

Note méthodologique relative au Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) du Projet TERRA72 de Montmirail

	Rédacteurs	Validation	Approbateurs
Nom	Romain TREREMI, Edouard BERTHET et Louise RONFORT	Guillaume BONNENTIER	Vincent MILANOV
Fonction	Consultants « Energie – Climat » I Care by BearingPoint	Directeur de projet, I Care by BearingPoint	Directeur technique et environnement TERRALIA GROUPE PAPREC
Date	31/05/2024	31/05/2024	30/06/2024

Historique des versions			
Version	Date	Objet des principales modifications	Rédacteur
1.0	23/04/2024	Restitution préliminaire	I CARE
2.0	24/05/2024	Commentaires post restitution préliminaire	I CARE
3.0	31/05/2024	Commentaires post restitution finale	I CARE
4.0	19/06/2024	Commentaires et forme post réunion du 11/06	I CARE

Table des matières

A)	CONTEXTE ET DEFINITION D'UN BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (BEGES).....	3
1.	CONTEXTE.....	3
2.	LE BEGES, UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION	3
B)	PRESENTATION DU PROJET TERRA72.....	6
C)	DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE (OU PERIMETRE).....	7
1.	DESCRIPTION DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	11
2.	HYPOTHÈSES ET DONNÉES	11
3.	HYPOTHÈSES DE CALCUL.....	13
4.	RÉSULTATS	13
D)	DEFINITION DE LA TRAJECTOIRE SANS PROJET ET DE LA TRAJECTOIRE AVEC PROJET	15
1.	TRAJECTOIRE SANS PROJET.....	15
1.	Description	15
2.	Hypothèses sans projet.....	16
2.	TRAJECTOIRE AVEC PROJET	19
1.	Description	19
2.	Hypothèses avec le projet	20
E)	IDENTIFICATION DES POSTES D'EMISSIONS GES SIGNIFICATIFS DE LA TRAJECTOIRE SANS PROJET ET DE LA TRAJECTOIRE AVEC PROJET ; JUSTIFICATION DE L'EXCLUSION DES POSTES NON SIGNIFICATIFS	29
F)	QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE LA TRAJECTOIRE SANS PROJET ET DE LA TRAJECTOIRE AVEC PROJET, EN INCLUANT L'ESTIMATION DES INCERTITUDES.....	30
1.	Hypothèses de calcul	30
2.	Résultats (sans projet TERRA72)	32
3.	Résultats (avec projet TERRA72)	34
G)	CALCUL DE L'IMPACT DU PROJET PAR POSTE D'EMISSIONS ET DANS SON ENSEMBLE (DIFFERENTIEL ENTRE TRAJECTOIRE AVEC PROJET ET TRAJECTOIRE SANS PROJET).....	38
H)	CONCLUSION	42

Préambule : Présentation de l'organisme attestant

Fondée en 2008, I Care est une entreprise de conseil en stratégie de l'environnement qui a pour ambition d'accompagner les entreprises (grands comptes, ETI...), les acteurs publics (Ministères, agences, collectivités locales...) et les investisseurs (investisseurs institutionnels, fonds de retraites, compagnies d'assurance, gérants d'actifs, banques...) dans la réussite de leur « transition environnementale ». Elle a pour objectif d'aider ses clients à passer d'une société à forte empreinte environnementale vers une société à forte productivité environnementale.

I Care considère pour cela 4 facteurs clés de succès :

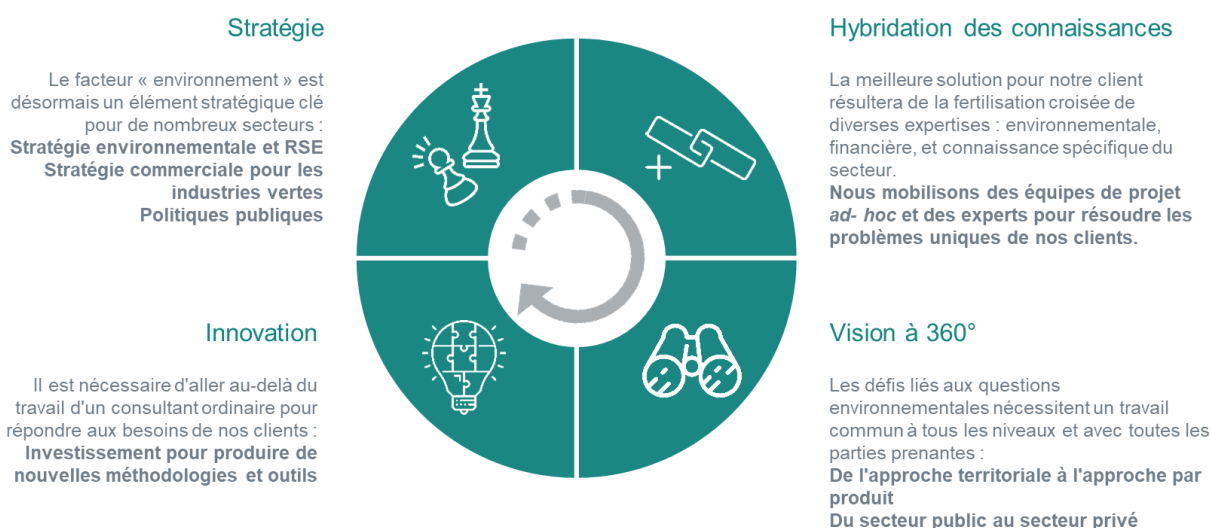


Figure 1, Facteurs clés de succès de la stratégie de l'environnement

L'équipe regroupe plus de 100 collaborateurs répartis sur deux implantations géographiques en France (Paris, Lyon) et une représentation à l'étranger (Brésil).



Figure 2, Récapitulatif des informations clés d'I Care by BearingPoint

Enfin, I Care intervient selon trois types d'interventions :

- Recherche (financement via appels à projet ou en propre) ;
- Stratégie et politiques publiques ;
- Études opérationnelles.

I Care est membre de l'Association des Professionnels en Conseil Climat énergie et environnement (APCC) ainsi que de l'Association pour la transition Bas Carbone (ABC).

Les principaux auteurs de cette note, Romain Treremi et Edouard Berthet, sont également certifiés par l'Institut de Formation Carbone (IFC) pour la maîtrise de la méthode Bilan Carbone® dans sa version la plus récente (V8).

a) Contexte et définition d'un Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES)

1. Contexte

La France s'est engagée, au niveau européen et international, à réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES). La France a renouvelé cet engagement national en ratifiant l'Accord de Paris qui vise à limiter les émissions de GES de telle sorte que la hausse de la température moyenne de la planète en 2100 n'excède pas 2 degrés, et de poursuivre les efforts en vue de limiter cette augmentation à 1,5 degré par rapport à l'ère préindustrielle, et qui implique d'atteindre la neutralité carbone à l'échelle mondiale dans la deuxième moitié du XXI^e siècle. En 2017, avec le plan climat, en accord avec son engagement envers l'accord de Paris, la France s'est fixée comme objectif la neutralité carbone à l'horizon 2050. Ce principe de neutralité carbone impose de ne pas émettre plus de GES que notre territoire ne peut en absorber via les milieux notamment les forêts ou les sols et les technologies de capture et stockage ou de réutilisation du carbone. La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) révisée adoptée par décret le 21 avril 2020 définit des orientations de politiques publiques pour mettre en œuvre la transition et atteindre la neutralité carbone en 2050. Elle fixe des budgets carbone qui définissent la trajectoire à suivre à moyen terme pour y parvenir.

La prise en compte du climat est intégrée dans les évaluations environnementales, que ce soit dans la description de l'état actuel de l'environnement « une description des facteurs [...] susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : [...], le climat, [...] », ou pour l'analyse des effets du projet sur l'environnement « une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres [...] des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique [...] ». Il est régulièrement relevé dans les avis des autorités environnementales que les émissions de GES sont insuffisamment prises en compte dans les évaluations environnementales. Il est constaté parfois une absence totale d'analyse des impacts du projet sur les émissions de GES. Ceci est dommageable d'autant que l'évaluation des principales émissions de CO₂ peut être parfois déduite de façon quasi directe pour certains projets à partir des éléments mentionnés dans le dossier, par exemple dans le cas de création d'infrastructures routières. En outre, lorsque les émissions de GES sont évaluées, on constate également le plus souvent leur augmentation, en décalage de plus en plus patent avec les engagements de réduction pris au niveau national et avec les planifications territoriales, y compris les plans Climat-Air-Énergie territorial (PCAET) des mêmes territoires.

2. Le BEGES, un outil d'aide à la décision

Un Bilan d'Emissions de GES permet d'**estimer les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre** liées à l'activité d'une entreprise, industrielle ou tertiaire, d'une administration, d'une collectivité, d'un territoire ou à l'échelle d'un projet. Les émissions sont estimées par grands postes d'activité, qui seront détaillés dans ce rapport.

Les données d'entrées de chaque poste (kilomètres parcourus, tonnes achetées, euros dépensés...) sont traduites en Tonnes équivalents CO₂ : **tCO₂e** (ou Tonnes équivalent Carbone TeqC).

L'évaluation permet ainsi une ventilation par principaux postes de l'activité (consommations énergétiques, transports, déchets, fret...) afin de **hiérarchiser les actions de réduction de ces émissions**.

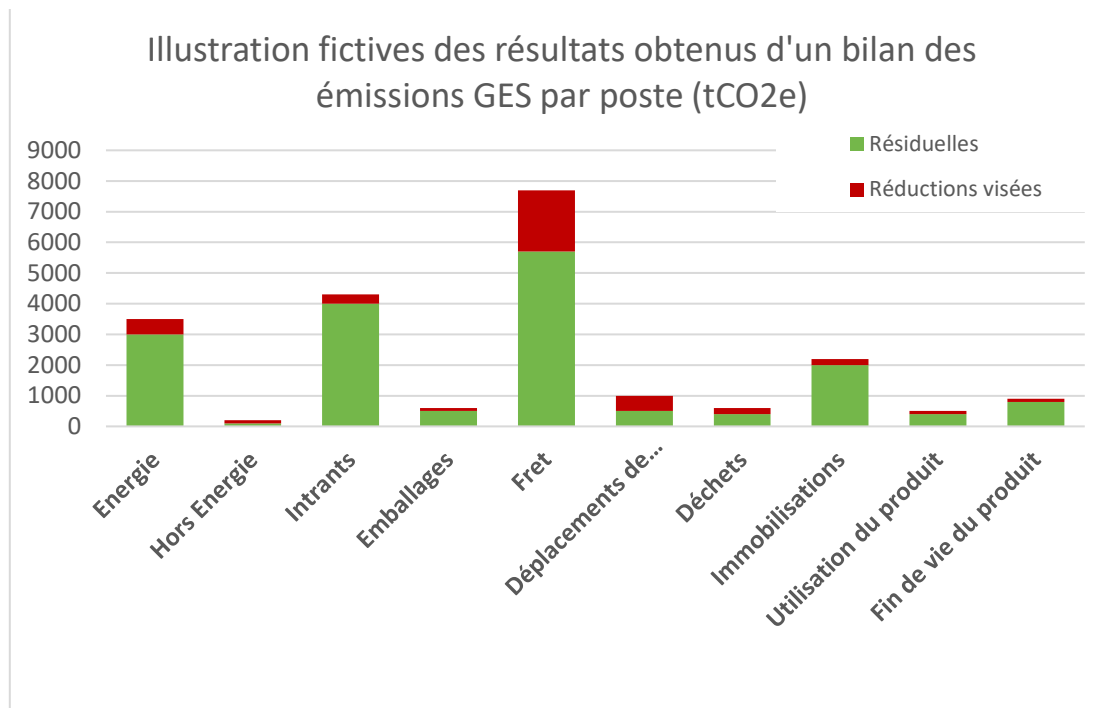


Figure 3, Exemple de résultats d'un BEGES

Des catégories sont définies afin de classer les émissions directes et indirectes par type. Conformément à la norme ISO14064, les 6 catégories sont les suivantes :

1. Les émissions directes ;
2. Les émissions indirectes associées à l'énergie ;
3. Les émissions indirectes associées au transport ;
4. Les émissions indirectes associées aux produits achetés ;
5. Les émissions indirectes associées aux produits vendus ;
6. Les autres émissions indirectes.

Les émissions relatives à chaque poste d'émissions sont évaluées en associant leur **grandeur caractéristique** (kilomètres parcourus, kilowattheures consommés, tonnes de marchandises achetées...) à des **facteurs d'émission**. Le facteur d'émission représente la quantité de gaz à effet de serre engendrée par l'utilisation d'une unité considérée.

Dans cet exercice, les bases de données utilisées pour le calcul des émissions sont, dans leurs versions les plus récentes :

- La Base Empreinte® de l'ADEME ;
- Des bases ACV (Analyse du Cycle de Vie) plus spécifiques telles que Ecoinvent.

Afin d'établir un résultat global de l'activité en « **Tonnes équivalent de CO₂** », les émissions des différents gaz à effet de serre émis sont exprimées par la quantité équivalente de CO₂ ayant le même pouvoir de réchauffement global. Une molécule de méthane dans l'atmosphère a le même pouvoir de réchauffement global que 28 molécules CO₂ sur une période de 100 ans.

Le Bilan des émissions GES de l'exploitation du site par Paprec a été élaboré dans le respect des standards internationaux développés par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) en accord avec les dispositions du décret d'application n° 2011-829 du 11 juillet 2011 et du guide méthodologique publié par le ministère de l'Environnement dans sa plus récente version (Guide V5 de juillet 2022). La méthodologie de comptabilité environnementale employée est conforme à celle décrite dans le **Guide méthodologie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du service de gestion des déchets ménagers et assimilés** (1ère Version – Édition 2024) initiée par l'ADEME et l'ASTEE. Enfin, le Bilan des émissions présenté dans ce document répond également aux critères du **Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)** dans la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact.

MÉTHODE RÉGLEMENTAIRE VERSION 5	
Catégorie	Poste
1. ÉMISSIONS DIRECTES DE GES	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion
	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion
	1.3 Emissions directes des procédés hors énergie
	1.4 Emissions directes fugitives
	1.5 Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)
2. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES À L'ÉNERGIE	2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité
	2.2 Emissions indirectes liées à la consommation d'énergie autre que l'électricité
3. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AU TRANSPORT	3.1 Transport de marchandise amont
	3.2 Transport de marchandise aval
	3.3 Déplacements domicile-travail
	3.4 Déplacements des visiteurs et des clients
	3.5 Déplacements professionnels
4. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AUX PRODUITS ACHETÉS	4.1 Achats de biens (inclut l'ex-poste 8 et une partie de l'ex-poste 9)
	4.2 Immobilisations de biens
	4.3 Gestion des déchets
	4.4 Actifs en leasing amont
	4.5 Achats de services (inclut une partie de l'ex-poste 9)
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
6. AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES	Inexistant (les franchises sont à consolider dans le périmètre organisationnel de la Personne Morale)
	6.1 Autres émissions indirectes

Figure 4, Nomenclature des catégories et postes d'émissions de GES (Source : Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre, ministère de l'Environnement, Juillet 2022)

b) Présentation du projet TERRA72

PAPREC CRV exploite actuellement le pôle de valorisation et traitement, dit des Vaugarniers, situé sur la commune de Montmirail dans le département de la Sarthe (72).

L'objectif général du projet TERRA72 est d'augmenter la part de valorisation pour n'utiliser l'ISDND du site qu'en dernier recours. Le projet est une extension d'un site déjà existant, situé à 1,5 km à l'est du centre du bourg de Montmirail. Le site actuel et les terrains d'extension sont tous la propriété du Groupe PAPREC.

