

Défis de la décarbonation dans le domaine des sites et sols pollués

Stand de l'UPDS – Pollutec Lyon 2021

12 Octobre 2021



Table des matières

1

Contexte: sols et climat

2

L'empreinte carbone des SSP

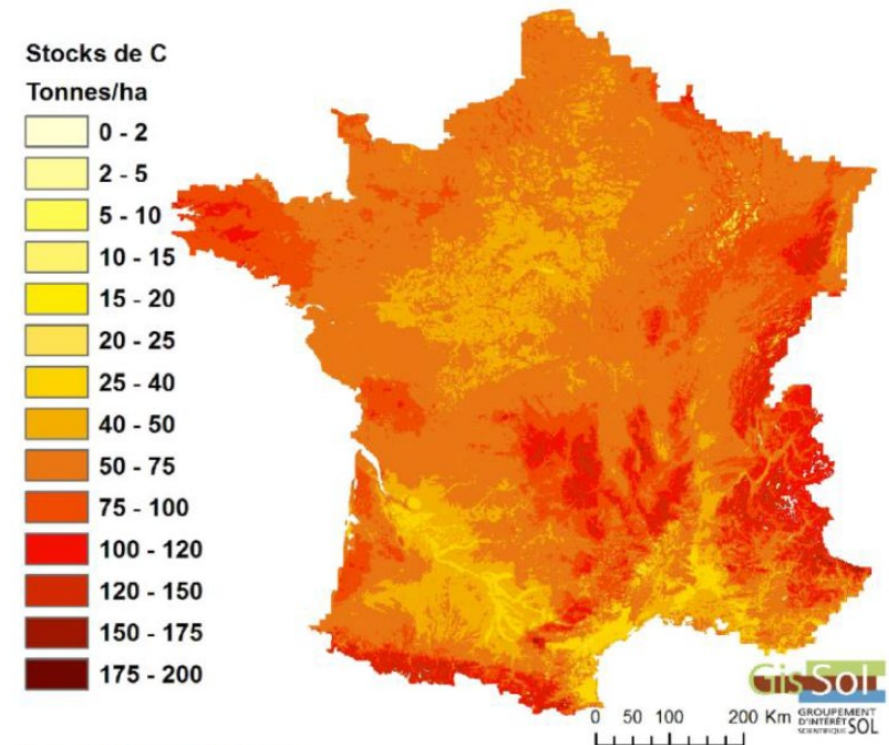
3

Pour aller plus loin



Sols et Climat

- Les sols sont souvent sous-estimés dans leur capacité à contribuer à l'atténuation et à l'adaptation au changement climatique.
- Ils sont à la fois sources et puits de carbone.
- Les sols constituent le plus important réservoir terrestre de carbone (2500 milliards de tonnes, contre 800 dans l'atmosphère et 560 dans les animaux/végétaux).
- Des sols en bonne santé contribuent à l'atténuation du changement climatique en capturant environ 25% du carbone émis chaque année par les énergies fossiles.
- La France s'est fixée comme objectif d'augmenter la séquestration de carbone via les sols / initiative 4 pour 1000 (4g carbone/kg sol)



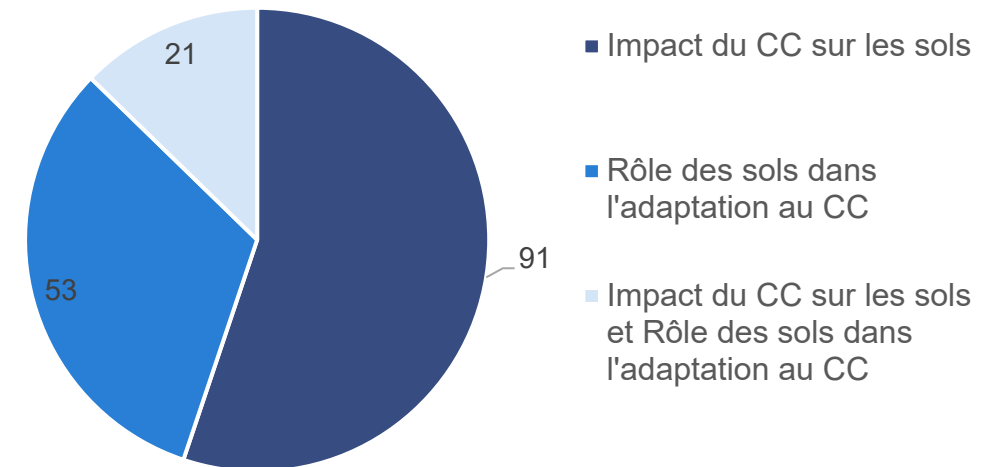
Source: Gis Sol, IGCS-RMQS, Inra 2017.

Figure 1-3. Carte des stocks de C organique des sols français (en tC/ha) sur les 30 premiers centimètres de sol (données GIS Sol)

Sols et Climat – état des lieux de la recherche

- Les relations sol-climat sont essentielles pour différents phénomènes :
 - dynamique du carbone et le fonctionnement biologique qui lui est très lié
 - dynamique de l'eau qui peut entraîner l'érosion et la salinisation.
- L'étude de la littérature scientifique a révélé l'importance donnée aujourd'hui à l'atténuation plutôt qu'à l'adaptation.
- En milieu urbain, le sol aura un rôle clé à jouer pour lutter contre les épisodes pluvieux de plus en plus importants. Pourtant, les connaissances de ces sols restent encore limitées du fait que les sols urbains ont souvent été considérés comme exempt de formes de vie.
- -> recherche à approfondir dans ce domaine: caractérisation des sols urbains et leur rôle pour lutter contre le changement climatique.

Analyse du corpus bibliographique



Artificialisation des sols et stockage du carbone

- L'imperméabilisation est généralement associée au décapage de la couche de surface du sol, ce qui entraîne une perte de C.
- Les effets de ces changements d'usage comme le bilan en termes de stocks de C (en tenant compte du devenir des terres excavées et déplacées) restent cependant à établir.
- L'artificialisation des sols peut s'accompagner d'une minéralisation du carbone organique -> émission de gaz à effet de serre (difficile à quantifier).

