

Ligne de tramway T7 Athis-Mons – Juvisy-sur-Orge

Bilan gaz-à-effet de serre

PRO

Service Éco-conception et carbone

7 juillet 2023

Résultats du bilan GES

1.1 Bilan Global

Le bilan global des émissions directes et indirectes est de 90324 tCO₂e. (hors émissions liées aux usagers). L'incertitude totale est estimée à 9771 tCO₂e, soit 11 %.

La décomposition des émissions par phase du cycle de vie est montrée dans la **Figure 1.1**.

La répartition des émissions par phase du cycle de vie permet d'identifier les phases responsables de la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre et de comprendre l'importance relative des émissions d'une phase par rapport aux autres phases modélisées dans ce bilan.

Cette distinction est importante puisque l'impact relatif de chaque phase du cycle de vie n'est pas toujours comparable pour tous les éléments fonctionnels du projet. En effet, cela dépend de leur méthode de mise en oeuvre, leur durée de vie, de leur besoin de maintenance, de la manière dont ils sont exploités et de leur scénario de fin de vie.

FIGURE 1.1 – Bilan GES par phase du cycle de vie (tCO₂e)

Émissions GES, A1-B6 (t CO₂e) par phase

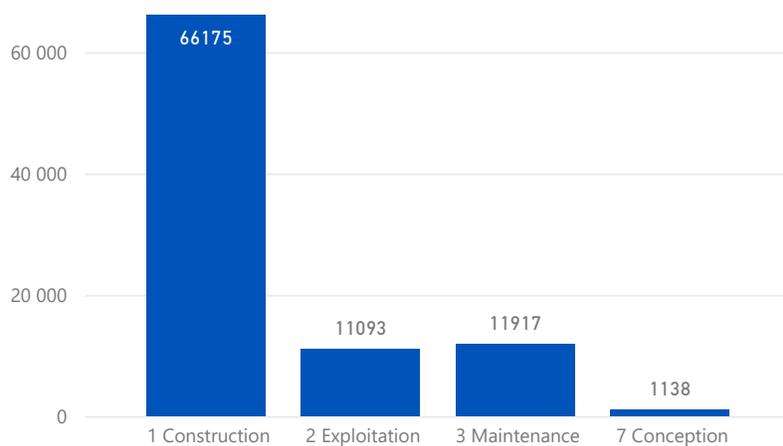


TABLEAU 1.1 – Bilan des émissions GES par phase du cycle de vie

phase	GES (tCO ₂ e)	delta	incertitude
Conception	1137.8	910.3	0.8
Construction	66175.4	9038.2	0.1
Maintenance	11917.1	1699.0	0.1
Exploitation	11093.3	1806.8	0.2

La répartition des émissions par poste émissif et phase du cycle de vie est présentée dans la **Figure 1.2**.

Cette distribution permet d'identifier les postes responsables des émissions les plus importantes du projet et de comprendre quels sont les types de activités les plus émissives par phase du cycle de vie. Cela permettra par la suite de proposer des mesures de réduction du bilan des émissions du projet.

FIGURE 1.2 – Bilan GES par poste et par phase du cycle de vie (tCO₂e)

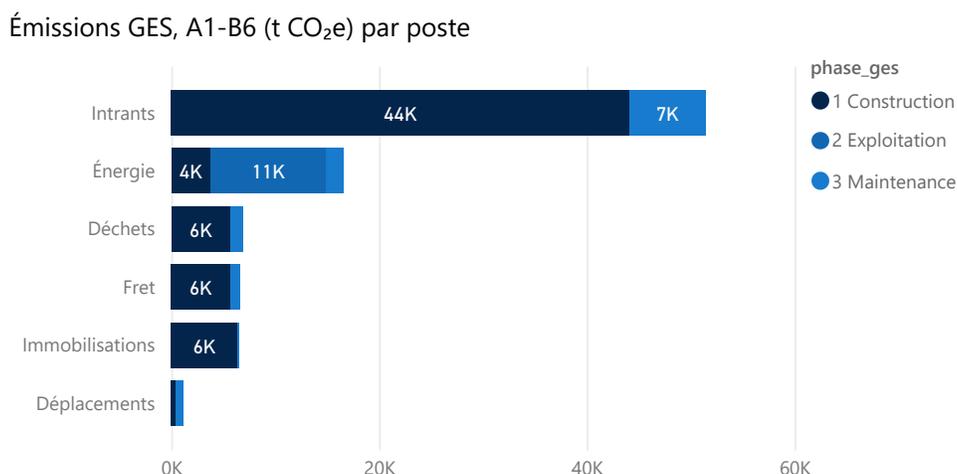


TABLEAU 1.2 – Bilan des émissions GES par poste

inv_n1	Conception	Construction	Maintenance	Exploitation
Intrants	1137.8	44124.3	7291.9	
Énergie		3801.6	1717.5	11093.3
Déchets		5733.0	1224.2	
Fret		5700.6	891.9	
Immobilisations		6377.4	114.0	
Déplacements		438.4	677.7	

La répartition des émissions par poste d'émissions et par tronçon du projet est présentée dans la **Figure 1.3**.

Le Tronçon 6Bis représente la part la plus importante des émissions du projet (environ 59 % des émissions globales).

FIGURE 1.3 – Bilan GES par tronçon et par poste d'émissions (tCO₂e)

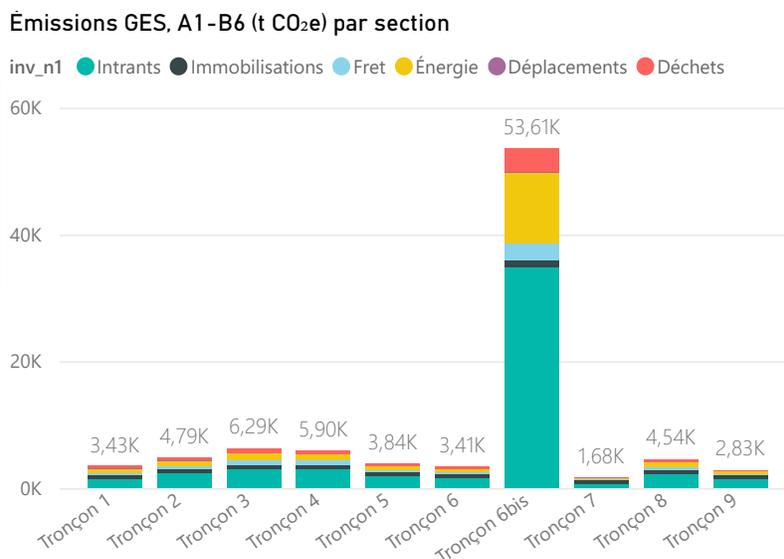


TABLEAU 1.3 – Bilan des émissions GES par tronçon et par poste émissif

secteur	Intrants	Déchets	Énergie	Déplacements	Immobilisations	Fret	TOTAL
Tronçon 6Bis	34863.1	3641.7	11137.4	305.1	1007.5	2652.7	53607.4
Tronçon 3	2992.2	731.8	1033.1	133.0	623.8	777.7	6291.7
Tronçon 4	3038.4	515.7	874.5	127.2	687.0	654.1	5896.9
Tronçon 2	2356.5	453.5	726.5	104.8	601.9	546.6	4789.8
Tronçon 8	2207.7	397.4	702.5	138.1	671.6	427.3	4544.6
Tronçon 5	1886.8	344.7	509.3	82.1	589.8	422.9	3835.5
Tronçon 1	1443.2	314.5	688.4	61.1	583.1	343.5	3433.8
Tronçon 6	1604.9	336.0	438.8	63.2	587.4	381.5	3411.8
Tronçon 9	1486.1	141.9	322.9	79.0	572.7	225.2	2827.8
Tronçon 7	675.0	80.1	179.2	22.5	566.7	161.0	1684.3

1.1.1 Phase construction (A1-A5)

Concernant la phase construction (A1-A5), les émissions ont été traitées par corps de métier, puis par poste d'émissions. Le total des émissions obtenues pour cette phase est de 66175 tCO₂e avec une incertitude de 14 %. La décomposition de ces émissions parmi les 4 postes émissifs principaux est présentée dans la **Figure 1.4**.

Quelques remarques sont à prendre en compte dans cette évaluation. Tout d'abord, les travaux de dépose de l'existant et de dégagement des emprises sont comptabilisés dans les travaux préparatoires. Ces émissions sont prises en compte dans la phase de construction car elles sont nécessaires à la préparation des emprises du projet avant le début des travaux de construction.

En plus des travaux préparatoires, l'installation du chantier ainsi que les opérations de repli sont comptabilisées dans les installations temporaires. Il est rappelé que les déchets générés par les chutes, emballages et la base vie sont

affectés aux installations temporaires.

FIGURE 1.4 – Décomposition des émissions GES en phase construction par corps de métier et par poste d'émission

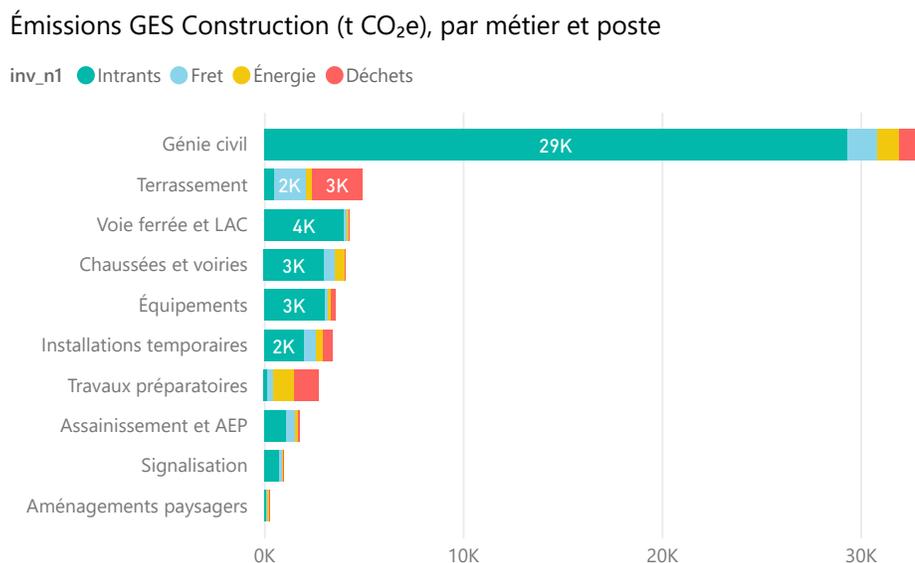


TABLEAU 1.4 – Décomposition des émissions GES en phase construction par corps de métier et par poste d'émission

métier	Intrants	Fret	Énergie	Déchets	Total
Génie civil	29349.3	1523.9	1062.8	1196.4	33132.4
Terrassement	494.4	1601.1	340.8	2513.0	4949.3
Voie ferrée et LAC	4041.6	160.3	68.0	18.2	4288.1
Chaussées et voiries	3014.6	546.0	546.8	0.3	4107.7
Équipements	3048.9	190.0	139.1	231.6	3609.6
Installations temporaires	1994.6	643.3	323.4	483.0	3444.2
Travaux préparatoires	152.6	326.3	1068.3	1218.7	2766.0
Assainissement et AEP	1125.4	471.1	154.5	54.5	1805.5
Signalisation	780.5	152.3	47.3	12.7	992.7
Aménagements paysagers	122.4	86.3	50.8	4.6	264.0

1.1.2 Phase maintenance (B2-B5)

S'agissant des émissions GES en phase de maintenance, l'estimation du total des émissions s'élève à 11917 tCO₂e, avec une incertitude de 14 %. La décomposition des émissions par corps de métier est présentée dans la **Figure 1.5**. L'évaluation des émissions liées aux travaux de maintenance respecte la même méthodologie que celle utilisée pour la phase construction. En effet, certains travaux se font de façon récurrente en fonction des jouvences définies pour ce projet.

