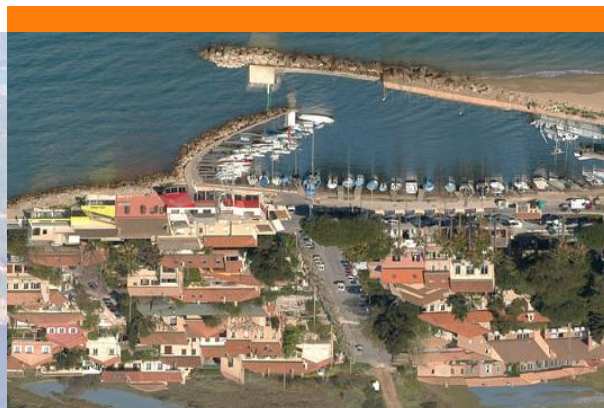
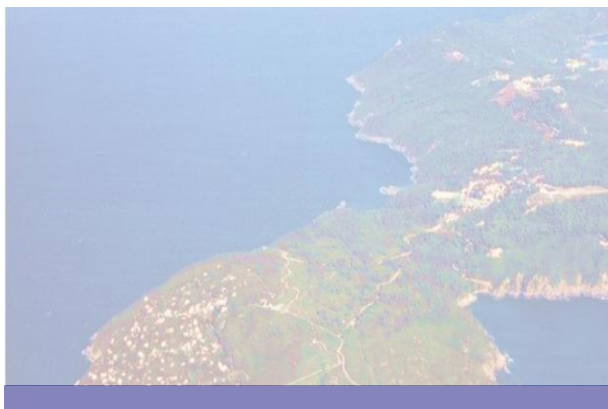




RAPPORT

Projet de réhabilitation du réseau d'assainissement, d'implantation d'une station d'épuration et de réfection d'un émissaire de rejet sur la base principale du Levant

Bilan carbone

juin 2026

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE
MEDITERRANEE



CLIENT

RAISON SOCIALE	Service d'Infrastructure de la Défense Méditerranée (SID MED)
COORDONNÉES	BCRM TOULON BP 71 83800 TOULON Cedex 9
INTERLOCUTEUR (Nom et coordonnées)	Stéphane FAUX Chef du Bureau Conduite des Opérations / Adjoint au Chef de Division Division Investissement Tél. 04.22.42.18.59 E-mail : stephane1.faux@intradef.gouv.fr Valentin FABRE Conducteur d'opérations Division Investissement Tél. 06.31.08.47.01 E-mail : valentin3.fabre@intradef.gouv.fr

SCE

COORDONNÉES	1 esplanade Miriam Makeba 69100 VILLEURBANNE Tél. 04 72 81 98 10 E-mail : lyon@sce.fr
INTERLOCUTEUR (Nom et coordonnées)	Monsieur Gaël LAMBERTHOD Tél. 06 43 33 14 10 E-mail : gael.lamberthod@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Projet d'implantation d'une station d'épuration et la réfection d'un émissaire de rejet sur la base principale du Levant. Bilan carbone du projet
NOMBRE DE PAGES	33 (hors annexes)
NOMBRE D'ANNEXES	3
OFFRE DE RÉFÉRENCE	P21003684

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
220049	24/03/2026	V1	Première émission	NVO	GLM

Sommaire

Définitions	6
Abréviations et acronymes	7
Préambule	8
1. Méthodologie	9
1.1. Démarche méthodologique	9
1.2. Etapes du bilan GES	9
1.3. Formules de calcul	11
1.3.1. Emissions induites.....	11
1.3.2. Emissions évitées.....	12
2. Données d'entrée et hypothèses	13
2.1. Postes d'émissions exclues et autres hypothèses sur le périmètre d'évaluation du bilan GES	13
2.2. Phase travaux.....	14
2.2.1. Artificialisation des sols	14
2.2.2. Terrassements.....	15
2.2.3. Etanchéité.....	17
2.2.4. Matériaux d'apport des bassins.....	17
2.2.5. Génie civil	18
2.2.6. Equipements électromécaniques	19
2.2.7. Voies de circulation	20
2.2.8. Canalisation	21
2.2.9. Déchets de chantier.....	24
2.3. Phase exploitation.....	24
2.3.1. Traitement des effluents et rejet des effluents traités	24
2.3.2. Traitement des boues : Epandage	25
2.3.3. Consommation et transport de réactifs	25
2.3.4. Consommation d'énergie électrique.....	26
2.4. Durée d'amortissement.....	26
3. Résultats du bilan carbone.....	28
3.1. Résultats globaux.....	28
3.2. Focus sur la phase travaux	29
3.2.1. Emissions totales des travaux du projet.....	29
3.2.2. Emissions par lot	30

3.3. Focus sur la phase exploitation	31
4. Actions de réduction des émissions	32
Annexes.....	33

Liste des figures

Figure 1 : FE des changements d'affectation des sols en tCO₂eq/ha (Source : Base Empreinte ®)	14
Figure 2 : FE – niveau 2 pour terrassements (Source : CEREMA 2020)	15
Figure 3 : Distances de référence pour les FE des terrassements (Source : CEREMA 2020)	16
Figure 4 : FE - niveau 3 des terrassements (Source : CEREMA 2020)	16
Figure 5 : Liste des équipements électromécaniques dans la STEP.....	19
Figure 6 : FE pour voies de circulation (Source : CEREMA 2020)	21
Figure 7 : Distances de référence pour les FE des voies de circulation (Source : CEREMA 2020)	21
Figure 8 : Décomposition d'un FE de travaux de canalisation (Source : ASTEE 2024).....	23
Figure 9 : Amortissement des immobilisation (Source : ASTEE 2024)	26
Figure 10 : Résultats du bilan carbone	28
Figure 11 : Répartition des émissions induites par scope	28
Figure 12 : Comparaison entre les émissions annuelles en phase travaux et les émissions en phase exploitation	29
Figure 13 : Emissions induites par les travaux.....	29
Figure 14 : Comparaison des émissions induites par lot	30
Figure 15 : Répartition des émissions induites par l'exploitation	31

Listes des tableaux

Tableau 1 : Etapes du bilan carbone	9
Tableau 2 : Cubature des terrassements et distance de la carrière	15
Tableau 3 : Facteurs d'émissions des travaux de terrassement.....	17
Tableau 4 : Quantité des matériaux d'étanchéité et distance des fournisseurs.....	17
Tableau 5 : Facteurs d'émissions des matériaux de l'étanchéité	17
Tableau 6 : Quantité des matériaux de génie civil et distance des fournisseurs	18
Tableau 7 : Facteurs d'émissions des travaux de génie civil	19
Tableau 8 : Nombre d'équipements électromécaniques.....	20

Tableau 9 : Facteurs d'émissions des équipements électromécaniques	20
Tableau 10 : Matériaux de voirie et distance d'approvisionnement	20
Tableau 11 : Facteurs d'émissions des travaux de voirie.....	21
Tableau 12 : Données d'activité des canalisations.....	22
Tableau 13 : Facteurs d'émissions des travaux canalisation.....	23
Tableau 14 : Données de traitement de la filière eau.....	24
Tableau 15 : Facteurs d'émission du traitement des effluents et de leur rejet.....	25
Tableau 16 : Pourcentage d'azote par type de boue (Source : Gestaboues 2015).....	25

Liste des annexes

Annexe 1 : Emissions du lot 1	34
Annexe 2 : Emissions du lot 2	35
Annexe 3 : Emissions du lot 3	36

Définitions

Gaz à effet de serre (GES)	Constituant gazeux de l'atmosphère naturel ou anthropogène, qui absorbe et émet le rayonnement d'une longueur d'onde spécifique du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages.
Bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) ou Bilan GES ou Bilan carbone	Évaluation de la quantité de gaz à effet de serre émise (ou captée) dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation ou d'un territoire.
Postes d'émission	Émissions de GES provenant de sources ou de types de sources homogènes.
Périmètre opérationnel	Périmètres d'activités et catégories d'émissions de GES.
Données d'activité (DA)	Quantification des activités émettrice de GES.
Facteur d'émissions (FE)	Coefficient utilisé pour transformer une donnée d'activité en une quantité d'émission de GES.
Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	Facteur indiquant l'impact sur le climat de l'émission d'une quantité donnée de gaz en comparaison de l'émission de la même quantité de CO ₂ .
Equivalent CO₂ (CO₂eq)	Quantité de CO ₂ d'un GES qui aurait le même impact sur l'atmosphère que le CO ₂ . Il est obtenu en appliquant le PRG au GES concerné.

Abréviations et acronymes

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ASTEE	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO ₂ b	Dioxyde de carbone biogénique
CO ₂ eq	Dioxyde de carbone équivalent
DA	Donnée d'activité
DBO ₅	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
EP	Eaux pluviales
EU	Eaux usées
FE	Facteur d'émission
FPR	Filtres plantés de roseaux
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
MES	Matières en suspension
MS	Matières sèches
N ₂ O	Protoxyde d'azote ou oxyde nitreux
NGL	Azote globale
NTK	Azote total Kjeldahl
OMEGA TP	Outil méthodologique d'évaluation des gaz à effet de serre des activités de travaux publics
PEHD	Polyéthylène haute densité
PP	Polypropylène
PR	Poste de refoulement
Pt	Phosphore total
PVC	Polychlorure de vinyle
SNBC	Stratégie nationale bas-carbone
SNBPE	Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi
STEP	Station d'épuration

Préambule

Les infrastructures du système d'assainissement existant sur la base du Levant datent d'une cinquantaine d'années (dispositifs d'assainissement non-collectifs, réseaux eaux usées (EU) et eaux pluviales (EP), regards, chasses, etc.) et la base principale n'est pas équipée d'une station de traitement des eaux usées : celles-ci sont directement rejetées en mer par l'intermédiaire d'un émissaire (d'environ 280 ml à - 33 m de profondeur).

De plus, bien que le réseau de collecte et de transfert de la base soit réputé séparatif, les diagnostics menés en phase amont du projet ont mis en évidence de mauvais branchements. Le réseau présente des dysfonctionnements qui impactent fortement la qualité et les volumes d'eau usée à traiter par la future station d'épuration à créer (casses, défaut d'étanchéité, intrusions de racines, obstructions, mauvais branchements...).

Enfin, l'émissaire présente lui aussi des défauts majeurs ne garantissant la bonne évacuation des eaux pluviales et usées dans le milieu.

Dans ce contexte, le SID a fait le choix d'entreprendre un vaste programme de travaux permettant de garantir la mise en conformité du système d'assainissement collectif et réseau pluvial de la base du Levant.

Les travaux ont ainsi été pensés en deux phases :

- ▶ Phase 1 : réfection des réseaux d'eaux usées EU et pluviales EP existants (travaux achevés - réalisés sur une période de 12 mois, du 17/06/2024 au 16/06/2025) ;
- ▶ Phase 2 (9 mois) :
 - Création de la nouvelle STEP en filtre planté de roseaux (FPR) ;
 - Réhabilitation de l'émissaire en mer par tubage : mise en place d'un nouvel émissaire dans l'actuel ;
 - Raccordements nécessaires pour la nouvelle STEP et l'émissaire réhabilité.

