

**GROUPE DE TRAVAIL « Géotechnique, changement climatique
et développement durable »
REUNION du Sous-Groupe 1 du 02/12/2022 à 10H**

Réunion en Visio (Teams)

Compte rendu établi par Isabelle HALFON (présidente du GT)
Copie à Nathalie BORIE (secrétaire du CFMS)

Liste des présents :

Nom	Prénom	Entreprise ou organisme	email	Présent	Excusé
BASMAJI	Bakri	CEREMA	bakri.basmaji@cerema.fr	X	
BERNUY	Charles	TERRASOL	charles.bernuy@setec.com	X	
BOUCHUT	Jocelyn	EGIS	jocelyn.bouchut@egis.fr	X	
BOUSSAFIR	Yasmina	UGE	yasmina.boussafir@univ-eiffel.fr	X	
BRULE	Stéphane	MENARD	stephane.brule@menard-mail.com		X
CHEVALIER	Christophe	UGE	christophe.chevalier@univ-eiffel.fr		X
CUISINIER*	Olivier	Université de Lorraine	olivier.cuisinier@univ-lorraine.fr		X
DE SAUVAGE	Jean	UGE	jean.de-sauvage@univ-eiffel.fr	X	
DI DONNA	Alice	Université Grenoble Alpes	alice.di-donna@univ-grenoble-alpes.fr		X
HALFON	Isabelle	BRGM	i.halfon@brgm.fr	X	
JENCK	Orianne	Université Grenoble Alpes	orienne.jenck@univ-grenoble-alpes.fr		X
JOSEPH	Agnès	CEREMA	Agnes.Joseph@cerema.fr	X	
KTEICH	Ziad	TRACTEBEL Engie	ziad.kteich@tractebel.engie.com	X	
LAMBERT	Serge	Keller	serge.lambert@keller.com	X	
MEYER*	Grégory	Egis	Gregory.MEYER@egis-group.com		X
NAYRAND	Nicolas	Bureau Veritas	nicolas.nayrand@bureauveritas.com		X
OKYAY *	Umur	INFRANEO	us.okyay@infraneo.com		X
PERLO*	Sabrina	Cerema	sabrina.perlo@cerema.fr	X	
PRUGNEAUD	Aurélien	SOLETANCHE BACHY	Aurelien.PRUGNAUD@soletanche-bachy.com	X	
ROCHA BOTELHO	Lucas Magno	GEOS Ingénieurs Conseils	lucas.botelho@geos.fr	X	
RONDEAU	Christophe	ERG Géotechnique + USG	c-rondeau@erg-sa.fr	X	
SAADE	Myriam	ENPC	myriam.saade@enpc.fr	X	
SANFRATELLO	Jean-Pierre	COLAS	sanfratello@campus.colas.fr		X
VASILESCU	Roxana	PINTO GC	rvasilescu@pintogc.com	X	
ZUMBO	Vilma	SYSTRA	vzumbo@systra.com	X	

Secrétariat Général et correspondance : INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



*présence en tant qu'observateur

1. Ordre du jour

- Labellisation CFGI du Groupe de Travail en plus du CFMS.
- Présentation par Bakri Basmaji du Guide Cerema sur les émissions de GES pour les projets routiers
- Discussion, questions / réponses sur cette présentation
- Revue du sommaire des recommandations
- Programme des prochaines réunions

2. Présentation du Guide Cerema sur les émissions de GES

Présentation par Bakri Basmaji des « Recommandations pour l'évaluation des émissions de GES pour les projets routiers », publié par le Cerema, mai 2020

Ce document est déposé sur le Teams du Sous-groupe 1 : [CEREMA rapport recommandations ges infra mai 2020.pdf](#)
Le Powerpoint de présentation est fourni en annexe de ce CR.

Périmètre : méthode d'évaluation des gaz à effets de serre (GES) des projets routiers. Il est basé sur une démarche ACV (analyse du cycle de vie) mais uniquement pour l'indicateur changement climatique.