Stock de C organique (tC/ha)	min	moyenne	médiane	max	écart type
Sous forêts	6,87	81,0	73,4	230	35,4
Sous prairie permanente	18,1	84,6	78,3	309	35,0
Sous grandes cultures	9,92	51,6	47,9	137	16,2

Figure 2-10. Stocks de C par mode d'occupation du sol, pour l'horizon 0-30 cm (données RMQS, GIS Sol)

Limitation de l'artificialisation des sols

- Objectif « Zéro artificialisation nette »
- Propositions de la Convention citoyenne sur le climat:
 - « Interdire toute artificialisation des terres tant que des réhabilitations ou friches commerciales, artisanales ou industrielles sont possibles dans l'enveloppe urbaine existante ».
 - « Faciliter les reprises et réhabilitations des friches, notamment par la possibilité pour les communes d'exproprier les friches délaissées depuis 10 ans ou plus »

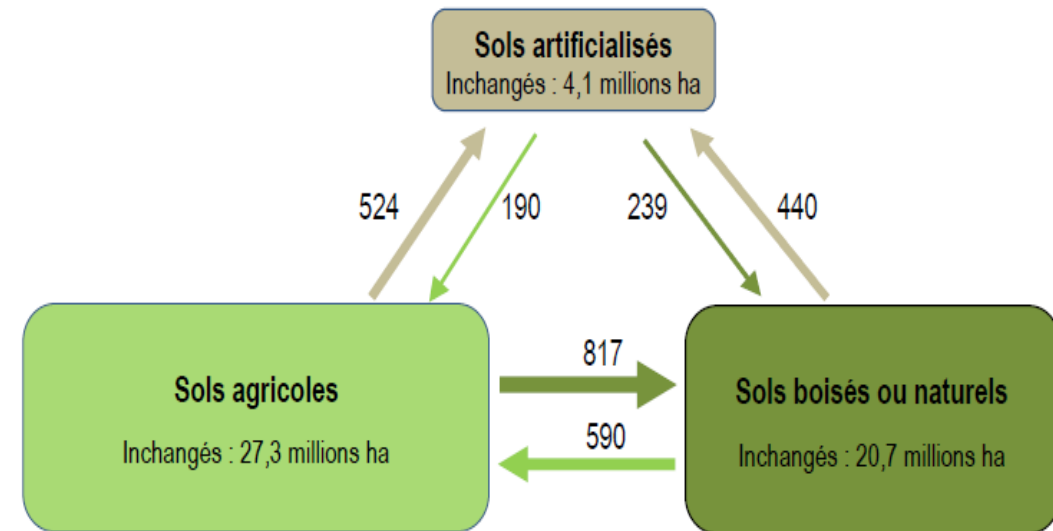


Figure 2-13. Changements d'usage des sols en France, entre 2006 et 2014 (flux exprimés en milliers d'hectares) (d'après l'expertise "Artificialisation des sols" - données Teruti-Lucas). Les surfaces "inchangées" n'ont pas changé d'usage sur la période.

Impacts positifs de la gestion des SSP sur l'atténuation du changement climatique

- Prévention de l'artificialisation des sols et des émissions de GES associées en limitant l'étalement urbain et en favorisant la réhabilitation d'anciens sites industriels -> densification des villes et évitement de déstockage de carbone.
- Le fond friches (500M€) et l'aide aux maires densificateurs (100 euros pour "tout mètre carré de logement construit au-delà d'un seuil de densité" déterminé pour chaque commune) ont été établis en ce sens.
- Sites réhabilités utilisés pour des projets de production d'énergie renouvelable (solaire photovoltaïque le plus souvent) -> l'impact en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre est relatif en France où le mix électrique est actuellement peu carboné. Mais ce type d'usage est moins contraignant d'un point de vu sanitaire et peu donc rendre les travaux de réhabilitation moins émissifs.



Ancienne décharge de Périgueux reconvertie en ferme photovoltaïque

Pourquoi s'intéresser à l'empreinte carbone des SSP?

- Les choix entre différentes techniques de dépollution des sols et des eaux souterraines se basent en général principalement sur des critères de minimisation des risques locaux (notamment des risques sanitaires), des critères financiers et des critères techniques.
- Ces critères sont essentiels mais occultent souvent une approche holistique du sujet: étant donné que l'objectif des activités de dépollution est d'améliorer la qualité de l'environnement, les impacts associés à ces activités (impacts secondaires, les impacts primaires étant ceux présents dans les sols) devraient également être pris en compte.
- L'approche basée sur l'analyse du cycle de vie a montré son utilité pour guider le choix des technologies de dépollution en prenant en compte leurs impacts.
- L'Union Européenne s'est fixé un objectif de réduction des GES de 55% en 2030 (par rapport à 1990). Tous les secteurs ont un rôle à jouer pour atteindre cet objectif.
- La prise en compte de l'empreinte carbone des chantiers prend de l'importance dans les appels d'offre et auprès des DREAL.
- Nos clients sont également de plus en plus nombreux à avoir des objectifs de réduction de leurs émissions qu'ils répercuteront sur leurs sous-traitants (notamment les entreprises SSP!)



