\text{total}}$  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  $\pm 20$  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.<sup>3</sup> Le résultat de Niveau 1 correspondant indique une plage de  $\pm 2$  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 CO<sub>2</sub> (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 :

<sup>3</sup> Spécifiquement une diminution des émissions de  $6 \pm 5$  pour cent.