Il est constitué d'un document général d'environ 20 pages et de 7 fiches thématiques, dont 4 ou 5 nous concernent potentiellement :

- Trafic généré par le projet
- Artificialisation des sols
- Terrassements et couches de forme
- Construction et entretien des chaussées
- Ouvrages d'art

Le seul indicateur considéré est le changement climatique (bilan en GES). Pour les différents ouvrages, 3 phases chronologiques sont prises en compte : exécution (phase de réalisation), service (phase d'utilisation), fin de vie (démolition et traitement des déchets).

Il s'agit d'une démarche comparative par rapport à une situation de référence. Celle-ci (l'option de référence) correspond au cas où on ne réalise pas le projet routier, et qui peut conduire à répercuter les émissions de GES sur d'autres infrastructures routières par exemple.

La méthode de calcul du bilan en GES utilise la formule classique :

Emissions GES (tonnes eq. CO₂) = domaine d'activité X facteur d'émission

Les facteurs d'émission sont exprimés CO₂ équivalent.

Le calcul peut être effectué selon 4 niveaux de précision : niveau 1 (peu précis, à partir de ratios basés sur des statistiques) à 4 (très précis, à partir des quantités de matériaux, transport, prise en compte des procédés de fabrication).

Discussion :

Bon outil pour comparer des solutions techniques de projets routiers.

Concernant les sources des données, ce sont celles du logiciel ECORCE (ECO comparateur Routes Construction Entretien v2.0).

Secrétariat Général et correspondance : **INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex**

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



Pour les ratios utilisés pour l'évaluation de niveau 1, les données proviennent d'un chantier de 8 km. Il s'agit de données datant de 2010, pas forcément représentatives de tous les chantiers de terrassement. Par exemple, elles ne pourraient pas s'appliquer à un chantier avec des matériaux rocheux, et de gros volumes.

Jocelyn Bouchut exploite actuellement des résultats issus d'autres chantiers. Ces nouvelles données pourront être disponibles au printemps 2023 et partagées avec le Groupe de Travail.

Il serait intéressant de collecter d'autres sources de facteurs d'émission.

Autre sujet abordé : peut-on mettre en parallèle les niveaux de précision de l'évaluation avec les missions géotechniques ? Par exemple :

- Niveau 1 (faible niveau de précision, à partir de ratios au m2 de voie) : études amont => pourrait être comparable à G1-PGC
- Niveau 2 (niveau intermédiaire de précision, à partir de ratio par m3 de déblais/ remblais par exemple) : recommandé pour les études préalables => pourrait correspondre à G1-PGC et G2-AVP
- Niveau 3 & 4 (assez détaillé, à partir des facteurs d'émission nationaux) : nécessite de connaître l'organisation du chantier => G2-PRO et études d'exécution ?

On attire l'attention sur l'importance de mener ces évaluations d'émissions de GES lors des stades amont d'un projet. Il faut inciter à faire ces évaluations en amont car les résultats peuvent impacter les choix de conception, dès le niveau 1, d'où l'importance d'avoir des sources fiables de ratios.

Mais cela reste important de faire ces évaluations à toutes les phases : les choix techniques et de méthodes peuvent impacter fortement les émissions de GES.

L'application de cette démarche en amont permet d'identifier les leviers pour faire baisser les bilans carbone : par exemple mise en place de zones de dépôts sur site, travaux en été, etc... Ces dispositions peuvent diminuer les émissions de GEX de facteurs 3 à 4.

En phase d'exécution des travaux : il peut y avoir des choix qui font basculer le bilan carbone : par exemple date de démarrage d'un chantier (conditions météo plus ou moins favorables).

On note également l'analogie entre évaluations carbone et investigations géotechniques : il faut faire une bonne évaluation dès la G1, et on l'affine au cours des missions géotechniques.