Charte Climat de l'UPDS

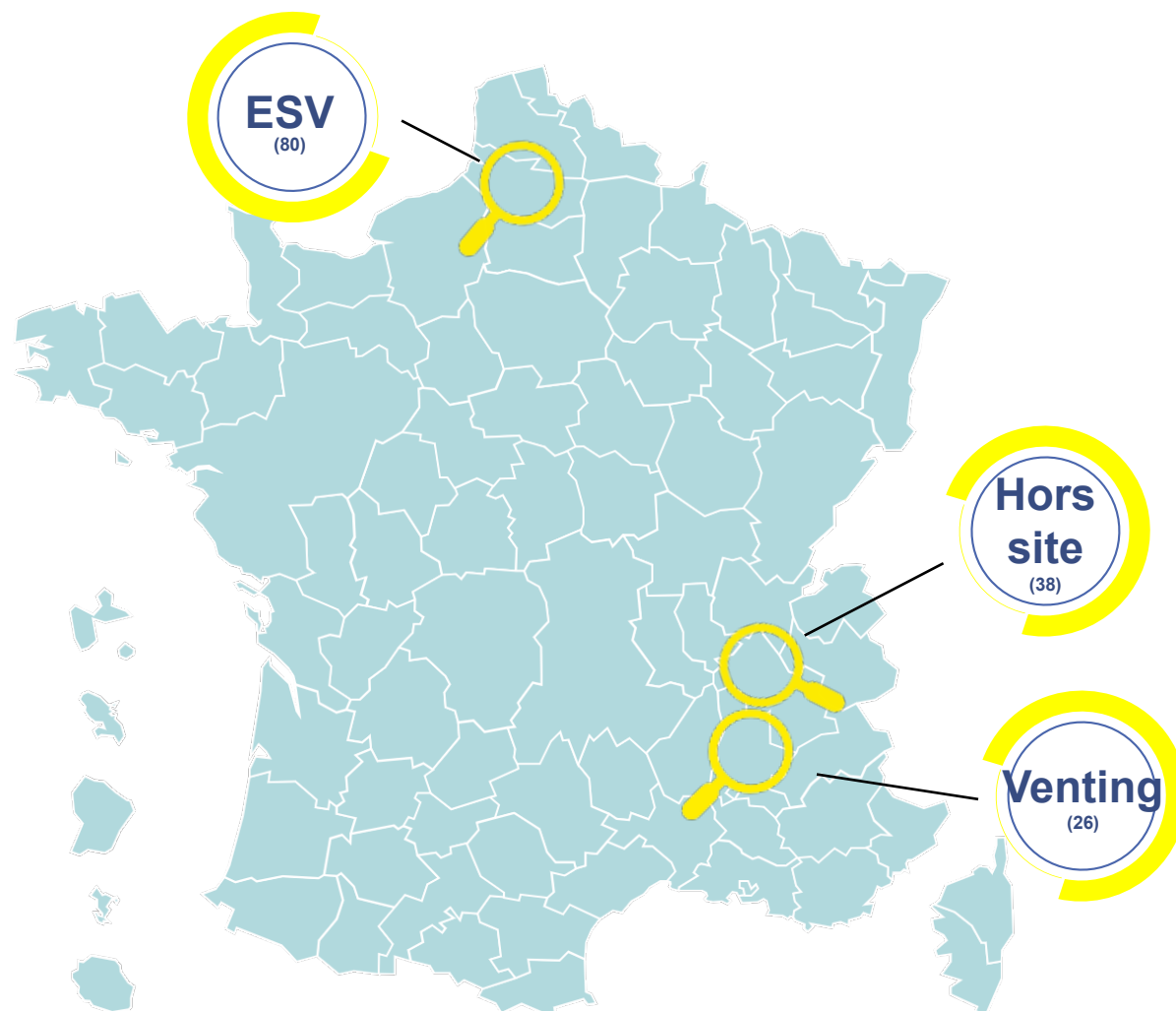
Limiter les émissions de nos entreprises

1. Réaliser notre bilan carbone;
2. Sensibiliser notre personnel aux questions de stratégie bas carbone;
3. Mettre en place, dans nos sociétés, une politique et des actions de réduction des émissions de GES, en privilégiant notamment les réunions en visio-conférence et les déplacements en train;
4. Trier nos déchets et limiter l'utilisation de papier;
5. Privilégier les matériaux et objets fabriqués en France, et à proximité de nos implantations.

Orienter nos clients vers des chantiers de dépollution sobres en carbone

6. Organiser les chantiers de façon à limiter les émissions de GES en privilégiant les traitements in situ et sur site;
7. Utiliser de préférence sur les chantiers des engins (pelles mécaniques, chargeurs, camions, groupes électrogènes, cribles...) fonctionnant grâce à des énergies faiblement émettrices de GES (gaz naturel, électricité...);
8. Promouvoir la valorisation de terres excavées afin de limiter l'utilisation de ressources naturelles;
9. Privilégier les circuits courts et les sous-traitants implantés à proximité immédiate des chantiers;
10. Utiliser de préférence des matériaux recyclés (remblaiement des fouilles, bâches, tuyaux...).

Exemples d'empreinte carbone à l'échelle d'un chantier de dépollution



Démarche RSE **ACT**
Act and Commit Together
#ColasCSR2030
>outil interne d'évaluation en cours de développement

3 Chantiers étudiés :

- > 2 in situ (ESV & Venting)
- > 1 hors site (Hors site)

Source d'information

- > ADEME
- > SEVE outil d'évaluation de l'empreinte carbone dans la profession routière
- > COLAS /SPAC / COLAS Env

Exemples d'empreinte carbone à l'échelle d'un chantier de dépollution



S : 500 m²
7 mois de travaux
Réseaux au sol
4 to de charbon actif



S : 900 m²
12 mois de travaux
Réseaux enterrés
2 m³ de produit pur récupéré
7,7 to de charbon actif



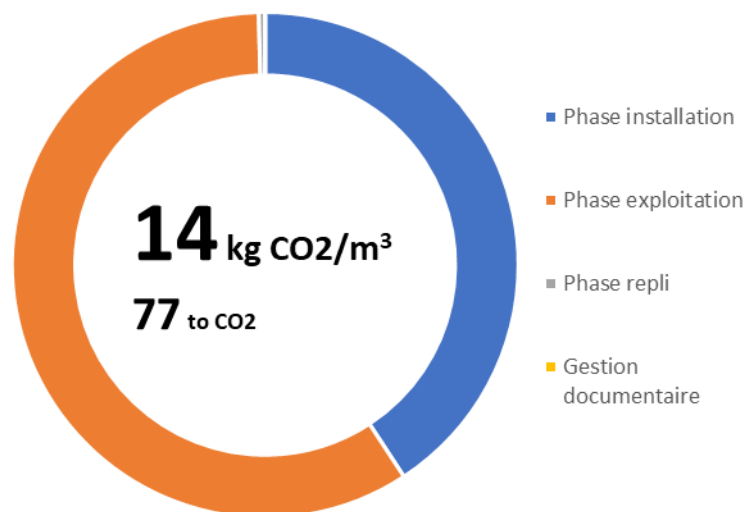
S : 2900 m²
2 mois de travaux
5600 to matériaux évacués
en filière



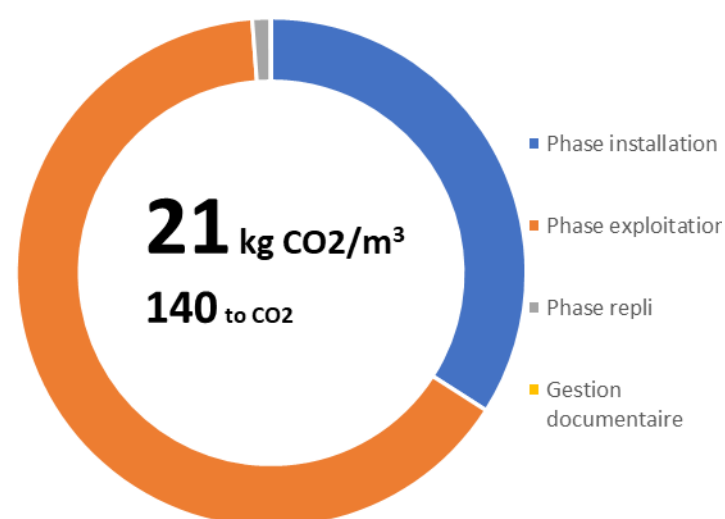
Exemples d'empreinte carbone à l'échelle des chantiers de dépollution