Le site actuel comprend aujourd'hui plusieurs activités qui seront à conserver et développées dans le présent projet :

- Un centre de tri de déchets d'activités économiques ;
- Une activité de broyage de bois ;
- Une Installation de Stockage de déchets Non dangereux (ISDND) exploitée en mode bioréacteur ;
- Une unité de valorisation du biogaz par cogénération ;
- Une ISDND et une ISDD (Installation de Stockage de Déchets Dangereux) pour des déchets amiantés ;
- Une plateforme de compostage.



Figure 5, Surfaces d'exploitation de l'ISDND



Figure 6, Surfaces d'exploitation des autres activités (valorisation, déchets contenant de l'amiante, tri gravats)

Aujourd'hui, PAPREC CRV envisage l'évolution de ses activités avec une extension géographique de son installation de traitement et valorisation sur des parcelles contiguës situées à l'Est et à l'Ouest du site actuel, respectivement de 9,7 hectares et 9,1 hectares.

Le futur projet comprendra ainsi les activités suivantes :

- Une unité de préparation de Combustibles Solides de Récupération (CSR) ;
- Une unité de déconditionnement de biodéchets, associée à une unité de méthanisation de déchets organiques ;
- Une plateforme de compostage de déchets verts ;
- Une plateforme de gestion de déchets de bois ;

- Des unités de tri-conditionnement-transit de déchets valorisables, notamment des métaux, des pneus, des papiers et cartons, des plastiques ;
- Une ISDND exploitée en mode bioréacteur avec valorisation du biogaz (cogénération) ;
- Une ISDND et une ISDD pour des déchets amiantés (déjà autorisées, qui vont être agrandies) ;
- Un casier plâtre ;
- Une plateforme de valorisation des matériaux et traitement des terres souillées ;
- Une centrale photovoltaïque au sol implantée sur 10 ha de casiers fermés en post-exploitation.

Le site dans son ensemble, aujourd'hui occupant 30 ha, en tenant compte de l'emprise des nouvelles activités, sera étendu sur 50 ha environ.

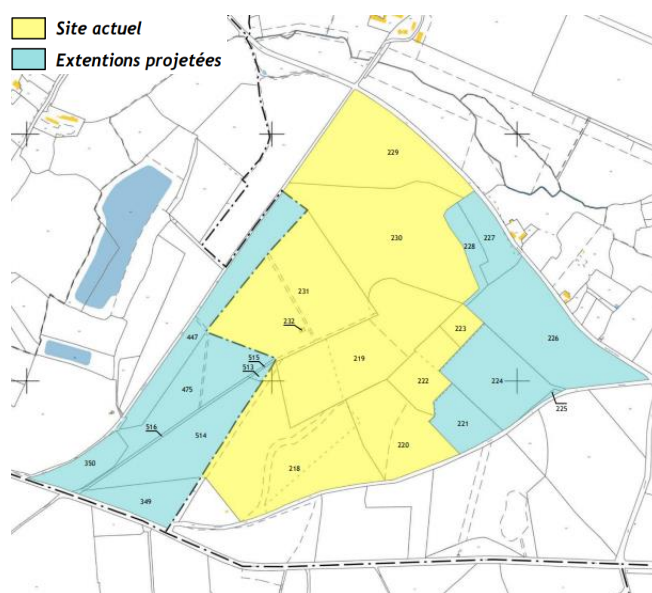


Figure 7, Schéma du site actuel et des extensions du projet TERRA72

c) Définition de l'aire d'étude (ou périmètre)

Approche contrôle opérationnel : L'entreprise doit consolider les émissions de GES des installations qu'elle exploite, et notamment celle du site dont il est question dans cette étude.

Le Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) du projet TERRA72 porte sur l'ensemble de la durée de vie du projet. Les émissions comptabilisées dans un bilan en vision « projet » couvrent toutes les étapes du cycle de vie, c'est-à-dire depuis la phase de conception du projet, en passant par la mise en place du chantier à la phase opérationnelle d'exploitation et incluant également la fin de vie du projet.

L'aire d'étude porte sur toute la durée du contrat d'exploitation du site et vise à estimer les émissions de gaz à effet de serre des étapes constitutives du projet, chacune mobilisant un certain nombre de ressources, d'équipements, et sollicite des activités tout au long de sa chaîne de valeur. Les sources d'émissions relatives à chaque étape du projet sont identifiées.

A l'échelle de chaque activité constituant le projet TERRA72, une cartographie des flux a été réalisée afin d'identifier le périmètre opérationnel, c'est-à-dire les postes d'émissions pertinents à évaluer :

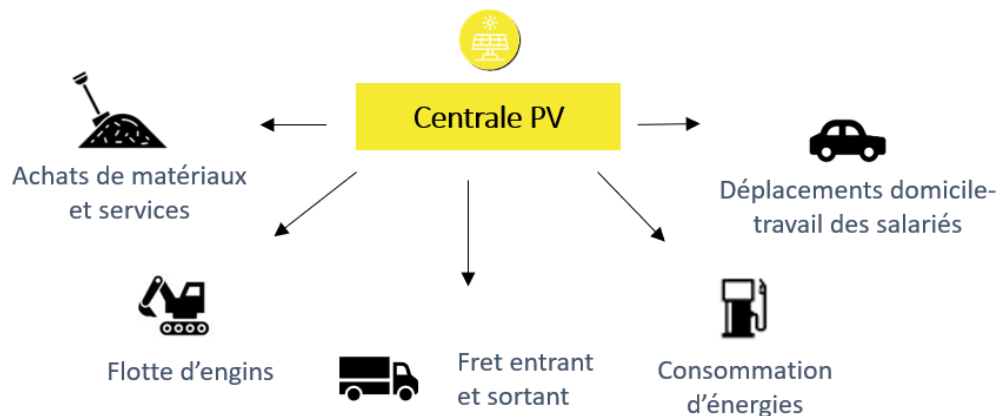


Figure 8, Cartographie des flux de la centrale PV

Toutes les autres activités du futur site, décrites au préalable, sont traitées selon la même cartographie des flux, qui est la suivante :

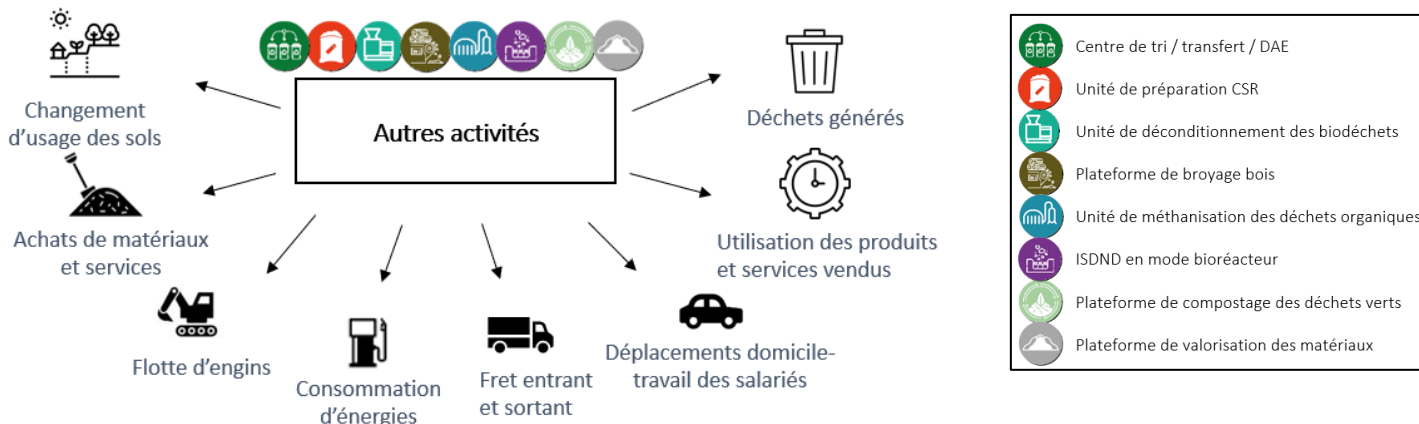


Figure 9, Cartographie des flux de toutes les activités sur site, excluant la centrale PV

De plus, il convient de distinguer les émissions de CO₂ d'origine fossile (CO₂f) des émissions de CO₂ d'origine biogénique (CO₂b). Le CO₂b s'inscrit dans un cycle court du carbone (saisonnier, annuel, séculaire ou multi-séculaire) faisant intervenir la photosynthèse des végétaux, puis oxydé par voie biologique ou thermique. Les émissions de CO₂b sont considérées par le GIEC comme neutres par rapport à l'effet de serre additionnel. Dans le cas des activités de traitement des déchets organiques, ces émissions ont donc été comptabilisées et rapportées distinctement des émissions de CO₂ d'origine fossile conformément aux recommandations de la norme ISO 14064.

1. L'implantation progressive des nouvelles activités, appelée par la suite « phase d'installation »

L'installation des nouvelles activités est organisée de manière progressive selon le séquençage suivant :

2025 :

- Déplacement des plateformes compostage et bois
- Mise en place des plateforme matériaux et terres souillées
- Mise en place des panneaux photovoltaïques phase 1
- Mise en service du déconditionneur
- Mise en service de la chaine CSR

2026 :

- Mise en service de l'unité de méthanisation
- Mise en place des panneaux photovoltaïques phase 2
- Création et aménagement des 1ers casiers de stockage des déchets non dangereux dans le secteur étendu à l'Ouest
- Création du casier plâtre

2031 :

- Chaine CSR a atteint sa capacité nominale
- Mise en place des panneaux photovoltaïques phase 3
- Extension des casiers déchets contenant de l'amiante

2031-2050 :

Création et réaménagement des nouveaux casiers de stockage des déchets non dangereux et amiantés, au fur et à mesure de leur remplissage.

Plus précisément, les émissions de GES liées à la construction des nouveaux bâtiments ont été calculées et appliquées sur la durée correspondante au phasage prévu des travaux. Les deux principaux postes d'émissions pour les bâtiments sont les suivants :

- Changement d'usage des sols : relatif à chaque activité, en fonction du sol d'origine et de la surface à construire
- Achats de services : estimé via des ratios monétaires et le montant des investissements pour chaque activité

On considèrera pour les calculs que la phase d'installation des activités du nouveau projet s'étend sur la période 2025 à 2027 inclus.

2. L'exploitation des différentes activités, appelée par la suite « phase d'exploitation »

Parallèlement à la mise en place des nouvelles activités de valorisation et de recyclage des déchets, l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) exploitée en mode bioréacteur traitera de moins en moins de déchets selon :

- Sans le projet TERRA72, tonnages similaires à ceux d'aujourd'hui jusqu'en 2030 (date de fin d'autorisation d'exploitation) :
 - 2024 à 2030 : 90 000 t/an
- Avec le projet « TERRA72 », les volumes évoluent à la baisse selon le calendrier prévisionnel suivant :
 - 2024-2025 : 90 000 t/an
 - 2026 : 85 000 t
 - 2027 : 80 000 t
 - 2028 à 2050 : 75 000 t/an

Les émissions de GES du projet sont majoritairement dues à la phase d'exploitation de ce dernier, s'étalant sur 20 années supplémentaires à compter de 2030. Durant cette période, les émissions de GES seront présentées année après année. Les postes d'émissions de GES considérées sont les suivants :

- Consommation d'énergies (GNR pour les engins, électricité) ;
- Déplacements du personnel et du directeur de site ;
- Les engins mobilisés et leur consommation de GNR ;
- Les achats de matériaux et services ;
- Le fret entrant et sortants des déchets propres à chaque activité ;
- L'utilisation des produits vendus (valorisation des déchets en aval par les acteurs externes) ;
- Les émissions directes liées au traitement des déchets (compostage, émissions fugitives de méthane...).

La période de post-exploitation représente une étape de suivi pour la maîtrise des impacts sur l'environnement après l'arrêt des activités d'enfouissement. Les terrains seront maintenus clôturés pendant la période de suivi post-exploitation de 30 ans, de 2051 à 2080. Pendant cette période, plusieurs installations sont donc maintenues et entretenues et continuent d'émettre des GES, principalement avec le réseau de captage du biogaz de l'ISDND qui continuera de produire du biogaz, et restera l'unique poste d'émission de cette période via des émissions diffuses de méthane au niveau de sa couverture et les émissions de l'unité de cogénération et de la torchère.

Pendant cette période, la centrale photovoltaïque continuera de produire de l'électricité.

3. La fin de vie des activités, appelée par la suite « phase de fin de vie »

Après la cessation des activités du site et la période de post exploitation, les bâtiments et les infrastructures pourront être démantelés dès 2081. Tous les matériels, équipements, et installations présentes sur le site et nécessaires aux opérations seront évacués. Ne resteront sur le site que les déchets enfouis dans l'ISDND (déchets non dangereux, déchets contenant de l'amiante et déchets de plâtre).

Durant cette période, les principaux postes d'émissions sont les suivants et seront estimés pour chaque activité :

- Déchets de chantier, leur mode de traitement et leur évacuation.
- Engins mobilisés et leur consommation de carburant fossile.
- Déplacements des ouvriers.

Le périmètre géographique est celui de la superficie du nouveau projet. Le bilan des émissions couvre les 30 hectares nécessaires aux nouvelles activités ainsi que les 20 ha existants.

1. Description de l'état initial de l'environnement

Afin d'estimer l'impact environnemental du projet TERRA72 selon le critère carbone, il convient de comparer les deux trajectoires possibles pour le site.

Pour rappel, aujourd'hui, ce site comprend plusieurs activités qui seront à conserver et développées dans le projet TERRA72 :

- Une plateforme de compostage de déchets verts.
- Une activité de broyage de bois.
- Des unités de tri-conditionnement-transit de déchets valorisables, notamment des métaux, des pneus, des papiers et cartons, des plastiques.
- Une Installation de Stockage de déchets Non dangereux (ISDND) exploitée en mode bioréacteur, pour un total de 90 000 tonnes/an.
- Une unité de valorisation du biogaz par cogénération et chaleur.
- Une ISDND et une ISDD pour des déchets amiantés.

Sans mise en œuvre de TERRA72, les activités du site devraient arriver à échéance en 2030 et passer au stade de post-exploitation jusqu'en 2060. Les déchets devront trouver d'autres exutoires après cette date.

2. Hypothèses et données

Le bilan global des déchets traités par les différentes activités du site est globalement la suivante :

Activité	Type de déchets entrants	Tonnage des déchets entrants / an
Une plateforme de compostage	Déchets verts	6 000
Des unités de tri-conditionnement-transit de déchets valorisables	Pneus	1 900
	Ferraille / Métaux	60
	Bois	14 400
	Gravats inertes et autres matériaux lourds	26 600
	Plateforme valorisation	2 180
	Plateforme transit	530
Une ISDND	Refus de tri	62 600
	DAE	4 400
	OM et OMR	14 420
	Encombrants	8 500

Tableau 1, Description des types et tonnages des déchets entrants pour chaque activité

La répartition des déchets non dangereux enfouis en ISDND est décrite comme ceci :

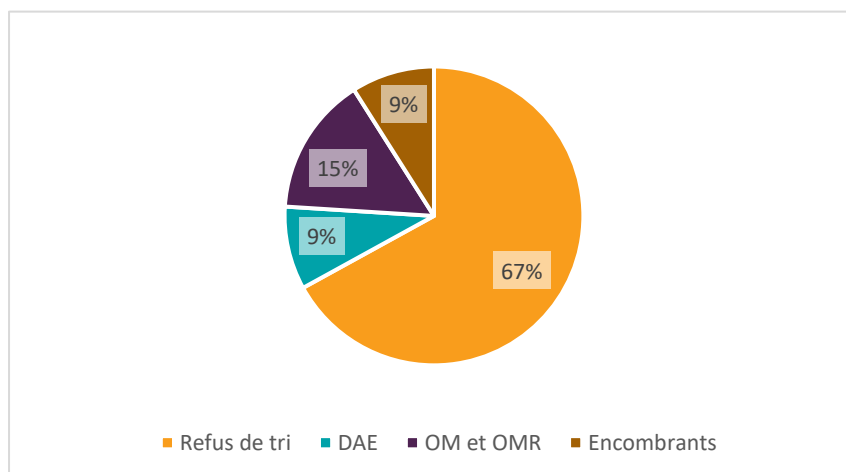


Figure 10, Répartition des déchets enfouis en ISDND

Depuis 2014, l'évolution des déchets entrants sur le site de Montmirail est la suivante :



Figure 11, Evolution des déchets entrants entre 2014 et 2022

De plus, l'ISDND produit du biogaz dans les conditions modernes d'exploitation. Ce dernier provient de la dégradation de la fraction organique des déchets en condition d'anaérobiose.