Il serait utile de donner les impacts qualitatifs ou quantitatifs de certains choix d'exécution par exemple la période des travaux.

A priori, dans la réglementation actuelle, les Maîtres d'ouvrage n'ont pas l'obligation de faire l'évaluation de GES. Elle se fait de façon volontaire.

Autre question : faut-il intégrer à l'analyse d'autres impacts / indicateurs ? Par exemple :

- Utilisation des sols, artificialisation des sols.
- Ressources en eau (loi sur l'eau)
- Biodiversité (obligatoire aussi)

Le GT indique que le climat reste l'urgence d'aujourd'hui.

3. Sommaire des futures recommandations

Suggestion de Sommaire de futures recommandations :

Lors de cette réunion, on échange en particulier sur le chapitre 3 – Périmètre du groupe de travail et des recommandations :

1 – Rappel des éléments du changement climatique

Objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES)

Secrétariat Général et correspondance : **INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex**

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



2 – Autres critères environnementaux

Objectifs d'évaluation et de réduction d'autres impacts :

Impact sur les ressources en eau, sol, santé humaine (émission de pollution), impacts sur les écosystèmes

Emissions directes et indirectes, ressources en matériaux (acier, sable, ciment,), déchets générés par le projet et par l'ouvrage

3 – Périmètre du groupe de travail et des recommandations

Types d'ouvrages géotechniques : terrassements, fondations, soutènements, renforcement de sol, prolongation / réparation des ouvrages (RSO...)

Ouvrages neufs et ouvrages existants, dès lors qu'il y a un projet de réparation / réhabilitation

Périmètre de l'évaluation environnementale en termes chronologiques :

- Reconnaissances/ investigations géotechniques : l'impact direct en GES est faible, mais la qualité / quantité des reconnaissances peut avoir un impact important car un défaut de reconnaissance peut conduire à un surdimensionnement, et ne permet pas de faire des comparaisons de différentes solutions de projets.
- Phases de construction : étape pour laquelle on a les outils d'évaluation des impacts (carbon calculators, etc.)
- Phase de service (utilisation, entretien, maintenance) : on parle d'entretien / maintenance prévisible dès la conception (exemple radier drainant versus radier ancré). Durée de service : prendre la durée de service réglementaire (définie dans Eurocode). A priori la phase de service est peu impactante par rapport à la construction mais cela dépend beaucoup du type d'ouvrage : par exemple pas d'entretien pour les pieux, mais entretien / maintenance pour des clous, des tirants d'ancrages...
- Fin de vie (déconstruction, recyclage, ré-emploi) : Définition proposée de la fin de vie : date à partir de laquelle il faut renforcer l'ouvrage pour qu'il puisse continuer à assurer ses fonctions. Ou Date à partir de laquelle, on ne peut plus utiliser l'ouvrage.
Inciter à prendre en compte la fin de vie, mais on a peu d'éléments (sources de données de facteurs d'émission). Parler de l'instrumentation / reconnaissances des ouvrages existants (incertitudes sur l'état et la géométrie des ouvrages). Possibilité de ré-emploi d'une fondation par exemple, sous réserve de la renforcer. Importance du DOE : dossier des ouvrages exécutés.

4 – Définition de l'impact / empreinte environnementale prise en compte dans le cadre de ce GT

Liste des indicateurs pris en compte

Les regrouper par ensemble cohérents

Les pondérer

Apprécier l'empreinte en fonction du temps et des phases de vie d'un ouvrage

Evaluation des impacts est à faire le plus tôt possible dans les études (dès G1-PGC/ G2-AVP), d'une part car c'est le moment où on fait les principaux choix de conception.

5 - Outils pour le calcul de l'empreinte

Carbon calculator : recensement des outils existants (la plupart ne prennent en compte que les phases de travaux)

Existe-t-il des outils pour autres impacts (eau, ...) ?