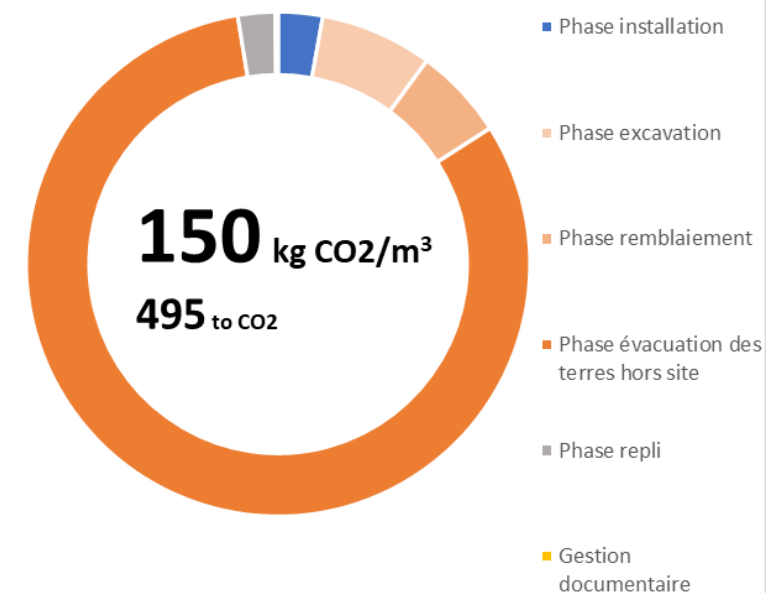
Répartition émission CO₂
Chantier Venting



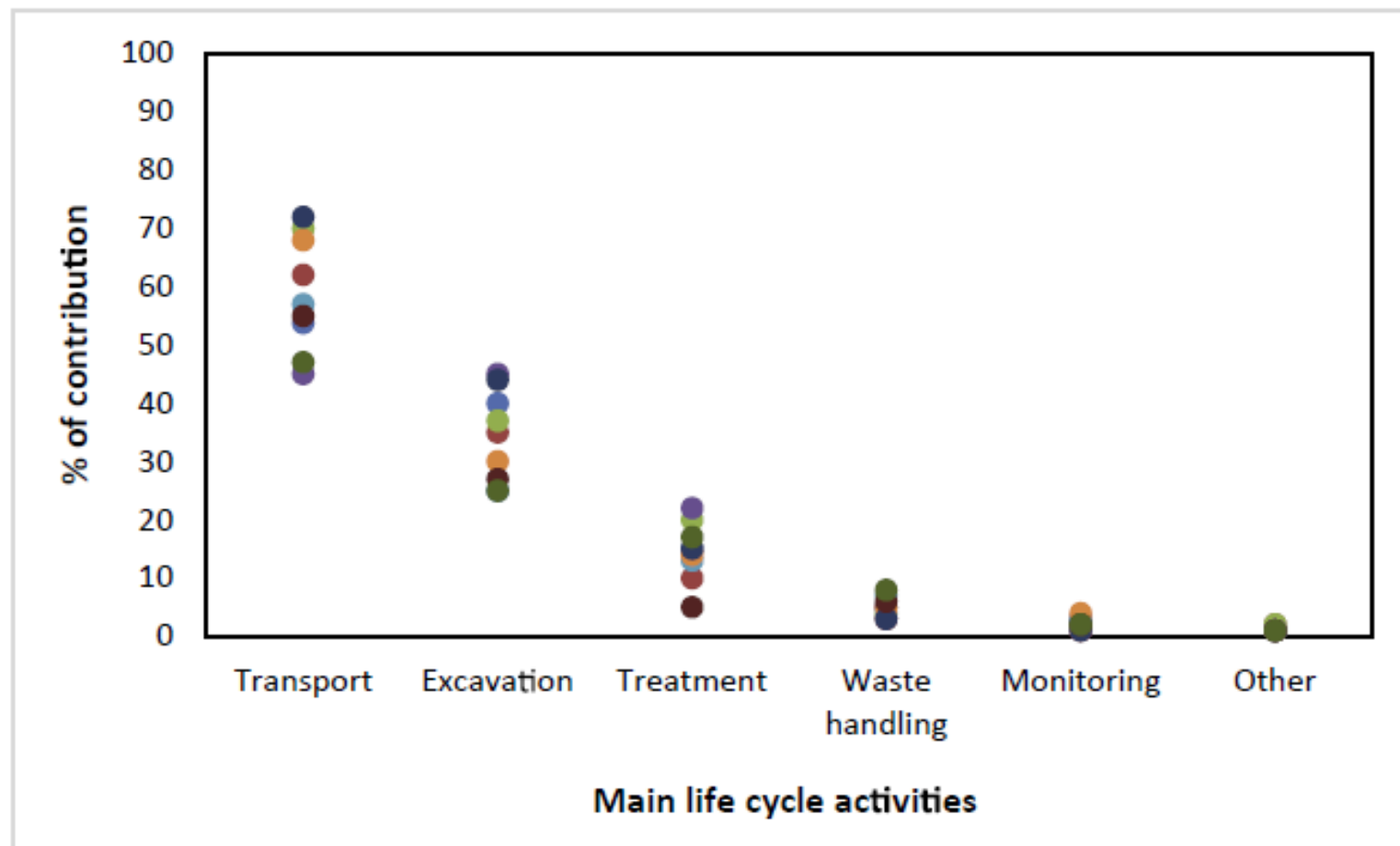
Répartition émission CO₂
Chantier ESV



Répartition émission CO₂
Chantier Excavation - Filière



Contribution des différentes étapes du cycle de vie pour des traitements hors site



ACV -> importance relative de différentes phases des chantiers

Fig. 3. Life cycle greenhouse gas emissions contributions by life cycle stage.