En 2023, à la suite d'investissements pour augmenter la valorisation du biogaz, la production d'énergie s'est élevée à :

- 3 341 997 kWh électriques
- 10 853 401 kWh thermiques

3. Hypothèses de calcul

Les émissions de GES de l'état initial, à savoir le site de Montmirail dans son fonctionnement actuel, ont été estimées sur une période d'un an.

Comme décrit dans le paragraphe précédent, les émissions sont générées par les activités de traitement et valorisation des déchets déjà en place.

Sur la base des données de dimensionnement du site actuel, les émissions en phase exploitation du site ont été calculées sur la période 2025 à 2030 inclus. Les sources d'émissions retenues sont :

- Les consommations de GNR et d'électricité sur le site ;
- Les recharges en fluide frigorigène ;
- Le transport des déchets ;
- Les déplacements domicile-travail et professionnels des employés du site ;
- Les immobilisations de biens (bâtiments, engins) ;
- Les coûts d'exploitation (entretien, maintenance, achats).

4. Résultats

Les émissions annuelles totales (directes et indirectes) équivalentes à l'état initial, c'est-à-dire le site dans son fonctionnement actuel, sont d'environ **14 000 (± 3 400) tCO₂e** (correspondantes à la phase d'exploitation jusqu'en 2030, hors émissions de CO₂ d'origine biogénique). Les graphiques suivants présentent la répartition des résultats par poste d'émissions.

Les émissions annuelles de CO₂ d'origine biogénique du site actuel, sur la même période, sont d'environ **3 500 (± 175) tCO₂b** et correspondent aux quantités de méthane brûlées par la torchère de l'ISDND.

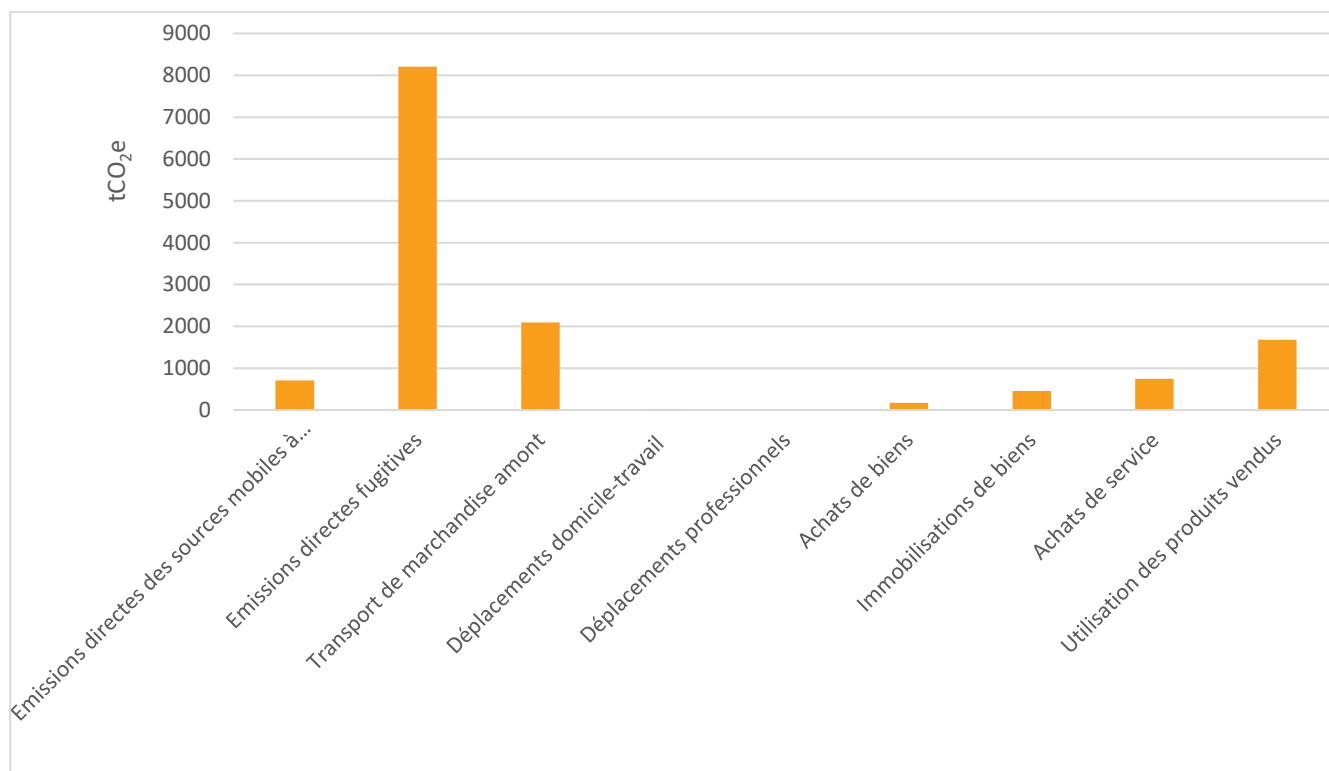


Figure 12, Emissions de GES annuelles par poste du site actuel en phase d'exploitation

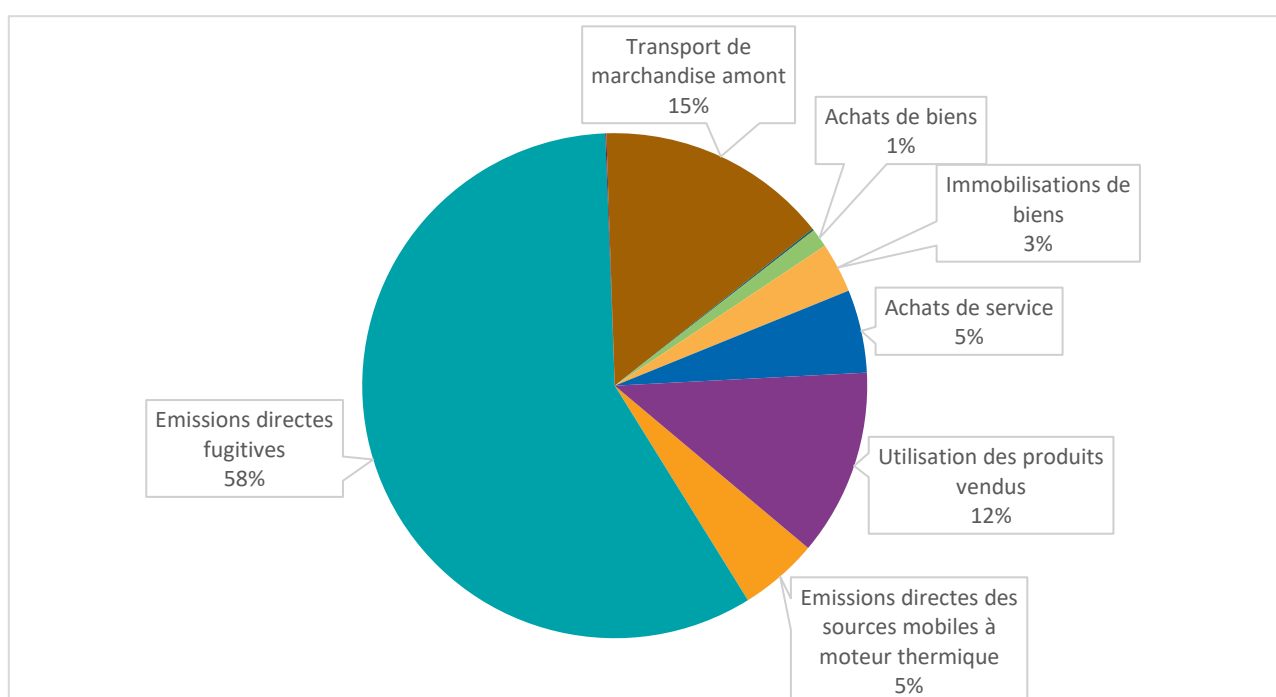


Figure 13, Répartition des émissions annuelles par poste du site actuel en phase d'exploitation

Parmi ces émissions de GES, 58% sont dues aux émissions diffuses au niveau de la couverture et du réseau du biogaz de l'ISDND, 15% viennent du transport des déchets entrants sur le site, 12% de l'utilisation des produits vendus, 5% des consommations de GNR des engins du site et 5% sont imputées aux achats de produits et services. Ces intrants nécessaires à l'exploitation

ont été estimées à partir des coûts de fonctionnement annuels du site (maintenance, entretien et autres OPEX).

d) Définition de la trajectoire sans projet et de la trajectoire avec projet

1. Trajectoire sans projet

1. Description

Sans mise en œuvre du projet TERRA72, le site actuel arriverait à échéance en 2030 et passerait au stade de post-exploitation pendant 30 ans. Pendant cette période, certaines activités pourraient continuer à y être exploitées, comme la valorisation du biogaz issu des déchets enfouis et qui continuent à produire pendant 15 ans environ, de façon décroissante.

Par souci de simplification, la trajectoire sans projet constituant le scénario de référence ne prend pas en compte les évolutions des paramètres exogènes en lien avec la décarbonation contextuelle de la société. Par exemple, le mix électrique français est changeant au fil des années et influe sur l'intensité carbone de l'électricité produite. Dans le cadre du présent exercice de bilan GES, l'hypothèse retenue est de conserver des facteurs d'émissions constants dans le temps. Cette décision est majorante dans les estimations des volumes de GES en jeu étant donnée la tendance à la baisse des facteurs d'émissions liée à la décarbonation des activités. De la même manière, les évolutions des pratiques agricoles en phase avec les réglementations environnementales ne sont pas transcrites dans la modélisation. Les apports en engrais azotés sont susceptibles d'être plus encadrés, limitant les émissions fugitives et induites par les activités de fertilisation.

Au contraire, la trajectoire avec projet comprend les phases d'installation, d'exploitation, de post-exploitation, et de fin de vie des nouvelles activités. Ces dernières sont implantées de manière progressive à partir de 2025 jusqu'en 2081.

La frise chronologique ci-dessous présente en détail les différentes étapes de chaque trajectoire : le scénario sans le projet étant représentée en vert et rouge, et celle avec le projet en bleu.

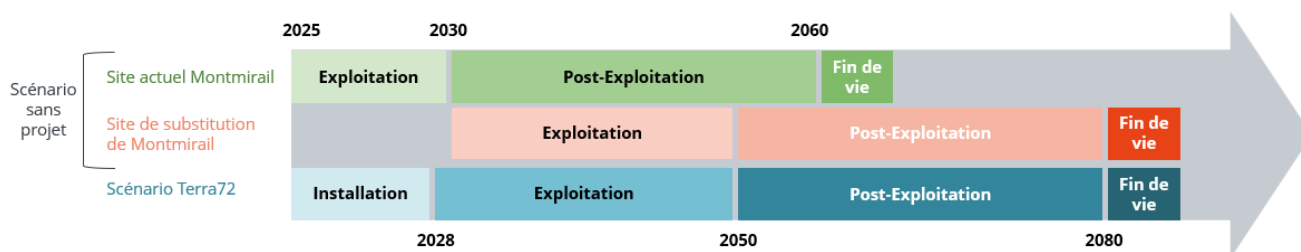


Figure 14 : Frise chronologique comparant les trajectoires avec et sans projet

Pour être exhaustif, le scénario sans projet TERRA72 tient compte des éléments suivants :

- L'activité de traitement des déchets du site de Montmirail jusqu'en 2030, l'activité en post-exploitation du site actuel de Montmirail de 2030 à 2060, et la fin de vie du site.

- L'activité de traitement d'un volume de déchets identique à celui qui aurait été traité par le projet TERRA72, mais par un autre site que celui de Montmirail. Un arrêt de l'exploitation du site de Montmirail en 2030 implique que le volume de déchets entrants prévu sur la période 2030-2050 sera traité par un autre site de traitement des déchets.

Concernant le deuxième tiret : le scénario "sans projet TERRA72" tient compte du volume total des déchets traités dans le scénario "avec projet TERRA72", et pour lequel la manière de traiter ces déchets aurait été différente sans ce dernier. Les tonnages entrants de déchets visés pour le projet TERRA72 sont d'environ 196,5k tonnes.

Des données relatives à la fin de vie "moyenne" des déchets dans le département de la Sarthe ont pu être obtenues pour un échantillon relativement grand de sa population. Les données obtenues ont ensuite été extrapolées pour considérer une "fin de vie moyenne" des déchets dans le département. Ainsi, la répartition du traitement des déchets dans le scénario « sans projet TERRA72 », à partir de 2030, est la suivante:

- Incinération : 58%
- Valorisation matière : 15%
- Compostage : 14%
- Tri : 11%
- Enfouissement : 2%

Il est également nécessaire de prendre en compte le transport de ce volume de déchets vers d'autres sites de traitement des déchets plus ou moins proche dans la région. Les distances parcourues pour le fret des 196,5k tonnes de déchets qui auraient été traités par le site de Montmirail (projet TERRA72) ont donc été modifiées pour tenir compte de la nouvelle localisation (fictive) des autres sites de traitement des déchets. En l'occurrence, l'hypothèse retenue est celle d'imaginer un site fictif qui se trouverait à 30km du site de Montmirail.

2. Hypothèses sans projet

Le site actuel est équipé d'une ISDND, d'une zone de valorisation des matériaux et d'une plateforme bois. En l'absence du projet TERRA72, l'ISDND atteindrait sa fin de vie en 2030 et serait réaménagée en post-exploitation. Cependant, les autres activités en cours pourraient perdurer sur le site une fois ce réaménagement terminé. La phase d'exploitation est identifiée par la couleur bleu clair et la fin de vie est en bleu plus soutenu. Le tableau ci-dessous compile toutes les données et hypothèses prises en compte pour chaque poste d'émission analysé **annuellement** (pour le site actuel de Montmirail).