En plus des travaux de mise en œuvre, la réfection des structures et des équipements requiert des travaux de démolition et de dépose de l'existant. Ces travaux ont été définis et des ateliers de travaux leur sont associés. Le

traitement des déchets est aussi intégré dans les calculs. À ce point de l'évaluation, aucune hypothèse de recyclage n'a été intégrée.

FIGURE 1.5 – Décomposition des émissions GES en phase maintenance par corps de métier et par poste d'émission

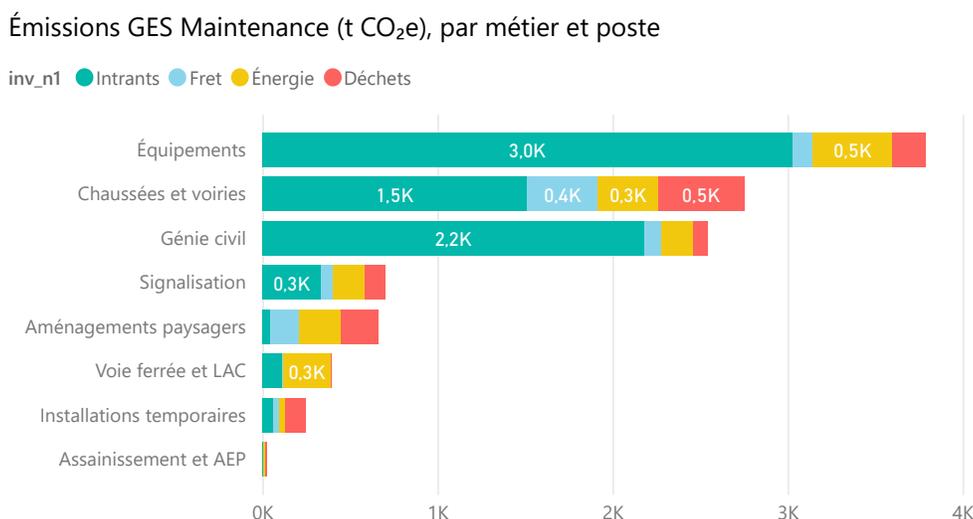


TABLEAU 1.5 – Décomposition des émissions GES correspondantes à la phase de maintenance

métier	Intrants	Fret	Énergie	Déchets	Total
Équipements	3029.5	117.3	452.2	192.4	3791.3
Chaussées et voiries	1513.9	404.4	342.9	491.6	2752.8
Génie civil	2182.9	95.7	184.0	82.7	2545.3
Signalisation	336.3	68.6	178.7	117.0	700.6
Aménagements paysagers	47.4	166.2	238.8	212.6	665.0
Voie ferrée et LAC	115.3	2.5	275.3	3.5	396.6
Installations temporaires	61.4	35.2	34.3	114.6	245.5
Assainissement et AEP	5.3	2.0	11.3	9.7	28.4

1.1.3 Phase d'exploitation

Les émissions en phase d'exploitation du projet ne concernent que celles issues des consommations énergétiques des équipements installés.

D'après les résultats obtenus, la consommation énergétique annuelle de l'ensemble d'équipements est d'environ 3697 MWh. À la fin de la période d'évaluation de 50 ans, la consommation finale devrait atteindre 185 GWh et les émissions engendrées 11093 tCO₂e. La **Figure 1.6** montre les émissions pour les équipements considérés.

FIGURE 1.6 – Répartition des émissions GES correspondant à la consommation des équipements techniques

Émissions GES Exploitation (t CO₂e), par EF et énergie

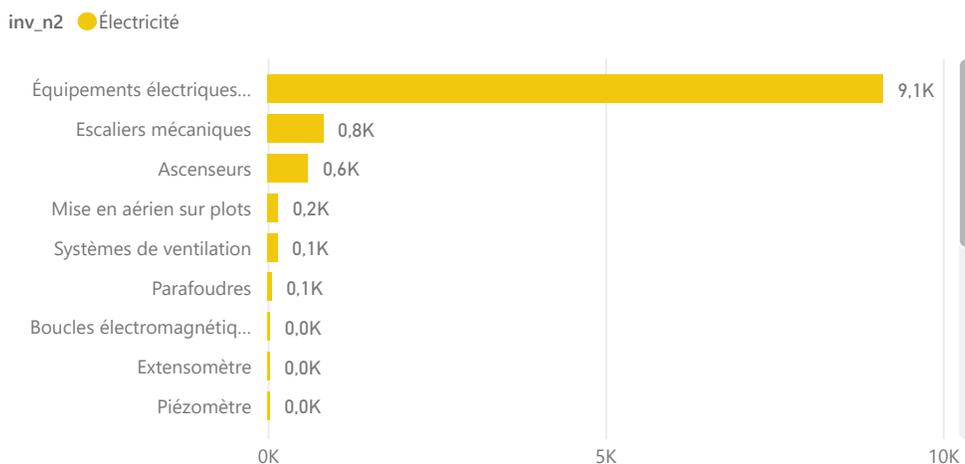


TABLEAU 1.6 – Répartition des émissions GES correspondant à la consommation des équipements techniques

élément fonctionnel	Électricité	Total
Équipements électriques et techniques	9117.1	9117.1
Escaliers mécaniques	825.3	825.3
Ascenseurs	602.2	602.2
Mise en aérien sur plots	155.3	155.3
Systèmes de ventilation	148.7	148.7
Parafoudres	61.2	61.2
Boucles électromagnétiques	39.0	39.0
Extensomètre	35.7	35.7
Piézomètre	34.8	34.8
Portique de comptage	20.0	20.0
Dispositifs de surveillance	18.6	18.6
Inclinomètre	9.1	9.1
SLT provisoires	7.8	7.8
SLT 3 feux	6.3	6.3
SLT 1 feu	5.1	5.1
Systèmes de communication	3.3	3.3
SLT 2 feux	2.2	2.2
Systèmes d'éclairage	1.6	1.6

1.2 Bilan par poste d'émission

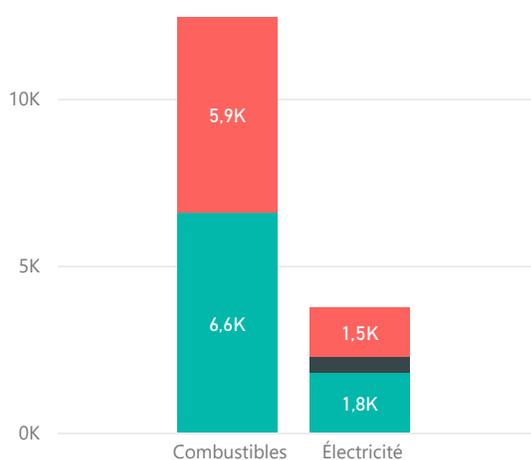
1.2.1 L'énergie

L'énergie représente 16612 tCO₂e, soit 18 % des émissions totales du projet. En phase construction et maintenance, les émissions sont principalement dues à la consommation de carburant des engins et des installations de chantier. Les émissions dues à la consommation d'électricité sont négligeables durant ces deux phases et plus de 78 fois moins importantes que celles dues au carburant. En phase exploitation, en revanche, la consommation d'électricité est responsable de 100 % des émissions GES. La consommation de carburant et d'électricité ainsi que les émissions GES par phase du cycle de vie sont présentées dans la **Figure 1.7**.

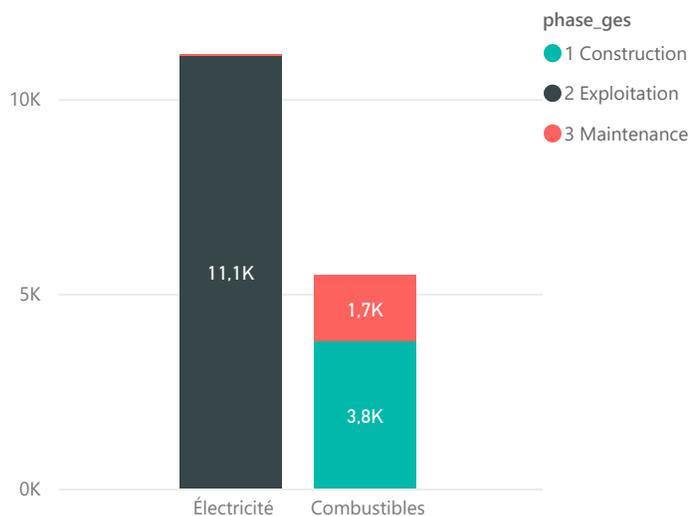
FIGURE 1.7 – Consommation de carburant et d'électricité des engins

Bilan de la consommation énergétique

Énergie consommée par phase (kWh)



Émissions GES (t CO₂e), par phase



Les quantités présentées correspondent à l'énergie primaire procédé, qui est la somme des énergies renouvelables et non-renouvelables consommées par les différentes phase de cycle de vie du projet modélisé dans cette étude. Par énergie primaire, on désigne l'énergie nécessaire en amont pour fournir de l'énergie au client final. Par procédé, on désigne l'énergie effectivement consommée. L'énergie matière n'est pas comptabilisée.

1.2.2 Les intrants

Les intrants représentent 52554 tCO₂e, soit 58 % des émissions totales du projet. Le bilan des intrants du projet concerne les matériaux de construction ainsi que les équipements. À partir des bases de données constituées pour l'évaluation du projet, la masse par unité fonctionnelle et les FE de production de chaque matériau/équipement permet de quantifier les flux de masse (tonnes) et le contenu carbone (tCO₂e) par type de matériaux.

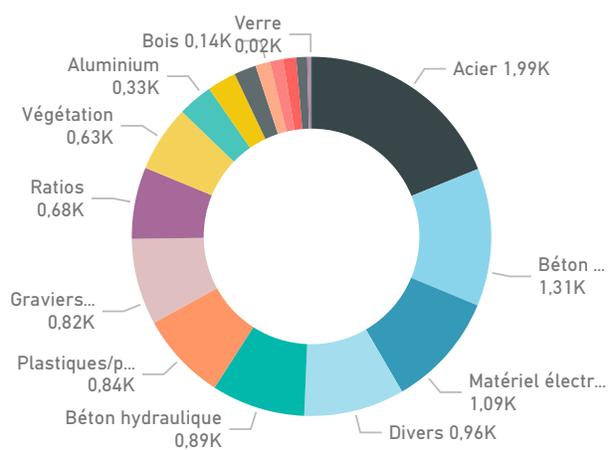
En phase construction, les matériaux les plus impactants en terme d'émissions sont : Béton hydraulique (38 %), suivi par Acier (30 %). Les répartitions des masses et du contenu carbone par type de matériau et par phase du projet

sont présentées dans la **Figure 1.8** et **Figure 1.9**. Leur comparaison permet d'apprécier l'impact carbone de chaque matériau employé dans le projet.