Les marchés de travaux sont divisés en 3 lots :

- ▶ Lot 1 : Travaux de la phase 1 (tranche ferme et les 2 tranches optionnelles) ;
- ▶ Lot 2 : Travaux de la phase 2 pour le volet STEP et raccordements ;
- ▶ Lot 3 : Travaux de la phase 2 pour l'émissaire de rejet en mer.

Dans le cadre de l'élaboration du dossier d'autorisation environnemental, un bilan carbone des travaux et de l'exploitation est réalisé.

Dans sa stratégie nationale bas-carbone (SNBC), la France s'est engagée à réduire de 40 % ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030, et d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Dans cette dynamique de réduction des émissions de GES, l'objectif du bilan GES de cette étude est d'identifier les postes d'émission de gaz à effet de serre les plus importants des phases de construction et d'exploitation, puis de proposer des actions de réduction de ces émissions.

1. Méthodologie

1.1. Démarche méthodologique

La méthodologie du bilan GES qui sera appliquée dans cette étude est celle décrite dans l'article L.229-25 du code de l'environnement et que l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE) a adaptée au secteur de l'eau et de l'assainissement dans son guide méthodologique¹. Ce guide sectoriel a été élaboré par le groupe de travail « Bilan des émissions GES du secteur de l'eau et des déchets » de l'ASTEE, et mis à disposition par l'ADEME. Il fournit les indications spécifiques au secteur de l'eau et l'assainissement permettant de bien définir les périmètres organisationnel et opérationnel du bilan carbone à réaliser, de même que les postes et facteurs d'émission à considérer.

Les postes d'émission seront classés en fonction des 3 scopes définis dans la méthodologie réglementaire (toutes les catégories d'émissions ne concernant pas que le volet eaux usées) :

- scope 1 : émissions directes (traitement des effluents, traitement des boues...)
- scope 2 : émissions indirectes liées à l'énergie (électricité, chaleur, vapeur)
- scope 3 : autres émissions indirectes (réactifs, matériaux de construction, transport amont, rejet des effluents traités...).

Il est important de préciser qu'au 1er juillet 2022, le Décret n° 2022-982 relatif aux bilans d'émissions de gaz à effet de serre a apporté des modifications au Code de l'environnement dont le remplacement des 3 scopes par 6 catégories d'émissions. Le scope 3 est subdivisé en 4 catégories d'émissions indirectes : transport, produits achetés, produits vendus et autres. Les scopes 1 et 2 deviennent respectivement catégories 1 et 2.

Pour simplifier l'analyse des résultats, les émissions seront catégorisées en fonction des scopes 1, 2 et 3 de la réglementation antérieure.

1.2. Etapes du bilan GES

Les étapes du bilan GES (**tableau 1**) sont :

- La définition des périmètres organisationnel et opérationnel ;
- La collecte des données d'activité (DA) ;
- Le calcul du bilan carbone par le biais des facteurs d'émission (FE) ;
- L'analyse des résultats pour identifier les postes d'émission sur lesquels agir.

(Voir les définitions des termes listés en début de rapport).

Tableau 1 : Etapes du bilan carbone

Définition des périmètres organisationnel et opérationnel	<u>Périmètre organisationnel</u> : La collecte, le transport, le traitement des eaux usées et le rejet des eaux traitées relèvent de la responsabilité du SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE MEDITERRANEE. <u>Périmètre opérationnel</u> : ce bilan carbone couvre : ➤ la phase travaux : construction des ouvrages (terrassements, génie civil, voies de circulation, canalisation, émissaire) et fourniture en équipements électromécaniques ; ➤ la phase exploitation : traitement des eaux usées et des boues (niveau de traitement, consommation d'énergie et de réactifs), rejet des effluents traités et évacuation des boues.
--	---

¹ Guide méthodologique des émissions de gaz à effet de serre des services de l'eau et de l'assainissement – édition 2024

Collecte des données d'activité	Les activités sont les postes d'émissions de GES du périmètre opérationnel. La quantification de ces activités s'appelle données d'activité. Ainsi, les postes d'émissions considérés pour la phase travaux sont : ■ l'artificialisation du sol qui entraine un déstockage du carbone contenu dans le sol ; ■ la fourniture, le transport et la mise en œuvre des terrassements, des ouvrages de génie civil, des canalisations et des voies de circulation ; ■ la fourniture des équipements électromécaniques ; ■ le transport des déchets de chantier. Les postes d'émission de la phase exploitation considérés sont : ■ le traitement des effluents qui entraînent des émissions directes de GES dues au traitement de la DCO et de l'azote ; ■ les consommations énergétiques annuelles (électricité) ; ■ les consommations annuelles de réactifs ainsi que leur acheminement depuis leur site de fabrication ; ■ le rejet des effluents traités qui continuent leur processus d'épuration dans le milieu naturel. ■ le traitement et l'évacuation des boues. A ce stade de l'étude, certaines données ne sont pas disponibles, surtout pour la phase des travaux. Des hypothèses sont posées dans la suite du rapport.
Calcul du bilan carbone par le biais des facteurs d'émission	Compte tenu de la difficulté à mesurer directement les émissions de GES d'une activité, des facteurs d'émission sont utilisés pour convertir les données d'activité en CO₂ équivalent (voir Définitions). Les facteurs d'émissions utilisés dans cette étude sont principalement issus : ■ de l'ASTEE ■ du CEREMA, ■ de l'ADEME (Base Empreinte®), ■ du SNBPE, ■ d'OMEGA TP ■ de la base INIES D'autres sources de facteurs d'émission ont également été utilisés et précisé dans les tableaux correspondants. Ces facteurs d'émissions comportent des incertitudes qui sont calculées dans l'étude et indiquées en annexe.
Analyse des résultats et actions de réduction	Les résultats du bilan carbone doivent permettre d'identifier les postes d'émission les plus impactants et de proposer des actions de réduction des émissions de GES aussi bien pour la phase des travaux que la phase de l'exploitation de la STEP.

1.3. Formules de calcul

1.3.1. Emissions induites

L'évaluation des émissions de GES induites par les activités du projet est réalisée en multipliant les données d'activité par des facteurs d'émission (**Equation 1**). Le résultat donne la quantité de CO₂ équivalent (voir Définitions) émise par les activités du périmètre opérationnel de l'étude. Toute la complexité de ce calcul réside dans le choix des données d'entrée, d'où l'importance de bien définir le périmètre opérationnel concerné par ce bilan carbone.

$$E \text{ (kg CO}_2\text{eq / an)} = DA * FE \text{ (Equation 1)}$$

E : émission (kg CO₂eq / an)

DA : donnée d'activité (unité)

FE : facteur d'émission (kg CO₂eq / unité de DA)

L'équivalent CO₂ est une unité permettant de comparer les effets d'une quantité donnée de gaz avec l'émission de la même quantité de CO₂. En effet, parmi la liste des GES énumérés dans l'Arrêté du 25 janvier 2016 relatif à l'article R.229-25 du Code de l'environnement, trois gaz sont majoritairement comptabilisés dans les BEGES des services publics d'eau et d'assainissement. Leurs pouvoirs de réchauffement global (PRG) selon le 5ème rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014) sont :

- le dioxyde de carbone (CO₂) : PRG = 1 ;
- le méthane (CH₄) : PRG = 30 pour méthane fossile et PRG = 28 pour méthane biogénique ;
- le protoxyde d'azote (N₂O) : PRG=265.

En traitements des eaux usées, les émissions de CH₄ et de N₂O sont dues aux charges organiques contenues dans les eaux et les boues. Les émissions de CO₂ quant à elles proviennent essentiellement de l'énergie utilisée pour la fabrication et le transport des intrants (matériaux, matériels, réactifs...) et de la consommation d'énergie liée au fonctionnement de la STEP. En outre, il est également comptabilisé séparément des émissions fossiles et à titre d'information, les émissions de CO₂ dites biogéniques (CO₂b) qui ont un bilan carbone neutre ².

Par ailleurs, le calcul de bilan carbone comporte des incertitudes liées à la qualité des données d'activité et des données ayant permis la construction des facteurs d'émission. En effet, ces données peuvent être obtenues par mesures directes ou par approximations. Dans la méthodologie de calcul appliquée dans cette étude, le calcul des incertitudes sur les émissions (**Equation 2**) ne considère que les incertitudes sur les facteurs d'émission, les incertitudes sur les données d'activité n'étant pas connues.

L'incertitude globale est calculée avec l'**équation 3** issue du guide de l'ASTEE de 2018.

$$incE = E * incFE \text{ (Equation 2)} ; \text{ Incertitude globale} = \sqrt{incE_1^2 + incE_2^2 + incE_3^2 \dots} \text{ (Equation 3)}$$

E : émission (en kg CO₂eq / an)

incE : incertitude sur l'émission E (en kg CO₂eq / an)

incFE : incertitude sur le FE (en pourcentage)

Les incertitudes sont classées comme suit :

- ▶ Très faible : <10%
- ▶ Faible : 10% ≤ Inc < 30%
- ▶ Acceptable : 30% ≤ Inc < 50%

² CO₂ soustrait de l'atmosphère par photosynthèse puis généralement restitué soit par des processus biologiques soit par des processus anthropiques. S'oppose aux émissions d'origines minières dites émissions fossiles.

- ▶ Elevée : Inc ≥ 50%

Une incertitude de 50% est appliquée aux FE dont les incertitudes ne sont pas connues.

1.3.2. Emissions évitées

Les émissions évitées sont calculées dans le cadre de valorisation de sous-produits issus des activités de la STEP. Les émissions sont dites évitées lorsque ces sous-produits valorisés sont utilisés par un tiers en dehors du périmètre opérationnel³. Ce cas se présente lorsque les boues sont épandues, permettant ainsi d'éviter des émissions de CO₂ liées à l'utilisation d'engrais chimique.

Par opposition aux émissions induites qui sont obtenues en multipliant les facteurs d'émission par la donnée d'activité correspondante, les émissions évitées sont calculées en faisant une soustraction entre le scénario sans valorisation et le scénario avec valorisation. On parlera d'émission réduite lorsque la valorisation est réutilisée à l'intérieur de la STEP (par exemple en cas d'autoconsommation de thermie dans la STEP).

Equation 4 : Emissions évitées grâce l'épandage = Emissions si utilisation de d'engrais chimique – Emissions si utilisation de boues épandues.

$$E_e \text{ (kg CO}_2\text{eq /an)} = (DA * FE_{\text{engrais chimique}} - DA * FE_{\text{boues épandues}})$$

E_e : émissions évitées (kg CO₂eq / an)

DA : donnée d'activité (unité)

FE : facteur d'émission (kg CO₂ eq / unité de DA)

³ Lorsque l'utilisation se fait dans le périmètre opérationnel en autoconsommation, on parlera alors d'émissions réduites. Ces réductions sont déjà prises en compte dans le calcul des émissions induites.