Avantages / inconvénients / limites des outils existants

Pertinence d'élaborer un outil spécifique aux travaux géotechniques ?

6 – Bonnes pratiques pour la réduction de l'empreinte

Secrétariat Général et correspondance : **INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex**

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



Quelques exemples de « bonnes pratiques » :

Contenu de la reconnaissance (cf. guide USG, une page sur les reconnaissances)

Trop d'économies sur les reconnaissances conduit parfois à sur-dimensionner l'ouvrage, ce qui au final augmente l'empreinte environnementale

Critères de dimensionnement parfois trop restrictifs qui vont conduire à un sur-dimensionnement de l'ouvrage et donc à une trop forte empreinte environnementale (exemple des critères de déplacements d'un avoisinant)

Prolonger la vie d'ouvrages existants peut parfois être une « bonne pratique » => Solutions de réparation, réhabilitation de bâtiments ...

Dès la conception : évaluation de la durée de vie, et possibilité de réutiliser l'ouvrage tel quel ou ses composants (possibilité de recyclage)

Suivi, surveillance des ouvrages, avec entretien régulier plutôt que grosses réparations ponctuelles

Impacts évités : prendre l'exemple de la fondation géothermique

Définir les méthodes à privilégier, choix des méthodes d'exécution

7 – Exemples concrets

Prendre quelques exemples d'ouvrages et calculer leur empreinte environnementale, lister les « bonnes pratiques » (repartir des fiches du guide USG):

- Terrassements remblai
- Fondations d'un bâtiment
- Sous-sol avec cuvelage ou radier drainant
- Soutènement
- Renforcement de sol

Quelques commentaires concernant ce sommaire. Eléments à traiter dans les futures recommandations :

- durée de vie / durée de service d'un ouvrage ? Est-ce que dans le calcul de l'empreinte on prend en compte la durée de service théorique d'un ouvrage (par exemple 50 ans) ou une durée de vie supérieure, plus réaliste ?
- A quelle étape des études géotechniques faire cette analyse d'empreinte environnementale ? A priori, elle est à faire dans la phase conception : dès la phase G1-PGC si assez d'éléments sont connus sur le projet, sinon G2-AVP. Et doit être mise à jour à chaque fois que le projet est modifié.

4. Répartition du travail en vue des prochaines réunions

Prochaine réunion : vendredi **20/01/2022 à 10h (Teams)**

Réfléchir chacun à une thématique sur laquelle il est prêt à s'investir.

Réfléchir à des cas concrets : fin de vie d'ouvrages

Yasmina Boussafir propose de présenter un bref exposé sur les notions de durée de service.

oooooooooooooooooooo



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Est

Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers

Bakri BASMAJI



Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers



Mai 2020



Périmètre ;

Le guide a pour objectif de fournir une méthode d'estimation et de quantification des émissions de GES des projets routiers soumis à une étude d'impact.

La méthodologie proposée a vocation d'être appliquée au stade « amont » de projet.

Elle peut être utilisée également afin de comparer l'impact GES de plusieurs variantes d'un projet. Elle peut donc être utilisée pour l'évaluation des opérations en phase avant projet, à condition de disposer de facteurs d'émission d'un niveau de précision adapté.

La méthode de calcul proposée appuis sur une démarche de type « ACV », mais ne comptabilise que l'impacte du changement climatique.



Organisation du rapport :

Le guide est composé d'un document général détaillant les principes de l'évaluation des émissions de GES d'un projet routier, et de fiches thématiques permettant l'évaluation des principaux postes contribuant.

Les fiches thématiques :

- l'artificialisation des sols ;
- les terrassements ;
- les ouvrages d'art (construction, entretien, fin de vie) ;
- les chaussées (construction, entretien, fin de vie) ;
- les glissières de sécurité (construction, fin de vie, l'entretien étant intégré à l'exploitation du réseau) ;
- l'exploitation du réseau principal ;
- la circulation des véhicules (VL, PL).