Etape		Poste d'émissions	Hypothèses considérées et données pour le calcul
Données disponibles à l'échelle du site	Exploitation	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion	Quantité de méthane brûlée et transformé en CO2 par la torchère : 3 457 686 kg de CO2 biogénique. En 2022, la torchère a traité 1 728 843 m3/an. Hypothèse que 1 m3 de CO2 équivaut à 2 kg de CO2.
		1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion	Consommation de GNR des engins sur site : 276 500 L
		1.3 Emissions directes des procédés hors énergie	2 983 tonnes de déchets organiques valorisés en compost
		1.4 Emissions directes fugitives	Emissions diffuses de méthane au niveau de la couverture du réseau de biogaz : 293 523 kg de méthane. En 2022, la production de biogaz s'élevait à 5 207 633 Nm3/an et est considérée égale en 2030. Ce biogaz est composé à 42% de

			méthane, et le taux de captage est de 0,8. Enfin, dans les conditions de pression et température de 15°C et 1 bar, on sait que 1m3 méthane rejeté équivaut à 0,671kg de méthane rejeté.
		1.4 Emissions directes fugitives	Recharges en fluide frigorigère inchangées par rapport au site actuel : 7,29 kg
		2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Consommation d'électricité du site : 284 947 kWh/an
		3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants/sortants : 13 086 243 t.km
		3.3 Déplacements domicile-travail	Déplacement du personnel en voiture : 40 employés habitant en moyenne à 8 km du site et venant en voiture. Donnée finale : 96 397 passager.km
		3.5 Déplacements professionnels	Déplacements ponctuels du directeur du site en voiture inchangés par rapport au site actuel : 35 000 passager.km
		4.1 Achats de biens	Part amont (production et transport) de la consommation des combustibles fossiles : 276 500 L Part amont (production et transport) de la consommation d'électricité : 284 947 kWh
		4.2 Immobilisation de biens	Unités de chaque engin : 3 chargeuses, 1 compacteur, 2 pelles, 1 engin télescopique, 1 tracteur, 2 groupes électrogènes, 2 tombereaux attachés au site
		4.3 Gestion des déchets	Revalorisation matière des gravats en couverture des déchets enfouis de l'ISDND : 26 607 tonnes
		4.5 Achats de service	Les frais de maintenance ont été extrapolés à partir des données du site actuel, via un ratio sur le tonnage des déchets entrants : Services : 526 k€, plastique et caoutchouc : 420 k€, textile et habillement : 4 k€, réparation et installation de machines : 430 k€, enseignement 2 k€, meubles 3 k€, machines et équipements 1 k€, produits chimiques 11 k€, transport terrestre 238 k€
		5.1 Utilisation des produits vendus	- Revalorisation matière des déchets verts en compost : 2 983 tonnes de déchets végétaux et organiques, soit 50% des déchets organiques entrants - Revalorisation externe en matière de la plateforme de valorisation : 2 183 tonnes via un ratio des données du site futur du projet TERRA72 - Revalorisation énergétique du bois en combustible de chaufferie : 9 347 tonnes via la même hypothèse que dans le site futur du projet TERRA72 : 65% du bois traité est valorisé énergétiquement
	Post - Exploitation	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion	Hypothèse de décroissance linéaire dans la période de post exploitation avec une quantité de méthane traitée par la torchère en 2030 estimée à 1 728 843 m3/an et en 2045 estimée à 0 Nm3/an, soit une moyenne de 864 422 Nm3/an. Hypothèse que 1 m3 de CO2 équivaut à 2 kg de CO2. Quantité de méthane brûlée et transformé en CO2 par la torchère : 1 728 844 kg de CO2 biogénique
		1.4 Emissions directes fugitives	Hypothèse de décroissance linéaire dans la période de post-exploitation avec une quantité de biogaz produit en 2030

			(considérée égale à la donnée de 2022) de 5 207 633 Nm ³ /an et en 2045 estimée à 0 Nm ³ /an. Ce biogaz est composé à 42% de méthane, et le taux de captage est de 0,8. Enfin, dans les conditions de pression et température de 15°C et 1 bar, on sait que 1m ³ méthane rejeté équivaut à 0,671kg de méthane rejeté. Donnée finale des émissions diffuses de méthane au niveau de la couverture du réseau de biogaz : 146 762 kg/an de méthane
		2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Consommation d'électricité du site en post-exploitation : 30% de la consommation en exploitation. Donnée : 85 484 kWh/an
		3.3 Déplacements domicile-travail	Déplacement du personnel en voiture : 1 employé habitant en moyenne à 8 km du site et venant en voiture. Donnée finale : 4 000 passager.km
		4.5 Achats de service	Phase de post-exploitation à l'échelle du site : frais d'entretiens des espaces verts, des analyses de contrôle de la qualité de l'eau, de l'air, etc... Montant de 150 k€/an pendant 30 ans
	Fin de vie	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion	Consommation de gazole pour le démantèlement du projet : hypothèse de 3 pelles fonctionnant 8h/jour pendant 4 mois, consommant 20 L/h. Donnée finale : 40 320 L
		3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire. Donnée finale : 2 625 000 t.km
		3.3 Déplacements domicile-travail	Hypothèse de 4 ETP habitant à 8 km du site et se déplaçant en voiture. Donnée finale : 5 376 passager.km
		4.1 Achats de biens	Part amont (production et transport) du gazole utilisé pour le démantèlement du projet : hypothèse 3 pelles fonctionnant 8h/jour pendant 4 mois, consommant 20 L/h Donnée finale : 40 320 L
		4.2 Immobilisations de biens	3 pelles nécessaires à chaque activité, mobilisées pendant 4 mois
		4.3 Gestion des déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : Surface du site actuel : 28 ha soit 280 000 m ² , épaisseur de la dalle 0.25m. Densité des DIB : 2500 kg/m ³ . Total des déchets : 87 500 t.

Tableau 2, Recensement des données et hypothèses utilisées pour les calculs d'émissions annuelles du scénario **sans projet**

Comme expliqué précédemment (section d) 1.1.), il convient d'inclure au scénario de référence les données et hypothèses relatives au site actuel (voir tableau ci-dessus), mais également les données et hypothèses relatives au site « de substitution » qui traiterait le volume de déchets entrants finalement non pris en charge (car pas de projet TERRA72 dans ce scénario). Par souci de simplification, et puisqu'il n'y a pas de données facilement accessibles pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre de ce site, le choix a été fait de considérer des hypothèses

identiques à celle du site actuel de Montmirail (voir tableau ci-dessus). Toutefois, un coefficient a été appliqué pour rendre compte de l'augmentation du volume de déchets entrants (passant de 146 130 t sans projet à un traitement visé de 196 500 t avec le projet TERRA72).

2. Trajectoire avec projet

1. Description

Le site actuel s'étend sur une trentaine d'hectares, et l'évolution des activités de PAPREC dans le cadre du projet TERRA72 entraînera une extension d'une vingtaine d'hectares situés à l'Est et à l'Ouest du site actuel. A l'Ouest, les parcelles sont aujourd'hui constituées d'une zone boisée exploitée pour son bois, et à l'Est, les parcelles sont occupées par un secteur déjà aménagé et une zone en friche.

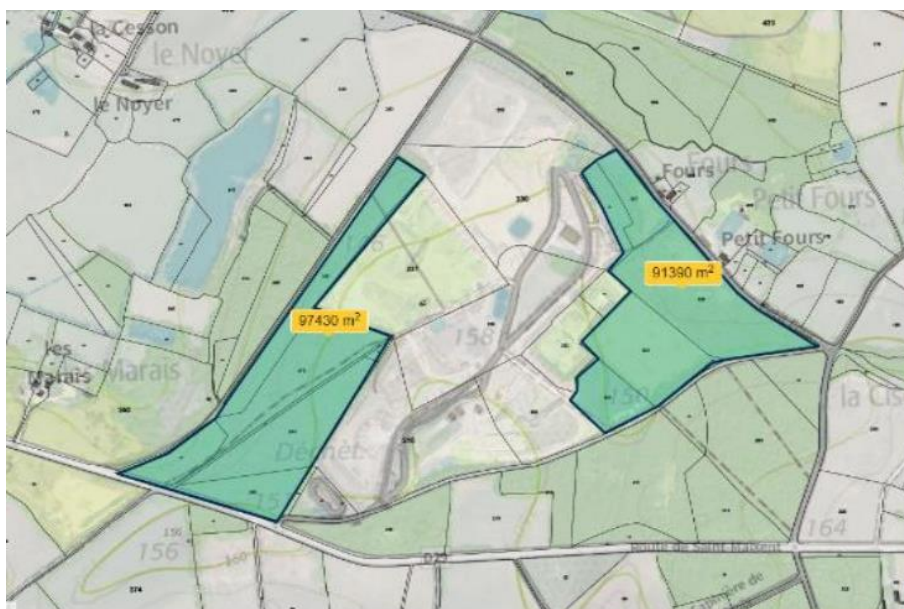


Figure 15, Cartographie du site représentant les 2 zones d'extension (Est et Ouest)

Le futur projet comprendra ainsi les activités suivantes, traitant des volumes et types de déchets distincts :

Activité	Type de déchets entrants	Capacité de traitement à terme (tonnes entrantes/ an)
Une plateforme de compostage	Déchets verts (tontes de gazon, de feuilles, de tailles de haies...)	10 000
Une activité de broyage de bois	Bois	10 000
Des unités de tri-conditionnement-transit de déchets valorisables	Encombrants (métaux et pneus)	5 000
	Collecte sélective (Papiers, cartons, plastiques)	5 000
Une ISDND	Refus de tri, DAE, OM et OMR, encombrants	75 000

Une ISDND et une ISDD pour des déchets amiantés	Déchets de construction contenant de l'amiante et EPI issus des chantiers de désamiantage	6 000
Une unité de préparation de CSR	Refus de tri et encombrants	90 000
Une unité de déconditionnement, en amont de l'unité de méthanisation	Biodéchets (déchets biodégradables de jardins ou parcs, déchets alimentaires de cuisine)	10 000
Une unité de méthanisation		30 000
Un casier plâtre	Plâtre	3 000
Une plateforme de valorisation des matériaux	Gravats, matériaux et terres polluées	10 000

Tableau 3, Volume prévisionnel des déchets entrants à terme sur le site TERRA72

A ces activités, il faut rajouter les installations de production d'énergies renouvelables sur le site que sont :

- L'unité de cogénération du biogaz issu des casiers de l'ISDND,
- L'unité de filtration et d'injection dans le réseau GRDF du biométhane issu de l'unité de cogénération,
- La production d'électricité photovoltaïque avec la centrale solaire au sol.

Activité	Type d'énergie	Production d'énergie annuelle (kWh)	Utilisation finale
ISDND	Electrique	3 000 000	Revente à ENEDIS
	Chaleur	10 000 000	Utilisation interne pour le traitement des lixiviats
Usine de méthanisation	Biogaz	21 702 900	Injection dans le réseau GRDF
Centrale photovoltaïque	Electrique	10 100 000	Revente à ENEDIS

Tableau 4, Prévisions de production d'énergie à terme sur le site TERRA72

Pour évaluer les impacts de la trajectoire avec projet, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable où toutes les installations sont construites et exploitées à leurs capacités maximales.

Pour rappel, ces dernières ne seront pas implantées tout en même temps mais de manière progressive :

- Les activités de plateforme bois et compostage sont déplacées et considérées exploitées en 2025 ;
- La plateforme matériau et terres souillées est exploitée en 2025 ;
- L'activité CSR est mise en service en 2025 et exploité au nominal de sa capacité en 2031 ;
- L'activité de méthanisation est mise en service et considérée exploitée en 2026 ;
- La centrale PV est mise en service dès 2025 et est considérée au maximum de sa capacité en 2031 ;
- Les casiers de stockage de l'ISDND sont créés et aménagés en 2026 et considérés pleinement opérationnels en 2028.

Les activités du projet TERRA72 devraient arriver à échéance en 2050 et passer au stade de post-exploitation jusqu'en 2080.

2. Hypothèses avec le projet

Les hypothèses considérées pour le dimensionnement des étapes du projet sont détaillées dans l'outil de calcul Excel des émissions de GES joint à la présente note. Le tableau ci-après présente une vision synthétique de ces hypothèses, pour chacun des postes d'émissions évalués en fonction des différentes phases du projet. La phase d'installation est identifiée par la couleur blanche, la phase d'exploitation par la teinte bleu clair et la fin de vie en bleu foncé.

En accord avec les recommandations du Guide méthodologique pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du service de gestion des déchets ménagers et assimilés (ADEME et ASTEE, 2024)¹, les apports de déchets depuis leur site de production jusqu'au site ont été considérés comme « supportés » par Paprec et ont donc été comptabilisés dans la catégorie « fret amont ». A l'inverse, les transports et distributions sortants du site ont été considérés comme étant « non supportés » par Paprec, et par conséquent, intégrés au fret aval. Le tableau ci-dessous recense toutes les données et hypothèses prises en compte pour chaque poste d'émission analysé **annuellement**.

Une attention particulière a été portée à l'activité de « Préparation des CSR », dont les émissions induites et évitées dépendent essentiellement de l'utilisation des produits.

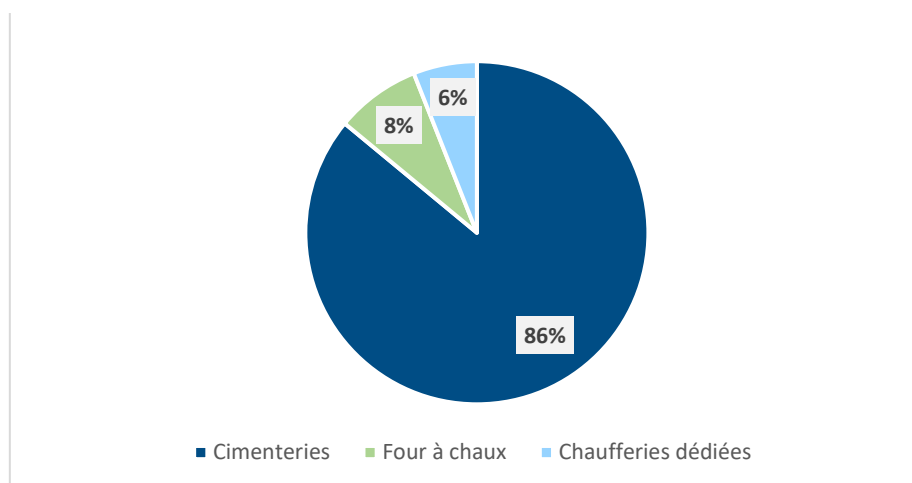


Figure 16, Répartition des consommations de CSR (source : CITEO, 2023)

L'ADEME a publié en 2019 une Analyse de Cycle de Vie sur les impacts environnementaux de la valorisation énergétique – dont les CSR – des Déchets Non Dangereux des Activités Economiques (DNDAE)². Le rapport compare notamment les impacts sur le changement climatique de la valorisation énergétique des refus de tri de DNDAE avec valorisation par différents types de consommateurs :

- Valorisation des CSR en cimenterie
- Valorisation en four dédié CSR avec production de chaleur
- Valorisation en unité de valorisation énergétique (avec cogénération)

Dans le scénario avec projet Terra72, les CSR sont dirigés majoritairement vers une valorisation énergétique en chaufferies industrielles et fours cimentiers. Une étude menée par CITEO en 2023 précise que les CSR ont été consommés en 2020 par 18 cimenteries, 1 chaufournier et 2

¹ ADEME, ASTEE, 2024. [Guide méthodologique pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du service de gestion des déchets ménagers et assimilés](#)

² ADEME, RDC Environment. 2019. [Impacts environnementaux de scénarios de valorisation énergétique des déchets des activités économique](#)

chaudières industrielles. En cimenterie, les CSR (88 gCO₂/MJ) remplacent un mix énergétique très riche en carbone : charbon (87 gCO₂/MJ) et coke de pétrole (101 gCO₂/MJ). L'utilisation de CSR diminue donc significativement les émissions de CO₂ générées.