2. Données d'entrée et hypothèses

2.1. Postes d'émissions exclues et autres hypothèses sur le périmètre d'évaluation du bilan GES

Phase travaux	▶ Lot 1 (Réhabilitation réseau) : ■ Etant donné que les travaux sont achevés, le bilan carbone est réalisé en utilisant les quantitatifs réellement mis en œuvre. ▶ Lot 2 (Construction STEP) : ■ Gros œuvre uniquement considéré pour les travaux de génie civil ; second œuvre non inclus y compris le local technique et la clôture ; ■ Déchets de chantier exclus car non estimables à ce stade de l'étude ; ■ Distances des fournisseurs et décharges inconnues ; un rayon de 100km est considéré pour le calcul des émissions liées au transport des matériaux. ▶ Lot 3 (Réhabilitation émissaire) : ■ Distances des fournisseurs inconnues ; un rayon de 100km est considéré pour le calcul des émissions liées au transport des matériaux. ■ Compte tenu de la bibliographie limitée sur des facteurs d'émission agrégés⁴ en travaux maritimes, des facteurs d'émissions agrégés en travaux terrestres sont utilisés ; ■ Par manque de données d'activités suffisantes, ne sont pas considérées les émissions liées : - aux déchets de chantier - aux plongées - aux allers-retours journaliers entre l'île et le port - à l'utilisation d'engins particuliers - aux accessoires des ouvrages et petites opérations réalisées pendant les travaux (ancres à vis, mouillage, inspections télévisées, treuil de tirage ...) Les émissions liées au transport des équipements électromagnétiques (lots1 et 2) ne sont pas calculées du fait de la variabilité de leurs poids en fonction des modèles qui seront installés.
Phase exploitation	▶ Seul le lot 2 est concerné par cette phase : ■ Les eaux traitées sont de type domestiques (donc les émissions de CO₂ sont de type biogénique lors de leur traitement). ■ La filière de traitement de la STEP est de type filtres plantés de roseaux (FPR). En fonction du taux de remplissage des lits, la fréquence de curage des boues peut aller de 5 à 10 ans. Il n'y a pour l'instant pas de plan d'épandage permettant d'évaluer les émissions induites et évitées qui seront liées à l'épandage des boues dans le futur, de même que les émissions liées à leur transport vers les champs. Cependant, il est réalisé dans ce bilan carbone une estimation des émissions induites et évitées (hors transport) de la production annuelle de boues stockées dans les lits, en attendant leur curage. ■ Le transport et le traitement des refus de dégrillage n'est pas pris en compte par manque de données (fréquence d'évacuation et de

⁴ Facteur d'émission construit en combinant plusieurs sources de données (exemple : fabrication amont + transport + mise en œuvre + fin de vie)

	ramassage des poubelles, distances vers la décharge, type de traitement...) La consommation d'électricité des postes de refoulement du lot 1 n'est pas connue, ses émissions ne sont donc pas calculées.
--	--

Les distances indiquées dans les données d'activité qui suivent sont des distances de trajets terrestres, jusqu'au port d'Hyère. **Il est calculé en plus, les émissions liées au trajet entre le port et l'île dont la distance est de 25 km. Le mode de traversée utilisé est un ferry dont le facteur d'émission est pris égal à 0.18 kgCO₂e/t.km (Source : Base Empreinte®).**

Ne sont pas pris en compte dans le bilan carbone :

- ▶ les émissions associées au transport de personnes, aussi bien durant les phases de travaux que les phases d'exploitation
- ▶ les émissions liées aux études amont du projet et aux installations de chantier.

Par ailleurs, vu le caractère partiel de données disponibles à ce stade de l'étude, les résultats de ce bilan carbone peuvent évoluer ultérieurement en cas d'actualisation des données.

La liste des postes d'émissions et des activités associées aux 3 lots de travaux est jointe aux annexes 1, 2 et 3.

2.2. Phase travaux

2.2.1. Artificialisation des sols

2.2.1.1. Données d'activité

Etant donné que les lots 1 et 3 sont des travaux de réhabilitation, il n'y a pas de changement d'affectation des sols induits par le projet. D'après les données du projet, l'artificialisation du sol induite par la construction de la nouvelle STEP s'étend sur une surface de **0.12ha répartie en 800m² de voirie et 400m² de roseaux**. Le sol avant la réalisation des travaux est de type « forêt ».

2.2.1.2. Facteurs d'émission

La construction de la nouvelle STEP aura pour conséquence d'accroître la surface de sol artificialisée sur le site du projet. Ce processus entraînera une perte de carbone stocké dans les sols, libéré dans l'atmosphère sous forme de CO₂. La Base Empreinte® de l'ADEME, permet d'évaluer ce déstockage de carbone.

	Cultures	Prairies	Forêts	sols non imperm.	sols imperm.
Cultures en terres arables		-1,80	-1,61	0	190
Prairies permanentes	3,48		-0,37	0	290
Forêts	2,75	0,37		0	290

Figure 1 : FE des changements d'affectation des sols en tCO₂eq/ha (Source : Base Empreinte ®)

Ainsi, le facteur d'émission considéré pour l'artificialisation des sols est de **290 000 kgCO₂eq/ha pour les voiries et 2 750 kgCO₂eq/ha pour les roseaux**, avec une incertitude estimée à 50%.

2.2.2. Terrassements

2.2.2.1. Données d'activité

Les quantitatifs de déblais et remblais considérés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Cubature des terrassements et distance de la carrière

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Volume remblais issus des déblais	522 m ³	100% du volume total de remblais 1100 m ³	-
Volume remblai d'apport	648 m ³	-	-
Distance carrière d'approvisionnement	Carrière du Juge Someca Brignoles à 60 km du port d'Hyères	-	-
Volume de déblais mis en décharge	394 m ³	-	-
Distance décharge	Rayon de 100km	-	-

2.2.2.2. Facteurs d'émission

Le CEREMA a calculé dans son guide « Recommandation pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers » publié en 2020, un ensemble de facteurs d'émission à utiliser pour les calculs des émissions liées aux travaux de terrassement. Ces facteurs d'émissions intègrent :

- ▶ la production de matières premières (déblais, granulats ...),
- ▶ le transport terrestre des matériaux et matériels,
- ▶ l'utilisation des engins pour la mise en œuvre.

Ils n'intègrent pas les déplacements de personnels pendant la durée du chantier.

3 niveaux d'agrégation sont disponibles pour ces FE. Les FE de niveau 2 sont généralement suffisants pour évaluer l'impact des projets en phase études préliminaires.

Description	Unité	Facteur d'émission (kg eq.CO ₂ / unité)		
		Distance des ressources/décharges		
		proche	moyenne	éloignées
Excavation de déblais et transport pour mise en décharge	m ³	0,937	1,29	2,52
Excavation de déblai, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en remblai	m ³	1,41	2,28	4,78
Fourniture, transport et mise en œuvre de matériaux d'apport en remblai	m ³	1,15	2,03	3,79

Figure 2 : FE – niveau 2 pour terrassements (Source : CEREMA 2020)

Concernant la distance, les indications sont les suivantes :

	Proche	Moyen	Eloigné
Matériaux d'apport pour remblai	5 km	10 km	20 km
Matériaux d'apport pour couche de forme	10 km	20 km	40 km
Mise en dépôt / décharge	1 km	3 km	10 km
Transport interne au chantier (dépôt provisoire, déblais mis en remblais)	0,3 km	1 km	3 km

Figure 3 : Distances de référence pour les FE des terrassements (Source : CEREMA 2020)

Dans cette étude, le transport interne pour le remblai provenant des déblais est considéré en distance proche pour le lot 2 (à l'intérieur de la STEP) et éloigné pour le lot 1 (plus de 4km de réseau à parcourir).

Compte tenu des distances nettement supérieures aux distances de référence de ces FE, les FE pour l'excavation des déblais et la mise en œuvre des remblais ont été reconstruits à partir des FE de niveau 3 ci-après. Les FE de niveau 2 pour le transport interne sur site ont été maintenus.

Description	Unité	Facteur d'émission (kg eq.CO2 par unité)
Transport des matériaux hors site des matériaux de terrassement apport et mise en décharge) par transport routier	m³.km	0,176
Transport interne au site des matériaux de terrassements (matériaux de déblais réutilisés en remblais transportés par tombereaux)	m³.km	1,25
Excavation des déblais	m³	0,761
Mise en œuvre des remblais	m³	0,274
Supplément de mise en œuvre pour le traitement des matériaux	m³	0,161
Fabrication de 1 % de chaux	m³	18,7
Fabrication de 1 % de clinker	m³	16,5
Fabrication et mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux granulaires	m³	4,58
Mise en œuvre pour une couche de forme en matériaux du site traités	m³	0,711
Fabrication et mise en œuvre d'un enduit de cure (sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques routiers)	m²	0,273
Transport d'un enduit de cure (sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques routiers)	m².km	0,00129

Figure 4 : FE - niveau 3 des terrassements (Source : CEREMA 2020)

Les facteurs d'émission considérés dans l'étude sont :

Tableau 3 : Facteurs d'émissions des travaux de terrassement

Activité d'émission	Unité d'activité	FE (kg CO ₂ eq/Unité)	Incertitude	Source
Excavation de déblais, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en remblai	m ³	4.78 (lot 1) 1.41 (lot 2)	40%	CEREMA 2020
Mise en œuvre de remblai d'apport	m ³	0.274	40%	CEREMA 2020
Excavation des déblais	m ³	0.761	40%	CEREMA 2020
Transport hors site	m ³ .km	0.176	40%	CEREMA 2020

2.2.3. Etanchéité

Cette section ne concerne que le lot 2 (construction de la STEP).

2.2.3.1. Données d'activité

Les matériaux sont listés dans le tableau qui suit.

Tableau 4 : Quantité des matériaux d'étanchéité et distance des fournisseurs

Géotextile	300g/m ² certifié ASQUAL	1030 m ²
Géotextile	500g/m ² certifié ASQUAL	270 m ²
Géomembrane	PEHDE 1,5 mm	470 m ²
Géomembrane	PP 1,0 mm	270 m ²
Provenance (distance du fournisseur)	Hypothèse : rayon de 100km terrestre	100 km

2.2.3.2. Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions utilisés sont des données environnementales par défaut. Ils n'incluent pas le transport des matériaux sur site, qui est calculé en plus.

Tableau 5 : Facteurs d'émissions des matériaux de l'étanchéité

Activité d'émission	Unité d'activité	FE (kg CO ₂ eq/Unité)	Incertitude	Source
Fourniture et mise en œuvre de géotextile (même hypothèse qu'étanchéité en PP)	m ²	2.61	50%	INIES
Fourniture et mise en œuvre d'étanchéité en PEHD	m ²	4.14	50%	INIES
Fourniture et mise en œuvre d'étanchéité en PP	m ²	2.61	50%	INIES

Concernant le transport des matériaux d'étanchéité sur site, il suppose leur fourniture dans un camion dont le facteur d'émission est de 0.267 t.km (Source : Base Empreinte®).

2.2.4. Matériaux d'apport des bassins

2.2.4.1. Données d'activité

Les lits des bassins seront remplis de matériaux de granulométrie 0/4mm et 2/40mm pour un volume total de 270m³, soit une masse totale arrondie à 500 tonnes. Un rayon de 100km est considéré pour la distance terrestre d'approvisionnement à partir de la carrière.

2.2.4.2. Facteurs d'émission

Le facteur d'émission de la mise en œuvre est pris égal au facteur d'émission de remblais d'apport du tableau n°3, soit **0.274 kgCO₂eq/m³**. Concernant le transport terrestre, le facteur d'émission est de **0.176 kgCO₂eq/m³.km**. (Source : CEREMA).