FIGURE 1.8 – Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau en phase construction

Bilan des intrants, phase construction

Utilisation, masse (tonne)



Contenu carbone (t CO₂e)

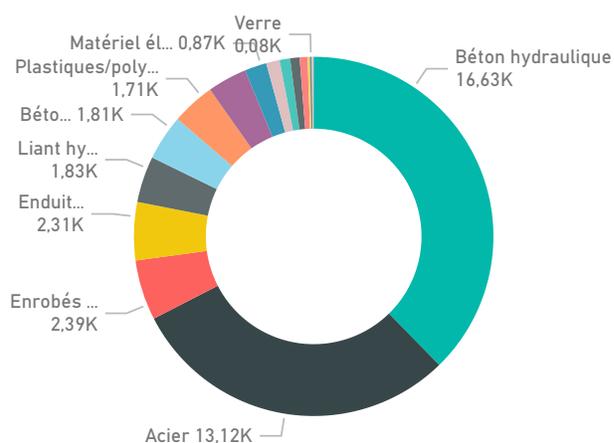
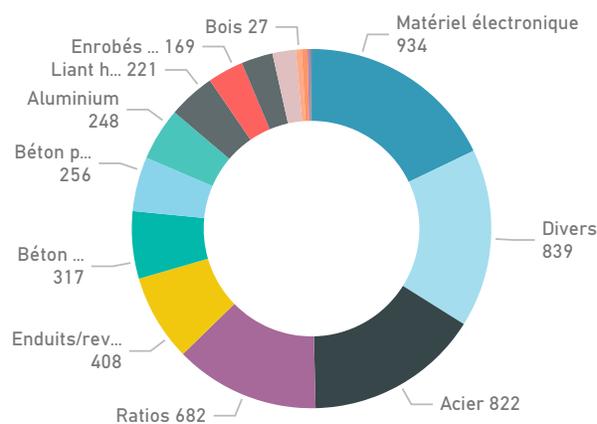


FIGURE 1.9 – Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau en phase maintenance

Bilan des intrants, phase maintenance

Utilisation, masse (tonne)



Contenu carbone (t CO₂e)

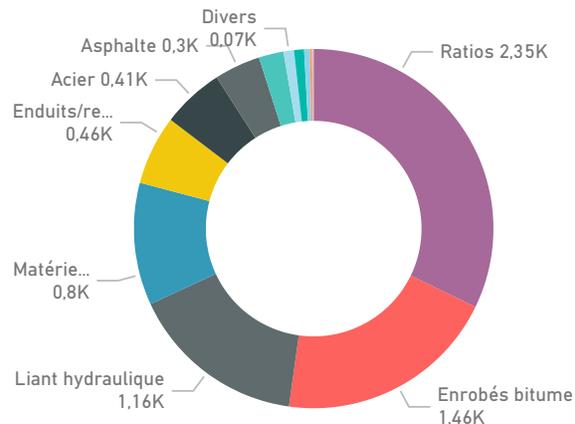


TABLEAU 1.7 – Utilisation des matériaux et leur contenu carbone en phase Construction [C] et Maintenance [M]

inv_n2	[C] (tonne)	[C] (tCO2e)	[M] (tonne)	[M] (tCO2e)
Béton hydraulique	173771.4	16634.5	808.2	65.2
Acier	343909.1	13119.5	60.7	405.9
Enrobés bitume	49583.8	2391.8	28517.8	1459.5
Enduits/revêtements résine	717089.8	2307.7	69.6	455.3
Liant hydraulique	585652.5	1832.7	143181.5	1159.6
Béton préfabriqué	16973.9	1809.8	191.5	37.5
Plastiques/polymères	661.6	1714.5	3.7	13.9
Ratios	2.7	1564.6	4.1	2346.8
Matériel électronique	114.8	872.8	160.8	802.8
Graviers/granulats	197547.2	534.5	2647.6	9.1
Aluminium	35.5	416.3	3.1	162.6
Asphalte	75.9	375.6	50.8	302.8
Éléments composés	316.0	310.2		
Végétation	1731.4	88.1		
Verre	37876.8	80.7	0.0	0.0
Bois	214.9	17.3	21.0	1.3
Autres métaux	0.0	16.6	0.0	0.4

1.2.3 Les déchets

Le bilan des déchets issus des travaux préparatoires ainsi que des travaux de construction et de maintenance est structuré selon les désignations de l'ADEME.

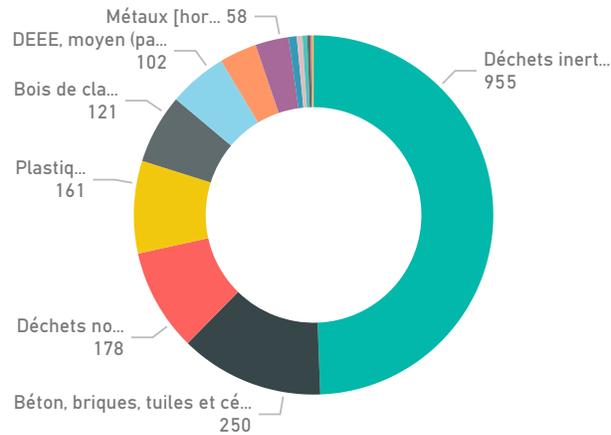
Les déchets représentent 6957 tCO₂e, soit 7.7 % des émissions du projet. Les FE des traitements de déchets considérés sont l'incinération (déchets végétaux), la mise en CET (les déblais, la décharge de démolition) et le mix moyen des filières de traitement en France métropolitaine pour les autres déchets. Tous les FE sont proposés par l'ADEME. Suivant la même logique du bilan des intrants, les déchets sont présentés dans la **Figure 1.10** et **Figure 1.11** en termes de masse et des émissions liées au traitement de ces derniers.

En phase construction, les déchets inertes en mélange et les déchets putrescibles représentent à eux deux 76 % de la production de déchets et plus de 62 % des émissions. En phase maintenance, les déchets non dangereux en mélange représentent à eux seuls 54 % de la production de déchets et plus de 43 % des émissions.

FIGURE 1.10 – Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase construction

Bilan des déchets, phase construction

Utilisation, masse (tonne)



Contenu carbone (t CO₂e)

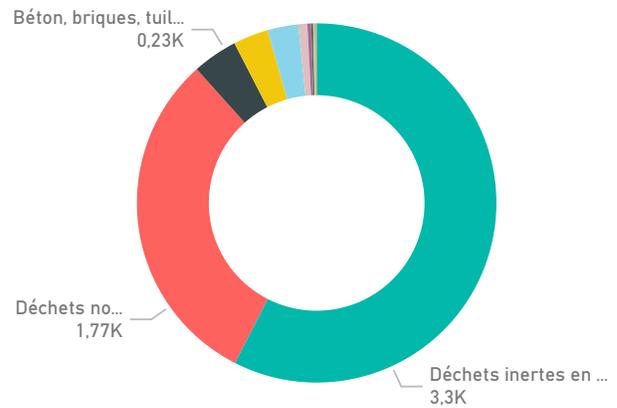
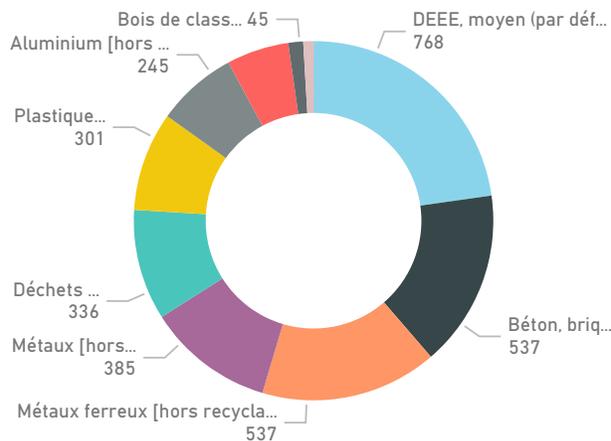


FIGURE 1.11 – Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase maintenance

Bilan des déchets, phase maintenance

Utilisation, masse (tonne)



Contenu carbone (t CO₂e)

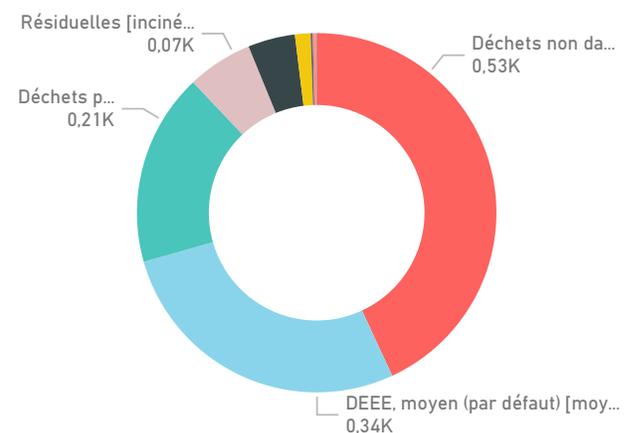


TABLEAU 1.8 – Production de déchets et leur empreinte carbone en phase Construction [C] et Maintenance [M]

inv_n3	[C] (tonne)	[C] (tCO2e)	[M] (tonne)	[M] (tCO2e)
Aluminium			13.7	0.1
Bois de classe B	520.4	17.2	103.7	2.4
Béton, briques, tuiles et céramiques	21158.4	232.7	4717.7	51.9
DEEE, moyen (par défaut)	79.5	158.5	168.7	336.6
DIS	1.0	0.1		
Déchets inertes en mélange (Gravats)	441264.7	3297.1		
Déchets non dangereux en mélange (DIB)	76935.6	1769.5	22937.6	527.6
Déchets putrescibles	125.3	5.6	4718.8	212.3
Flux de comptabilité sortant	64332.4	0.0		
Métaux	2394.1	19.2	85.0	0.7
Métaux ferreux	648.6	5.2	138.7	1.1
Plastique moyen	206.5	181.1	19.5	17.1
Résiduelles	124.6	46.6	192.6	72.0
Traitement des eaux usées	392.6	0.1	9000.0	2.4

1.2.4 Le fret

Le calcul des émissions du fret routier a été fait selon trois typologies de transport :

- le fret entrant : transport au chantier des intrants et des immobilisations ;
- le fret sortant : évacuation des déchets ;
- le fret interne : stockage provisoire à proximité des déchets ;

Le fret représente 6592 tCO₂e et 7.3 % des émissions globales. La **Figure 1.12** montre la répartition des émissions liées au fret par typologie pour chaque phase du cycle de vie.

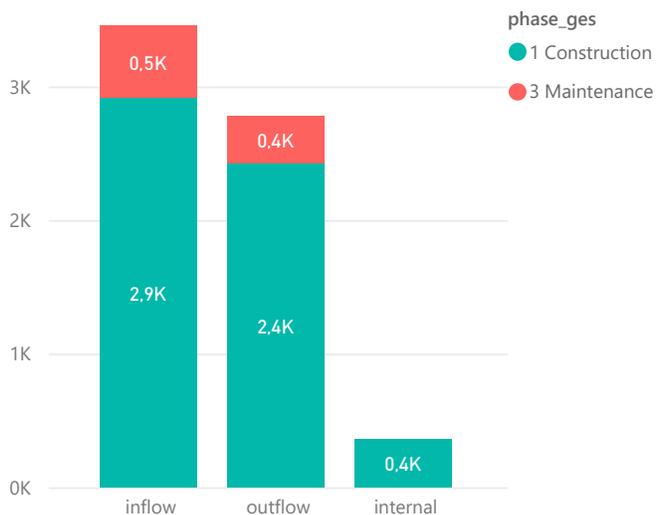
FIGURE 1.12 – Décomposition du fret routier en fret intrant, sortant et interne par phase dy cycle de vie

Bilan du transports de marchandises et engins

Transport engendré par phase (ton*km)



Émissions GES (t CO₂e), par phase

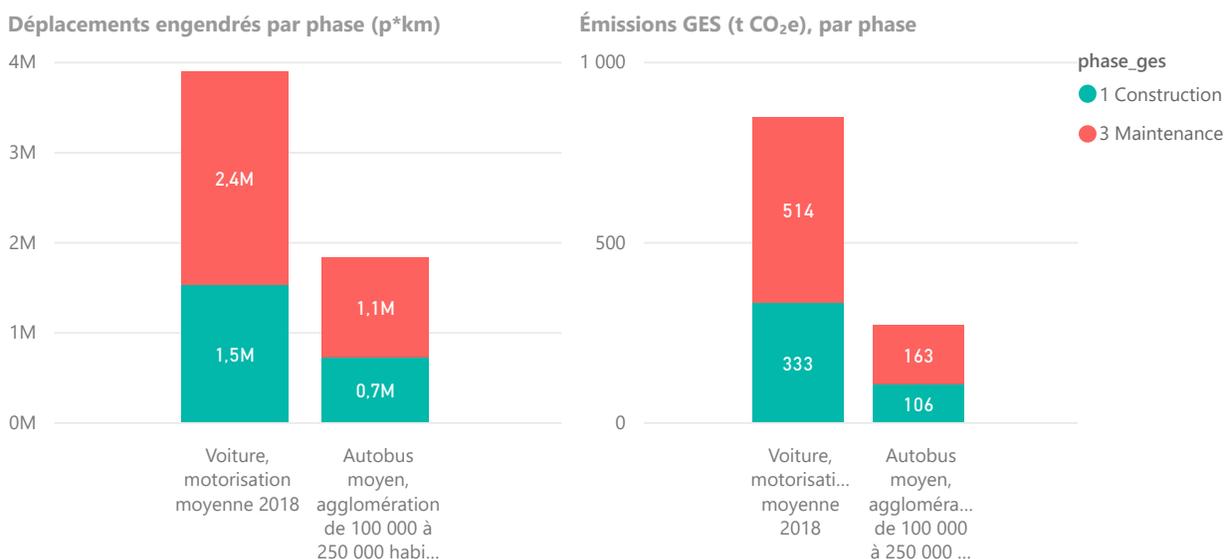


1.2.5 Les déplacements

À partir des ateliers de construction modélisés, le nombre total d'heures de main d'œuvre nécessaires au projet a été estimé. Sur la base de ce volume horaire, le nombre de déplacements du personnel en phase construction et maintenance. Les déplacements représentent 1116 tCO₂e, soit 1.2 % des émissions globales. Elles sont dues à 76 % à la voiture, en phase construction comme en phase maintenance. La répartition des émissions GES des déplacements du personnel par phase est montrée dans la **Figure 1.13**.

