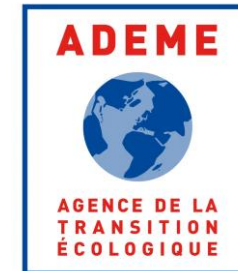




ORTEC SOLEO

TAUW



CO₂ POL

Empreinte carbone des projets et chantiers de dépollution

Établir un référentiel national sur la méthodologie des calculs d'émission et donner des chiffres clés

Carbon footprint of remediation projects and works

Establishing national reference for the methodology of emission calculations and providing key figures

intersol'2025

Congrès-Exposition International sur les Sols, les Sédiments et l'Eau
International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water

March 25-26-27, 2025 - Lyon, France

TAUW

Sébastien Kaskassian,
Baptiste Fillebeen,
Niam El-Kari

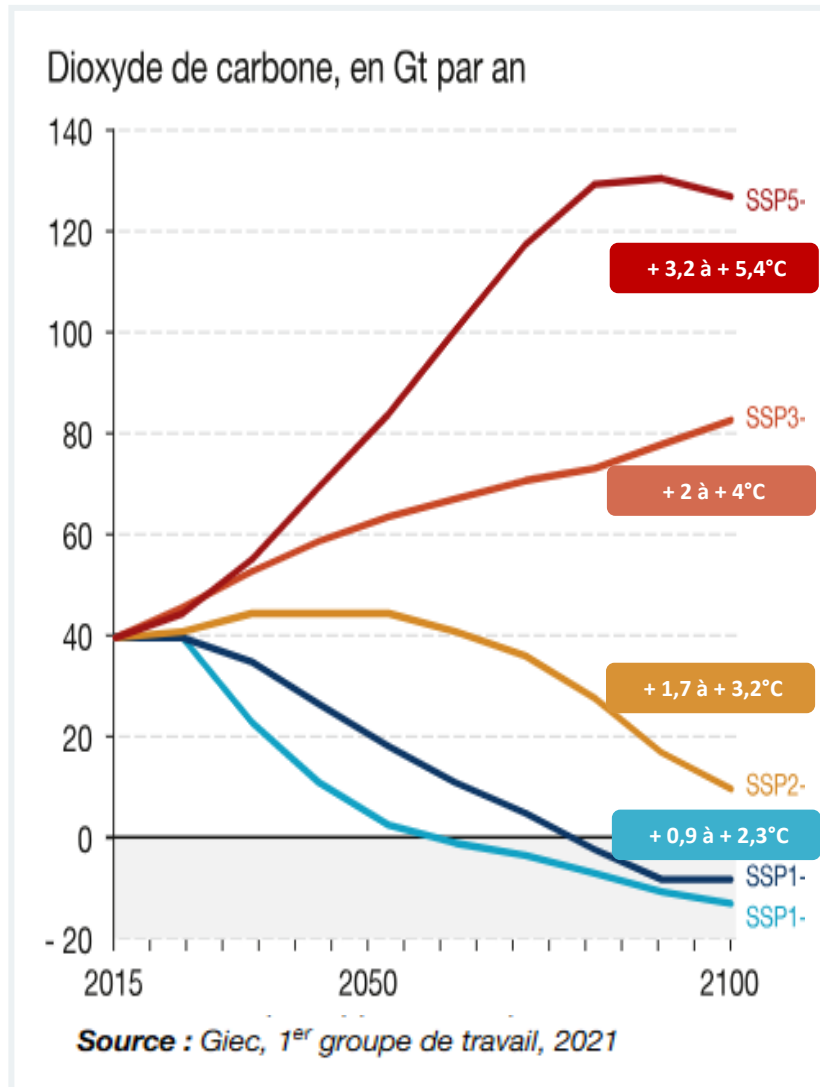
Bureau d'études en
Environnement

ORTEC SOLEO

Christophe Chene,
Clotilde Johansson,
Louise Dessertine,
Charlotte Morizot

Société de travaux - SSP

Scénarios envisagés par le GIEC



Objectifs définis par la COP21 :
+1,5°C à +2°C à 2100

Réduire de 45% les émissions mondiales entre 2010 et 2035
Atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050

➤ **Calculer les impacts carbones des activités SSP**

Conclusion de la synthèse bibliographique :

- **Absence de synthèse comparative** des émissions de GES pour les principales techniques de dépollution menée **sur la base d'études de cas réels**
- **Absence de consensus** quant aux éléments à prendre en compte : périmètre ?
- Absence de consensus sur le FE à utiliser pour un même item, ou absence de certains FE dans les bases de données : utiliser un FE de substitution ? Si oui, lequel ?