2.2.5. Génie civil

2.2.5.1. Données d'activité

Les différents matériaux utilisés pour la construction des ouvrages de génie civil de la STEP sont détaillés ci-après. Leur impact climatique a été calculé selon leurs quantités (émissions liées à la fabrication et la mise en œuvre) et la distance du fournisseur (émissions liées au transport).

Tableau 6 : Quantité des matériaux de génie civil et distance des fournisseurs

Lot	Types de matériaux	Quantité	Distance fournisseur
Lot 1	Poste de refoulement en polypropylène (PP) n°1	1 PR de 1.5 m ³	35 km
	Poste de refoulement en polypropylène (PP) n°1	1 PR de 1.5 m ³	1000 km
	Regard en béton Ø1000mm	14 unités	Hypothèse : même provenance que les canalisations : 500km
	Regard en polymère Ø1000mm	54 unités	Hypothèse : même provenance que les canalisations : 500km
	Regard en polymère Ø600mm	36 unités	Hypothèse : même provenance que les canalisations : 500km
Lot 2	Béton armé préfabriqué	40m ² * 7cm	Rayon de 100km
	Béton armé coulé	50m ² * 15cm	Rayon de 100km
	Poste de refoulement - Cuve polyester armé de fibre de verre → Dimension : Ø2400mm * hauteur 3430mm = 25.9m ³	1 unité	Rayon de 100km
	Chasse eaux claires - Cuve polyester pultrudé → Dimensions : Volume de bûché de 2.4m ³	1 unité	Rayon de 100km
	Regard en béton XA2	3 regards de 1m ³	Rayon de 100km
	Canal de comptage - cuve polyester pultrudé → 2250*610*ht650mm=0.89m ³	1 unité	Rayon de 100km
	Sarcophage – béton armé XS3	5 m ³	CEMEX Toulon : 15km
Lot 3	Diffuseur en T – béton armé préfabriqué XS3	3 m ³	Bonna Sabla : 155km
	Lestage - béton armé préfabriqué XS3 de 2200kg	1m ³	Hypothèse : même fournisseur que diffuseur, soit 155km

2.2.5.2. Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions utilisés proviennent :

- ▶ Du SNBPE et de LAFARGE pour le béton : fabrication, transport, mise en œuvre et fin de vie inclus dans le facteur d'émission ;

- ▶ De la base INIES pour les regards et cuves ;
- ▶ De la Base Empreinte® pour le transport des matériaux dont les facteurs d'émissions n'intègrent pas leur acheminement sur site.

Certains FE ne prennent pas en compte la pose, ou le transport, ou les 2. Ainsi, des majorations ont été affectés aux FE pour inclure la pose et le transport. Ces majorations viennent du guide de l'ASTEE 2024 (voir Figure 8 : Décomposition d'un FE de travaux de canalisation (Source : ASTEE 2024)).

Tableau 7 : Facteurs d'émissions des travaux de génie civil

Activité d'émission	Unité d'activité	FE (kg CO2eq/Unité)	Incertitude	Source	Commentaire
F&P Regard en béton Ø1000mm	unité	569	50%	INIES	FE majoré de 19%
F&P Regard en polymère Ø1000mm	unité	593	50%	INIES	FE majoré de 19%
F&P Regard en polymère Ø600mm	unité	593	50%	INIES	FE majoré de 19%
F&P Poste de refoulement en polypropylène (cuve 3m3)	unité	1 125	50%	INIES	FE majoré de (19%+25%)
F&P Poste de refoulement en polyester (cuve 10m3)	unité	5818	50%	INIES	FE majoré de (19%+25%)
Fourniture, transport et mise en œuvre d'ouvrages en béton armé coulé	m³ de béton	388	50%	LAFARGE	y/c transport et mise en œuvre
Fourniture, transport et mise en œuvre d'ouvrages en béton armé préfabriqué	m³ de béton armé	263	25%	SNBPE	y/c transport et mise en œuvre
Transport en camion non spécifié France	t.km	0.267	70%	Base Empreinte	

2.2.6. Equipements électromécaniques

2.2.6.1. Données d'activité

Il est prévu que la STEP acquière plusieurs équipements électromécaniques pour assurer ses fonctions (les petits instruments et accessoires tels que sondes, robinetterie ... ne sont pas inclus dans le bilan carbone).

Matériel	Famille équipement	Nombre
Equipements		
Mécanisme chasse EC		1
Pompes étage 1		2
Pompes poste de transfert		2
Chaîne de levage		4
Barres de guidage		8
Pied d'assise		4

Figure 5 : Liste des équipements électromécaniques dans la STEP

Pour le calcul du bilan GES, ces équipements sont classés dans le tableau qui suit, suivant leur poids. Par ailleurs, des pompes sont à acquérir pour les postes de refoulements (lots 1 et 2) et pour le transfert d'effluents entre les étages des lits des FPR de la STEP.

Tableau 8 : Nombre d'équipements électromécaniques

Lot	Type d'équipements	Nombre
Lot 1	Pompe	2
Lot 2	Petits matériels (entre 0 et 5 t)	17 engins
	Petits engins (entre 5 et 10 t)	0 engin
	Gros engins (entre 10 et 30 t)	0 engin
	Très gros engins (>30 t)	0 engin
	Pompes	4
Lot 3	-	-

2.2.6.2. Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions issus d'OMEGA TP concernent la fourniture des équipements électromécaniques. Les émissions liées à leur transport et leur pose ne sont pas calculées dans ce bilan GES (voir section 2.1 sur les hypothèses des données d'entrée).

Tableau 9 : Facteurs d'émissions des équipements électromécaniques

Activité d'émission	Unité d'activité	FE (kg CO2eq/Unité)	Incertitude	Source
Pompe de relevage [Dmax = 25 m3/h] [Hauteur = 10m]	engin	203	50%	INIES
Petits matériels (entre 0 et 5 t)	engin	1 250	50%	OMEGA TP 2024
Petits engins (entre 5 et 10 t)	engin	3 750	50%	OMEGA TP 2024
Gros engins (entre 10 et 30 t)	engin	10 000	50%	OMEGA TP 2024
Très gros engins (>30 t)	engin	15 000	50%	OMEGA TP 2024
Groupe électrogène	engin	500	50%	OMEGA TP 2024

Le lot 2 comporte également la fourniture et la pose d'une armoire électrique dont le FE est pris égal à **2170 kgCO2e/unité** (Source : INIES).

2.2.7. Voies de circulation

2.2.7.1. Données d'activité

Les données d'activité des voies de circulation s'appuient sur les types de matériaux, leurs volumes et les distance des fournisseurs.

Tableau 10 : Matériaux de voirie et distance d'approvisionnement

Matériaux : volume / distance	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Volume GNT	15 m ³	500 tonnes, soit ~294m ³	-
Distance carrière d'approvisionnement	50 km	Hypothèse = rayon 100 km	-
Volume GB	-	-	-
Distance carrière d'approvisionnement	-	-	-
Volume BBSG	77.4 m ³	-	-
Distance centrale d'approvisionnement	11 km	-	-

2.2.7.2. Facteurs d'émission

Comme pour les terrassements, les facteurs d'émissions utilisés sont ceux du CEREMA avec les hypothèses de distance suivantes :

Description	Unité	Facteur d'émission (kg eq.CO2 par unité)		
		Distance des ressources		
		proche	moyenne	éloignée
Fourniture et mise en œuvre de mélanges bitumineux en couches d'assises ou de roulement (ex BBSG, BBME, BBTM, EME, GB ...)	m³	75,5	83,4	98,6
Fourniture, transport et mise en œuvre de couches d'assise de type MTLH (graves traitées aux liants hydrauliques)	m³	79,7	87,0	101
Fourniture, transport et mise en œuvre d'enduits superficiels	m²		0,80	
Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT de type A (pour accotements)	m³	9,10	14,1	25,9
Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT de type B (pour structures de chaussées)	m³	16,2	24,3	40,4
Opération de fraisage et mise en décharge (déconstruction)	m³	6,38	7,70	9,40

Figure 6 : FE pour voies de circulation (Source : CEREMA 2020)

Distances	Proche	Moyen	Eloigné
Distance carrière – centrale (granulats)	15 km	40 km	100 km
Distance carrière – centrale (fines d'apport)	75 km	100 km	150 km
Distance raffinerie – centrale (bitume)	75 km	150 km	200 km
Distance cimenterie – centrale (ciment)	75 km	100 km	150 km
Distance d'approvisionnement des agrégats d'enrobés	0 km	10 km	50 km
Distance d'approvisionnement de l'émulsion	15 km	40 km	100 km
Transport des matériaux de la centrale au chantier	15 km	30 km	50 km

Figure 7 : Distances de référence pour les FE des voies de circulation (Source : CEREMA 2020)

Les facteurs d'émission considérés dans l'étude sont :

Tableau 11 : Facteurs d'émissions des travaux de voirie

Activité d'émission	Unité d'activité	FE (kg CO2eq/Unité)	Incertitude	Source
Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT (type B)	m³	24.3 (lot 1) 40.4 (lot 2)	50%	CEREMA 2020
Fourniture, transport et mise en œuvre de BBSG	m³	75.5	50%	CEREMA 2020

2.2.8. Canalisation

2.2.8.1. Données d'activité

Les linéaires de canalisations sont principalement en enterré, mais une partie est posée sans tranchée, en l'occurrence pour l'émissaire du lot 3 dont la pose se fait par tubage de la nouvelle conduite dans la conduite existante.

Tableau 12 : Données d'activité des canalisations

Lot	Matériau et diamètre	Linéaire (ml)
Lot 1	Pose en enterré	
	Réseau EU - PP SN16 Ømoyen DN200 sous voirie	841
	Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400 sous voirie	328
	Réseau EU - PP SN16 Ømoyen DN200 sous chemin	2299
	Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400 sous chemin	218
	Refoulement PEHD Ø61.4/75 PN16	95
	Réseau AEP PEHD Ø32 PN16	40
	Branchements PP SN16	490
	Réseau TPC Basse Tension - Ø90	250
	Pose sans tranchée	
	Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400 sous voirie	180
	Réseau AEP PEHD PN10 Ø160	60
Lot 2	Pose en enterré	
	Drains - PV CR8 DN160	200
	Inox DN200 y/c cheminée	30
	Réseau EU - PV CR8 DN160	100
	Réseau EU - PV CR8 DN125	20
	Réseau pression - PV PN16 DN160	90
	Réseau pression - PV PN16 DN125	15
	Réseau pression - PV PN16 DN110	20
	Réseau AEP - PEHD Ø32	120
	Réseau sec – TPC Ø110mm	100
	Réseau sec – TPC Ø63 mm	100
	Chambre de tirage	1 (unité)
Lot 3	Pose sans tranchée	
	Curage conduite existante	288
	PEHD DN160 SDR17	300
	By-pass : hypothèse : PVC DN 200	5

2.2.8.2. Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions issus du guide de l'ASTEE pour 2024 précisent que les facteurs d'émission des canalisations indiqués dans le tableau prennent en compte leur fabrication, leur transport, et leur mise en œuvre.