	Mix de combustibles (%) - 2017	Mix de combustibles substitué par les CSR (%)
Source	<i>(Syndicat français de l'industrie cimentière, 2018)</i>	<i>Calculs</i>
Charbon	14,4	28
Coke de pétrole	37	72
Autres (Fuel lourd, gaz, combustible de substitution)	48,6	-
Sous-total : Charbon et coke de pétrole	51,4	100
Total	100	-

Figure 17, Mix de combustibles des cimenteries (source : Syndicat français de l'industrie cimentière, 2018)

Les impacts en termes d'émissions de GES induites et évitées par l'incinération des CSR ont été calculés à partir des résultats de l'ACV de l'ADEME, en considérant le scénario S3 (Recyclage + CSR cimenterie) et en appliquant un facteur 0,42 correspondant à la part de CO₂ fossile dans le CSR :

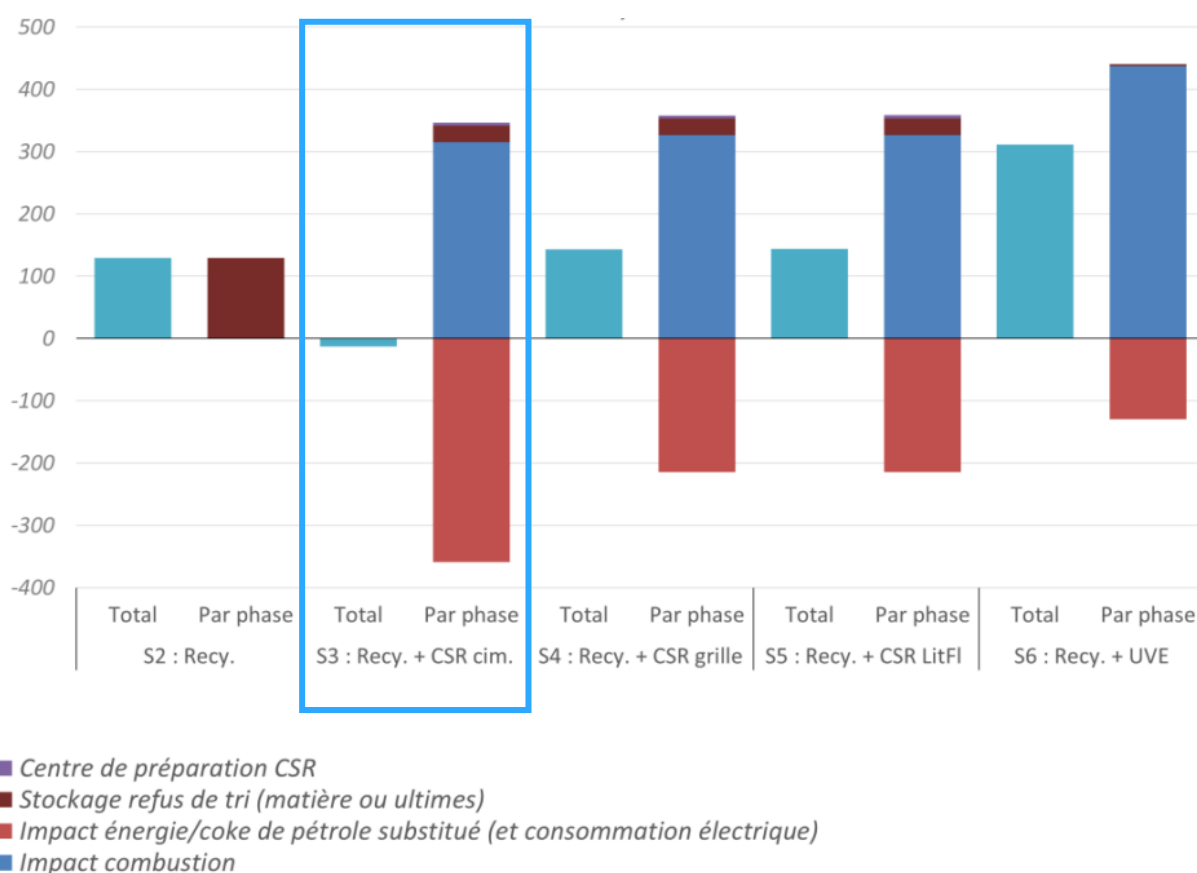


Figure 18, Résultats pour le changement climatique des refus de tri des scénarios 2 à 6 en kgCO₂e (source : ACV sur les impacts environnementaux de la valorisation énergétique des DNDAE, ADEME 2019)

Etape		Poste d'émission	Hypothèses considérées et données pour le calcul
Données disponibles à l'échelle du site	Exploitation	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion	Consommation de GNR des engins sur site : 400 000 L
		1.4 Emissions directes fugitives	Recharges en fluide frigorigène inchangées par rapport au site actuel : 7,29 kg
		2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Consommation d'électricité du site : • 285 MWh/an pour l'ISDND et les activités existantes, • Consommation de la chaîne CSR – 2 500 MWh/an • Consommation du méthaniseur – 500 MWh/an Soit un total annuel de 3 285 MWh.
		3.3 Déplacements domicile-travail	Déplacement du personnel en voiture : 40 employés habitant en moyenne à 8 km du site et venant en voiture. Donnée finale : 160 000 passager.km
		3.5 Déplacements professionnels	Déplacements ponctuels du directeur du site en voiture inchangés par rapport au site actuel : 35 000 passager.km
		4.1 Achats de biens	Part amont (production et transport) de la consommation des combustibles fossiles : 400 000 L Part amont (production et transport) de la consommation d'électricité : 3 285 MWh
		4.2 Immobilisation de biens	Unités de chaque engin : 1 tractopelle, 2 compacteurs à pied de mouton, 4 pelles, 1 mini-pelle, 4 tracteurs, 1 scalpeur, 2 tombereaux, 1 benne TP, 1 tonne à eau, 3 élévateurs, 2 broyeurs à déchets verts et bois, 2 retourneurs d'andains, 1 presse à belle, 7 camions attachés au site
		4.5 Achats de service	Les frais de maintenance ont été extrapolés à partir des données du site actuel, via un ratio sur le tonnage des déchets entrants : Services : 789 k€, plastique et caoutchouc : 630 k€, textile et habillement : 6,7 k€, réparation et installation de machines : 644 k€, enseignement 2,43 k€, meubles 4,31 k€, machines et équipements 1,4 k€, produits chimiques 16 k€, transport terrestre 356 k€
	Post-Exploitation	2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Consommation d'électricité du site en post-exploitation : 30% de la consommation de l'ISDND en exploitation. Donnée : 85 500 kWh/an
		3.3 Déplacements domicile-travail	Déplacement du personnel en voiture : 1 employé habitant en moyenne à 8 km du site et venant en voiture. Donnée finale : 4 000 passager.km
		4.5 Achats de service	Phase de post-exploitation à l'échelle du site : frais d'entretiens des espaces verts, des analyses de contrôle de la qualité de l'eau, de l'air, etc... Montant de 150 k€/an pendant 30 ans
Données relatives à la fin de vie de chaque activité	Fin	3.3 Déplacements domicile-travail	Hypothèse de 4 ETP habitant à 8 km du site et se déplaçant en voiture. Donnée finale : 5 376 passager.km
	Fin de	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion	Consommation de gazole pour le démantèlement du projet : hypothèse de 3 pelles fonctionnant 8h/jour pendant 4 mois, consommant 20 L/h. Donnée finale : 40 320 L

		4.1 Achats de biens	Part amont (production et transport) du gazole utilisé pour le démantèlement du projet : hypothèse 3 pelles fonctionnant 8h/jour pendant 4 mois, consommant 20L/h Donnée finale : 40 320 L
		4.2 Immobilisations de biens	3 pelles nécessaires à chaque activité, mobilisées pendant 4 mois
Plateforme de compostage	Installation	1.5 Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une prairie vers un site imperméabilisé d'une surface de 0,65 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 1 000 k€
	Exploitation	1.3 Emissions directes des procédés d'énergie	5 000 tonnes de déchets organiques valorisés en compost
		3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 400 000 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants : 75 000 t.km
		4.2 Immobilisation de biens	Unité des engins : 1 chargeuse, 1 broyeur, 1 pelle, 1 tracteur, 1 citerne, 1 crible mobile. Surface et type de l'activité : 6 500 m², imperméable en enrobés
		5.1 Utilisation des produits vendus	5 000 tonnes de déchets organiques valorisés en compost
	Fin de vie	4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 4 063 tonnes de déchets du bâtiment en mélange
		3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire. Donnée finale : 121 875 t.km
Activité de broyage bois	Installation	5. Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une prairie vers un site imperméabilisé d'une surface de 1,53 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 1 000 k€
	Exploitation	3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 678 000 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants : 1 700 000 t.km
		4.2 Immobilisation de biens	Unité des engins : 1 chargeuse, 1 broyeur Surface et type de l'activité : 15 300 m² en béton
		5.1 Utilisation des produits vendus	6 500 tonnes revalorisés comme combustible en chaufferie
	Fin de	4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 8 798 tonnes de béton. Densité du béton : 2300 kg/m³, et dalle d'épaisseur 0.25m.

ISDND		3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire. Donnée finale : 263 925 t.km. Densité du béton : 2300 kg/m ³ , et dalle d'épaisseur 0.25m.
	Installation	1.5 Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une forêt vers un site imperméabilisé d'une surface de 9,788 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 11 000 k€
	Exploitation	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion	Quantité de méthane brûlée et transformé en CO ₂ par la torchère : 2 478 008 kg de CO ₂ biogénique. En prenant la moyenne de production estimée en 2050 (324m ³ /h) et en 2022 (450m ³ /h), le pronostic de production entre ces deux dates est linéarisé et est égal à 387 m ³ /h. Hypothèse que 1 m ³ de CO ₂ équivaut à 2 kg de CO ₂ .
		1.4 Emissions directes fugitives	Emissions diffuses de méthane au niveau de la couverture du réseau de biogaz : 207 742 kg de méthane. En prenant la moyenne de production estimée en 2050 (324m ³ /h) et en 2022 (450m ³ /h), le pronostic de production entre ces deux dates est linéarisé et est égal à 387 m ³ /h. La production de biogaz est estimée à 3 096 000 m ³ /an. Ce biogaz est composé à 42% de méthane, et le taux de captage est de 0,8. Enfin, dans les conditions de pression et température de 15°C et 1 bar, on sait que 1m ³ méthane rejeté équivaut à 0,671kg de méthane rejeté.
		3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 2 859 000 t.km
		4.1 Achats de biens	Besoins en matériaux inertes pour recouvrir les casiers de déchets contenant de l'amiante : 37 200 tonnes
		4.2 Immobilisation de biens	Surface de l'extension de l'ISDND : 97 880 m ² Surface du casier plâtre : 2 600 m ² Superficie de l'extension du casier de déchets contenant de l'amiante K1 : 3 010 m ² Superficie de l'extension du casier de déchets contenant de l'amiante K2 : 10 530 m ²
		5.1 Utilisation des produits vendus	Consommation du biogaz revalorisé en chaleur, utilisation interne : 10 000 000 kWh th/an Consommation du biogaz revalorisé en électricité, revente à ENEDIS : 3 000 000 kWh e/an
	Post -	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion	Hypothèse de décroissance linéaire dans la période de post exploitation avec une quantité de méthane traitée par la torchère en 2050 estimée à 1 239 004 m ³ /an et en 2065 estimée à 0 Nm ³ /an, soit une moyenne de 61 950 Nm ³ /an. Quantité de méthane brûlée et transformé en CO ₂ par la torchère : 1 239 004 kg de CO ₂ biogénique

		1.4 Emissions directes fugitives	Hypothèse de décroissance linéaire dans la période de post-exploitation avec une quantité de biogaz produit entre 2050 et 2065 de 1 296 000 Nm ³ /an. Ce biogaz est composé à 50% de méthane, et le taux de captage est de 0,8. Enfin, dans les conditions de pression et température de 15°C et 1 bar, on sait que 1m ³ méthane rejeté équivaut à 0,671kg de méthane rejeté, soit 86 962 kg de méthane par an.
		5.1 Utilisation des produits vendus	Consommation du biogaz revalorisé en chaleur, utilisation interne : 5 000 000 kWh th/an Consommation du biogaz revalorisé en électricité, revente à ENEDIS : 1 500 000 kWh e/an
	Fin de	4.1 Achats de biens	Argile nécessaire pour la couverture finale : 8 262 tonnes Terre végétale nécessaire pour la couverture finale : 10 327 tonnes
Unité de méthanisation	Installation	1.5. Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une forêt vers un site imperméabilisé d'une surface de 1,112 ha Donnée totale issue de l'addition de toutes les surfaces au sol : Fumière 580m ² , bâtiment de méthanisation 1367m ² , bassin de rétention 4681 m ² , plateforme digestats solides 988m ² , 2 silos soit 3448 m ² , cuve 58m ² (Source : Permis de construire)
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 7 500 k€
	Exploitation	1.4 Emissions directes fugitives	Hypothèse de 5% de pertes. Fuites de méthane pour l'ensemble de l'activité : 73 475 kg
		3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 1 257 333 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants, y compris les clients venant chercher l'épandage : 405 000 t.km
		4.2 Immobilisations de biens	Surface unitaire du bâtiment de méthanisation en béton : 1 367 m ² , de la cuve : 58m ² , des 2 trémies de réception : 30 m ³ , des 3 cuves d'hygiénisation : 6 m ³ , de la cuve de stockage des déchets hygiénisés : 120 m ³ , des 2 cuves de méthanisation en béton : 5 706 m ³ , de la cuve de maturation en béton : 5 706 m ³ , des 2 cuves de stockage du digestat en béton : 9 955 m ³ , de la fumière en béton : 580 m ² , du bassin perméable de rétention des cuves : 1 300 m ³ , de la plateforme de digestat solides en béton : 587 m ² , des 2 silos en béton : 1 724 m ² .
		5.1 Utilisation des produits vendus	Valorisation agricole du digestat : 27 000 tonnes Injection de biométhane : 21 702 900 kWh PCI, via la donnée de production de 250 Nm ³ /h de biométhane, 24h/24, et PCI du méthane 9,91 kWh/Nm ³
	Fin de vie	3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire Donnée finale : 541 763 t.km Epaisseur des cuves : 0.1 m et de la dalle en béton 0.25m, densité du béton 2500 kg/m ³

Centre de tri	Exploitation	4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 18 059 tonnes de déchets en béton Epaisseur des cuves : 0.1 m et de la dalle en béton 0.25m, densité du béton 2500 km/m3
		3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants de type papiers, cartons, plastiques : 460 000 t.km Transport des déchets entrants de type pneus, métaux : 330 000 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants de type papiers, cartons, plastiques : 875 000 t.km Transport des déchets sortants de type pneus, métaux : 700 000 t.km
		4.2 Immobilisation de biens	Surface de la zone de tri n1 : 2 935 m ² Surface de la zone de tri n2 : 8 500 m ² Surface du hangar : 605 m ²
		4.3 Gestion des déchets	Déchets de traitement envoyés à l'ISDND interne : 500 tonnes.
	Fin de vie	5.1 Utilisation de produits vendus	Papier carton : 1 020 tonnes revendus aux papetiers Plastiques : 57,5 tonnes pour valorisation matière Métaux : 2 000 tonnes rechargés et expédiés
		3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire Donnée finale : 219 987 t.km, densité du béton 2300 kg/M3 et DIB 2500 km/m3. Epaisseur de la dalle : 0.25m et épaisseur des murs du hangar : 0.1m
		4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 7 333 tonnes de déchets, densité du béton 2300 kg/M3 et DIB 2500 km/m3. Epaisseur de la dalle : 0.25m et épaisseur des murs du hangar : 0.1m
Unité de préparation des CSR	Installation	1.5 Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une prairie vers un site imperméabilisé d'une surface de 0,815 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 7 500 k€
	Exploitation	3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 7 280 000 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants : 5 750 000 t.km
		4.2 Immobilisations de biens	Surface du bâtiment avec structure métallique : 8 150 m ²
		4.3 Déchets	Déchets de traitement envoyés à l'ISDND : 41 500 tonnes
		5.1 Utilisation des produits vendus	Valorisation énergétique externe en chaufferie : 48 500 tonnes de CSR
	Fin de	3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire Donnée finale : 56 235 t.km