FIGURE 1.13 – Répartition des émissions liées aux déplacements du personnel par phase du projet

Bilan des déplacements



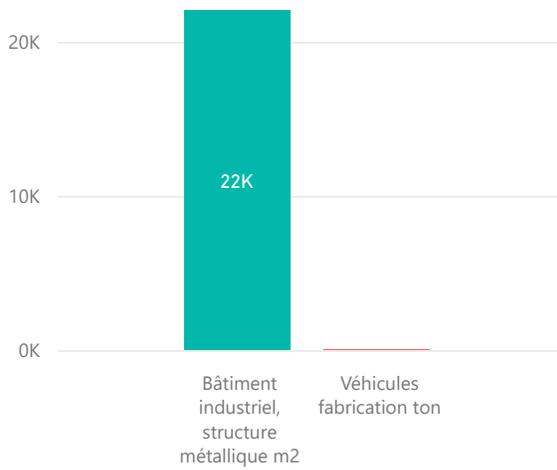
1.2.6 Les immobilisations

Les immobilisations représentent 6491 tCO₂e, soit 7.2 % des émissions globales, réparties entre phase de construction (9.6 %) et maintenance (0.96 %) L'amortissement des émissions GES liées à la fabrication des engins de chantier est réalisé selon la méthodologie décrite dans la section 5.7. La décomposition des émissions est établie suivant la durée des immobilisations en phase construction et maintenance. La **Figure 1.14** présente la répartition des émissions GES liées à l'usage des engins de chantier et des cantonnements.

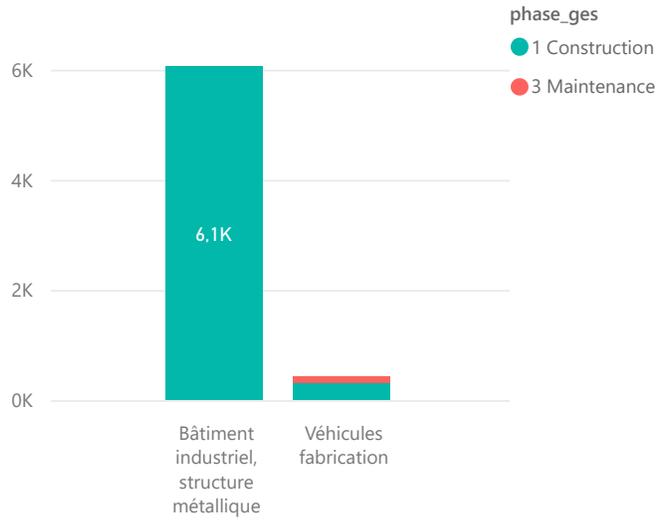
FIGURE 1.14 – Répartition des émissions de GES des immobilisations en phase construction

Bilan des immobilisations

Immobilisations engendrés par phase



Émissions GES (t CO₂e), par phase



Annexes

A.1 Description des inventaires de cycle de vie du projet

type ICV	nom ICV	unité fonctionnelle	durée de vie	Description
Activities	Carrotage	ml	100	Scénario du cycle de vie : travaux de carrotage ou forage, perforation générique sur support en roche, béton ou autre matériau solide. Répartition des types de déchets intégrée.
Activities	Déblayage, ciel ouvert	m3	0	Scénario du cycle de vie : travaux de déblayage générique pour des travaux routiers. Modélisation du mouvement de terres (réemploi, stockage sur site, emprunt externe, évacuation ISDI)
Activities	Débroussaillage	m2	0	Scénario du cycle de vie : travaux préparatoires de débroussaillage de terrains. Réalisé avec des moyens mécaniques.
Activities	Décapage terre végétale	m2	0	Scénario du cycle de vie : travaux de décapage de la terre végétale sur 20 à 30cm d'épaisseur. Stockage temporaire sur site avant stockage définitif, réemploi ou élimination.
Activities	Démolition chaussée	m2	0	Scénario du cycle de vie : travaux préparatoires de démolition de revêtements en enrobés bitume réalisés à l'aide d'une pelleuse équipée de brise-roche. Manutention des gravats pour évacuation.
Activities	Démolition de béton armé	m3	0	Scénario du cycle de vie : travaux préparatoires de démolition de béton armé réalisés à l'aide d'une pelleuse équipée de brise-roche. Oxycoupage des armatures.
Activities	Démolition de béton et maçonnerie	m3	0	Scénario du cycle de vie : travaux préparatoires de démolition de béton non armé ou maçonnerie réalisés à l'aide d'un marteau piqueur.
Activities	Dépose d'équipement	u	0	Scénario du cycle de vie : dépose d'équipements divers. Quantités calculés à partir de la masse des équipements et des hypothèses de décomposition par type de déchets.
Activities	Dépose de réseaux	ml	0	Scénario du cycle de vie : dévoiement des réseaux. Dépose des gaines, fourreaux et câbles. Tri des déchets et envoi en filière. Remblayage de la tranchée déblayée.
Activities	Hydrodécapage	m2	100	Scénario du cycle de vie : nettoyage d'une surface avec de l'eau à haute pression.

Activities	Installation de chantier	u	0	Scénario du cycle de vie : création d'une plateforme, installation de base vie, cantonnements, réfectoires et vestiaires. Branchement des réseaux (télécom, électricité, eau), signalisation de chantier, bennes et conteneurs
Activities	Réparation d'ouvrages en béton	m2	0	Scénario du cycle de vie : travaux d'ouverture de fissures, nettoyage, injection de mousse, scellement des fissures.
Activities	Signalisation temporaire	k€	0	Scénario du cycle de vie : mise en place de panneaux, balises, marquage au sol, glissières béton. Récupération d'une partie des fournitures après la fin des travaux.
Activities	Études et contrôles	k€	100	Scénario du cycle de vie : activités d'études de conception et contrôle. Évalué au ratio monétaire.
Component, Element	Appuis pour tablier	m2	50	Scénario du cycle de vie : mise en place des bossages d'appui et du néoprène fretté. Remplacement du néoprène pendant la durée de vie. Remplacement de l'ensemble suivant la durée de vie. Dépose des éléments en fin de vie.
Component, Element	Auvent métallique	m2	50	Scénario du cycle de vie : déblayage et pose de massifs de fondation. Ancrages de poteaux supports, travaux de charpente métallique et pose de la couverture. Entretien courant de la charpente. Reprise de la charpente endommagée. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose de l'ensemble d'éléments en fin de vie.
Component, Element	Balilage	u	10	Scénario du cycle de vie : fixation des balises et scellement des ancrages. Remplacement selon la durée de vie. Dépose des éléments en fin de vie.
Component, Element	Bassin de rétention	m2	100	Scénario du cycle de vie : déblayage des emprises. Mise en place du complexe géotextile et géomembrane. Fixation à l'aide de piquets en acier. Pompage du fond et déblayage de boues pour la maintenance. Reprise d'une partie du complexe suivant le taux d'usure. Dépose du complexe puis remblayage et compactage des anciennes emprises en fin de vie.
Component, Element	Blindage en palplanche	m2	100	Scénario du cycle de vie : pose de gabarit de guidage, levage et fonçage de palplanches au mouton. Pas de travaux de maintenance. Abandon des palplanches en fin de vie.
Component, Element	Bordures et caniveaux	ml	50	Scénario du cycle de vie : lit de pose, pose de bordures caniveaux au mortier. Pas de maintenance. Reprise ponctuelle du béton endommagé. Remplacement suivant la durée de vie.
Component, Element	Boucles de comptage	u	20	Scénario du cycle de vie : sciage de chaussée, mise en place des boucles, branchement à la station de recueil. Énergie d'exploitation intégrée. Pas de maintenance. Remplacement selon la durée de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Canalisations AEP	ml	100	Scénario du cycle de vie : lit de pose et pose des canalisations et valves. Remblayage et grillage avertisseur. Remplacement des valves durant le cycle de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Canalisations gaz	ml	100	Scénario du cycle de vie : lit de pose et pose des canalisations et vannes. Remblayage et grillage avertisseur. Remplacement des vannes durant le cycle de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.

Component, Element	Caniveaux et avaloirs	ml	50	Scénario du cycle de vie : lit de pose, pose de caniveaux et avaloirs au mortier. Pas de maintenance. Reprise ponctuelle du béton endommagé. Remplacement suivant la durée de vie.
Component, Element	Caniveaux à grille	ml	50	Scénario du cycle de vie : lit de pose, pose des caniveaux au mortier et des grilles. Pas de maintenance. Reprise ponctuelle du béton endommagé. Remplacement suivant la durée de vie.
Component, Element	Caténaire	ml	100	Scénario du cycle de vie : Déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation, ancrage, connection des cables. Entretien et remplacement. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Charpente métallique	ton	50	Scénario du cycle de vie : Soudure des profilés métalliques puis fixation aux points d'ancrage. Entretien courant du revêtement anticorrosion. Reprise d'une partie de la charpente durant la durée de vie. Dépose des éléments en fin de vie.
Component, Element	Clôtures et portails	ml	50	Scénario du cycle de vie : déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation. Ancrage des poteaux, pose des clôtures. Remplacement suivant le durée de vie. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Collecteurs EP	ml	100	Scénario du cycle de vie : lit de pose et pose des collecteurs et regards. Remblayage et grillage avertisseur. Pas de maintenance. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Collecteurs béton	ml	100	Scénario du cycle de vie : lit de pose et pose des collecteurs et regards. Remblayage et grillage avertisseur. Pas de maintenance. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Complexe d'étanchéité	m2	30	Scénario du cycle de vie : préparation de la surface, pose des feuilles d'étanchéité et coulage de la contre-chape. Remplacement du complexe d'étanchéité suivant la durée de vie. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Couche de base	m2	50	Scénario du cycle de vie : couche d'accrochage, puis mise en œuvre de la couche d'enrobé bitumineux. Pas d'énergie d'exploitation. Renouvellement des éléments suivant la durée de vie moyenne. Démolition de la couche en fin de vie pour valorisation ou évacuation
Component, Element	Couche de forme	m2	100	Scénario du cycle de vie : travaux de mise en œuvre d'une couche de forme sur la PST. Épandage des gravas au bulldozer, compactage et nivelage. Pas de maintenance. Abandonnée en fin de vie.
Component, Element	Couche de roulement	m2	26	Scénario du cycle de vie : couche d'accrochage, puis mise en œuvre de la couche d'enrobé bitumineux. Maintenance courante consiste en désherbage et salage des routes. Pas d'énergie d'exploitation. Renouvellement des éléments suivant la durée de vie moyenne. Rabotage de la couche en fin de vie pour valorisation
Component, Element	Couche de terre végétale	m3	100	Scénario du cycle de vie : épandage de terre végétale. Terre végétale issue du site, d'emprunt ou du mélange terre et compost.