Pour les autres facteurs d'émission pour lesquels seule la fabrication est prise en compte, il peut être compliqué à ce stade de l'étude de connaître avec précision les distances des fournisseurs de matériaux et la consommation d'énergie liée à leur mise en œuvre. L'ASTEE donne des directives pour majorer les facteurs d'émission ne prenant en compte que la fabrication du matériau :

- ▶ 44% pour les canalisations enterrées : 19% fret + 25% chantier
- ▶ 57% pour les canalisations en aérien : 25% fret + 32% chantier

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE MEDITERRANEE
BILAN CARBONE – REHABILITATION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT, IMPLANTATION D'UNE STATION
D'ÉPURATION ET RÉFECTION D'UN ÉMISSAIRE DE REJET SUR LA BASE PRINCIPALE DU LEVANT

	Immobilisation des engins et énergie consommée sur chantier	Transport des équipements lourds de chantier	Transport de personnes	Transport des excédents chantier	Matériaux entrants	Fret de matériaux
Méthode classique	25%	< 0%	1%	2%	53%	19%
Sans tranchée	32%	< 0%	6%	1%	35%	25%

Figure 8 : Décomposition d'un FE de travaux de canalisation (Source : ASTEE 2024)

Pour maintenir la logique d'évaluation des émissions appliquée dans les autres postes d'émission de cette étude, les émissions associées aux transports de personnes et excédents de chantier ne sont pas considérées dans la majoration.

Les facteurs d'émission de référence appliqués et leur majoration sont :

Tableau 13 : Facteurs d'émissions des travaux canalisation

Matériaux et type de pose	FE en kgCO ₂ eq/ml	Incertitude	Source	Commentaire
Pose en enterré				
Réseau EU - PP SN16 Ømoyen DN200	28.944	50%	INIES	FE majoré de 44%
Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400	140.688	50%	INIES	FE majoré de 44%
Refoulement PEHD Ø61.4/75 PN16	2.903	50%	Base Empreinte	FE majoré de 44%
Réseau AEP PEHD Ø32 PN16	0.769	50%	Base Empreinte	FE majoré de 44%
Branchements PP SN16	11.160	100%	Base Empreinte	FE majoré de 44%
Réseau TPC Basse Tension - Ø90	1.915	50%	INIES	FE majoré de 44%
Drains - PV CR8 DN160	9.337	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Inox DN200 y/c cheminée	80.000	50%	INIES	FE majoré de 44%
Réseau EU - PV CR8 DN160	9.337	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Réseau EU - PV CR8 DN125	6.503	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Réseau pression - PV PN16 DN160	9.337	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Réseau pression - PV PN16 DN125	6.503	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Réseau pression - PV PN16 DN110	4.876	50%	FransBonhomme	FE majoré de 44%
Réseau AEP - PEHD Ø32	0.588	50%	ASTEE 2024	-
Réseau sec – TPC Ø110mm	16.100	50%	INIES	FE majoré de 44%
Réseau sec – TPC Ø63 mm	4.190	50%	INIES	FE majoré de 44%
Pose sans tranchée				
Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400	128.964	50%	INIES	FE majoré de 32%
Réseau AEP PEHD PN10 Ø160	14.520	30%	ASTEE 2024	FE majoré de 32%

PEHD DN160 SDR17	12.61		ASTEE 2024	-
PVC DN 200	18.63	50%	FransBonhomme	FE majoré de 32%
Autres				
Curage	0.053	50%	ASTEE 2024	-
Chambre de tirage	80.900	50%	INIES	-

2.2.9. Déchets de chantier

Les déchets de chantier des lots 2 et 3 ne sont pas pris en compte car non connus à ce stade de l'étude.

La quantité de déchets de chantier du lot 1 est estimé à **2 tonnes**. Les déchets étant amiantés, ils sont évacués au centre de stockage amiante à Oredui à la Seyne sur mer. Leur destination finale est le site de traitement dangereux de Bellegarde dans le Gard, soit une distance totale de 211km du port d'Hyères.

Le facteur d'émission utilisé pour évaluer les émissions liées à l'évacuation de ces déchets est **0.267 kgCO₂eq/t.km** (Source : Base Empreinte®).

2.3. Phase exploitation

L'exploitation ne concerne que le lot 2.

Les données ci-après sont basées sur une capacité de la STEP estimée à 200 EH.

2.3.1. Traitement des effluents et rejet des effluents traités

2.3.1.1. Données d'activité

Les données utilisées sont calculées à partir des charges et volumes entrants et de la concentration imposée à la sortie. Concernant l'azote et le phosphore, les concentrations en sortie ne sont pas imposées. Il est pris comme hypothèse un abattement de 60% pour l'azote et 40% pour le phosphore.

Tableau 14 : Données de traitement de la filière eau

Paramètres	Entrée		Concentr ation entrée	Concentr ation sortie	Abatte ment	Éliminé		Sortie	
Volume journalier	30 m3/j								
DBO ₅	12 kg/j	4 380 kg/an	400 mg/L	25 mg/L	94%	11 kg/j	4 106 kg/an	1 kg/j	274 kg/an
Equivalents -habitants	200 EH								
DCO	24 kg/j	8 760 kg/an	800 mg/L	125 mg/L	84%	20 kg/j	7 391 kg/an	4 kg/j	1 369 kg/an
MES	18 kg/j	6 570 kg/an	600 mg/L	35 mg/L	94%	17 kg/j	6 187 kg/an	1 kg/j	383 kg/an
NGL	3 kg/j	1 095 kg/an	100 mg/L		60%	2 kg/j	657 kg/an	1 kg/j	438 kg/an
NTK	3 kg/j	1 095 kg/an	100 mg/L		60%	2 kg/j	657 kg/an	1 kg/j	438 kg/an
Pt	0.8 kg/j	292 kg/an	27 mg/L		40%	0 kg/j	117 kg/an	0 kg/j	175 kg/an

2.3.1.2. Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission pour le traitement des eaux par FPR sont issus du rapport de Gestaboues publié par l'IRSTEA en 2015.

Les effluents traités sont rejetés dans le réseau EP avant de rejoindre la mer.

Tableau 15 : Facteurs d'émission du traitement des effluents et de leur rejet

Activité d'émission	Activité d'émission	Gaz émis	FE Unité d'activité (kg CO2eq/Unité)	FE (kg CO2eq/Unité)	Incertitude	Source
Traitement EU par FPR		N2O	EH	13.730	50%	ISRTEA 2015
Traitement EU par FPR		CH4	EH	1.266	50%	ISRTEA 2015
Traitement EU par FPR		CO2b	EH	20.550	50%	ISRTEA 2015
Rejet d'azote dans le milieu naturel (bien oxygéné)		N2O	kg NGL rejeté	0.292	45%	ASTEE 2024
Rejet de DCO dans le milieu naturel		CH4	kg DCO rejeté	0.252	30%	ASTEE 2024

2.3.2. Traitement des boues : Ependage

Les boues curées seront destinées à l'épendage. Le volume annuel de boues stockées dans les lits est de **1095 kgMS/an**. Le tableau ci-après donne les quantités d'azote en fonction des types de boue, soit 3.30% pour les boues issues des FPR.

Tableau 16 : Pourcentage d'azote par type de boue (Source : Gestaboues 2015)

Type de boues	Concentration en N en fonction du type de boue	% de N dans MS
Liquides	53.20 g/kg MS	5.32%
Pâteuses	55.20 g/kg MS	5.52%
Pâteuses chaulées	33.20 g/kg MS	3.32%
Solides	21.20 g/kg MS	2.12%
Solides chaulées	30.70 g/kg MS	3.07%
Digérées séchées	43.10 g/kg MS	4.31%
Lits de séchage FPR	33.00 g/kg MS	3.30%

Le facteur d'émission associé à l'épendage défini par l'ASTEE (2024) est de **4.831 kgCO2e/kg N épendu** en climat humide.

Le facteur d'émission d'engrais chimique est de 5.73 kgCO2e/kg N épendu (Source : Base Empreinte®). Ainsi, l'épendage des boues permettrait d'éviter **0.899 kgCO2e/ kg N épendu**.

2.3.3. Consommation et transport de réactifs

Le traitement des effluents ne nécessite pas la consommation de réactifs.

2.3.4. Consommation d'énergie électrique

La consommation d'énergie électrique suivant le bilan prévisionnel d'exploitation (BPE) de la STEP est de **4200kWh/an** pour un facteur d'émission de **0.057 kg CO₂e/kWh** (Source : Base Empreinte®)

2.4. Durée d'amortissement

Dans la comptabilité carbone, les émissions des immobilisations (ouvrages et équipements) peuvent être amorties sur leur durée de vie. En effet, les travaux d'assainissement (réseau et construction de STEP) génèrent des émissions significatives, mais ces émissions doivent être considérées dans le contexte de leur durée d'utilisation.

L'amortissement des émissions dans cette étude présente l'intérêt de pouvoir estimer les émissions annuelles liées aux travaux sur toute la durée de vie utile des ouvrages et équipements. La prise en compte de cette durée d'amortissement est donc pertinente pour l'analyse des résultats, et permet une évaluation plus précise de l'impact environnemental du projet sur le long terme.

Les données de la phase exploitation sont exemptes de cet exercice puisqu'elles sont présentées annuellement.

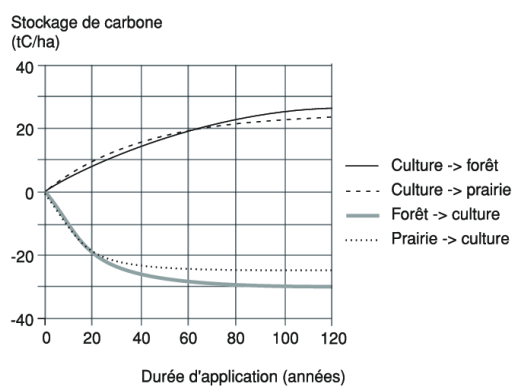
Les durées des amortissements considérées sont issus du guide 2024 de l'ASTEE. Pour ce qui est des pompes dont le FE sont issus de la base INIES, la durée d'amortissement est de 5 ans.

	Poste	Durée de vie recommandées par défaut par l'Astee
Canalisations	Inox, acier ou fonte	80 ans
	PE, PEHD, PT, PVC	60 ans
	Béton	50 ans
Ouvrages	Usines Eau potable	50 ans
	STEU	40 ans
	Forages	60 ans
	Réservoirs	80 ans
	Branchements	70 ans
Équipements	Équipements (machines)	15 ans
	Véhicules	7 ans
	Compteurs	15 ans

Figure 9 : Amortissement des immobilisation (Source : ASTEE 2024)

L'amortissement des ouvrages en béton du lot 3 est pris égal à la durée de vie du béton, soit 100ans, étant donné qu'ils ne reçoivent pas d'eaux usées, mais des eaux traitées.

Il a été retenu un amortissement de 80 ans concernant le déstockage de carbone issu du changement d'occupation des sols. Cette hypothèse s'appuie sur un rapport d'expertise réalisé par l'INRAE en octobre 2022 qui évalue l'évolution des stocks de carbone suite à un changement d'affectation des sols.