Quelques ordres de grandeur – Facteurs d'émissions

▪ Sondages foreuse classique	50-150 kgCO ₂ /jour
▪ Piézomètres foreuse classique	100-200 kgCO ₂ /jour
▪ Piézomètres à l'ODEX	300-500 kgCO ₂ /jour
▪ Sondages foreuse sonique 10T	230 kgCO ₂ /jour
▪ Sécurisation aspiratrice	400-700 kgCO ₂ /jour
▪ Excavations pelle mécanique	200-250 kgCO ₂ /jour
▪ Transport de 1000 tonnes de sols à 100km	18 800 kgCO ₂
▪ Charbon actif (charbon fossile)	18,28 tCO ₂ e/tonne
▪ Charbon actif (biomasse)	8,6 tCO ₂ e/tonne
▪ Acier:	2 211 kgCO ₂ /tonne
▪ Acier recyclé	938 kgCO ₂ /tonne
▪ Béton	127 kgCO ₂ /m ³
▪ Canalisations PVC	2.47 kgCO ₂ /ml

1 tCO₂e est équivalent à

1 

Paris – New York
AR

5600 

km voiture
motorisation moyenne

3,37 

Tons of virgin paper

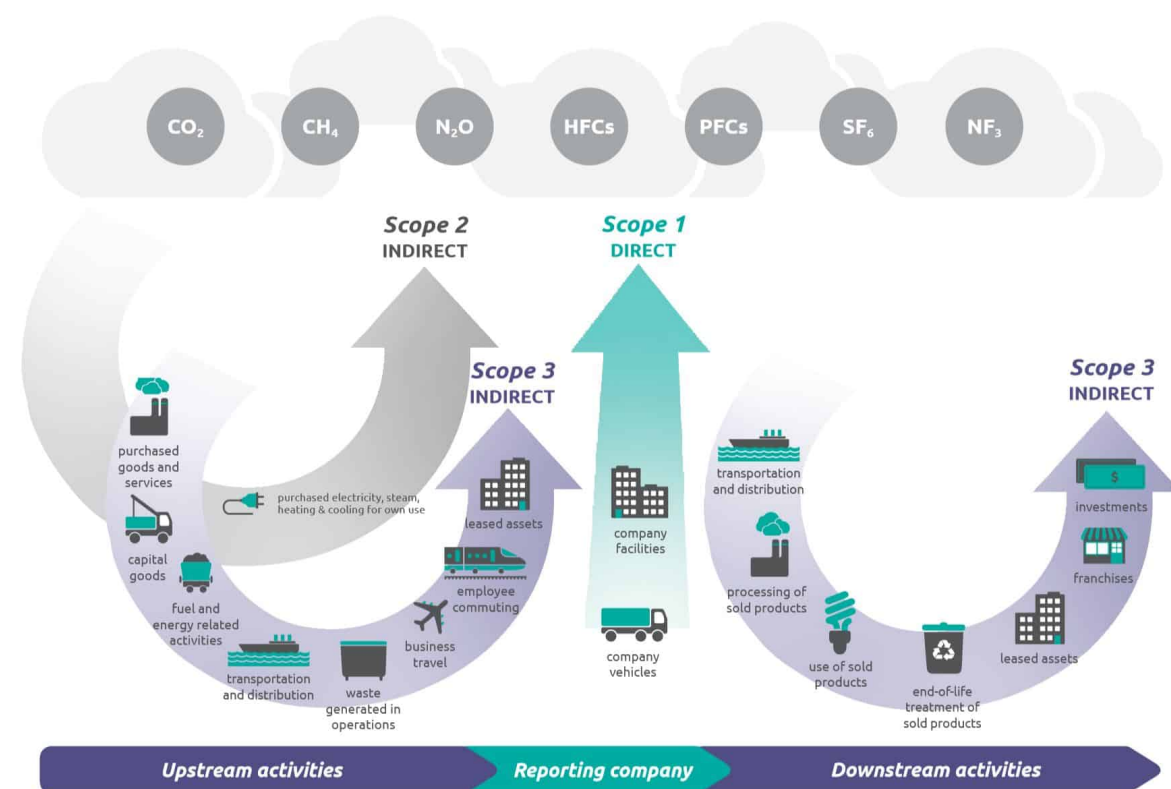
23 

kg steak de boeuf grillé

Estimation de l'empreinte carbone à l'échelle d'une entreprise

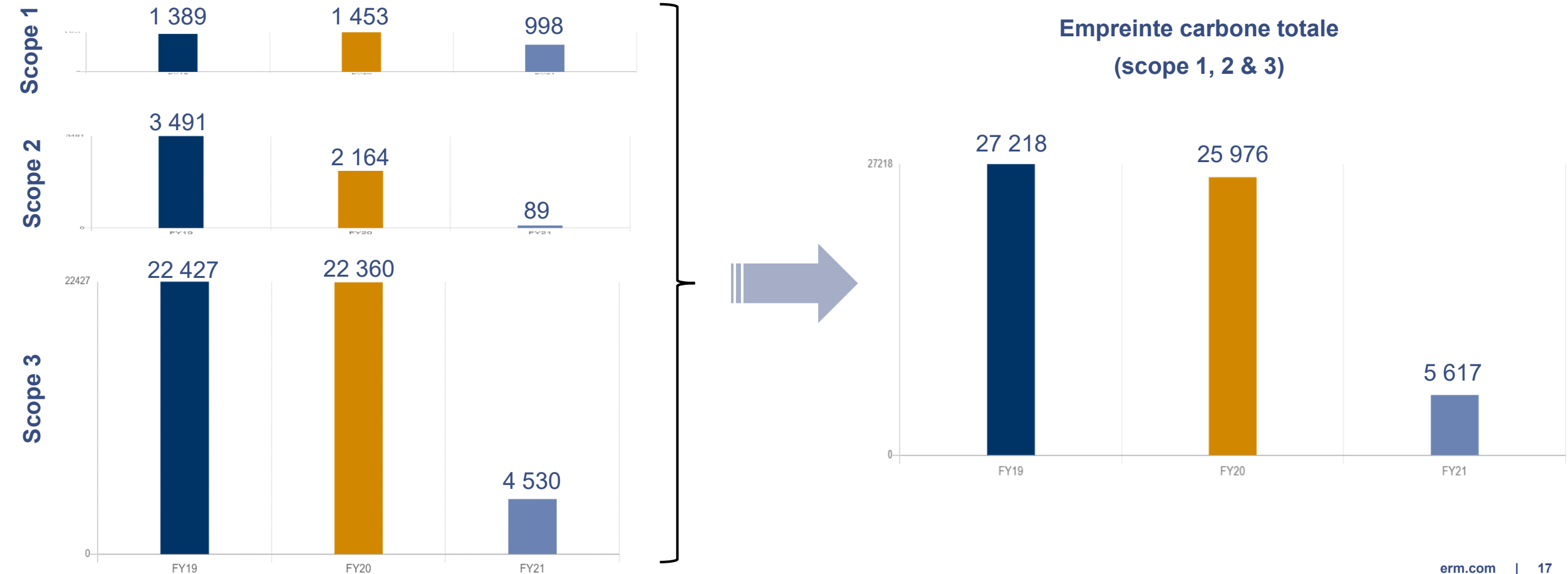
Quelques recommandations:

- Définition des périmètres d'évaluation
- Exemple de données à collecter en SSP:
 - Scope 1: consommation de gaz naturel, de carburant, de liquides réfrigérants
 - Scope 2: consommation d'électricité et éventuellement de chaleur
 - Scope 3: achat de biens et services, achat de biens capitaux, déchets générés, déplacements professionnels, déplacements domicile-travail
- Privilégier la collecte de données physiques (tonnes, kWh etc.) mais possibilité d'utiliser des données financières
- Membres de l'UPDS faisant partie de groupes (activité SSP minoritaire) ayant déjà réalisé leur empreinte carbone:
 - Avantage: les ressources existent en interne pour réaliser cette exercice
 - Inconvénient: la granularité de l'évaluation risque de ne pas être suffisante pour cibler les actions pertinentes dans le secteur SSP



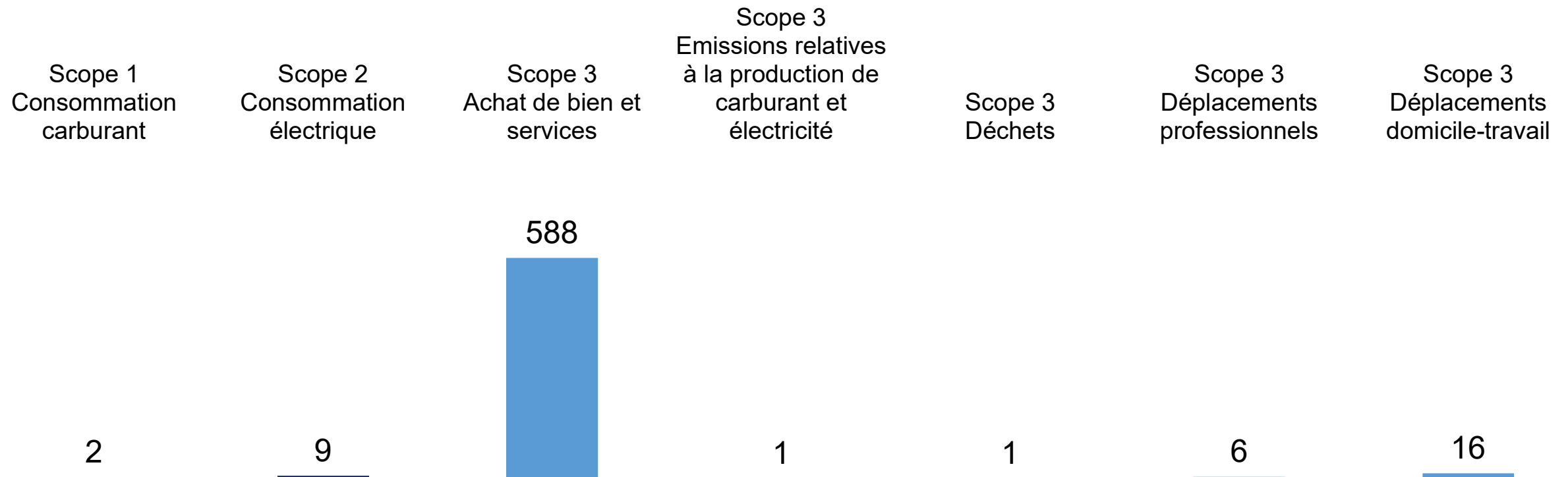
Exemple de résultat d'empreinte carbone – Groupe ERM

Empreinte carbone du groupe ERM -> ERM s'est engagé à atteindre la neutralité carbone en 2025

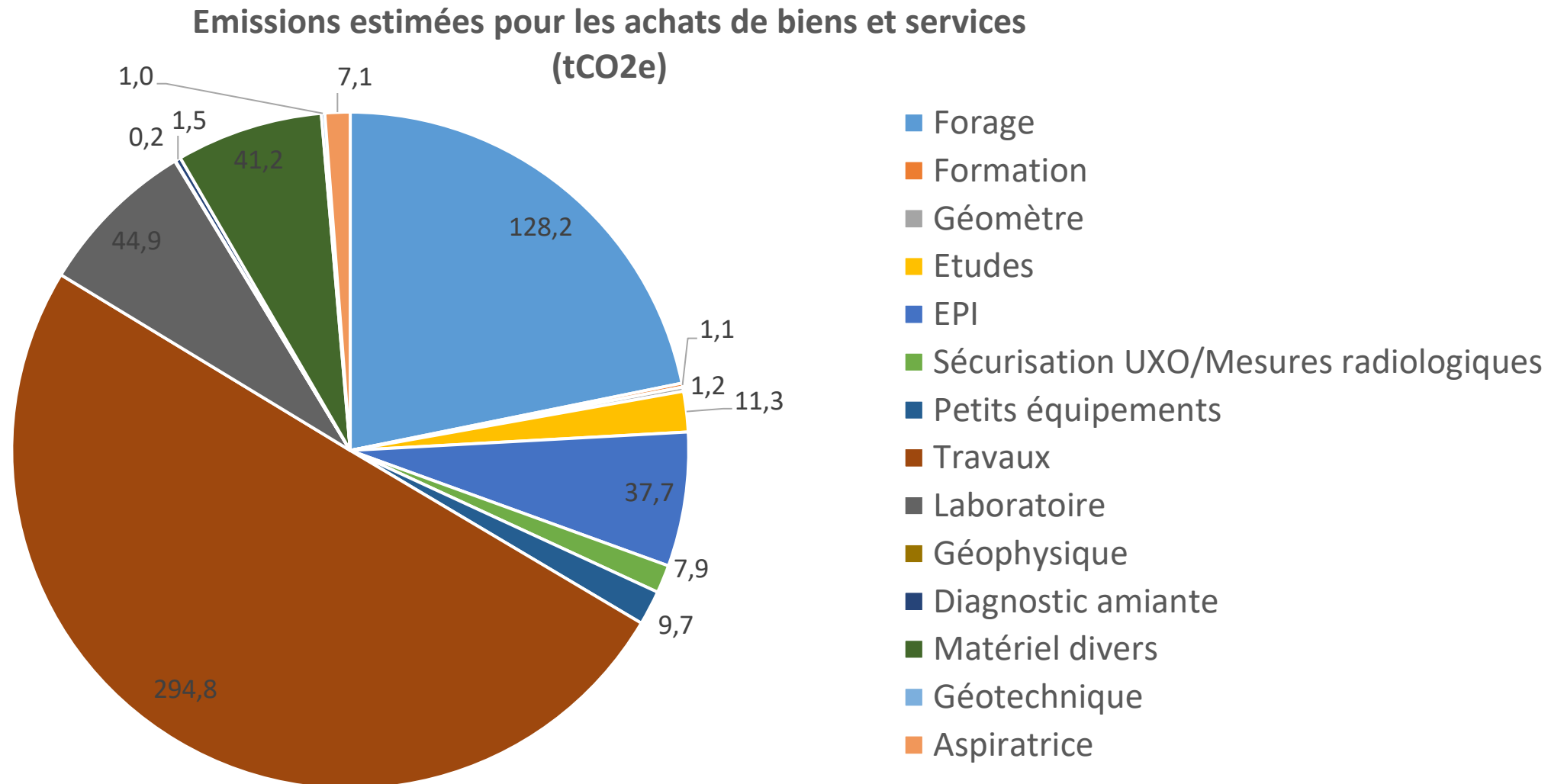


Exemple de résultat d'empreinte carbone – Equipe SSP ERM France: 1ère itération

Empreinte carbone de l'ordre de **600 tCO₂e** pendant l'année fiscale FY21 pour l'équipe SPP d'ERM France:

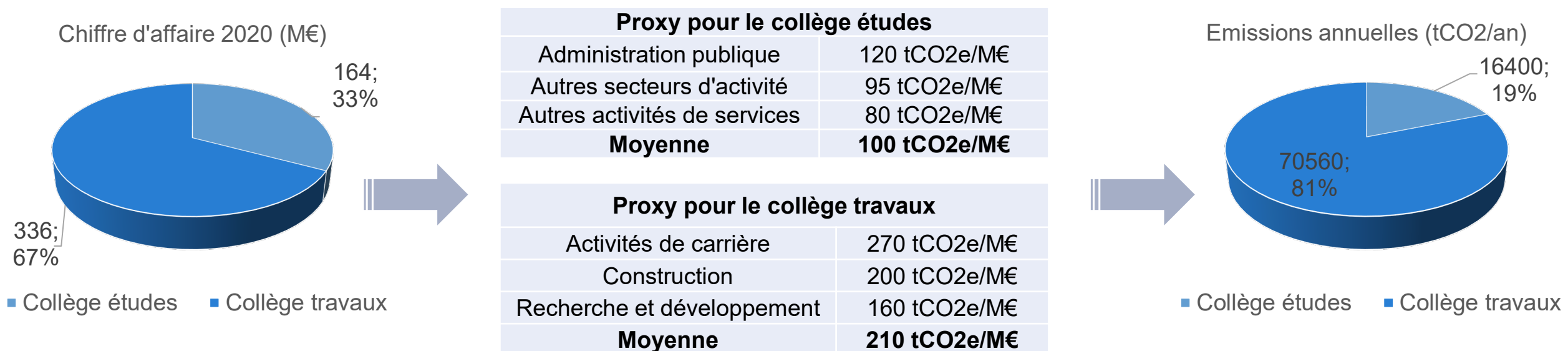


Exemple de résultat d'empreinte carbone – Equipe SSP ERM France: 1ère itération



Estimation de l'empreinte carbone à l'échelle d'un secteur d'activité

- Estimation de l'empreinte carbone de l'ensemble des entreprises de l'UPDS sur la base des chiffres d'affaire : de l'ordre de **90 000 tCO₂e/an**



- La majeure partie des émissions est associée aux activités du collège travaux,
- MAIS: les émissions associées au collège études sont non négligeables et celui-ci a un rôle fondamental à jouer sur la nature des travaux (techniques retenues) et donc sur les émissions associées -> plus ce sujet est inclus dans les réflexions en amont (Bilans Coûts-Avantages, par exemple), plus les leviers de réduction des émissions sont importants.

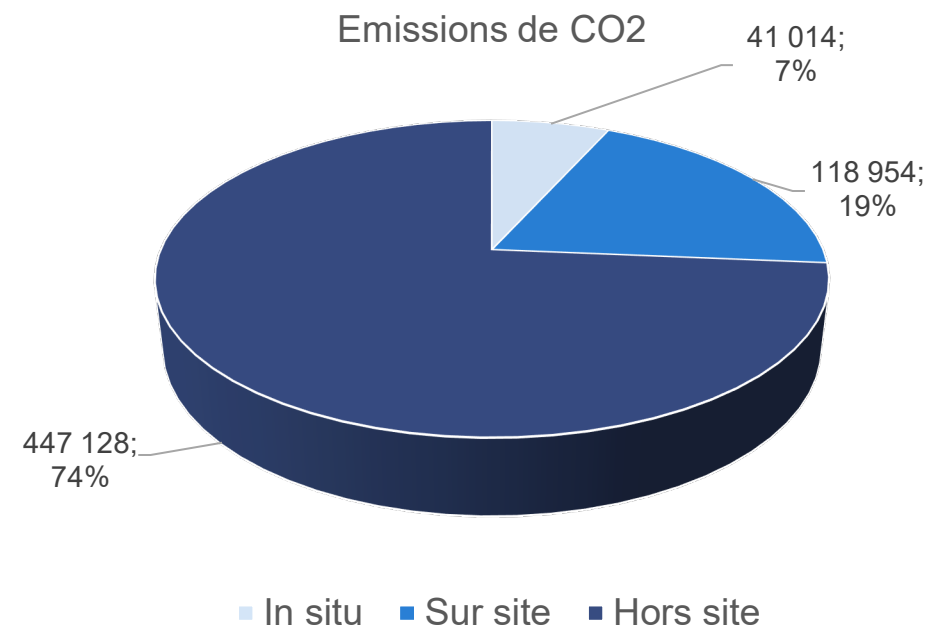
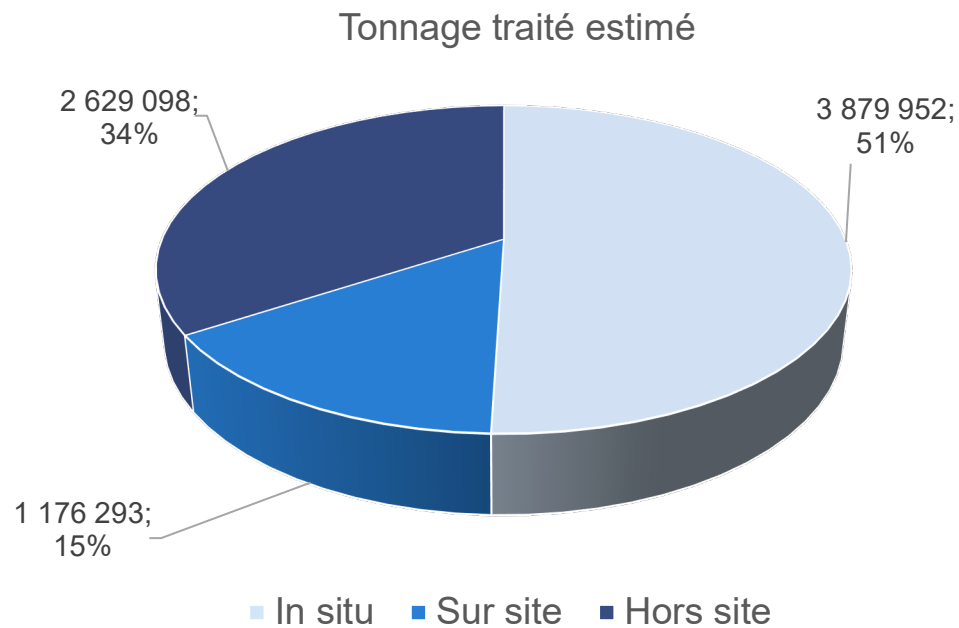
Estimation de l'empreinte carbone à l'échelle d'un secteur d'activité - SOLS