Component, Element	Dalle pleine	m2	100	Scénario du cycle de vie : coffrage, ferrailage sur les aciers en attente des appuis. Coulage du béton, cure et chappe d'étanchéité. Reprise de la chape d'étanchéité et du béton endommagé. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Dispositif de surveillance	u	10	Scénario du cycle de vie : déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation. Ancrage des mâts, pose des caméras et branchement à la station de recueil. Énergie d'exploitation intégrée. Pas de maintenance. Remplacement selon la durée de vie. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Dispositifs linéaires en acier	ml	100	Scénario du cycle de vie : pose de supports de fixation, fixation de l'équipement. Entretien courant du revêtement. Remplacement selon la durée de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Fondations semi-profondes	m2	100	Scénario du cycle de vie : déblayage des emprises, béton de propreté, coffrage, ferrailage sur les aciers en attente. Coulage du béton, badigeonnage et remblayage contigu. Pas de maintenance. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Garde-corps acier	ml	50	Scénario du cycle de vie : fixation de poteaux au support existant. Pose de lisses et ballustrés. Entretien courant du revêtement. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Glissière en béton	ml	100	Scénario du cycle de vie : excavation des fondations, semelles filantes puis coulage de la glissière à l'extrudeuse. Travaux de réparation pour reprise d'une part du linéaire. Démolition complète en fin de vie. Remblayage des fouilles.
Component, Element	Joint de dilatation à hiatus	ml	20	Scénario du cycle de vie : pose des ancrages et scellement. Pose de lèvres métalliques et vis. Fixation du joint en caoutchouc. Reprise du joint pendant la durée de vie. Remplacement du joint suivant la durée de vie. Démolition des éléments en fin de vie.
Component, Element	Marquage au sol linéaire	ml	5	Scénario du cycle de vie : marquage au sol à l'ai de traceur monté. Renouvellement du marquage selon la durée de vie. Marquage démolit avec la chaussée en fin de vie.
Component, Element	Mise à la terre	m2	20	Scénario du cycle de vie : déblayage et pose de chambre. Enfoncement de la feuille cuivre et du piquet en acier. Mise en place du sel de conductivité et branchement. Entretien du sel de conductivité. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Mobilier urbain en acier	u	20	Scénario du cycle de vie : pose du mobilier au mortier. Nettoyage courant du mobilier. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose du mobilier en fin de vie.
Component, Element	Mobilier urbain en bois	u	20	Scénario du cycle de vie : pose du mobilier au mortier. Nettoyage courant du mobilier. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose du mobilier en fin de vie.
Component, Element	Mur de soutènement, BPE	m2	100	Scénario du cycle de vie : déblayage et lit de pose, mise en place des murs préfabriqués, badigeonnage et remblayage. Réparation des parois au mortier. Démolition de tous les éléments et remblayage en fin de vie.

Component, Element	Mur en maçonnerie	m2	100	Scénario du cycle de vie : coulage de base en béton de propreté, pose des blocs béton, enduit minéral de revêtement. Reprise de l'enduit de revêtement. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Ouvrages divers	m3	50	Scénario du cycle de vie : coffrage, ferrailage sur les aciers en attente des fondations existantes. Coulage du béton, badigeonnage et couche anti-graffiti. Reprise ponctuelle du béton endommagé. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Paroi clouée	m2	100	Scénario du cycle de vie : terrassement des emprises, forage, mise en place des clous et scellement. Pose du renforcement puis projection du béton. Réparation des parois au mortier. Démolition de tous les éléments et remblayage en fin de vie.
Component, Element	Parois moulées	m2	100	Scénario du cycle de vie : réalisation des murets guides, excavation des parois au trépan-benne. Remplissage avec la boue bentonitique. Pose de cages d'armatures. Bétonnage et pompage de la boue bentonitique. La consommation énergétique du traitement est intégré. Pas de travaux de maintenance. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Pieu foré tubé	ml	100	Scénario du cycle de vie : forage, ferrailage, coulage du béton et recépage des pieux. Pas de travaux de maintenance. Éléments abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Plantation d'arbres	u	100	Scénario du cycle de vie : travaux de terrassement (hors épandage de terre végétale), plantation d'arbres, puis paillage. L'entretien annuel est pris en compte (débroussaillage, arrosage). Pas d'énergie d'exploitation. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Plantation d'arbustes	u	100	Scénario du cycle de vie : travaux de terrassement (hors épandage de terre végétale), plantation d'arbustes, puis paillage. L'entretien annuel est pris en compte (débroussaillage, arrosage). Pas d'énergie d'exploitation. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Plantation d'espèces	m2	100	Scénario du cycle de vie : travaux de terrassement (hors épandage de terre végétale), plantation d'arbres, arbustes et gazon, puis paillage. L'entretien annuel est pris en compte (débroussaillage, arrosage). Pas d'énergie d'exploitation. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Plantation herbacées	m2	100	Scénario du cycle de vie : travaux de terrassement (hors épandage de terre végétale), plantation d'herbacées. L'entretien annuel est pris en compte (débroussaillage, arrosage). Pas d'énergie d'exploitation. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Remblais drainants	m2	100	Scénario du cycle de vie : pose de complexe géotextile. Mise en œuvre du remblais drainant, compactage. Pas de travaux de maintenance. Pas de scénario de fin de vie.
Component, Element	Remblayage, terre-plein	m3	100	Scénario du cycle de vie : travaux de remblayage générique pour des travaux routiers. Modélisation du mouvement de terres (réemploi, emprunt externe, apport de graviers)

Component, Element	Réseau électrique	ml	30	Scénario du cycle de vie : travaux de tirage de ligne basse et haute tension. Pas de maintenance ou réparation. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose des lignes en fin de vie. Hors tranchées.
Component, Element	Réseaux télécom	ml	20	Scénario du cycle de vie : travaux de tirage de fibre optique ou ligne coaxiale. Pas de maintenance ou réparation. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose des lignes en fin de vie. Hors tranchées
Component, Element	Signalisation de police	u	20	Scénario du cycle de vie : déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation. Ancrage des poteaux et pose des panneaux. Remplacement suivant le durée de vie. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Signalisation tricolore	u	10	Scénario du cycle de vie : déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation. Ancrage des mâts, portique, pose des feux. Remplacement suivant le durée de vie. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Support vertical	u	50	Scénario du cycle de vie : déblayage pour mise en œuvre des massifs de fondation. Ancrage des mâts, portique. Entretien courant de la structure métallique. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Tranchée drainante	ml	100	Scénario du cycle de vie : déblayage de tranchée, pose de géotextile. Lit de pose, drain et remblayage avec des matériaux drainants. Pas de maintenance ou entretien. Abandonnée en fin de vie.
Component, Element	Tranchée pour réseaux secs	ml	50	Scénario du cycle de vie : déblayage de tranchée, lit de pose en sable. Mise en place des gaines et fourreaux, grillage avertisseur et plynex. N'inclut pas les réseaux. Pas de maintenance, ni de réparation. Dépose de tous les éléments et remblayage de la tranchée en fin de vie.
Component, Element	Voie ferrée	ml	50	Scénario du cycle de vie : pose et attache des rails sur support existant. Reprofilage courant des rails. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose en fin de vie.
Component, Element	Voiles et murs	m2	100	Scénario du cycle de vie : coffrage, ferrailage sur les aciers en attente des fondations existantes. Coulage du béton, badigeonnage et couche anti-graffiti. Reprise ponctuelle du béton endommagé. Démolition complète en fin de vie.
Component, Element	Voirie en béton	m2	50	Scénario du cycle de vie : bétonnage sur PST ou terrain consolidé. Réglage du béton et application des produits de finition. Reprise du béton endommagé. Remplacement suivant la durée de vie. Démolition de la voirie en fin de vie.
Component, Element	Voirie en enrobé bitume	m2	50	Scénario du cycle de vie : couche d'accrochage, puis mise en œuvre de la couche d'enrobé bitumineux. Pas d'énergie d'exploitation. Renouvellement des éléments suivant la durée de vie moyenne. Démolition de la structure en fin de vie.
Component, Element	Voirie en pavés, dalles	m2	50	Scénario du cycle de vie : pose souple de pavés, dalles sur lit graviers et joints en sable. Regarnissage des joints en maintenance. Remplacement suivant la durée de vie. Dépose des pavés et abandon du lit de pose en fin de vie.

Component, Element	Voirie en sol stabilisé	m2	50	Scénario du cycle de vie : mise en œuvre de mélange gravier et liant sur PST ou terrain consolidé. Épandage du mélange et compactage. Regarnissage courant de la voirie avec mélange et compactage. Abandon des emprises en fin de vie.
Component, Element	Éclairage fonctionnel	u	10	Scénario du cycle de vie : pose de support et des lampes d'éclairage. Câblage vers boîtiers de commande. Consommation énergétique suivant la puissance électrique et le nombre d'heures d'exploitation. Remplacement suivant la durée de vie. Pas de maintenance. Dépose de tous les éléments en fin de vie.
Component, Element	Écran acoustique	ml	30	Scénario du cycle de vie : déblayage des fondations, mise en place des fondations, poteaux et panneaux. Pas d'énergie d'exploitation. Renouvellement des éléments suivant la durée de vie moyenne. Dépose de tous les éléments sauf les massifs abandonnés en fin de vie.
Component, Element	Équipements techniques	k€	20	Scénario du cycle de vie : machines, dispositifs électroniques et informatiques divers modélisés à partir des ratios monétaires. Toutes les phases du cycle de vie sont considérées. ICV estimé sur la base des caractéristiques d'un ordinateur fixe et d'un groupe électrogène.

A.2 Caractéristiques des engins de chantier considérés

nom engin	fabricant	énergie	puissance	charge moteur	poids	distance
Mobile crane ; LTM 1030-2.1	Liebherr	diesel	209.0	0.4	35.0	200
Dump Truck ; N35	ISUZU	diesel	110.0	0.5	2.5	50
Actros 4143 8x4	Mercedes-Benz	diesel	316.0	0.25	17.8	150
Small Wheel Loader, 926M	CAT	diesel	125.0	0.5	12.8	150
Medium Dozer, D5	CAT	diesel	127.0	0.4	19.17	150
Tanker NPR 8m3	ISUZU	diesel	141.0	0.25	6.95	150
Vibratory Soil Compactor CS74B	CAT	diesel	129.5	0.5	16.0	200
Motor Grader 140 GC / 140 GC AWD	CAT	diesel	147.0	0.4	17.65	300
LF 55 180	DAF	diesel	205.0	0.3	14.5	200
Hand-Held Circular Saw ; GKS 190	Bosch	electricity	1.4	1.0	0.0	100
SH Premium	HYDROG	diesel	25.0	0.6	2.0	300
Track Asphalt Paver AP555F	CAT	diesel	106.0	0.5	13.8	300
Gas Chainsaws ; 543 XP	Husqvarna	gasoline	2.2	0.75	0.0	50
Tandem Vibratory Roller CB2.7 GC	CAT	diesel	18.4	0.6	2.7	300
Mini excavator ; 305CR	CAT	diesel	33.6	0.5	5.75	100
Pneumatic Roller CW34	CAT	diesel	98.0	0.5	10.0	300
Small Excavator ; 317 GC	CAT	diesel	89.0	0.5	17.2	100
W 100 Cf	Wirtgen	diesel	257.0	0.4	17.9	300
Hydraulic breaker ; SB 1102	Epiroc	diesel	0.0	0.01	1.06	100
TGS 33.430 6x4	MAN	diesel	320.0	0.4	33.0	100
Hydraulic Lifting Truck Mounted Crane SQ5SK2Q	ISUZU	diesel	141.0	0.4	12.0	100
Oxy-fuel cutting equipment	HAMPiaux	acetylene	91.5	1.0	0.1	100
Small Excavator 315 GC	CAT	diesel	73.0	0.5	15.4	100
Compact Wheel Loader ; 906	CAT	diesel	55.7	0.5	5.73	100
Frontal dumper ; 2 Tonne Range	Thwaites	diesel	18.4	0.6	2.36	100
Metabo FSB 36-18 LTX BL 40	STIHL	gasoline	0.9	0.75	0.0	50
Compact tractor ; 4044M	John Deere	diesel	31.7	0.5	1.7	100
Tractor-mounted ; PC10 Cultivator	John Deere	diesel	0.0	0.01	0.12	100
Breaker, GSH 27 VC	Bosch	electricity	2.0	1.0	0.03	100
Truck mixer ; HTM 905	Liebherr	diesel	78.0	0.3	3.78	0
Plate compactor ; PQ4	LOXAM	diesel	4.7	0.6	0.3	50
Slipform Paver ; SP 25 i	Wirtgen	diesel	115.0	0.5	15.5	200
Winch cable pulling ; KW 4000	Bagela	diesel	22.0	0.6	1.5	100
Stripping System ; RoadLazer RoadPak	GRACO	gasoline	14.2	0.75	0.6	100
Medium Duty Vehicle	Renault	diesel	115.0	0.3	3.0	100
Mobile post pile driver ; H90R-2500	Pajot	diesel	19.0	0.6	2.0	200
Trailer HDS 13/35	KARCHER	diesel	19.0	0.6	0.95	100
Impact wrenches ; GDS 24	Bosch	electricity	0.8	1.0	0.01	100
Formwork ; CCRV 8000	Outinord	electricity	0.8	1.0	0.12	100
Self-Propelled HDD Rig ; FDP-20	Huanghai	diesel	110.0	0.4	6.5	300
Drilling rig ; LB 20.1	Liebherr	diesel	160.0	0.4	52.8	300