Il apparaît que le stockage et le déstockage de carbone sont des phénomènes qui s'inscrivent sur de longues périodes. Le déstockage de carbone aura tendance à être très rapide au départ, puis à se stabiliser autour des 80 années (voire 60 ans pour des prairies transformées en cultures). Du fait de l'absence de données pour les sols artificialisés, l'hypothèse d'un amortissement sur 80 années a donc été retenue. Cet amortissement sera effectué de façon linéaire⁵ mais en réalité, le déstockage de carbone semble plus rapide les 20 premières années.

⁵ Répartition des émissions de manière égale pour chaque année, sur toute la durée de vie (80 ans).

3. Résultats du bilan carbone

3.1. Résultats globaux

Les émissions totales évaluées pour le Bilan GES du projet sont de **13.52 TCO₂eq/an** pour les 3 lots (phases travaux et exploitation du réseau, de la STEP et de l'émissaire). Le tableau détaillé des postes d'émissions calculées pour chaque lot est joint aux annexes 1, 2 et 3.

SCOPE	Postes d'émission	Emissions induites t CO ₂ eq/an	Part des émissions induites %	Emissions induites t CO ₂ b/an	Emissions évitées t CO ₂ eq/an	Incertitude t CO ₂ eq/an	Incertitude %	Emissions induites de la catégorie 4.2 hors amortissement (tCO ₂ eq)
SCOPE 1	1.3. Émissions directes des procédés hors énergie	3.00	0.00	4.11	0.00	2.47	83%	0.00
	1.5. Émissions issues de la biomasse (sols et forêts)	0.29	0.00	0.00	0.00	0.12	40%	23.31
	TOTAL SCOPE 1 (tCO₂eq/an)	3.29	24%	4.11	0.00			0.00
SCOPE 2	2.1. Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité	0.24	0.00	0.00	0.00	0.07	30%	0.00
	TOTAL SCOPE 2 (tCO₂eq/an)	0.24	2%	0.00	0.00			0.00
SCOPE 3	4.2. Immobilisations de biens	9.34	0.00	0.00	0.00	1.97	21%	412.83
	4.2.a Terrassements	1.16	0.00	0.00	0.00	0.37	32%	46.55
	4.2.b Génie civil (gros œuvre)	2.25	0.00	0.00	0.00	0.69	31%	104.99
	4.2.c Équipements électromécaniques	1.80	0.00	0.00	0.00	0.76	42%	24.64
	4.2.d Canalisations	3.67	0.00	0.00	0.00	1.10	30%	214.42
	4.2.e Voies de circulation	0.42	0.00	0.00	0.00	0.18	43%	21.05
	4.2.f Déchets de chantier	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	58%	1.19
	6.1. Autres émissions indirectes	0.65	0.00	0.00	0.03	0.15	23%	0.00
	TOTAL SCOPE 3 (tCO₂eq/an)	9.99	74%	0	0			0
	TOTAL PHASE TRAVAUX (tCO₂eq/an)				9.63			436
	TOTAL PHASE EXPLOITATION (tCO₂eq/an)				3.89			
	TOTAL EMISSIONS INDUITES (tCO₂eq/an)				13.52			
	TOTAL EMISSIONS EVITEES (tCO₂eq/an)				0.03			
	TOTAL EMISSIONS REDUITES (tCO₂eq/an)				-			

Figure 10 : Résultats du bilan carbone

Le CO₂ biogénique a été calculé à titre indicatif. En effet, il n'aggrave pas les effets du changement climatique car ne rejetant pas plus de carbone dans l'atmosphère qu'il n'en séquestre. Il fait partie du cycle naturel du carbone. Ainsi, le traitement des effluents et des boues génère **4.11 TCO₂b/an par an**.

L'épandage des boues permettrait d'éviter l'émission de 30kgCO₂eq/an.

La répartition des émissions par scope (voir définition dans 1.1) montre que les émissions indirectes directes liées aux travaux représentent les $\frac{3}{4}$ des émissions totales, malgré l'amortissement des ouvrages et équipements sur leur durée de vie. En effet, bien que les procédés de traitement des eaux usées émettent annuellement du N₂O et du CH₄ qui sont respectivement 265 fois et 28 fois plus radiatifs que le CO₂, le système de traitement des FPR a l'avantage de ne pas émettre beaucoup de ces gaz, contrairement aux STEP ayant des procédés plus poussés.

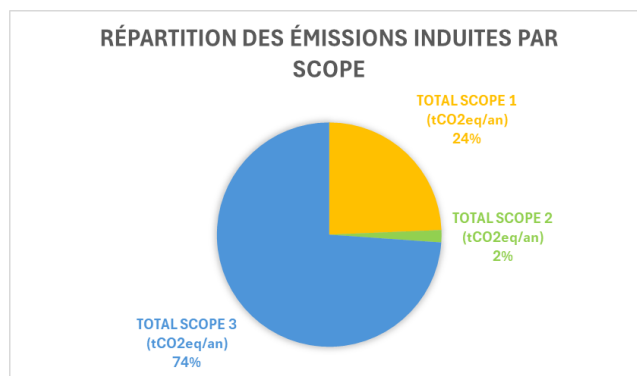


Figure 11 : Répartition des émissions induites par scope

Les émissions des travaux ramenées à l'année sont de 9.63 TCO₂eq/an contre 3.89 TCO₂eq/an pour l'exploitation.

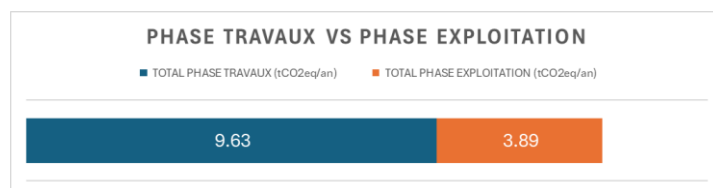


Figure 12 : Comparaison entre les émissions annuelles en phase travaux et les émissions en phase exploitation

3.2. Focus sur la phase travaux

3.2.1. Emissions totales des travaux du projet

Hors amortissement, les travaux émettent au total 436 TCO₂eq. Ces émissions sont réparties comme suit :

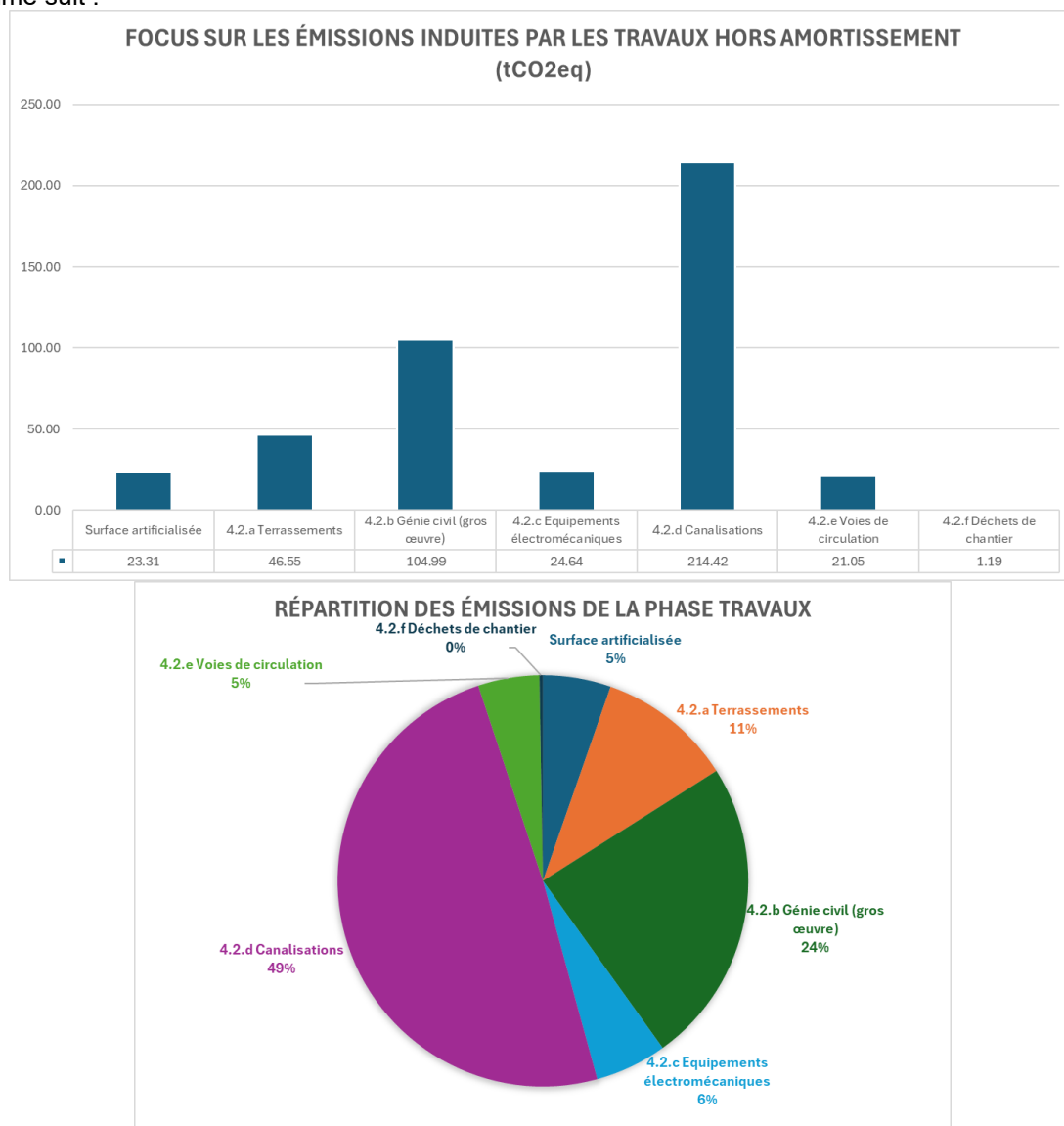


Figure 13 : Emissions induites par les travaux

L'activité qui génère le plus d'émissions est la pose des canalisations (49%). Viennent ensuite les travaux de génie civil (24%) et de terrassements (11%). Ces trois postent émettent 366 TCO2eq sur les 436 TCO2eq, soit 84% des émissions totales des travaux. La fourniture des équipements électromécaniques, les voies de circulation et l'artificialisation des sols émettent entre 6% et 5% chacune. Les émissions liées aux déchets de chantier n'ont été estimées que pour le lot 1 dont les travaux sont achevés ; elles sont égales à 1.19 TCO2eq sur les 436 TCO2eq, soit moins de 1%.

3.2.2. Emissions par lot

Si on regarde la part de chaque lot,

- ▶ le lot 1 qui concerne la réhabilitation du réseau émet 72% de l'ensemble des émissions liées aux travaux, soit 315 TCO2eq (4800 ml de canalisation posées dont 490ml de branchements, soit 65.6kgCO2eq/ml) ;
- ▶ le lot 2 (construction de la STEP) émet 113.41 TCO2eq, soit 26% ;
- ▶ le lot 3 (réhabilitation de l'émissaire) émet 7.49 TCO2eq, soit 2%.