	Technique	Emissions de GES	Unité	Nombre d'études
In situ	Phytoremédiation	5,54-7,19	kgCO ₂ eq/m ³	1
	MNA	2,81-60		2
	Bioremédiation	0,38-42,2		2
	BPR / Tranchée drainante	19,9 / 121		2
	Venting / Sparging / SVE	4,75-455		4
	DT IS	526-607		2
	Pompage traitement / écrémage	43-68		3
	Traitement chimique	10,4		1
	Extraction multiphasique	21-78		3
Hors site	Excavation élimination	21-8242		7
On-site	Land farming	92,5		1
	Biotertre / biopile	38-102		2
	Lavage de sol	29-45		1
	Stabilisation / Solidification	0,02		1

➤ **Ecart importants, incohérences**

Besoin d'un référentiel simple, partagé, consolidé et transparent pour une prise de décision éclairée (PG, PCT, Travaux)

Objectifs du projet :

- Définir une **méthodologie et un périmètre commun au secteur SSP** pour calculer les bilans d'émissions de gaz à effet de serre (GES)
- Livre méthodologique détaillant les hypothèses, le périmètre, les outils, bases de données employées, la méthode de calcul... **pas de promotion d'un outil de calcul spécifique**
- Calculer le bilan carbone pour **60 chantiers cas réels – établir des valeurs de référence** Fiches techniques - abaques : 1 synthèse par technologie de traitement, avec comparaison de plusieurs cas d'étude, si possible de différentes tailles.
Résultats en $\text{kg}_{\text{CO}_2\text{e}}/\text{m}^3$ ou tonnes ou m^2 de terres traitées ou par k€ de traitement...

Partenaires du projet :

Consortium **TAUW France** et **ORTEC SOLEO** pour piloter le projet

Projet co-financé par l'**ADEME**

Un **comité d'experts** pour alimenter le projet : définition du périmètre, la méthodologie, apport de cas d'études

EPIC et organismes

- ADEME
- BRGM
- UPDS

Maître d'Ouvrages

- ARKEMA
- EDF
- ENGIE
- TOTAL

Bureau d'Etudes / Laboratoire

- ARTELIA
- BURGEAP
- RAMBOLL
- *TAUW France*
- WESSLING

Société de Travaux

- COLAS
- *ORTEC SOLEO*
- REMEA
- SECHE
- SERPOL

Etat des lieux des pratiques actuelles

- 39 réponses : BE (12), Maitres d'Ouvrage (11), Travaux (10), autres structures (6)
- Nombreux **outils internes** de calcul du bilan Carbone

REX de l'enquête

Fréquence de réalisation = rare (médiane à 10%) à faible (moyenne à 30%)

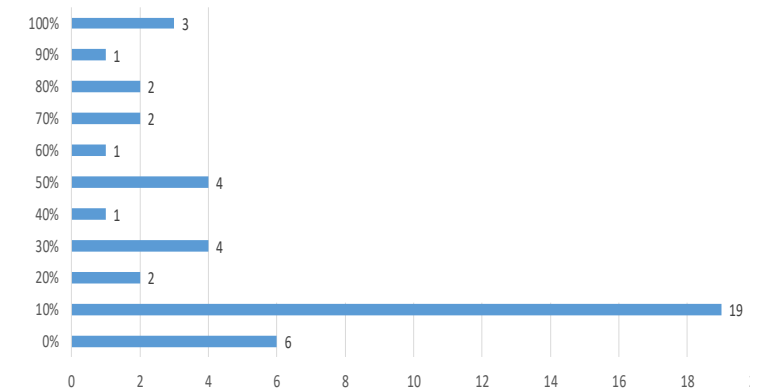
Motivations pour réaliser l'estimation, pour les

- Donneurs d'ordre : projets exceptionnels (28%), politique interne (23%), demande de l'administration (18%), jamais (18%)
- Prestataires : projets exceptionnels (14%), politique interne (20%), demande du client (40%), jamais (16%),

Estimation faites lors = PG (23%), Offre Travaux (29%), Reporting / fin travaux (16%), Non réalisé (14%)

- Utilisation du critère « bilan carbone »
 - En tant que critère indépendant (comme le coût, etc. – 40%) ou à intégrer au sein du critère HSE (30%)
 - Poids décisionnel entre 10 et 15%, critère de choix jugé secondaire (PG, PCT, offres Travaux)

Sondage : BC - Quelle fréquence ?