		4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 1 875 tonnes de déchets du bâtiment de type béton, épaisseur des murs 0.1m et une densité de 2300kg/m3
Unité de déconditionnement des biodéchets	Installation	1.5. Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une forêt vers un site imperméabilisé d'une surface de 0.1 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 1 500 k€
	Exploitation	3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 628 667 t.km
		4.2 Immobilisations de biens	Unité des engins : 1 chariot élévateur, 1 benne étanche, 1 chariot/télescopique, 1 déconditionneur Surface du bâtiment en béton : 1 000 m²
		5.1 Utilisation des produits vendus	Pulpe organique envoyée vers l'unité de méthanisation : 7 000 tonnes
	Fin de vie	3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire Donnée finale : 17 250 t.km
		4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 575 tonnes de déchets en béton. Dalle de 0.25m et densité du béton 2300 kg/m3.
Plateforme de valorisation des matériaux	Installation	1.5. Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	Hypothèse de changement d'usage des sols d'une prairie vers un site imperméabilisé d'une surface de 0.94 ha
		4.2 Immobilisation de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 1 000 k€
	Exploitation	3.1 Transport de marchandises amont	Transport des déchets entrants : 883 000 t.km
		3.2 Transport de marchandises aval	Transport des déchets sortants : 800 000 t.km
		4.2 Immobilisations de biens	Surface de la nouvelle activité : 9 400 m²
		4.3 Déchets	Déchets de traitement envoyés à l'ISDND interne : 2 000 tonnes
		5.1 Utilisation des produits vendus	Valorisation matière externe en technique routière : 4 000 tonnes Valorisation matière interne en matériaux de couverture de l'ISDND : 4 000 tonnes
	Fin de	4.3 Déchets	Masse de déchets de chantier calculées à partir de la surface de chaque activité, le type de matériau utilisé et sa densité : 5 405 tonnes de béton. Dalle de 0.25m et densité du béton 2300 kg/m3

		3.2 Transport de marchandise aval	Hypothèse d'un transport des déblais et déchets de la fin de vie l'activité par voie routière en camion de 25 tonnes effectuant un transport de 30 km vers l'exutoire Donnée finale : 162 150 t.km
Centrale PV	Installati	3.2 Transport de marchandises aval	Emissions associées au transport des matériaux sur le site. Ratios sur la capacité installée de 10 000 kWc
		4.2 Immobilisations de biens	Investissements pour l'installation de l'activité : 9 000 k€
	Exploitat	4.1 Achats de biens	Installation de 10 000 kWc Ratios d'émissions pour la fabrication des modules, des cadres, des câbles, de l'installation électrique, des onduleurs, des composants
		4.3 Déchets	Fin de vie des panneaux, ratio sur la capacité installée de 10 000 kWc

Tableau 5, Recensement des données et hypothèses utilisées pour les calculs d'émissions annuelles du scénario **avec projet**

e) Identification des postes d'émissions GES significatifs de la trajectoire sans projet et de la trajectoire avec projet ; justification de l'exclusion des postes non significatifs

Selon la norme ISO 14064 et les recommandations du ministère³, la pertinence du poste est définie en fonction de la contribution du poste vis-à-vis des émissions globales, de son importance stratégique ainsi que de sa vulnérabilité aux variations du coût des matières fossiles ou de la réglementation et des accords internationaux, mais aussi en fonction des leviers d'action dont dispose l'organisation pour réduire les émissions de ce poste. Selon ces critères, le poste est alors considéré comme obligatoire, pertinent ou exclu du périmètre d'analyse.

Le critère prioritaire pour évaluer la significativité d'un poste d'émissions est son ampleur, c'est-à-dire les postes d'émissions indirectes estimés substantiels d'un point de vue quantitatif.

Les postes d'émissions suivants ont été exclus, en suivant cette logique et le « Guide méthodologique pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du service de gestion des déchets ménagers et assimilés » (ADEME et ASTEE, 2024)⁴:

- 3.4 Déplacements des visiteurs et des clients (optionnel dans le guide) : non retenu car faible significativité
- 3.13 Franchise aval : Non concerné
- 4.4 Actifs en leasing amont : Non concerné
- 5.2 Leasing aval : Non concerné
- 5.3 Fin de vie des produits vendus : l'opérateur n'ayant pas d'influence sur la fin de vie des produits vendus (matières), nous n'avons pas retenu ce poste
- 5.4 Investissements : pas de prise de participation dans des entreprises tierces

³ : [Note de recommandations pour la détermination des postes significatifs d'émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de l'article 173-IV de la loi sur la Transition énergétique pour la croissance verte \(LTECV\) du 17 août 2015](#)

⁴ : [ADEME, ASTEE, 2024. Guide méthodologique pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du service de gestion des déchets ménagers et assimilés](#)

- 6. Autres émissions indirectes (optionnel dans le guide) : non retenu car faible significativité

Afin d'assurer l'exhaustivité du bilan des émissions de gaz à effet de serre du projet, les postes d'émissions de GES significatifs ont fait l'objet d'une étude approfondie.

Les postes non pertinents au regard du dimensionnement du projet ont été mis à l'écart. C'est le cas par exemple des émissions directes issues des sources fixes de combustion qui concernent l'usage de groupe électrogène sur le chantier notamment. Cette solution n'est pas envisagée pour l'approvisionnement en énergie.

Les postes non significatifs pour différentes activités sont relatifs aux émissions ayant une faible contribution vis-à-vis des émissions globales, en particulier :

- Les émissions liées à la valorisation matière externe des déchets plâtre

La liste ci-dessous récapitule les différents postes d'émissions qui ne sont pas inclus dans le calcul de la trajectoire du projet (en fonction des activités existantes, modifiées ou créées dans le futur projet). Ces postes sont jugés non pertinents compte tenu des activités évaluées :

- **1.1 Émissions directes des sources fixes de combustion** : Aucune activité n'est prise en compte, sauf l'ISDND exploitée en mode bioréacteur.
- **1.5 Émissions issues de la biomasse ou des changements d'usage des sols** : Toutes les activités sont prises en compte, sauf l'unité de tri-conditionnement.
- **3.1 Transport de marchandise amont** : Toutes les activités sont prises en compte, sauf l'ISDND et l'ISDD pour les déchets contenant de l'amiante et les déchets de plâtre, ainsi que la centrale PV.

f) Quantification des émissions de la trajectoire sans projet et de la trajectoire avec projet, en incluant l'estimation des incertitudes

1. Hypothèses de calcul

Les émissions de gaz à effet de serre des trajectoires avec projet et sans projet sont quantifiées suivant la méthodologie du GHG Protocol et selon les 5 piliers de la norme ISO 14064-2 : 2019 :

- **Pertinence** : les sources d'émissions, données et hypothèses nécessaires aux calculs ont été définis conjointement avec les experts Paprec, et après une appropriation approfondie du contexte du projet.
- **Complétude** : la définition du périmètre de prise en compte des émissions de gaz à effet de serre vise l'exhaustivité des postes d'émissions pertinents au vu du projet. Les éventuelles exclusions donnent lieu à des justifications.
- **Cohérence** : les émissions de gaz à effet de serre sont quantifiées selon le principe de comptabilité carbone standard :

$$\text{Emission de GES} = \text{Donnée d'activité} \times \text{Facteur d'émissions}$$

- **Exactitude** : la maîtrise des incertitudes de calcul des émissions fait partie intégrante du travail. Afin de maximiser la fiabilité des résultats, la priorité est donnée aux

grandeurs physiques pour modéliser le projet. Le recours à des ratios monétaires et l'extrapolation à partir de données génériques fait l'objet d'un suivi et n'intervient qu'en l'absence d'entrées plus fines. Les incertitudes sont systématiquement calculées selon les grilles de quantification suivantes, en accord avec les méthodes de l'ADEME :

Type de données	Description	% d'incertitude associé
Données primaires	Données observées, prélevées à partir des systèmes d'information et relevés physiques appartenant ou exploités par l'entreprise (ou une société dans sa chaîne d'approvisionnement).	5%
Données secondaires	Données génériques ou données moyennes provenant de sources publiées, qui sont représentatives des activités de l'entreprise ou de ses produits.	20%
Données extrapolées	Données primaires ou secondaires liées à une activité similaire qui sont adaptées ou personnalisées à une nouvelle situation.	35%
Données approchées	Données primaires ou secondaires liées à une activité semblable qui peut être utilisée en lieu et place de données représentatives. Ces données existantes sont directement utilisées sans adaptation.	50%

Tableau 6, Grille d'incertitude sur les données d'activités

Précision de la donnée (Data Accuracy)	Commentaires	% d'incertitude associé
Très bonne (High)		5%
Bonne (Good)		15%
Moyenne (Fair)	Utilisable par défaut pour les facteurs d'émissions moyennés sur de grands échantillons ou moyennes nationales	30%
Médiocre (Poor)		50%
Très mauvaise		80%

Tableau 7, Grille d'incertitude sur les facteurs d'émissions

- **Transparence** : l'outil de calcul des émissions de gaz à effet de serre du projet détaille toutes les étapes calculatoires et les hypothèses associées. Les sources de donnée sont explicitées pour permettre la transparence de la quantification des émissions.

Comme énoncé dans le paragraphe a) Contexte, les bases de données utilisées pour le calcul des émissions des trajectoires sont, dans leurs versions les plus récentes :

- La Base Empreinte® de l'ADEME ;
- Des bases ACV plus spécifiques telles que Ecoinvent.

2. Résultats (sans projet TERRA72)

Toutes les données présentées dans cet onglet ont été arrondies car l'exercice ne nécessite pas une précision absolue. Les facteurs d'émissions provenant de la base Empreinte de l'ADEME comportent inévitablement des incertitudes et des marges d'erreur. Il est donc plus pertinent de présenter des estimations arrondies, d'autant plus lorsqu'il s'agit de quantités se chiffrant en millions de tonnes. Les données détaillées peuvent être trouvées dans le tableau Excel.

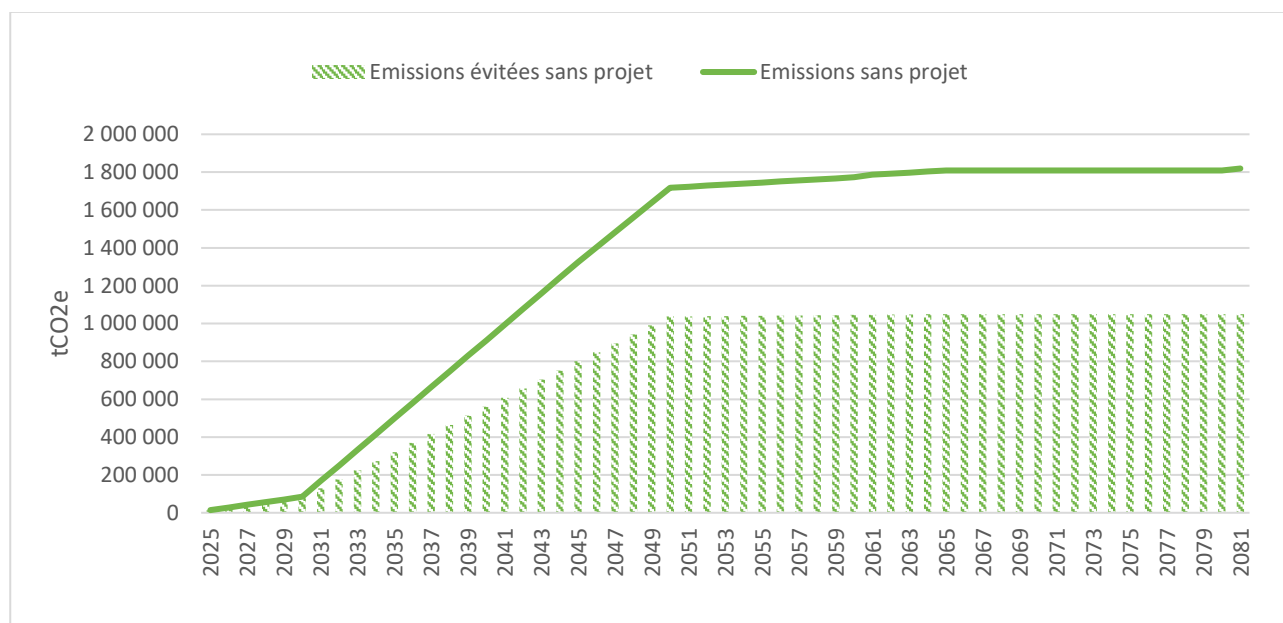


Figure 19, Emissions cumulées (induites et évitées) dans le scénario **sans projet**

Emissions induites

Les émissions induites totales du scénario de référence s'élèvent à **1 820 000 (± 178 000) tCO₂e** sur toute sa durée de vie et les émissions d'origine biogéniques, comptabilisées à part, à **208 800 (± 132 000) tCO₂e**.

Dans le cas du scénario sans projet TERRA72 (i.e. scénario de référence), les émissions de GES annuelles du site actuel sont d'environ **14 000 (± 3 400) tCO₂e / an** jusqu'à la fin prévue de l'exploitation en 2030. A partir de 2031, le site passe en post exploitation et les émissions induites du fonctionnement de l'ISDND sont d'environ **4 100 (± 1500) tCO₂e / an**, et le démantèlement envisagé des installations intervient en 2061 dès la fin de la post exploitation et est à l'origine de l'émissions d'environ **8 000 (± 2 100) tCO₂e**. En cumulé, le total des émissions induites par le site actuel dans le scénario sans projet entre 2025 et 2061 se porte à **154 300 (± 31 300) tCO₂e**.

Plus largement, la majeure partie des émissions provient du site de traitement des déchets remplaçant celui de Montmirail et intégrant le volume de déchets qui aurait été traité par le projet TERRA72 à partir de 2030. En effet, le total des émissions induites par ce dernier s'élève à **1 665 000 (± 192 000) tCO₂e** entre 2030 et 2080. Les émissions annuelles de ce site sont d'environ **78 600 (± 10 600) tCO₂e / an** en phase d'exploitation. Environ la moitié provient du mode de traitement des déchets qui a été considéré (58% des déchets sont valorisés

énergétiquement par incinération). Ce poste d'émissions représente à lui seul environ la moitié des émissions annuelles dans ce scénario sans projet entre 2030 et 2050. En phase de post-exploitation, les émissions annuelles sont de **5 550 ($\pm$ 2 000) tCO₂e / an**, et le démantèlement a été envisagé en 2081 et est à l'origine d'environ **10 700 ($\pm$ 2 900) tCO₂e**.

Emissions évitées

Les **80 700 tCO₂e** d'émissions évitées par le site actuel pendant sa phase d'exploitation proviennent :

- des économies d'énergie réalisées grâce à la production de biogaz de l'ISDND (9% des émissions évitées)
- de la revalorisation énergétique du bois (24%)
- de la revalorisation matière du bois (30%)
- de l'engrais non produit (car du compost a été utilisé à la place) (16%)
- de l'engrais qui n'a pas fait l'objet d'épandage (22%)

Les émissions évitées en phase de post-exploitation sont, elles, estimées à **9 200 tCO₂e**, provenant des économies d'énergies réalisées grâce à la production de biogaz de l'ISDND qui continue d'être exploité pendant 15 ans.

Les émissions évitées liées à l'exutoire de substitution font l'objet des mêmes hypothèses pour l'ISDND et le compostage en considérant des volumes de déchets entrants différents. Les émissions évitées de ce site s'élèvent à **947 000 tCO₂e** durant la phase d'exploitation (qui s'étale de 2031 à 2050) et **12 300 tCO₂e** en post-exploitation, des chiffres conséquents en raison d'une quantité plus importante de déchets et du mode de traitement considéré.

Au total, les émissions évitées du scénario sans projet totalisent environ **1 049 000 tCO₂e** tous sites et phase confondus.