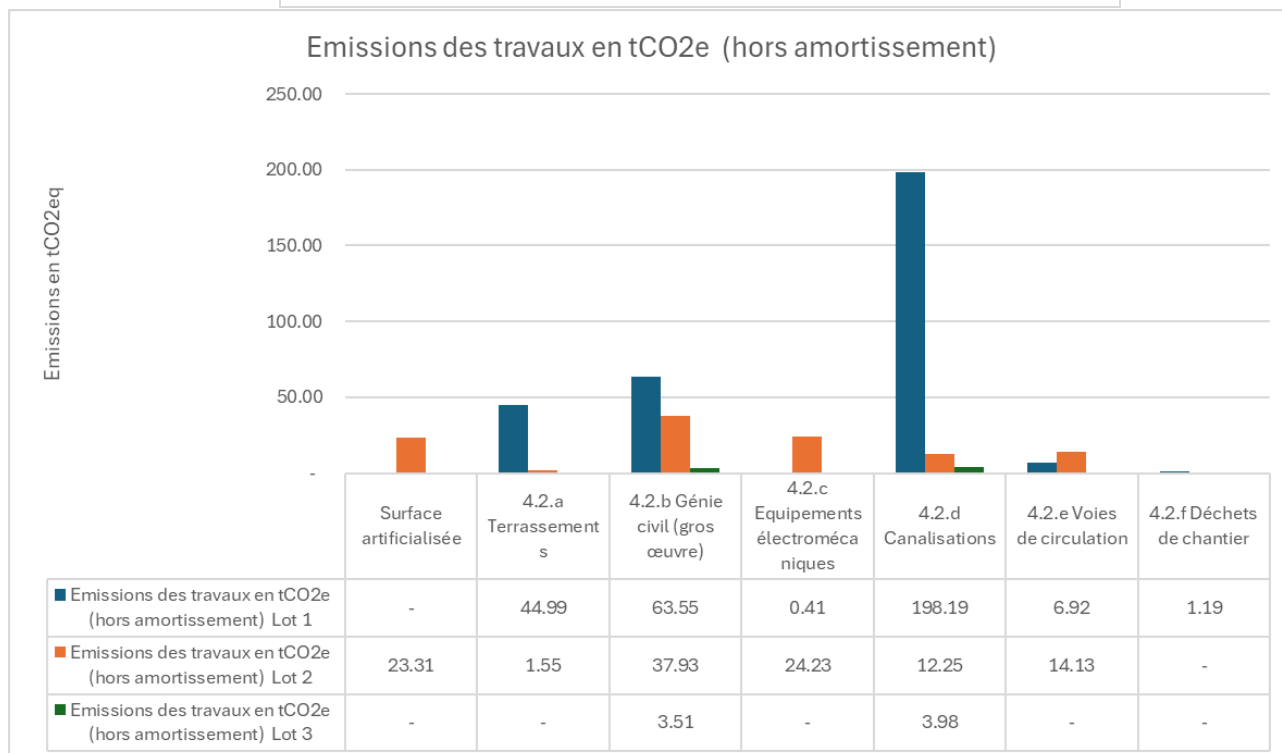
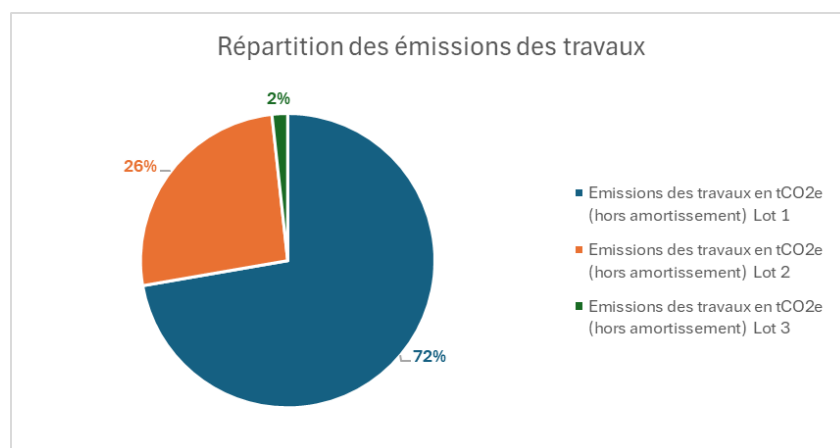


Figure 14 : Comparaison des émissions induites par lot

Ces résultats sont à analyser par rapport aux hypothèses des données d'entrée et aux postes d'émissions non prises en compte, notamment pour le lot 3 qui pourraient émettre un peu plus.

3.3. Focus sur la phase exploitation

Les émissions d'exploitation sont calculées uniquement pour le lot 2, et concerne le fonctionnement de la STEP. **Elles sont estimées à 3.89 TCO₂eq/an.** La répartition des émissions montre que les activités les plus émissives sont (ordre décroissant) :

- ▶ Poste 1.3 – Emissions directes des procédés hors énergie : traitement DCO et traitement azote par les lits de roseaux ;
- ▶ Poste 6.1 – Autres émissions indirectes : rejet des effluents traités dans le milieu naturel et épandage des boues ;
- ▶ Poste 2.1 – Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité : consommation d'électricité conventionnelle.

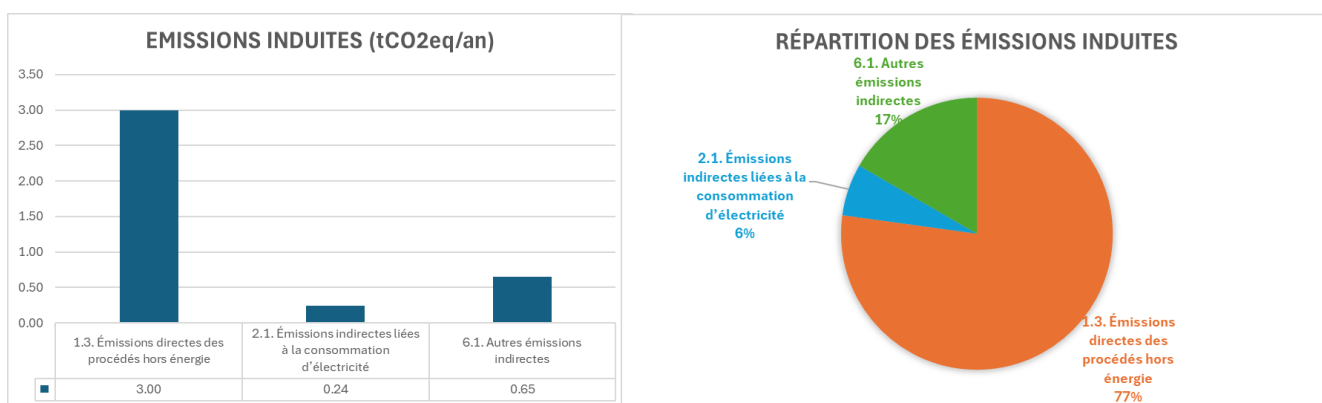


Figure 15 : Répartition des émissions induites par l'exploitation

4. Actions de réduction des émissions

Les estimations réalisées dans ce bilan carbone sont relatives aux données disponibles à ce stade de l'étude. Elles permettent d'identifier les postes d'émissions sur lesquels agir.

Pour le lot 1, les travaux achevés ont permis de calculer le bilan carbone de façon assez exhaustive. Les résultats de calculs ont montré que la pose des canalisations génère des émissions non négligeables. Le choix de matériaux pour les conduites reste le principal levier pour les travaux de canalisation. Par ailleurs, le réemploi des déblais, lorsque les conditions le permettent, permet de réduire les émissions liées au transport et à la mise en œuvre de sol de substitut.

Concernant les lots 2 et 3, les données de sont appelées à évoluer lors de l'exécution des travaux. Il est toutefois important de noter que le poste d'émission le plus sensible concerne les travaux de génie civil, en l'occurrence l'utilisation du béton. Il existe aujourd'hui des bétons bas carbones qui permettent de réduire l'empreinte climatique des projets.

Enfin, en comparaison aux grandes STEP qui émettent beaucoup plus de gaz à effet de serre du fait des procédures de traitement poussées, la STEP de la base du Levant (seulement 200EH) sera dotée de FPR. Cette technologie fondée sur la nature est peu émissive, aussi bien pour le volet traitement des eaux usées que pour l'impact lié à la décarbonation des sols artificialisés.

Annexes

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE MEDITERRANEE

BILAN CARBONE – REHABILITATION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT, IMPLANTATION D'UNE STATION D'ÉPURATION ET RÉFECTION D'UN ÉMISSAIRE DE REJET SUR LA BASE PRINCIPALE DU LEVANT

Annexe 1 : Emissions du lot 1

Emission induites du scope (kgCO2eq)	SCOPE	Catégorie	Activité	GES émis	Unité de mesure du paramètre	Quantité	Facteur d'émission (kg CO2eq ou CO2b/unité de mesure du paramètre)	Incertitude sur le FE	Source	Emissions induites kg CO2eq/an	Emissions induites kg CO2b/an	Incertitude sur l'émission kg CO2eq/an	Amortissements pour catégorie 1.5 et 4.2
6 046	SCOPE 3 : Autres émissions indirectes	Catégorie 4 : Émissions indirectes associées aux produits achetés	4.2. Immobilisations de biens							6 046		1 155	
			4.2.a Terrassements							1 125	-	351	
			Excavation de déblais et transport pour mise en décharge	CO2	m3	418	18.361	40%	CEREMA 2020	192		77	40
			Excavation de déblais, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en œuvre	CO2	m3	553	4.780	40%	CEREMA 2020	66		26	40
			Fourniture, transport et mise en œuvre de remblai d'apport	CO2	m3	609	13.298	40%	CEREMA 2020	203		81	40
			Transport maritime	CO2	t.km	147 664	0.180	50%	Base Empreinte	664		332	40
										-		-	40
			4.2.b Génie civil (gros œuvre)							1 271	-	393	
			Fourniture, transport et pose de Regard en béton Ø1000mm	CO2	unité	14	569	50%	INIES	159		80	50
			Fourniture, transport et pose de Regard en polymère Ø1000mm	CO2	unité	54	593	50%	INIES	640		320	50
			Fourniture, transport et pose de Regard en polymère Ø600mm	CO2	unité	36	593	50%	INIES	427		213	50
			Fourniture, transport et pose de Poste de refoulement en polypropylène 1.5m3	CO2	unité	2	1 125	50%	INIES	45		22	50
										-		-	50
			4.2.c Equipements électromécaniques							81	-	41	
			Pompes (pour les pR)	CO2	unité	2	203	50%	INIES	81		41	5
										-		-	15
			4.2.d Canalisations							3 402	-	1 024	
			F&P Réseau EU - PP SN16 Ømoyen DN200 - pose avec tranchée	CO2	ml	3 140	28.944	50%	INIES	1 515		757	60
			F&P Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400 - pose avec tranchée	CO2	ml	546	140.688	50%	INIES	1 280		640	60
			F&P Refoulement PEHD Ø61.4/75 PN16 - pose avec tranchée	CO2	ml	95	2.903	50%	Base Empreinte	6		3	50
			F&P Réseau AEP PEHD Ø32 PN16 - pose avec tranchée	CO2	ml	40	0.769	50%	Base Empreinte	1		0	50
			F&P Branchements PP SN16 Ø? - pose avec tranchée	CO2	ml	490	11.160	100%	Base Empreinte	109		109	50
			F&P Réseau TPC Basse Tension - Ø90 - pose avec tranchée	CO2	ml	250	1.915	50%	INIES	10		5	50
			F&P Réseau EP - PP SN16 Ø300 ou Ø400 - pose sans tranchée	CO2	ml	180	128.964	50%	INIES	464		232	50
			F&P Réseau AEP PEHD PN10 Ø160 - pose sans tranchée	CO2	ml	60	14.520	30%	ASTEE 2024	15		4	60
			Transport maritime	CO2	t.km	836	0.180	50%	Base Empreinte	3		2	50
										-		-	50
			4.2.e Voies de circulation							138	-	59	
			Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT (type B)	CO2	m3	15	24.3	50%	CEREMA 2020	7		4	50
			Fourniture, transport et mise en œuvre de GB	CO2	m3	-	75.5	50%	CEREMA 2020	-		-	50
			Fourniture, transport et mise en œuvre de BB	CO2	m3	77	75.5	50%	CEREMA 2020	117		58	50
			Transport maritime	CO2	t.km	3 927	0.180	50%	Base Empreinte	14		7	50
										-		-	50
			4.2.f Déchets de chantier							29	-	17	
			Transport des déchets en camion non spécifié France	CO2	t.km	4 420	0.267	70%	Base Empreinte	24		17	50
			Transport maritime	CO2	t.km	50	0.180	70%	Base Empreinte	0.18		0	50
			Stockage déchets amiantés	CO2	t	2	128.000	50%	OMEGA TP 2022	5.12		3	50
										-		-	50