Le poids carbone ressort comme un critère à part entière, dont les donneurs d'ordre pourront se servir au stade du plan de gestion.

Organisation du périmètre

- S'intéresse à l'émission CO₂eq par quantité de chaque item, unités définies spécifiques,
- Facteurs d'Emissions (FE) issus de nombreuses bases de données ou data fournisseurs, données manquantes considérées dans ce cas en facteurs monétaires selon la base de l'ADEME
- Les FE et périmètres de chaque item doivent prendre en compte la vie complète : fabrication – maintenance – élimination
- Classifié par type de technique, sous-postes spécifiques

Moyens généraux	In-situ (y/c rabattement de nappe et traitement fond de fouille lors de terrassements)	Terrassement	Elimination hors-site	Traitement sur site
Installations générales, Consommation énergie, eau, Transport équipements, Déplacements, Monitoring, Déchets DIB-DIS...	Travaux de forage (machines, consommables), Pose de réseaux, Unité de traitement, Produits chimiques, Transport, Consommation d'énergie/eau	Travaux de terrassement (engins), Périphériques de terrassement (Blindages, Tente, Masquant d'odeurs...), Remblaiement (engins, matériaux), Manutention, Transport terre sur site, Consommation d'énergie/eau	Gestion des déchets (plateformes, centres) incluant l'exutoire final, Transport des terres hors site,	Travaux, engins et consommables pour : - Criblage, lavage, - Traitement biologique, - Traitement thermique, Transport des terres sur site, Consommation d'énergie/eau

Comité d'experts

- Soumis à la relecture du CE en novembre 2024
- Collecte des remarques puis Finalisation réalisée en février 2025

Postes à inclure :

- Amortissement des machines, matériels et véhicules (impact non négligeable)
- Exutoires finaux des plateformes de gestion des terres

Postes exclus :

- Temps du personnel et amortissement des bureaux / agences de la société de travaux
- Trajets domicile-bureau
- Balisage de chantier (si non significatif)
- Déplacements des visiteurs chantier (audits, visite clients, et déplacements géomètre, organismes certificateurs, huissiers, organismes de géoradar... impact faible)
- Emissions fugitives (forte difficulté de les estimer de façon fiable – pas de méthodologie)
- Emissions évitées – ne peuvent être directement soustraites, mais seront affichées en parallèle.

Validation

- Etude de sensibilité des postes exclus sur les 10 premiers chantiers

Collecte de chantiers finalisés et documentés

- Collecte d'un peu plus d'une centaine de propositions de chantiers

Manque de cas pour quelques techniques :

- Biopiles on-site,
- Piles thermiques on-site,
- Stabilisation on-site/*in-situ*,
- Confinement physique *in-situ*/on-site (3D = capping + parois ou encapsulation totale)
- Terrassement + criblage/lavage (simple),
- Terrassement + rabattement de nappe (simple),
- Pompage-écrémage = pompage traitement, *in-situ* (simple)

COLLECTE toujours OUVERTE : formulaire en Google-drive, si vous souhaitez participer contactez nous

CALCUL du bilan carbone : si vous souhaitez tester votre propre outil de calcul selon le périmètre défini par l'étude, CO₂POL peut mettre des jeux de données anonymisées à votre disposition.