A.3 Performance des ateliers de construction considérés

activité	rendement	energie (GJ/h)	poids	transport	incertitude
Mechanical Lifting and Handling	8.0	2.35	35.0	7000.0	0.3
Asphalt cold planing, 20-30 cm	30.0	4.04	57.85	9712.5	0.23
Placement of Subbase	11.36	5.13	90.37	17003.0	0.14
Asphalt prime coat application	857.14	2.17	16.5	3500.0	0.25
Hand applying and implementation	1.0	0.32	2.5	125.0	0.3
Asphalt paving, 4-8 cm	92.0	2.28	26.5	7950.0	0.19
Shrub removal	45.45	1.48	12.81	1920.25	0.3
Asphalt cold planing, 3-6 cm	228.57	4.04	57.85	9712.5	0.23
Labor and hand implementation	1.0	0.0	0.0	0.41	0.05
Excavation for minor foundations	4.41	0.49	5.75	575.4	0.3
Installation of electrical purpose pole	4.55	1.59	12.0	1200.0	0.3
Demolition of reinforced concrete	1.23	0.26	24.01	2401.4	0.21
Demolition of paving structures	29.41	1.68	23.99	2399.0	0.24
Oxy-fuel cutting of steel	122.13	1.22	0.1	10.0	0.3
Oxy-fuel cutting of steel	122.13	1.22	0.1	10.0	0.3
Planting of trees and shrubs	18.18	0.83	8.11	811.4	0.22
Mechanical seeding	166.67	0.47	1.83	182.6	0.3
Watering of plants and green spaces	10.0	0.3	6.95	1042.5	0.3
Mowing of green spaces	16.39	0.03	0.0	0.25	0.3
Mass Excavation	21.28	1.07	15.4	1540.0	0.3
Concrete truck pouring	12.0	0.67	3.78	0.0	0.3
Masonry and concrete demolition	1.08	0.05	5.78	578.4	0.3
Slipform concrete paving	4.3	1.65	15.5	3100.0	0.3
Soil and pavement compaction ; Mass	69.44	1.92	22.95	4242.5	0.28
Topsoil spreading	71.43	1.79	12.8	1920.0	0.3
Soil and pavement compaction ; Small	5.75	0.18	7.25	1057.5	0.21
Mechanized Cable Pulling	1500.0	0.39	1.5	150.0	0.3
Road marking	600.0	1.23	3.6	360.0	0.3
Post pile diving	15.0	0.35	2.0	400.0	0.3
Surface cleaning	4.76	0.35	0.95	95.0	0.3
Wall or floor cladding	6.0	0.01	0.01	0.98	0.22
Concrete formwork	44.0	0.0	0.12	12.0	0.3
Drilling for trenchless ducts	14.29	1.26	6.5	1950.0	0.3
Pile drilling	12.35	1.8	52.8	15840.0	0.3
Hedge cutting	nan	nan	nan	nan	nan
Hydraulic jacking	nan	nan	nan	nan	nan
In-situ soil stabilization	nan	nan	nan	nan	nan
General purpose pumping	nan	nan	nan	nan	nan
Sludge and slurry treatment	nan	nan	nan	nan	nan
Ballast regulator	nan	nan	nan	nan	nan
Ballast tamping	nan	nan	nan	nan	nan
Micropile drilling	nan	nan	nan	nan	nan
Spray applied concrete	nan	nan	nan	nan	nan
Pile driving	nan	nan	nan	nan	nan
Coring and subsurface sampling	nan	nan	nan	nan	nan

Railway switch and laying	nan	nan	nan	nan	nan
Rail grinding	nan	nan	nan	nan	nan

A.4 Avant-métrés utilisés par phase du cycle de vie

phase	inv_n1	inv_n3	inv_u	Quantité
Conception	Intrants	Assurance, services bancaires, conseil et honoraires	k€	10344.0
Construction	Énergie	Acétylène en bouteille	kg	159720.0
Construction	Énergie	Essence, supercarburant sans Pb (95, 95-E10, 98)	litre	40.0
Construction	Énergie	Gazole non routier	litre	988933.0
Construction	Énergie	Huile moteur lubrifiant	kg	21757.0
Construction	Énergie	Oxygène en bouteille	kg	145200.0
Construction	Énergie	2018 - usage : Autres (BTP. recherche. armée. etc.)	kWh	103236.0
Construction	Énergie	2020 - mix moyen	kWh	204684.0
Construction	Intrants	Acier ductile B500A	tonne	7964.0
Construction	Intrants	Acier galvanisé, tôles	tonne	17152.0
Construction	Intrants	Acier inoxydable, recyclé 40%	tonne	6672.0
Construction	Intrants	Acier inoxydable, recyclé 40%	tonne	55165.0
Construction	Intrants	Acier laminé à froid	tonne	12708.0
Construction	Intrants	Acier ou fer blanc	tonne	505.0
Construction	Intrants	Acier structurel : profilés et tôles	tonne	211171.0
Construction	Intrants	Aciers HA	tonne	4614.0
Construction	Intrants	Aciers de tôles fortes	tonne	767.0
Construction	Intrants	Clôture en acier	ml	4672.0
Construction	Intrants	Couverture en acier simple peau	m2	326.0
Construction	Intrants	Fonte	tonne	846.0
Construction	Intrants	Grille d'assainissement	m2	761.0
Construction	Intrants	Portail en acier	u	27.0
Construction	Intrants	Rails pour infrastructure de transport	tonne	772.0
Construction	Intrants	Réseau d'adduction gaz acier	tonne	101.0
Construction	Intrants	Tube d'auscultation 4	ml	508.0
Construction	Intrants	Vanne hydraulique d=200mm	u	9.0
Construction	Intrants	Éléments en acier galvanisé	tonne	1630.0
Construction	Intrants	Aluminium	tonne	418.0
Construction	Intrants	Aluminium, neuf	tonne	9.0
Construction	Intrants	Feeder en aluminium	km	17218.0
Construction	Intrants	Panneaux de signalisation	m2	1771.0
Construction	Intrants	Réseaux d'évacuation d'eaux pluviales	ml	218.0
Construction	Intrants	Émulsion 60%	tonne	149233.0
Construction	Intrants	Étanchéité bicouche bitume-polymère	m2	35141.0
Construction	Intrants	Cuivre	tonne	50.0
Construction	Intrants	Cuivre, neuf	tonne	198.0
Construction	Intrants	Ligne de contact en cuivre	km	8609.0
Construction	Intrants	Bois massifs, éléments portants	m3	2381.0
Construction	Intrants	Bois massifs, éléments portants	tonne	190.0
Construction	Intrants	Écran acoustique	m2	48.0
Construction	Intrants	BFUP *CERIB (Béton fibré à ultra hautes performances)	m3	60.0
Construction	Intrants	Béton C16/20 X0	m3	9143.0
Construction	Intrants	Béton pour Voirie en béton C35/45 XF2 CEM II/A	m3	54012.0
Construction	Intrants	Béton, C25/30CEM II	m3	5241.0
Construction	Intrants	Granulat, grave, ciment	m3	4892.0

Construction	Intrants	Bloc en béton creux, joints épais	m2	667.0
Construction	Intrants	Bordure T2	ml	6093.0
Construction	Intrants	Bordure T3	ml	930.0
Construction	Intrants	Bordure d'îlot I2	ml	12254.0
Construction	Intrants	Bordure haute (h=50cm)	ml	13981.0
Construction	Intrants	Bordures, caniveaux, cunettes	tonne	13921.0
Construction	Intrants	Bordurette en béton (h=20 cm)	ml	10771.0
Construction	Intrants	Caniveau à grille 300x500mm	ml	3044.0
Construction	Intrants	Chambre de télécommunication en béton	u	1549.0
Construction	Intrants	Collecteur béton d=300mm	ml	2285.0
Construction	Intrants	Collecteur béton d=400mm	ml	1245.0
Construction	Intrants	Collecteur béton d=500mm	ml	2507.0
Construction	Intrants	Couvercle pour caniveau	m2	674.0
Construction	Intrants	Eléments de fondation en béton préfabriqué	m3	1179.0
Construction	Intrants	Equipements en béton préfabriqué	m3	1.0
Construction	Intrants	Equipements en béton préfabriqué	tonne	1347.0
Construction	Intrants	Pavés en béton préfabriqué	m2	7933.0
Construction	Intrants	Regards, cadres, chambres	tonne	1132.0
Construction	Intrants	Séparateur en béton type GBA	ml	3749.0
Construction	Intrants	Eau pour construction	tonne	50192.0
Construction	Intrants	Flux de comptabilité entrant	tonne	40714.0
Construction	Intrants	Flux de comptabilité interne	tonne	13393.0
Construction	Intrants	Produit chimiques organiques	kg	10801.0
Construction	Intrants	Soude caustique	tonne	1360.0
Construction	Intrants	Enduit bitumineux pour l'étanchéité et l'imperméabilisation pour murs enterrés	m2	12717.0
Construction	Intrants	Enduit à froid projeté (ACV entreprise SIGNATURE)	litre	3880.0
Construction	Intrants	Enduits extérieurs en poudre	kg	78878.0
Construction	Intrants	Résine acrylique	kg	41.0
Construction	Intrants	Résine méthacrylate	kg	16.0
Construction	Intrants	Résine polyuréthane pour sols industriels et piétonniers	kg	23.0
Construction	Intrants	Enrobé, tiède	m3	2294.0
Construction	Intrants	Enrobés bitumineux	m3	5618.0
Construction	Intrants	Enrobés bitumineux, à froid	tonne	4.0
Construction	Intrants	Grave, bitume 3	m3	12842.0
Construction	Intrants	Compost horticole	tonne	298378.0
Construction	Intrants	Granulats	m3	952.0
Construction	Intrants	Granulats concassés	tonne	179.0
Construction	Intrants	Granulats, roche massive	m3	104550.0
Construction	Intrants	Granulats, roche meuble	m3	3443.0
Construction	Intrants	Sel de gemme	tonne	110.0
Construction	Intrants	Bentonite	kg	1084758.0
Construction	Intrants	Chapes en mortier à base de ciment	m3	1822.0
Construction	Intrants	Chaux	tonne	4.0
Construction	Intrants	Ciment CEM II	tonne	4.0
Construction	Intrants	Mortier de montage maçonnerie	tonne	83434.0
Construction	Intrants	Mortier de scellement et de calage	kg	8503.0
Construction	Intrants	Mortier d'enduit minéral MONOREX	kg	114386.0
Construction	Intrants	Mortiers de réparation du béton	kg	405.0