L'analyse de cycle de vie : principes généraux

La méthode se consacre uniquement à l'indicateur changement climatique « émissions de GES »

Les phases du cycle de vie comprennent :

- La « phase de réalisation »
- La « phase d'utilisation »
- La « phase de fin de vie »

Le guide prend en compte les 3 phases.



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

L'évaluation doit être menée en comparant les effets de l'option de projet avec ceux de l'option de référence.

- Option de référence : ensemble des investissements les plus probables que réaliserait le maître d'ouvrage du projet évalué dans le cas où celui-ci ne serait pas réalisé. Ces investissements peuvent correspondre à des actions en matière d'infrastructure ou en matière de service de transport. Quand le cas se présente, des adaptations de l'offre de transport relevant d'autres maîtrises d'ouvrage sont également considérées.
- Option de projet : option étudiée par le maître d'ouvrage en réponse à un problème ou à un besoin déterminé. Les options de projet peuvent évoluer au fur et à mesure que se déroule le processus de conception et d'évaluation du projet.



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

$$\text{Emissions GES (teq CO}_2\text{)} = \sum \text{Données d'activité (tonnages, m}^2\text{, ...)} \times \text{Facteurs d'émissions (teq CO}_2\text{/ quantité)}$$

Le poste terrassements peut par exemple être décomposé en plusieurs activités élémentaires telles que l'excavation des déblais, leur mise en remblai ou en dépôt, le traitement des remblais à la chaux, la fourniture de matériaux d'apport. Chacune de ces activités élémentaires peut être convertie en émissions. Par exemple, pour estimer les émissions liées à la mise en dépôt de déblais :

$$\text{GES}_{\text{excavation et mise en dépôt des déblais}} = \text{GES}_{\text{excavation des déblais}} + \text{GES}_{\text{mise en dépôt}}$$

avec $\text{GES}_{\text{excavation des déblais}} = \text{Quantité de déblais (m}^3\text{)} * \text{FE}_{\text{excavation d'un m}^3\text{ de déblais}}$
et $\text{GES}_{\text{mise en dépôt}} = \text{Quantité de déblais (m}^3\text{)} * \text{FE}_{\text{transport d'un m}^3\text{ de déblais sur 1 km}} * \text{Distance dépôt (km)}$



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

Niveau d'agrégation des facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions proposés dans les fiches thématiques ont été construits selon plusieurs niveaux d'agrégation afin de pouvoir s'adapter aux données disponibles à différents stades du projet. Les facteurs d'émissions peuvent être classés en quatre catégories selon leurs degrés de précision et d'agrégation (le niveau 4 est le plus précis).