Un exemple

Avant la définition du périmètre

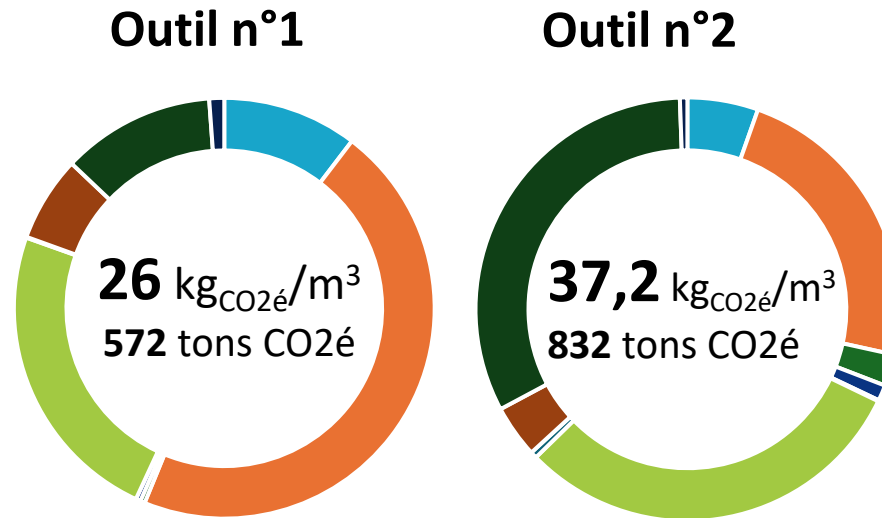
Chantier de terrassement + filières

Fuite d'un pipeline, excavation (soutènement) et traitement de terres + eau/flottant en fond de fouille (4,5m)

- Surface: 4 972 m²
- Volume: 22 374 m³
- Durée: 560 jours
- Polluant: C5-C40, Benzène

Différences :

	Outil n°1	Outil n°2
Périmètre	Utilisation de l'énergie (carburant et électricité)	Utilisation de l'énergie (carburant et électricité)
	Utilisation des matériaux et produits chimiques	Utilisation des matériaux et produits chimiques Filières d'élimination Amortissement des engins et véhicules
Bases de données	Base de données interne, SimaPro et Ecofys	Base de données ADEME, SEVE TP, ASTEE et Kiloutou
Type de données d'entrée	Grandeurs physiques	Grandeurs physiques et ratios monétaires



- Généralité Chantier
- Périphérique terrassement
- Forage
- Produit Chimiques et Consommables
- Monitoring
- Travaux de terrassement
- Unité de traitement
- Transport de terres polluées pour élimination hors site
- Filières d'élimination
- Traitement sur site et alvéoles de stockage

Divergences entre outils inévitables (choix facteurs d'émission, types d'engins des bases de données choisies...) : mais limitées par un périmètre commun

Cas d'étude

Exemple : cas pratique chantier d'ISCO *in-situ*

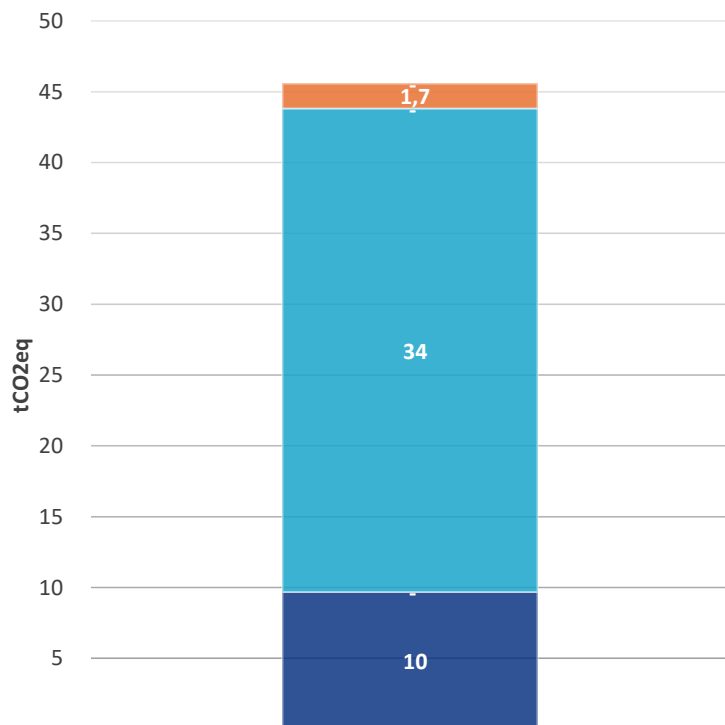
Informations Générales:

12 semaines ; 320 k€

Volume impacté : 4700 m³

Type de polluants traités : COHV ; C10-C40 → Taux d'abattement : 90%

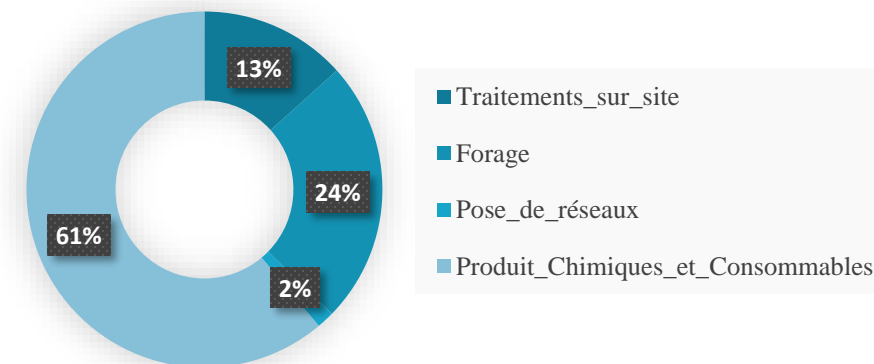
 **50,8** tCO₂eq
Soit **11** kgCO₂eq/ m³



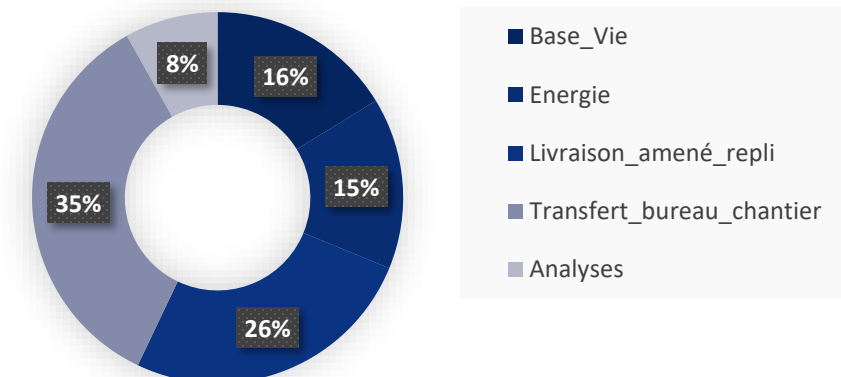
- **47%** Oxydants
- **12%** Transport personnel et livraison matériel

- Gestion_des_déchets
- Elimination_des_terres
- Terrassement
- Traitements_In_situ
- Engins_sur_site
- Moyens_généraux

Traitement



Moyens généraux



Point méthodologique

Le facteur d'émission du Permanganate de potassium a été utilisé à la place de Permanganate de sodium.

Les émissions fugitives ont été estimées à 4 tonnes (7,1% des émissions totales) grâce au bilan de masse, cette partie n'est pas intégrée dans le bilan

Le projet CO₂POL a pour objectif de définir un **périmètre commun aux SSP**, pour le calcul des bilans carbone de chantiers de dépollution.

Donner des **facteurs d'émission de référence** couvrant les principales techniques de dépollution et basés sur l'étude statistique de 60 chantiers réels et clos.



Premier exemple de chantier **ISCO *in-situ*** : **50,8 t_{CO2}eq** émis sur le chantier soit un équivalent de 11 kg_{CO2}eq/m³ traité ou encore 160 kg_{CO2}eq/k€.

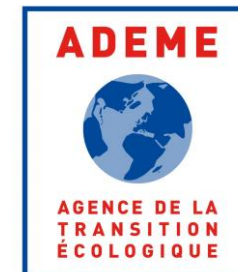
Et ainsi, contribuer à faire du **bilan carbone un des critères objectifs** de comparaison pour les donneurs d'ordre dès le Plan de Gestion et jusqu'à la mise en œuvre des Travaux.

En termes d'émissions, **le choix de la technique de dépollution pèse bien plus que les optimisations** pouvant être faites en cours de chantier : c'est le critère principal.



ORTEC SOLEO

TAUW



Merci de votre attention

Contacts

ORTEC SOLEO : clotilde.johansson@ortec.fr

TAUW France : s.kaskassian@tauw.com

CO₂ POL