	Tonnage 2012 total estimé	Facteur d'émission (kgCO ₂ e/tonne)	Emissions (tonnes CO ₂ e)
Venting-Bioventing in situ	2 787 434	2	4 646
Installation de traitement biologique HS	900 644	119	107 117
Installation de Stockage de Déchets Inertes HS	823 203	209	171 788
Bio-augmentation / Bio-stimulation in situ	736 982	2	1 228
Biodégradation sur site	606 283	119	72 108
Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux HS	483 645	209	100 928
Par stabilisation physico-chimique (Sur site)	404 045	100	40 404
Autres traitements	314 657	-	-
Traitement thermique in situ	268 452	111	29 828
Envois à l'étranger	132 139	209	27 575
Installation de traitement thermique HS	117 313	37	4 341
Installation de Stockage de Déchets Dangereux HS	112 850	209	23 550
Confinement sur site	80 176	33	2 634
Lavage de terres sur site	73 410	45	3 323
Stabilisation physico-chimique in situ	37 857	83	3 155
Confinement in situ	31 667	22	694
Cimenterie HS	27 493	209	5 737
En Installation de stabilisation physico-chimique	18 425	125	2 303
Oxydation / Reduction chimique in situ	17 561	83	1 463
Traitement thermique sur site	11 947	37	442
Installation de lavage de terres HS	7 485	45	339
Installation d'incinération HS	5 902	585	3 450
Traitement chimique sur site	432	100	43
Total	8 000 000		607 096

Tableau élaboré à partir de 2 sources principales:

- ADEME, Octobre 2014, Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines pollués en France – Synthèse des données 2012
- A review of life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of commonly used ex-situ soil treatment technologies; Nana Y. Amponsah, Junye Wang, Lian Zhao, 2018

Estimation de l'empreinte carbone à l'échelle d'un secteur d'activité - SOLS



Type de traitement	Intensité moyenne traitement kgCO ₂ /tonne traitée
In situ	11
Sur site	101
Hors site	170
Moyenne	79

49% des sols traités ex-situ -> 93% des émissions de GES

Estimation de l'empreinte carbone à l'échelle d'un secteur d'activité

Eaux souterraines

	Volumes estimés (m ³ en place)	Facteur d'émission (kgCO ₂ e/m ³ en place)	Emissions (tonnes CO ₂ e)
Pompage et traitement	1 717 610	45	77 948
Sparging - Biosparging in situ	649 272	5	3 084
Extraction multiphasique in situ	436 138	31	13 389
Pompage écrémage	429 736	56	23 936
Bioaugmentation / Biostimulation in situ	140 444	10	1 461
Oxydation / Réduction in situ	101 365	2	204
Barrières perméables réactives (BPR)	2 534	20	50
Total	3 477 100		120 073

Tableau élaboré à partir de 2 sources principales:

- ADEME, Octobre 2014, Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines pollués en France – Synthèse des données 2012
- BRGM, SOLENV - Evaluation environnementale des technologies de traitement des sols et des eaux souterraines polluées, octobre 2011

Les leviers d'action principaux pour les activités SSP

- C'est l'évaluation de l'empreinte carbone de chaque entreprise qui permettra de définir les leviers de réduction les plus importants
- Favoriser les techniques in-situ lorsque cela est possible, alternativement, appliquer les meilleures pratiques de gestion:
 - Réduction des consommations énergétiques (carburants fossiles en particulier)
 - Sélection de sites de traitement/stockage des sols en prenant en compte la distance au site
 - Moyens de transport alternatifs aux camions pour les sols (train/bateau)
- Se fixer des objectifs de réduction chiffrés -> Science-based targets (pour rappel, une évolution des émissions compatible avec l'accord de Paris implique une baisse de l'ordre de 5%/an, soit équivalent à l'effet du Covid au niveau mondial en 2020)



Sensibilisation du personnel aux enjeux du changement climatique



- Ateliers de sensibilisation sous forme de jeux, par équipes.
- Utilisé en entreprise pour la sensibilisation du personnel: Colas, EDF, L'OREAL, Suez, TF1 etc.
- <https://fresqueduclimat.org/>



SOURCES D'INFORMATIONS

- Soil protection, European Parliament resolution of 28 April 2021 on soil protection (2021/2548(RSP))
- Climate and soil policy brief: Better integrating soil into EU climate policy, Institute for European Environmental Policy, Octobre 2020
- Ademe, Sols et changement climatique: impact et adaptation, état des lieux de la recherche 2016
- INRA, Stocker du carbone dans les sols français, Novembre 2020
- Objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) et contribution de l'ADEME, juin 2021
- Life Cycle Assessment of activated carbon from woody biomass, Hongmei Gu et.al., 2017
- Base Carbone de l'Ademe - <https://www.bilans-ges.ademe.fr/>
- GHG protocol - <https://ghgprotocol.org/>
- La fresque du climat: <https://fresqueduclimat.org/>
- ADEME, Octobre 2014, Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines pollués en France – Synthèse des données 2012
- Environmental Profile of Two Soil Remediation Options – A Case Study in Northern Alberta; Nana Y. Amponsah, Junye Wang, Lian Zhao, 2017
- A review of life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of commonly used ex-situ soil treatment technologies; Nana Y. Amponsah, Junye Wang, Lian Zhao, 2018





Contacts:



Julien Grandclement

Référent RSE, julien.grandclement@cer.colas.fr

Jonathan Senechaud

Chef de projet, jonathan.senechaud@cer.colas.fr



Nicholas Sharp

Associé, Nicholas.sharp@erm.com

Sylvain Pastor

Chef de projet, sylvain.pastor@erm.com