Construction	Intrants	Bloc de jonction	u	2361.0
Construction	Intrants	Boitiers et dispositifs électroniques	kg	326.0
Construction	Intrants	Caméra de surveillance	u	59.0
Construction	Intrants	Coffret de commande électronique	kg	820.0
Construction	Intrants	Coffret de commande électronique	u	40.0
Construction	Intrants	Câble aluminium HTA monophasé 12/24 kV	ml	6807.0
Construction	Intrants	Câble cuivre BT	ml	271847.0
Construction	Intrants	Câble cuivre basse tension	ml	1958.0
Construction	Intrants	Equipements pour la gestion de l'image de vidéosurveillance (1 écran de visualisation et enregistrement de 4 flux)	u	3.0
Construction	Intrants	Fibre optique, 12FO	ml	33600.0
Construction	Intrants	PMV 294 W, hors caisson	m2	5.0
Construction	Intrants	Projecteur intérieur LED	u	398.0
Construction	Intrants	Appareil d'appui	dm3	160.0
Construction	Intrants	Balisés type J (PEHD neuf)	u	5829.0
Construction	Intrants	Canalisation AEP PEHD D=160mm	ml	23140.0
Construction	Intrants	Caoutchouc synthétique	tonne	75129.0
Construction	Intrants	Collecteur PEHD d=400mm	ml	9380.0
Construction	Intrants	Gaine TPC en polyéthylène	ml	41669.0
Construction	Intrants	Grillage avertisseur (polyéthylène, largeur=20 cm)	ml	39984.0
Construction	Intrants	Géomembrane PEHD	m2	110574.0
Construction	Intrants	Géotextile en polypropylène (300g/m²)	m2	57741.0
Construction	Intrants	Plastique, PEHD	tonne	4058.0
Construction	Intrants	Plastique, PVC	tonne	1.0
Construction	Intrants	Polyuréthane	tonne	81.0
Construction	Intrants	Regard de visite en PE	u	2.0
Construction	Intrants	Système de drainage et d'infiltration Drenotube	ml	44327.0
Construction	Intrants	Machines et équipements	k€	58138.0
Construction	Intrants	Produits informatiques, électroniques et optiques	k€	3256.0
Construction	Intrants	Fibre de verre	kg	1798.0
Construction	Intrants	Arbres (Quercus ilex d=35cm)	u	993.0
Construction	Intrants	Arbuste	u	56451.0
Construction	Intrants	Mélange de semences pelouse	kg	1766.0
Construction	Intrants	Paille céréale	tonne	287.0
Construction	Intrants	Acier inox	kg	802.0
Construction	Intrants	Bloc-porte en bois	m2	7.0
Construction	Intrants	Bloc-porte métallique	m2	56.0
Construction	Intrants	Boite à eau	u	82.0
Construction	Intrants	Bouche d'extraction d'air	u	6.0
Construction	Intrants	Brique de parement	m2	199.0
Construction	Intrants	Caillebotis en acier galvanisé	m2	305.0
Construction	Intrants	Calorifuge	ml	210.0
Construction	Intrants	Chaise	u	4.0
Construction	Intrants	Chassis vitré	m2	102693.0
Construction	Intrants	Clapet anti-retour	u	2.0
Construction	Intrants	Clapet coupe feu	u	58.0
Construction	Intrants	Doublement	m2	415.0
Construction	Intrants	Enduit d'isolation	m2	840.0

Construction	Intrants	Evier en céramique	u	5.0
Construction	Intrants	Grille et volet de désenfumage	u	52.0
Construction	Intrants	Grès Cérame	m2	1301.0
Construction	Intrants	Habillage	m2	93230.0
Construction	Intrants	Joints étanches	m2	3296.0
Construction	Intrants	Logement	m2	5.0
Construction	Intrants	Manchon coupe feu	u	28.0
Construction	Intrants	Miroir	m2	2.0
Construction	Intrants	Mobilier acier	tonne	1500.0
Construction	Intrants	Mobilier plastique	tonne	23.0
Construction	Intrants	Mosaïque en verre	m2	500.0
Construction	Intrants	Pack WC	u	3.0
Construction	Intrants	Peinture	m2	5230.0
Construction	Intrants	Peinture extérieur	m2	2776.0
Construction	Intrants	Plafond métallique	m2	424.0
Construction	Intrants	Plaque fibrociment	m2	71.0
Construction	Intrants	Polyuréthane	ml	4576.0
Construction	Intrants	Pâte des joints	m2	4284.0
Construction	Intrants	Robinet de puisage	u	3.0
Construction	Intrants	Résine polyuréthane pour sols	m2	362.0
Construction	Intrants	Table	u	1.0
Construction	Intrants	Vitrage	m2	70.0
Construction	Intrants	Volet battant	m2	30.0
Construction	Immobilisations	Bâtiment industriel, structure métallique	m2	22040.0
Construction	Immobilisations	Véhicules fabrication	tonne	58.0
Construction	Fret	Articulé, 34 à 40 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	57456001.0
Construction	Fret	Articulé, 40 à 44 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	13670368.0
Construction	Déplacements	Autobus moyen, agglomération de 100 000 à 250 000 habitants	passager.km	720842.0
Construction	Déplacements	Voiture, motorisation moyenne 2018	km	1529059.0
Construction	Déchets	Bois de classe B	tonne	520.0
Construction	Déchets	Béton, briques, tuiles et céramiques	tonne	21158.0
Construction	Déchets	Déchets inertes en mélange (Gravats)	tonne	441265.0
Construction	Déchets	Déchets non dangereux en mélange (DIB)	tonne	76936.0
Construction	Déchets	Flux de comptabilité sortant	tonne	19856.0
Construction	Déchets	Métaux	tonne	2394.0
Construction	Déchets	Métaux ferreux	tonne	649.0
Construction	Déchets	DIS	tonne	1.0
Construction	Déchets	Plastique moyen	tonne	206.0
Construction	Déchets	Traitement des eaux usées	m3	393.0
Construction	Déchets	DEEE, moyen (par défaut)	tonne	79.0
Construction	Déchets	Déchets putrescibles	tonne	125.0
Construction	Déchets	Résiduelles	tonne	125.0
Maintenance	Énergie	Acétylène en bouteille	kg	3741.0
Maintenance	Énergie	Essence, supercarburant sans Pb (95, 95-E10, 98)	litre	40703.0
Maintenance	Énergie	Gazole non routier	litre	490064.0
Maintenance	Énergie	Huile moteur lubrifiant	kg	11580.0
Maintenance	Énergie	Oxygène en bouteille	kg	3401.0
Maintenance	Énergie	2018 - usage : Autres (BTP. recherche. armée. etc.)	kWh	206391.0

Maintenance	Énergie	2020 - mix moyen	kWh	316400.0
Maintenance	Intrants	Acier galvanisé, tôles	tonne	15433.0
Maintenance	Intrants	Acier inoxydable, recyclé 40%	tonne	334.0
Maintenance	Intrants	Acier inoxydable, recyclé 40%	tonne	51748.0
Maintenance	Intrants	Acier ou fer blanc	tonne	92.0
Maintenance	Intrants	Acier structurel : profilés et tôles	tonne	7050.0
Maintenance	Intrants	Aciers HA	tonne	1.0
Maintenance	Intrants	Aciers de tôles fortes	tonne	29.0
Maintenance	Intrants	Clôture en acier	ml	467.0
Maintenance	Intrants	Couverture en acier simple peau	m2	49.0
Maintenance	Intrants	Fonte	tonne	12.0
Maintenance	Intrants	Grille d'assainissement	m2	38.0
Maintenance	Intrants	Vanne hydraulique d=200mm	u	4.0
Maintenance	Intrants	Aluminium	tonne	1592.0
Maintenance	Intrants	Aluminium, neuf	tonne	0.0
Maintenance	Intrants	Panneaux de signalisation	m2	548.0
Maintenance	Intrants	Réseaux d'évacuation d'eaux pluviales	ml	218.0
Maintenance	Intrants	Émulsion 60%	tonne	336746.0
Maintenance	Intrants	Étanchéité bicouche bitume-polymère	m2	23427.0
Maintenance	Intrants	Cuivre, neuf	tonne	297.0
Maintenance	Intrants	Bois massifs, éléments portants	m3	15.0
Maintenance	Intrants	Écran acoustique	m2	32.0
Maintenance	Intrants	Béton C16/20 X0	m3	376.0
Maintenance	Intrants	Béton pour Voirie en béton C35/45 XF2 CEM II/A	m3	131.0
Maintenance	Intrants	Béton, C25/30CEM II	m3	14.0
Maintenance	Intrants	Bordure T2	ml	305.0
Maintenance	Intrants	Bordure T3	ml	47.0
Maintenance	Intrants	Bordure d'îlot I2	ml	613.0
Maintenance	Intrants	Bordure haute (h=50cm)	ml	699.0
Maintenance	Intrants	Bordures, caniveaux, cunettes	tonne	696.0
Maintenance	Intrants	Bordurette en béton (h=20 cm)	ml	539.0
Maintenance	Intrants	Caniveau à grille 300x500mm	ml	152.0
Maintenance	Intrants	Equipements en béton préfabriqué	tonne	65.0
Maintenance	Intrants	Eau pour construction	tonne	152619.0
Maintenance	Intrants	Glyphosate	kg	34.0
Maintenance	Intrants	Soude caustique	tonne	38989.0
Maintenance	Intrants	Enduit bitumineux pour l'étanchéité et l'imperméabilisation pour murs enterrés	m2	6389.0
Maintenance	Intrants	Enduit à froid projeté (ACV entreprise SIGNATURE)	litre	7955.0
Maintenance	Intrants	Peintures antirouille en phase aqueuse	kg	48500.0
Maintenance	Intrants	Résine acrylique	kg	164.0
Maintenance	Intrants	Résine polyuréthane pour sols industriels et piétonniers	kg	231.0
Maintenance	Intrants	Enrobé, tiède	m3	860.0
Maintenance	Intrants	Enrobés bitumineux	m3	9040.0
Maintenance	Intrants	Enrobés bitumineux, à froid	tonne	5.0
Maintenance	Intrants	Grave, bitume 3	m3	2016.0
Maintenance	Intrants	Granulats, roche meuble	m3	1654.0
Maintenance	Intrants	Sel de gemme	tonne	831434.0
Maintenance	Intrants	Chapes en mortier à base de ciment	m3	865.0