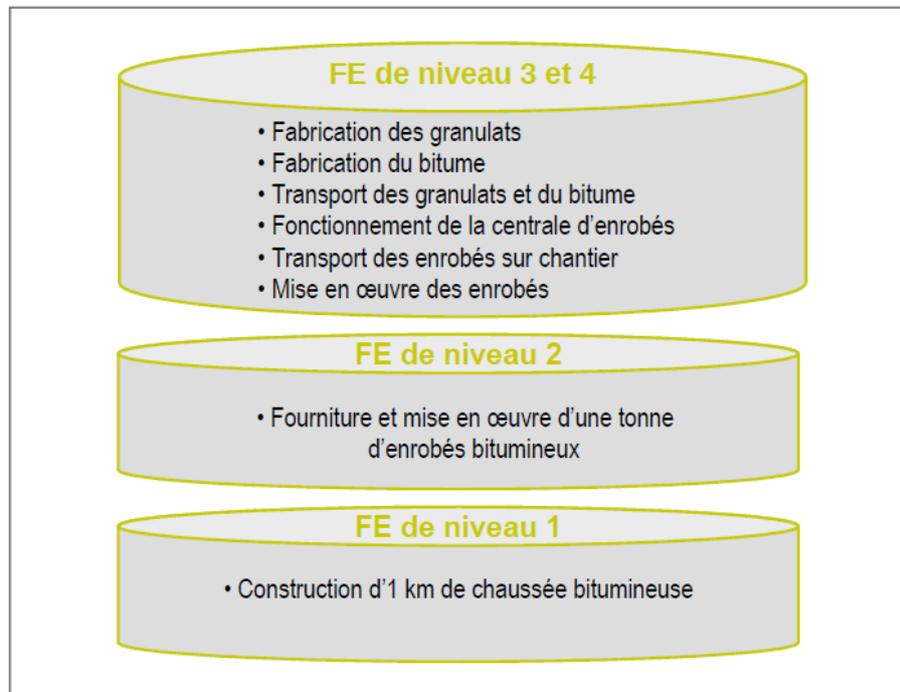


Illustration 3 : Niveaux d'agrégation des facteurs d'émissions exemple des enrobés



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

Niveau d'agrégation des facteurs d'émissions

En phase d'études amont, l'utilisation des facteurs de niveau 3 et 4 sera limitée : l'emploi de ces facteurs d'émissions demande en effet des niveaux de détails qui ne sont pas toujours connus en phase amont du projet. Ils supposent, par exemple, de connaître la formulation et l'origine des matériaux, éléments définis en phase de préparation des travaux.

Les facteurs de niveau 2 peuvent être utilisés au niveau « études préalables ».

Par exemple, le document propose pour la phase de réalisation (module A) :

- des ratios par mètre cube de déblais-remblais en fonction du contexte du projet pour les terrassements ;
- des ratios par mètre cube de matériau mis en œuvre pour les chaussées ;
- des ratios au mètre cube de béton et d'acier mis en œuvre pour les ouvrages d'art courants et non courants.



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

Niveau d'agrégation des facteurs d'émissions

Facteurs agrégés niveau 1

Les facteurs agrégés de niveau 1 sont issus de :

- moyennes pondérées entre des données agrégées de niveau 2 ;
- ou de données calculées à partir de statistiques nationales.

Étant donné leur faible niveau de précision, l'utilisation de ces données est limitée aux cas où le niveau de détail du projet n'est pas suffisant pour permettre l'utilisation de facteurs d'émissions d'un niveau supérieur ou en l'absence de tels facteurs.

Par exemple, il est proposé un ratio au m² de tablier pour les ouvrages d'art courants ou au m² de voie pour l'exploitation du réseau.



Méthodologie proposée pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers

Sources des facteurs d'émissions :

Ils pourront être issus :

- de la base de données des facteurs d'émissions appartenant à l'ADEME, la Base Carbone® ;
- des bases de données des éco-comparateurs routiers ;
- de la base de données DIOGEN relative aux impacts environnementaux des matériaux utilisés dans la réalisation des ouvrages de génie civil ;
- des données issues d'EcolInvent ;
- du [guide méthodologique Informations GES des prestations de transport](#) et de l'[arrêté du 26 avril 2017](#) relatif à l'information sur la quantité de gaz à effet de serre émise à l'occasion d'une prestation de transport ;
- d'autres sources : publications professionnelles, données bibliographiques, etc.



Fiches thématiques :

Fiche n°1 : Trafic généré par le projet

Fiche n°2 : Artificialisation des sols

Fiche n°3 : Terrassements et couches de forme

Fiche n°4 : Construction et entretien des chaussées

Fiche n°5 : Ouvrages d'art

Fiche n°6 : Équipements de sécurité

Fiche n°7 : Exploitation du réseau



Exemple : Fiche n°3 Terrassements et couches de forme

Au stade des études préliminaires :

- Les mouvements de terre sont généralement connus en grand masse (volume de remblai et déblai)
- Toutefois, les distances de transport de matériaux (approvisionnement ou mis en dépôt) ne sont pas connus de manière précise
- Les modalités de traitement des matériaux sont difficiles à estimer