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE MEDITERRANEE

BILAN CARBONE – REHABILITATION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT, IMPLANTATION D'UNE STATION D'ÉPURATION ET RÉFECTION D'UN ÉMISSAIRE DE REJET SUR LA BASE PRINCIPALE DU LEVANT

Annexe 2 : Emissions du lot 2

Catégorie	Activité	GES émis	Unité de mesure du paramètre	Quantité	Facteur d'émission (kg CO2eq ou CO2b/unité de mesure du paramètre)	Incertitude sur le FE	Source	Emissions induites kg CO2eq/an	Emissions induites kg CO2b/an	Incertitude sur l'émission kg CO2eq/an	Amortissements pour catégorie 1.5 et 4.2
Catégorie 1 : Émissions directes de GES	1.1. Émissions directes des sources fixes de combustion										
	1.2. Émissions directes des sources mobiles de combustion										
	1.3. Émissions directes des procédés hors énergie							2 999	4 110	2 475	
	Traitement EU par FPR	N2O	EH	200	13.730	50%	Rapport Gestaboues 2015	2 746		1 373	
	Traitement EU par FPR	CH4	EH	200	1.266	50%	Rapport Gestaboues 2015	253		127	
	Traitement EU par FPR	CO2b	EH	200	20.550	50%	Rapport Gestaboues 2015		4 110	2 055	
	1.4. Émissions directes fugitives							-	-	-	
	1.5. Émissions issues de la biomasse (sols et forêts)							291	-	116	
	Artificialisation - forêt vers imperméable			0.08	290 000	40%		290		116	80
	Artificialisation - forêt vers roseaux (surface type : agricole)			0.04	2 750	40%		1		1	80
Catégorie 2 : Émissions indirectes associées à l'énergie	2.1. Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité							239	-	72	
	Consommation en électricité conventionnelle (Mix moyen France 2023- usage au	CO2	kWh	4 200	0.057	30%	Base Empreinte	239		72	
	2.2. Émissions indirectes liées à la consommation d'énergie autre que l'électricité							-	-	-	
Catégorie 3 : Émissions indirectes associées au transport	3.1. Transport de marchandise amont							-	-	-	
	3.2. Transport des marchandises aval										
	3.3. Déplacements domicile-travail										
	3.4. Déplacements des visiteurs et des clients										
	3.5. Déplacements professionnels										
Catégorie 4 : Émissions indirectes associées aux produits achetés	4.1. Achats de biens							-	-	-	
	4.2. Immobilisations de biens							3 193		783	
	4.2.a Terrassements							39	-	16	
	Excavation de déblais, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et ml	CO2	m3	1 100	1.410	40%	CEREMA 2020	39		16	40
								-		-	40
	4.2.b Génie civil (gros œuvre)							948	-	287	
	Etanchéité : Géotextile 300g/m² certifié ASQUAL	CO2	m²	1 030	2.610	50%	INIES	67		34	40
	Etanchéité : Géotextile 500g/m² certifié ASQUAL	CO2	m²	270	2.610	50%	INIES	18		9	40
	Etanchéité : Géomembrane PEHD 1.5mm	CO2	m²	470	4.140	50%	INIES	49		24	40
	Etanchéité : Géomembrane PP 1.0mm	CO2	m²	270	2.610	50%	INIES	18		9	40
	Transport terrestre des matériaux d'étanchéité	CO2	t.km	145	0.297	70%	Base Empreinte	1.1		1	40
	Transport maritime des matériaux d'étanchéité	CO2	t.km	36	0.180	50%	Base Empreinte	0.2		0	40
	Fourniture, et mise en œuvre de matériaux d'apport des bassins	CO2	m3	294	0.247	24%	CEREMA 2020	1.8		0	40
	Transport terrestre des matériaux d'apport	CO2	t.km	50 000	0.297	70%	Base Empreinte	371.3		260	40
	Transport maritime des matériaux d'apport	CO2	t.km	12 500	0.180	50%	Base Empreinte	56.3		28	40
	Fourniture, transport et pose de Regard en béton Ø1000mm	CO2	unité	1	569.000	50%	INIES	14		7	40
	Fourniture, transport et pose de Poste de refoulement en polypropylène (cuve 3r	CO2	unité	2	1 126.000	50%	INIES	56		28	40
	Fourniture, transport et pose de Poste de refoulement en polyeste (cuve 10m3)	CO2	unité	2	4 040.000	50%	INIES	202		101	40
	Fourniture, transport et mise en œuvre d'ouvrages en BA préfabriqué	CO2	m3	3	263.000	25%	SNBPE	18		5	40
	Fourniture, transport et mise en œuvre d'ouvrages en BA coulé	CO2	m3	8	388	50%	LAFARGE	73		36	40
	Transport maritime des ouvrages BA	CO2	t.km	644	0.180	50%	Base Empreinte	3		1	40
								-		-	40
	4.2.c Equipements électromécaniques							1 724	-	717	
	Petits matériels (entre 0 et 5 t)	CO2	unité	17	1 250	50%	INIES	1 417		708	15
	Pompes (pour les PR)	CO2	unité	4	203	50%	OMEGA TP 2024	162		81	5
	Armoire électrique	CO2	unité	1	2 170	50%	INIES	145		72	15
								-		-	15
	4.2.d Canalisations							200	-	42	
	Drains - PV CR8 DN160	CO2	ml	200	13.445	50%	FransBonhomme	45		22	60
	Inox DN200 y/c cheminée	CO2	ml	30	115.200	50%	INIES	43		22	80
	Réseau EU - PV CR8 DN160	CO2	ml	100	13.445	50%	FransBonhomme	22		11	60
	Réseau EU - PV CR8 DN125	CO2	ml	20	9.364	50%	FransBonhomme	3		2	60
	Réseau pression - PV PN16 DN160	CO2	ml	90	13.445	50%	FransBonhomme	20		10	60
	Réseau pression - PV PN16 DN125	CO2	ml	15	9.364	50%	FransBonhomme	2		1	60
	Réseau pression - PV PN16 DN110	CO2	ml	20	7.021	50%	FransBonhomme	2		1	60
	Réseau AEP - PEHD Ø32	CO2	ml	120	0.588	50%	ASTEE 2024	1		1	60
	Réseau sec – TPC Ø110mm	CO2	ml	100	23.184	50%	INIES	46		23	50
	Réseau sec – TPC Ø63 mm	CO2	ml	100	6.034	50%	INIES	12		6	50
	Chambre de tirage	CO2	unité	1	80.900	50%	INIES	2		1	50
	Transport maritime	CO2	t.km	63	0.180	50%	Base Empreinte	0		0	60
								-		-	50
	4.2.e Voies de circulation							283	-	121	
	Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT (type B)	CO2	m3	294	40.4	50%	CEREMA 2020	238		119	50
	Transport maritime	CO2	t.km	12 500	0.180	50%	Base Empreinte	45		23	50
								-		-	50
	4.2.f Déchets de chantier							-	-	-	
	Exclus - non connues à ce stade de l'étude							-		-	40
								-		-	40
	4.3. Gestion des déchets										
	4.4. Actifs en leasing amont										
	4.5. Achats de services										
Catégorie 5 : Émissions indirectes associées aux produits vendus	5.1. Utilisation des produits vendus										
	5.2. Actifs en leasing aval										
	5.3. Fin de vie des produits vendus										
	5.4. Investissements										
Catégorie 6 : Autres émissions indirectes	6.1. Autres émissions indirectes							647	-	147	
	Rejet d'azote dans le milieu naturel (bien oxygéné)	N2O	kg NGL rejeté	438	0.292	45%	ASTEE 2024	128		57	
	Rejet de DCO dans le milieu naturel	CH4	kg DCO rejeté	1 369	0.252	30%	ASTEE 2024	345		103	
	Epandage des boues ou du compost en climat humide	N2O	kg N épandu	36	4.831	50%	ASTEE 2024	175		87	
								-		-	

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE MEDITERRANEE

BILAN CARBONE – REHABILITATION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT, IMPLANTATION D'UNE STATION D'ÉPURATION ET RÉFECTION D'UN ÉMISSAIRE DE REJET SUR LA BASE PRINCIPALE DU LEVANT

Annexe 3 : Emissions du lot 3

Emission induites du scope (kgCO2eq)	SCOPE	Catégorie	Activité	GES émis	Unité de mesure du paramètre	Quantité	Facteur d'émission (kg CO2eq ou CO2b/unité de mesure du paramètre)	Incertitude sur le FE	Source	Emissions induites kg CO2eq/an	Emissions induites kg CO2b/an	Incertitude sur l'émission kg CO2eq/an	Amortissements pour catégorie 1.5 et 4.2
101	SCOPE 3 : Autres émissions indirectes	Catégorie 4 : Émissions indirectes associées aux produits achetés	4.2. Immobilisations de biens							101.47		33	
			4.2.b Génie civil (gros œuvre)							35.12	-	11	
			Sarcophage – béton armé XS3		m3	5	388	50%	LAFARGE	19.40		10	100
			Diffuseur en T – béton armé préfabriqué XS3		m3	3	263	50%	SNBPE	7.89		4	100
			Lestage - béton armé préfabriqué XS3 de 2200kg		m3	1	263	50%	SNBPE	2.31		1	100
			Transport terrestre		t.km	1 691	0.267	70%	Base Empreinte	4.51		3	100
			Transport maritime		t.km	555	0.180	50%	Base Empreinte	1.00		0	100
										-		-	100
			4.2.d Canalisations							66.35	-	32	
			Curage conduite existante		km	0.29	53	50%	ASTEE 2024	0.25		0	60
			PEHD DN160 SDR17		ml	300	12.61	50%	ASTEE 2024 (recalculé)	63.05		32	60
			By-pass : hypothèse : PVC DN 200		ml	5	18.625	50%	Fransbonhomme	1.55		1	60
			Transport maritime		t.km	498	0.180	50%	Base Empreinte	1.49		1	60
										-		-	50



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GROUPE KERAN