		Site actuel	Site de substitution	Total scénario SANS projet
Emissions évitées	Emissions évitées - Phase d'exploitation	80 700	947 000	1 028 000
	Emissions évitées - Phase de post-exploitation	9 200	12 300	21 500
	Emissions évitées TOTALES	89 900	959 500	1 049 000

Figure 20, Répartition des émissions évitées par site et par phase du scénario sans projet

Les émissions de gaz à effet de serre d'origine biogénique sont comptabilisées à part et atteignent **208 800 ($\pm$ 139 800) tCO₂b** au total. Le site actuel contribue à hauteur de **47 800 ($\pm$ 5 700) tCO₂b**, tandis que l'exutoire de substitution en génère **161 000 ($\pm$ 134 100) tCO₂b**. La forte incertitude concernant cette valeur s'explique par l'incertitude liée aux émissions diffuses lors de l'épandage du compost, s'élevant à 400% (source : Base Empreinte® de l'ADEME).

3. Résultats (avec projet TERRA72)

Toutes les données présentées dans cet onglet ont été arrondies car l'exercice ne nécessite pas une précision absolue. Les facteurs d'émissions provenant de la base Empreinte de l'ADEME comportent inévitablement des incertitudes et des marges d'erreur. Il est donc plus pertinent de présenter des estimations arrondies, d'autant plus lorsqu'il s'agit de quantités se chiffrant en millions de tonnes. Les données détaillées peuvent être trouvées dans le tableau Excel.

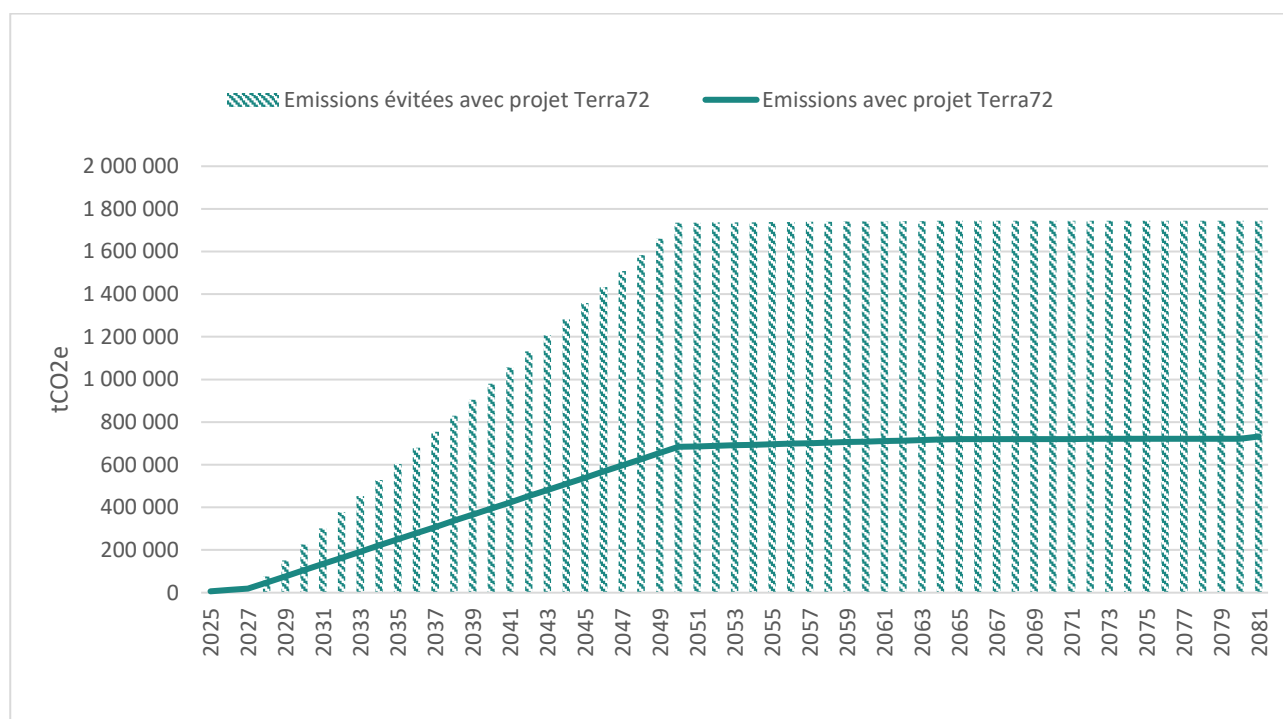


Figure 21, Emissions cumulées (induites & évitées) dans le scénario avec projet TERRA72

Dans la modélisation du scénario avec projet, les émissions annuelles en phase d'installation (entre 2025 et 2028) sont d'environ **6 230 ($\pm$ 2 000) tCO₂e**. Pour la phase d'exploitation considérée entre 2028 et 2050, les émissions induites par toutes les activités sont d'environ **28 900 ($\pm$ 7 300) tCO₂e / an**. A compter de 2051, seules subsistent les émissions fugitives de méthane de l'activité ISDND, soit **2 500 ($\pm$ 900) tCO₂e / an** pendant les 15 années de fonctionnement supplémentaire de l'unité en post-exploitation. Enfin, les émissions liées à la fin de vie ont été estimées à **11 200 ($\pm$ 1 600) tCO₂e** en 2081.

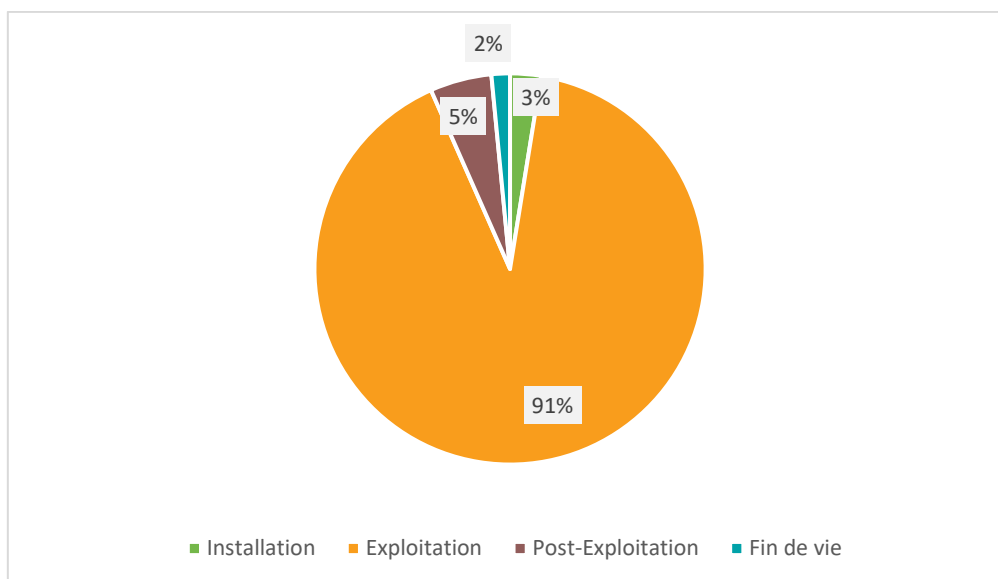


Figure 22, Répartition des émissions du projet Terra72 par phase

Au regard du cycle de vie complet du projet TERRA72, la phase d'exploitation a une contribution majoritaire avec près de **91% des émissions** (665 000 tCO₂e).

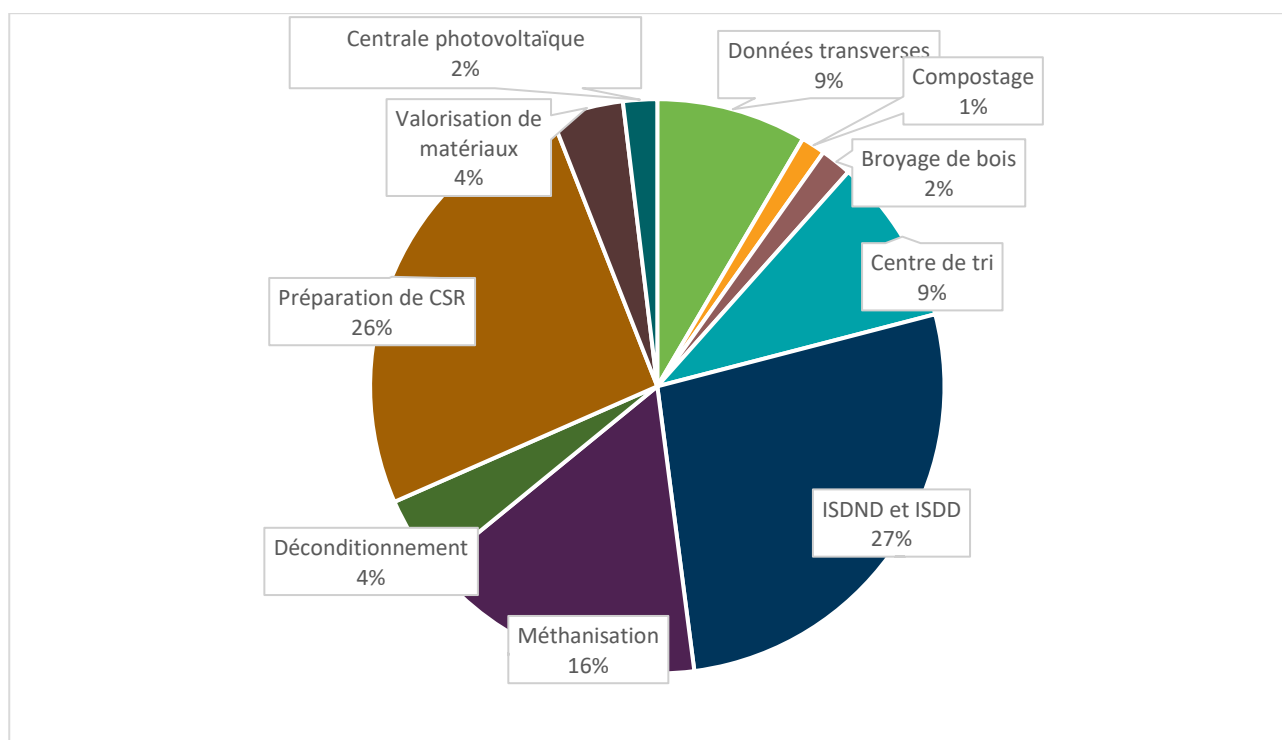


Figure 23, Répartition des émissions du projet Terra72 par activité

La décomposition des émissions du projet TERRA72 par activité montre que 26% des émissions de GES proviennent de l'activité relative à la préparation de CSR (en grande partie à cause de la combustion des produits en aval de la chaîne), 27% sont rattachées à l'ISDND et 16% à la méthanisation.

Au total et sur toute la durée de vie du projet (2025 à 2081), les émissions induites s'élèvent à environ **732 000 (± 167 200) tCO₂e**, pour un volume d'émissions évitées par les activités d'environ **1 744 000 tCO₂e**.

En effet, les émissions évitées sont bien plus importantes grâce aux nouvelles activités du projet, notamment la méthanisation, la préparation de CSR, et dans une moindre mesure la centrale PV. En particulier :

- L'activité de méthanisation est responsable de **1 117 000 tCO₂e**, soit 65% des émissions évitées dans ce scénario AVEC projet. Ces émissions évitées proviennent de la valorisation énergétique du biogaz et l'épandage du digestat, qui permet d'éviter de consommer du gaz naturel et de produire et d'épandre de l'engrais. Les émissions évitées liées à l'épandage du digestat sont majoritaires et représentent 90% de l'activité de méthanisation.
- Les activités déjà présentes sur le site actuel font l'objet des mêmes hypothèses que pour le scénario sans projet et sont à l'origine de **458 000 tCO₂e** d'émissions évitées.
- L'activité de CSR totalise **164 000 tCO₂e** (soit 9% des émissions évitées) en évitant d'envoyer les CSR (qui ont été valorisés) à l'incinération.
- La centrale PV est à l'origine de **5 000 tCO₂e** d'émissions évitées au total, Ce poste peut apparaître faible relativement aux autres : cela est dû au mix électrique français déjà faiblement carboné (52 gCO₂e/kWh), en comparaison au facteur d'émission de l'électricité produite à partir de panneaux photovoltaïques (32,3 gCO₂e/kWh).

Au total, les émissions évitées liées au scénario avec projet s'élèvent à environ **1 744 000 tCO₂e**.

		Activités déjà présentes sur le site				
		Compostage	Broyage de bois	Centre de tri	ISDND et ISDD	Total
Emissions évitées	Emissions évitées - Phase d'exploitation	198 000	111 000	111 500	28 000	449 000
	Emissions évitées - Phase de post-exploitation			0	9 000	9 000
	Emissions évitées TOTALES	198 000	111 000	111 500	37 000	458 000

Figure 24, Tableau récapitulatif des émissions évitées des activités déjà présentes sur le site actuel

		Nouvelles activités du projet			
		Méthanisation	Préparation de CSR	Centrale photovoltaïque	Total scénario avec projet
Emissions évitées	Emissions évitées - Phase d'exploitation	1 117 000	164 000	5 000	1 735 000
	Emissions évitées TOTALES	1 117 000	164 000	5 000	1 744 000

Figure 25, Tableau récapitulatif des émissions évitées par les nouvelles activités du projet

Les émissions de gaz à effet de serre d'origine biogénique sont comptabilisées à part et totalisent **82 200 ($\pm$ 26 600) tCO₂b**. Encore une fois, la forte incertitude concernant cette valeur s'explique par l'incertitude liée aux émissions diffuses lors de l'épandage du compost, s'élevant à 400% (source : Base Empreinte® de l'ADEME). Cette incertitude importante découle de la variabilité naturelle des phénomènes. L'ISDND contribue à la majorité de ces émissions, à hauteur de **75 600 ($\pm$ 3 000) tCO₂b**.

g) Calcul de l'impact du projet par poste d'émissions et dans son ensemble (différentiel entre trajectoire avec projet et trajectoire sans projet)

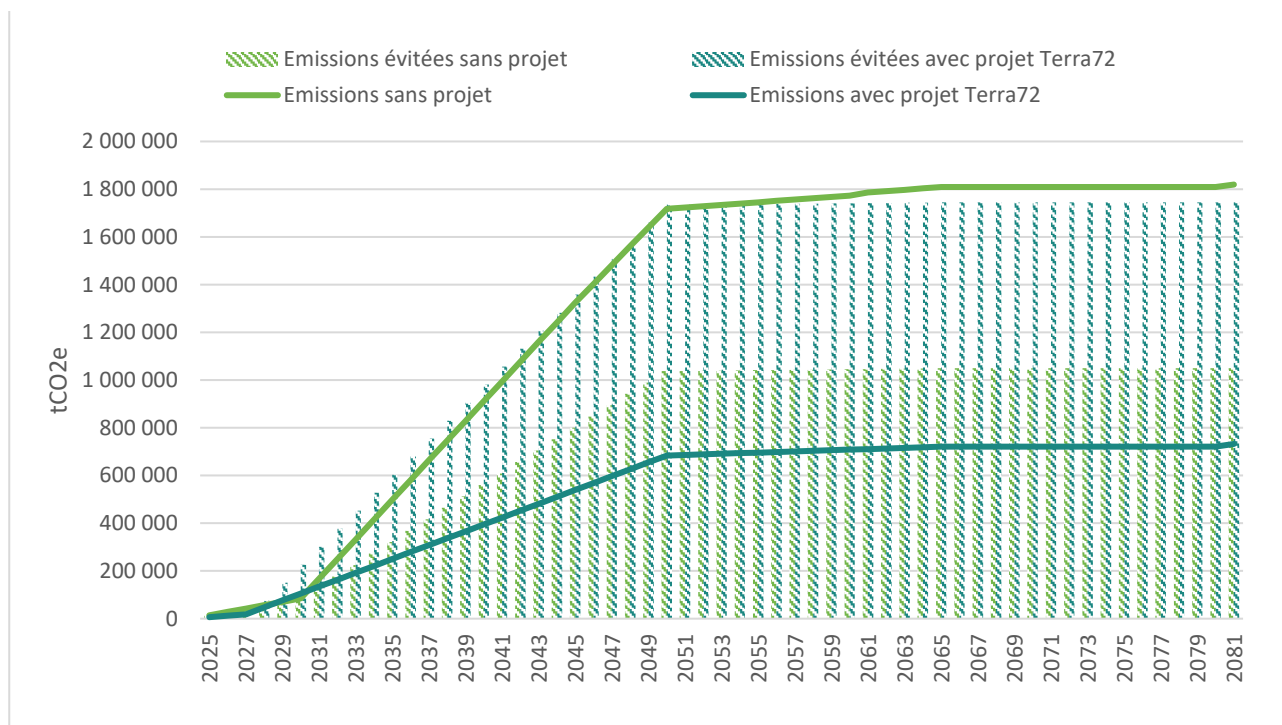


Figure 26, Emissions induites cumulées et émissions évitées cumulées dans les scénarios avec et sans projet

Les émissions induites dans le scénario avec projet sont nettement inférieures aux émissions calculées dans le scénario de référence sans projet, avec par exemple en 2050 des émissions cumulées totales de **684 000 tCO₂e**, contre **1 717 000 tCO₂e** sans projet.