Exemple : Fiche n°3 Terrassements et couches de forme

Utilisation des facteurs d'émission

Distance de transport :

Les facteurs d'émissions de niveau 2 ont été agrégés pour trois niveaux de distance de transport. Ils correspondent aux distances ci-dessous :

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

Traitement des sols

Des hypothèses concernant les taux moyens de traitement des matériaux ont été définies pour calculer les valeurs de niveau 2. Elles sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Taux de traitement des remblais à la chaux	0,75 %
Taux de traitement de la PST à la chaux	1,75 %
Taux de traitement aux liants hydrauliques à base de laitiers pour couche de forme	6 % (dont 65 % de clinker)



Exemple : Fiche n°3 Terrassements et couches de forme

Facteurs d'émission niveau 2

Suffisants pour évaluer l'impact de projet en phase études préliminaires

Description	Unité	Facteur d'émission (kg eq.CO2 / unité)		
		Distance des ressources/décharges		
		proche	moyenne	éloignées
Excavation de déblais et transport pour mise en décharge	m³	0,937	1,29	2,52
Excavation de déblai, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en remblai	m³	1,41	2,28	4,78
Fourniture, transport et mise en œuvre de matériaux d'apport en remblai	m³	1,15	2,03	3,79
Supplément de mise en œuvre pour le traitement des matériaux humides à la chaux (incluant la fourniture et le transport des produits de traitement)	m³		14,3	
Supplément de mise en œuvre pour le traitement à la chaux de l'arase des terrassements en vue d'une amélioration de la PST (PST4/AR2) (incluant la fourniture et le transport des produits de traitement)	m²		11,6	
Fourniture, transport et mise en œuvre de matériaux de couche de forme non traitée	m³	6,33	8,09	11,6
Excavation de déblai, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en œuvre pour une couche de forme en matériaux du site traités aux liants hydrauliques routiers avec enduit de cure (incluant la fourniture et le transport des produits de traitement)	m³	67,7	70,1	75,7
Excavation de déblai, transport par tombereau dans l'enceinte du chantier et mise en œuvre pour une couche de forme en matériaux du site traités aux liants hydrauliques routiers avec enduit de cure avec un liant à base de laitier (incluant la fourniture et le transport des produits de traitement)	m³	28,2	30,5	36,1



Exemple : Fiche n°3 Terrassements et couches de forme

Facteurs d'émission niveau 3

Les facteurs d'émission suivants ont été utilisés pour la constitution des facteurs agrégés de niveau 2. Bien qu'ils ne soient pas nécessaires pour évaluer l'impact des projets en phase d'études préalables, ils permettent d'évaluer l'impact des différents procédés et produits. Ils peuvent être utilisés pour adapter les facteurs d'émissions liés aux terrassements dans certains cas, mais ne se substituent pas à une analyse plus fine réalisée avec un éco-comparateur en phase avant projet ou projet.

Description	Unité	Facteur d'émission (kg eq.CO ₂ par unité)
Transport des matériaux hors site des matériaux de terrassement (apport et mise en décharge) par transport routier	m ³ .km	0,176
Transport interne au site des matériaux de terrassements (matériaux de déblais réutilisés en remblais transportés par tombereaux)	m ³ .km	1,25
Excavation des déblais	m ³	0,761
Mise en œuvre des remblais	m ³	0,274
Supplément de mise en œuvre pour le traitement des matériaux	m ³	0,161
Fabrication de 1 % de chaux	m ³	18,7
Fabrication de 1 % de clinker	m ³	16,5
Fabrication et mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux granulaires	m ³	4,58
Mise en œuvre pour une couche de forme en matériaux du site traités	m ³	0,711
Fabrication et mise en œuvre d'un enduit de cure (sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques routiers)	m ²	0,273
Transport d'un enduit de cure (sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques routiers)	m ² .km	0,00129