Maintenance	Intrants	Chaux	tonne	1.0
Maintenance	Intrants	Ciment CEM II	tonne	1.0
Maintenance	Intrants	Mortier de scellement et de calage	kg	11965.0
Maintenance	Intrants	Mortier d'enduit minéral MONOREX	kg	57193.0
Maintenance	Intrants	Mortiers de réparation du béton	kg	1472812.0
Maintenance	Intrants	Bloc de jonction	u	1626.0
Maintenance	Intrants	Boîtiers et dispositifs électroniques	kg	490.0
Maintenance	Intrants	Caméra de surveillance	u	236.0
Maintenance	Intrants	Coffret de commande électronique	u	159.0
Maintenance	Intrants	Câble aluminium HTA monophasé 12/24 kV	ml	4538.0
Maintenance	Intrants	Câble cuivre BT	ml	231300.0
Maintenance	Intrants	Câble cuivre basse tension	ml	2937.0
Maintenance	Intrants	Equipements pour la gestion de l'image de vidéosurveillance (1 écran de visualisation et enregistrement de 4 flux)	u	4.0
Maintenance	Intrants	Fibre optique, 12FO	ml	40891.0
Maintenance	Intrants	PMV 294 W, hors caisson	m2	22.0
Maintenance	Intrants	Projecteur intérieur LED	u	1591.0
Maintenance	Intrants	Appareil d'appui	dm3	1.0
Maintenance	Intrants	Balises type J (PEHD neuf)	u	819.0
Maintenance	Intrants	Caoutchouc synthétique	tonne	261.0
Maintenance	Intrants	Géomembrane PEHD	m2	130.0
Maintenance	Intrants	Géotextile en polypropylène (300g/m²)	m2	130.0
Maintenance	Intrants	Plastique, PVC	tonne	2.0
Maintenance	Intrants	Regard de visite en PE	u	3.0
Maintenance	Intrants	Machines et équipements	k€	87207.0
Maintenance	Intrants	Produits informatiques, électroniques et optiques	k€	4884.0
Maintenance	Intrants	Fibre de verre	kg	19.0
Maintenance	Immobilisations	Véhicules fabrication	tonne	21.0
Maintenance	Fret	Articulé, 34 à 40 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	5491978.0
Maintenance	Fret	Articulé, 40 à 44 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	6186752.0
Maintenance	Déplacements	Autobus moyen, agglomération de 100 000 à 250 000 habitants	passager.km	1114278.0
Maintenance	Déplacements	Voiture, motorisation moyenne 2018	km	2363619.0
Maintenance	Déchets	Aluminium	tonne	14.0
Maintenance	Déchets	Bois de classe B	tonne	104.0
Maintenance	Déchets	Béton, briques, tuiles et céramiques	tonne	4718.0
Maintenance	Déchets	Déchets non dangereux en mélange (DIB)	tonne	22938.0
Maintenance	Déchets	Métaux	tonne	85.0
Maintenance	Déchets	Métaux ferreux	tonne	139.0
Maintenance	Déchets	Plastique moyen	tonne	19.0
Maintenance	Déchets	Traitement des eaux usées	m3	9000.0
Maintenance	Déchets	DEEE, moyen (par défaut)	tonne	169.0
Maintenance	Déchets	Déchets putrescibles	tonne	4719.0
Maintenance	Déchets	Résiduelles	tonne	193.0
Exploitation	Énergie	2018 - usage : Eclairage public	kWh	2286393.0
Exploitation	Énergie	2020 - mix moyen	kWh	182578911.0

A.5 Base de données des facteurs d'émissions

inv_n1	inv_n3	inv_u	FE (kgCO2e)	Incertitude	Source
Déchets	Flux de comptabilité sortant	tonne	0.0	0.05	InfraCost
Déplacements	Autobus moyen, agglomération de 100 000 à 250 000 habitants	passager.km	0.15	0.6	Base Carbone 22
Déplacements	Voiture, motorisation moyenne 2018	km	0.22	0.6	Base Carbone 22
Fret	Articulé, 34 à 40 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	0.08	0.7	Base Carbone 22
Fret	Articulé, 40 à 44 T diesel routier, 7 % de biodiesel	tonne.km	0.07	0.7	Base Carbone 22
Immobilisations	Bâtiment industriel, structure métallique	m2	275.0	0.5	Base Carbone 22
Immobilisations	Véhicules fabrication	tonne	5500.0	0.5	Base Carbone 22
Intrants	Acier ductile B500A	tonne	644.0	0.3	Eco Platform
Intrants	Acier inoxydable, recyclé 40%	tonne	3680.0	0.3	ISSF
Intrants	Acier structurel : profilés et tôles	tonne	1130.0	0.3	IBU eV, EPD
Intrants	Couverture en acier simple peau	m2	19.6	0.5	INIES
Intrants	Fonte	tonne	1516.0	0.3	Ecoinvent
Intrants	Grille d'assainissement	m2	45.0	0.3	IBU eV, EPD
Intrants	Portail en acier	u	235.52	0.3	IBU eV, EPD
Intrants	Rails pour infrastructure de transport	tonne	2660.0	0.3	IBU eV, EPD
Intrants	Réseau d'adduction gaz acier	tonne	11346.94	0.35	INIES
Intrants	Vanne hydraulique d=200mm	u	84.04	0.29	Ecoinvent ;Base Carbone 22
Intrants	Éléments en acier galvanisé	tonne	2820.0	0.2	Bilan produit
Intrants	Aluminium, neuf	tonne	7803.0	0.5	Base Carbone
Intrants	Réseaux d'évacuation d'eaux pluviales	ml	16.1	0.5	INIES
Intrants	Émulsion 60%	tonne	221.0	0.3	Colas
Intrants	Étanchéité bicouche bitume-polymère	m2	9.75	0.5	INIES
Intrants	Cuivre, neuf	tonne	1445.0	0.5	Base Carbone
Intrants	Bois massifs, éléments portants	m3	34.9	0.3	INIES
Intrants	Écran acoustique	m2	25.0	0.1	Base Carbone
Intrants	BFUP *CERIB (Béton fibré à ultra hautes performances)	m3	974.0	0.17	AFGC
Intrants	Béton C16/20 X0	m3	104.99	0.43	INIES ;ATILH 2015 ;Base Carbone 22
Intrants	Béton pour Voirie en béton C35/45 XF2 CEM II/A	m3	260.0	0.5	INIES
Intrants	Béton, C25/30CEM II	m3	202.4	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Granulat, grave, ciment	m3	106.26	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Bloc en béton creux, joints épais	m2	8.53	0.3	INIES
Intrants	Bordure T2	ml	8.19	0.3	INIES
Intrants	Bordure T3	ml	10.47	0.3	INIES
Intrants	Bordure d'îlot I2	ml	8.55	0.3	INIES
Intrants	Bordure haute (h=50cm)	ml	26.74	0.3	INIES
Intrants	Bordures, caniveaux, cunettes	tonne	100.64	0.3	INIES
Intrants	Bordurette en béton (h=20 cm)	ml	2.28	0.3	INIES

Intrants	Caniveau à grille 300x500mm	ml	21.13	0.3	INIES
Intrants	Chambre de télécommunication en béton	u	136.0	0.3	CERIB
Intrants	Collecteur béton d=300mm	ml	23.52	0.3	CERIB
Intrants	Collecteur béton d=400mm	ml	30.05	0.3	CERIB
Intrants	Collecteur béton d=500mm	ml	43.12	0.3	CERIB
Intrants	Couvercle pour caniveau	m2	12.21	0.3	INIES
Intrants	Eléments de fondation en béton préfabriqué	m3	283.0	0.5	INIES
Intrants	Equipements en béton préfabriqué	tonne	100.64	0.3	INIES
Intrants	Pavés en béton préfabriqué	m2	21.6	0.3	INIES
Intrants	Regards, cadres, chambres	tonne	139.77	0.5	INIES
Intrants	Séparateur en béton type GBA	ml	73.7	0.5	INIES
Intrants	Eau pour construction	tonne	0.3	0.3	Colas
Intrants	Flux de comptabilité entrant	tonne	0.0	0.05	InfraCost
Intrants	Flux de comptabilité interne	tonne	0.0	0.05	InfraCost
Intrants	Glyphosate	kg	10.31	0.3	Ecoinvent
Intrants	Soude caustique	tonne	587.0	0.5	ADEME
Intrants	Enduit bitumineux pour l'étanchéité et l'imperméabilisation pour murs enterrés	m2	19.7	0.5	INIES
Intrants	Enduit à froid projeté (ACV entreprise SIGNATURE)	litre	5.64	0.3	Signature
Intrants	Enduits extérieurs en poudre	kg	1.06	0.3	INIES
Intrants	Peintures antirouille en phase aqueuse	kg	3.23	0.3	INIES
Intrants	Résine acrylique	kg	2.67	0.3	INIES
Intrants	Résine méthacrylate	kg	7.35	0.5	Ecoinvent
Intrants	Résine polyuréthane pour sols industriels et piétonniers	kg	6.67	0.5	INIES
Intrants	Enrobé, tiède	m3	124.08	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Enrobés bitumineux	m3	125.26	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Enrobés bitumineux, à froid	tonne	36.2	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Grave, bitume 3	m3	109.28	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Compost horticole	tonne	20.0	1.0	Base Carbone 22
Intrants	Granulats concassés	tonne	10.0	0.3	Athena & IVL
Intrants	Sel de gemme	tonne	3.05	0.3	Rock et Salins
Intrants	Bentonite	kg	0.46	0.3	Ecoinvent
Intrants	Chapes en mortier à base de ciment	m3	652.0	0.5	INIES
Intrants	Chaux	tonne	1041.0	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Ciment CEM II	tonne	736.0	0.2	ATILH 2015
Intrants	Mortier de montage maçonnerie	tonne	121.0	0.3	INIES
Intrants	Mortier de scellement et de calage	kg	0.21	0.3	INIES
Intrants	Mortier d'enduit minéral MONOREX	kg	0.18	0.3	INIES
Intrants	Mortiers de réparation du béton	kg	0.38	0.3	SNMI
Intrants	Bloc de jonction	u	0.09	0.5	INIES
Intrants	Boîtiers et dispositifs électroniques	kg	193.28	0.5	INIES
Intrants	Caméra de surveillance	u	113.0	0.5	INIES
Intrants	Coffret de commande électronique	u	5.04	0.3	INIES
Intrants	Equipements pour la gestion de l'image de vidéosurveillance (1 écran de visualisation et enregistrement de 4 flux)	u	797.0	0.5	INIES
Intrants	Fibre optique, 12FO	ml	0.37	0.5	INIES

Intrants	PMV 294 W, hors caisson	m2	154.0	0.5	INIES
Intrants	Appareil d'appui	dm3	0.53	0.2	Bilan produit
Intrants	Balises type J (PEHD neuf)	u	7.87	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Canalisation AEP PEHD D=160mm	ml	10.3	0.3	INIES
Intrants	Caoutchouc synthétique	tonne	2350.0	0.3	Ecoinvent
Intrants	Collecteur PEHD d=400mm	ml	29.76	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Grillage avertisseur (polyéthylène, largeur=20 cm)	ml	0.05	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Géomembrane PEHD	m2	3.69	0.2	Base Carbone 22
Intrants	Géotextile en polypropylène (300g/m²)	m2	1.24	0.5	INIES
Intrants	Polyuréthane	tonne	3518.75	0.54	Base Carbone 22 ; INIES
Intrants	Système de drainage et d'infiltration Drenotube	ml	6.96	0.5	INIES
Intrants	Assurance, services bancaires, conseil et honoraires	k€	110.0	0.8	Base Carbone 22
Intrants	Machines et équipements	k€	700.0	0.8	Base Carbone 22
Intrants	Produits informatiques, électroniques et optiques	k€	400.0	0.8	Base Carbone 22
Intrants	Arbres (Quercus ilex d=35cm)	u	1.07	0.5	Donnée métier
Intrants	Arbuste	u	1.07	0.5	Donnée métier
Intrants	Mélange de semences pelouse	kg	1.2	0.3	Ecoinvent
Intrants	Paille céréale	tonne	85.22	0.3	Ecoinvent
Énergie	Acétylène en bouteille	kg	3.42	0.05	Ecoinvent
Énergie	Essence, supercarburant sans Pb (95, 95-E10, 98)	litre	2.7	0.1	Base Carbone 22
Énergie	Gazole non routier	litre	3.16	0.1	Base Carbone 22
Énergie	Huile moteur lubrifiant	kg	1.4	0.2	Ecoinvent
Énergie	Oxygène en bouteille	kg	0.58	0.1	Ecoinvent
Énergie	2018 - usage : Autres (BTP. recherche. armée. etc.)	kWh	0.05	0.3	Base Carbone 20
Énergie	2018 - usage : Eclairage public	kWh	0.07	0.3	Base Carbone 22
Énergie	2020 - mix moyen	kWh	0.06	0.1	Base Carbone 22