L'augmentation de la capacité de valorisation des déchets sur le site de Montmirail est synonyme d'une hausse des émissions évitées. En 2050, le volume d'émissions évitées totales du scénario avec projet est d'environ **1 735 000 tCO₂e**, soit nettement supérieur en absolu au volume d'émissions induites. Dans le scénario sans projet, les émissions évitées sont moindres : **1 037 000 tCO₂e** en 2050.

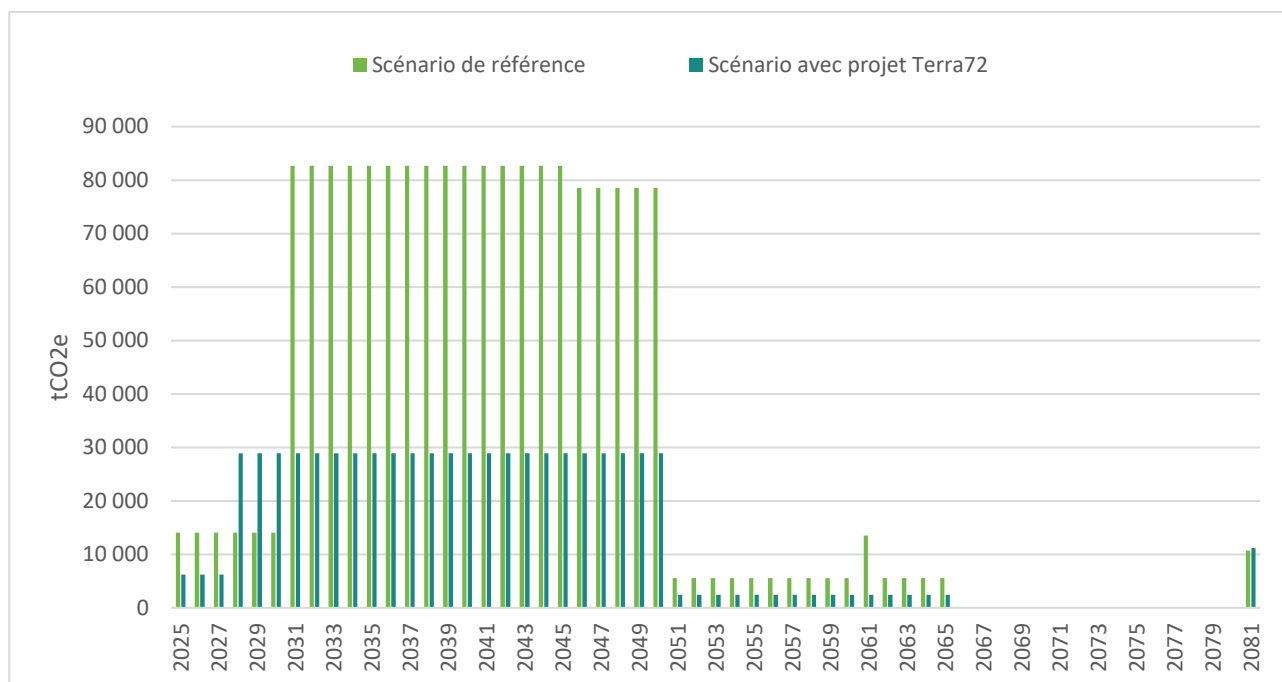


Figure 27, Emissions induites annuellement dans le scénario avec projet et sans projet

Emissions induites

Les émissions induites ont été décomposées par année en prenant en compte toutes les phases du cycle de vie du site : l'installation, l'exploitation, la post-exploitation et la fin de vie des activités. Durant la phase d'exploitation, le site de recyclage est opérationnel et traite les déchets reçus : cela inclut la collecte, le tri, le traitement et le recyclage des déchets. Les principaux contributeurs aux émissions induites de cette phase, tant dans le scénario sans projet que dans le scénario avec projet, sont **l'utilisation des produits vendus**, représentant respectivement **18%** et **45%** des émissions, et les **émissions fugitives directes** – caractéristiques des fuites de méthane au niveau de la couverture et du réseau du biogaz, responsables de **23 %** et **30%** des émissions de GES des deux scénarios. La **gestion des déchets** est responsable de **50 %** des émissions du scénario sans projet, principalement en raison du scénario de substitution qui incinère 58 % et enfouit 2 % des déchets entrants, comme décrit dans la section '*Description de la trajectoire sans projet*'.

Le poste « utilisation des produits vendus » est une source indirecte d'émission et capte l'impact des traitements finaux des déchets passant par la plateforme de Montmirail. Cela inclut la valorisation matière ou énergétique des déchets aussi bien sur le site de Paprec qu'en dehors de celui-ci lorsque le produit est valorisé par un tiers. L'essentiel des émissions de ce poste provient notamment de l'incinération des CSR en chaufferies industrielles et fours cimentiers, et dans une moindre mesure des activités d'épandage du digestat issu de la méthanisation.

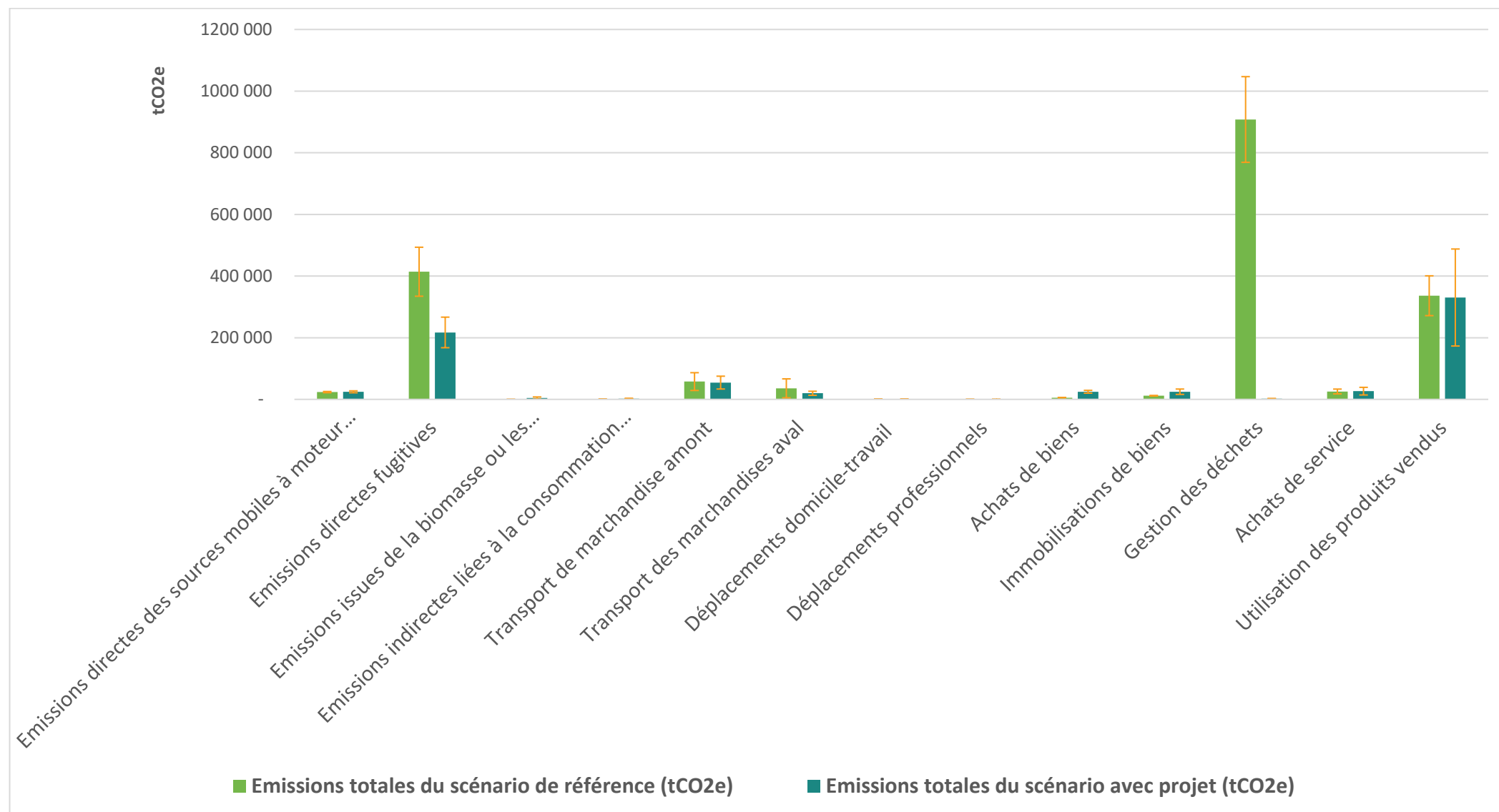


Figure 28, Répartition des émissions induites des deux scénarios par poste d'émission incluant les incertitudes

Emissions biogéniques

Les émissions de CO₂ d'origine biogénique varient considérablement entre les deux scénarios envisagés. Les phases d'exploitation et de post-exploitation des projets sont les seules responsables de ces émissions.

Dans le scénario sans projet, le site actuel génère **21 800 (± 4 400) tCO₂b** durant la phase d'exploitation et **25 900 (± 1 300) tCO₂b** en post-exploitation. L'exutoire de substitution présente un impact bien plus important, avec des émissions de **126 000 (± 132 300) tCO₂b** en phase d'exploitation et de **34 900 (± 1 800) tCO₂b** en post-exploitation. La torchère de l'ISDND du site actuel est responsable de plus de 95 % des émissions de CO₂ biogénique en phase d'exploitation de ce site, le reste étant attribué aux déchets verts mis en compostage. Les déchets verts représentent 5% des émissions biogéniques du site actuel et 26% de l'exutoire de substitution, ce qui explique la très forte incertitude liée à cette donnée. Cela est notamment dû aux hypothèses qui ont été prises pour caractériser le mode de traitement des déchets sur ce site.

Dans le scénario avec projet, les émissions sont nettement réduites. Pendant la phase d'exploitation, l'ISDND et le compostage contribuent à des émissions **de 63 600 (± 29 300) tCO₂b**, tandis qu'en phase de post-exploitation, elles sont de **18 600 (± 950) tCO₂b**. La forte incertitude concernant les émissions en phase d'exploitation (de 42%) est principalement due à l'incertitude liée aux déchets verts mis en compostage, évaluée à **400 %**. Ces déchets représentent 10 % des émissions de cette phase, leur incertitude reste donc significative.



Figure 29, Comparaison des émissions de CO₂ d'origine biogénique entre les deux scénarios

h) Conclusion

Le bilan des émissions de GES pour le projet TERRA72 s'élève à environ **732 000 (± 167 000) tCO₂e**, et les émissions de CO₂ d'origine biogénique à **82 200 (± 26 600) tCO₂b**. Le tableau de synthèse suivant donne la comparaison entre les scénarios sans projet (référence) et avec projet, pour chaque poste d'émission :

Postes d'émissions		Emissions totales du scénario de référence (tCO ₂ e)	Incertitudes	Emissions totales du scénario avec projet (tCO ₂ e)	Incertitudes
1.2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique	23 600	8%	24 500	13%
1.4	Emissions directes fugitives	414 100	19%	217 000	23%
1.5	Emissions issues de la biomasse ou les changements d'usage des sols	-	0%	4 300	80%
2.1	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	400	6%	2 600	18%
3.1	Transport de marchandise amont	57 700	50%	54 400	38%
3.2	Transport des marchandises aval	35 700	86%	19 700	33%
3.3	Déplacements domicile-travail	450	39%	500	57%
3.5	Déplacements professionnels	150	43%	100	60%
4.1	Achats de biens	5 600	8%	24 700	18%
4.2	Immobilisations de biens	11 800	8%	24 800	35%
4.3	Gestion des déchets	908 000	15%	2 400	13%
4.5	Achats de service	25 600	30%	26 600	47%
5.1	Utilisation des produits vendus	336 200	19%	330 000	48%
EMISSIONS INDUITES CUMULEES		1 820 000	10%	732 000	23%
EMISSIONS EVITEES CUMULEES		1 049 000		1 744 000	
EMISSIONS BIOGENIQUES CUMULEES		208 800	63%	82 200	32%

Figure 30, Comparaison des émissions induites et évitées par poste d'émissions des deux scénarios incluant les incertitudes

En parallèle, les émissions évitées totales permises par le projet sont d'environ **1 744 000 tCO₂e** contre **1 049 000 tCO₂e** dans le scénario sans projet.

Le tableau récapitulatif des émissions calculées pour chaque scénario et détaillées par phase est donné ci-après :

		Emissions induites			Emissions évitées
	tCO2e	Site actuel	Site de substitution	Total	Total
Installation	Emissions induites TOTALES				
Exploitation	Emissions induites ANNUELLES	14 100	78 600	92 600	
	Emissions induites TOTALES	84 500	1 571 000	1 656 000	1 028 000
Post exploitation	Emissions induites ANNUELLES	4 100	5 500	9 700	
	Emissions induites TOTALES	61 900	83 200	145 000	21 500
Fin de vie	Emissions induites TOTALES	8 000	10 700	18 700	
TOTAL		154 300	1 665 000	1 820 000	1 049 000

Figure 31, Récapitulatif des émissions induites et évitées, calculées par activité pour le scénario **sans projet**

	tCO2e	Emissions induites											Emissions évitées
		Données transverses	Compostage	Broyage de bois	Centre de tri	ISDND et ISDD	Méthanisation	Déconditionnement	Préparation de CSR	Valorisation de matériaux	Centrale photovoltaïque	Total	Total
Installation	Emissions induites TOTALES		550	800		6 800	3 000	600	2 900	600	3 400	18 700	
Exploitation	Emissions induites ANNUELLES	2 700	400	500	2 900	6 400	5 000	1 300	8 000	1 200	400	28 900	
	Emissions induites TOTALES	61 000	8 900	11 700	67 900	146 700	114 700	30 900	184 600	28 500	10 200	665 200	1 735 000
Post exploitation	Emissions induites ANNUELLES	30				2 400						2 500	
	Emissions induites TOTALES	900				36 500						37 300	9 000
Fin de vie	Emissions induites TOTALES	1	500	400	800	7 600	650	150	200	400	500	11 200	
TOTAL		62 000	10 000	12 900	68 700	197 600	118 400	31 600	187 800	29 500	14 000	732 000	1 744 000

Figure 32, Récapitulatif des émissions induites et évitées, calculées par activité pour le scénario **avec projet**