

**GRUPE DE TRAVAIL « Géotechnique, changement climatique
et développement durable »
REUNION du Sous-Groupe 1 du 17/02/2023 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	Absent	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		
PRUGNAUD	Aurélien	SOLETANCHE BACHY	Aurelien.PRUGNAUD@soletanche-bachy.com	X		
ROCHA BOTELHO	Lucas Magno	Egis	Lucas-Magno.ROCHA-BOTELHO@egis-group.com	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
THEVENOT	Laurent	Géolithe	Laurent.thevenot@geolithe.com	X		



VASILESCU	Roxana	PINTO GC	rvasilescu@pintogc.com	X		
ZUMBO	Vilma	SYSTRA	vzumbo@systra.com	X		

*présence en tant qu'observateur

1. Ordre du jour

- Remarques sur le précédent CR
- Accueil d'un nouveau membre dans le sous-groupe
- Revue du sommaire des recommandations et répartition des chapitres entre les membres du sous-groupe
- Programme des prochaines réunions

2. Remarques sur le précédent CR

RAS

3. Accueil d'un nouveau membre dans le sous-groupe 1

Arrivée de Laurent Thévenot, ingénieur géotechnicien dans le bureau d'études Géolithe depuis 5 ans, travaille principalement pour des études de sécurisation contre les risques naturels, notamment en milieu rocheux et montagne.

4. Sommaire des futures recommandations

Préparation des futures recommandations :

Lors de cette réunion, on reprend les différents chapitres et la répartition entre les membres du sous-groupe. Chaque chapitre sera ainsi porté par un petit groupe de personnes qui sera chargé de présenter une première rédaction, pour la/les prochaines réunion(s). Une relecture de chaque chapitre pourra alors être faite au cours des prochaines réunions. Cela permettra aussi d'identifier les questions / discussions à approfondir.

Une grande partie des échanges du jour porte sur le chapitre 6 : « Bonnes pratiques pour la réduction de l'empreinte ».

1 – Rappel des éléments du changement climatique : **Lucas Rocha Botelho, Ziad Kteich**

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

2 – Autres critères environnementaux : **Vilma Zumbo, Isabelle Halfon, Myriam Saadé**

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 : **Vilma Zumbo, Yasmina Boussafir, Bakri Basmaji**

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

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



Ouvrages exclus du périmètre : barrages, tunnels

Buses ?

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

Prise en compte des ouvrages temporaires : oui (exemple fondation d'une grue)

Périmètre de l'évaluation environnementale en termes chronologiques :

- Reconnaissances/investigations géotechniques et prise en compte des données du projet du maître d'ouvrage : 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 d'utilisation du projet normative, dont une valeur indicative est définie dans Eurocode 0). 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 : détérioration des composants de l'ouvrage ne permettant plus de garantir les critères de robustesse mécanique sans renforcement majeur de l'ouvrage pour qu'il puisse continuer à assurer ses fonctions. 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 :

Myriam Saadé, Charles Bernuy

Cadre normatif pour les matériaux de construction, infrastructures et bâtiment

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

Lister les différentes bases de données existantes

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

5 - Outils pour le calcul de l'empreinte : **Charles Bernuy, Aurélien Prugnaud, Bakri Basmaji, Jocelyn Bouchut**

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

Lister les différentes bases de données existantes

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

Avantages / inconvénients / limites des outils existants

Pertinence d'élaborer un outil spécifique aux travaux géotechniques ? Oui : pertinent, mais le CFMS n'est pas a priori la bonne instance pour le faire => Demander à l'USG s'ils peuvent s'en charger.



6 – Bonnes pratiques pour la réduction de l’empreinte : Agnès Joseph, Umur Okyay, Roxana Vasilescu, Jean de sauvage, Jocelyn Bouchut (terrassément, traitement)

Résumé des paramètres qui influent sur le bilan carbone.

Quelques exemples de « bonnes pratiques » :

- Faire une évaluation de l’impact CO2 qui prend en compte toutes les phases de l’ouvrage (analyse ACV) : bilan carbone des études géotech, des travaux, de la phase service, de la fin de vie
- 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 => bon investissement
- Choix des hypothèses de calcul : bien intégrer les données du projet => importance de la G2-PRO, mise en œuvre de reconnaissances complémentaires pour diminuer les incertitudes
- Incitation à faire l’exercice d’évaluation de l’impact CO2, via les normes (exemple 94-500 ?, codes des marchés publics ?). Pour le moment ce sujet n’est pas intégré au projet de révision de la 94-500
- Choix des matériaux de construction :
 - béton et ciment bas carbone, (cf. EN 206/CN avec intégration des agrégats recyclés et annexe D sur les bétons de fondations profondes, EN 197),
 - acier recyclé : palplanches ?, acier de renforcement standard (taux de recyclage en général non connu), acier recyclé possible si traçabilité connue
 - matériaux alternatifs pour les terrassements (déblais de tunnels, cendres volantes, matériaux de déconstruction), cf. EN 16907 « norme européenne terrassements », + groupe de travail « matériaux alternatifs » (WG7) => le tableau provisoire qui dresse la liste des matériaux alternatifs est présenté par Vilma Zumbo en séance. Attention ces matériaux alternatifs doivent remplir les exigences de solidité et durabilité et vérifier l’absence de pathologie.
 - Possibilité de faire une étude spécifique de formulation du béton, approche performantielle (D P18-480 (Béton - Justification de la durabilité des ouvrages en béton par méthode performantielle)
 - Pieux en bois, à la place de béton dans certains cas ? ou autres solutions alternatives ? à évaluer au cas par cas à l’échelle de l’ouvrage et de son cycle de vie complet (actuellement études comparatives sont limitées)
- Choix des distances et modes de transport : paramètre clé pour les matériaux très pondéreux. Choix des gisements (provenance des matériaux de construction). Mode de transport : fluvial, ferroviaire plutôt que route. Cerema : outil Geremi en cours de développement
- Choix de procédés / solutions :
 - pieux géothermiques, autres géostructures (voussoirs, radiers, parois moulées, ...). Exemple L15 Sud : stations Créteil l’Echat et Les Ardoines. Exemple métro de Rennes. Utiliser les ouvrages géotechniques pour d’autres fonctionnalités => intégrer ces solutions dès les appels d’offre. Voir aussi guide USG et fiches pratiques. + guide CFMS pour géostructures énergétiques.
 - Techniques de murs en pierre sèche, génie végétal
- 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), exemple des EPG (évaluation de procédés géotechniques) qui viennent compléter la norme (notamment pour les fondations profondes), et de déroger aux critères de dimensionnement de la norme : permettent d’encadrer les procédés d’innovation.
- Capitalisation sur les études : retours d’expérience permettraient de fiabiliser les bases de données et avoir des modèles plus précis, avoir des recommandations plus fines. Capitalisation par exemple à l’échelle de l’Entreprise et si possible à une échelle plus large (recherche ?, thèse ? ...)
- Prolonger la vie d’ouvrages existants peut parfois être une « bonne pratique » => Solutions de réparation, réhabilitation de bâtiments ... Exemple : végétalisation, pieux en bois ou clous en bois pour prolonger la durée de service d’un talus ; protection contre la corrosion (gainés...),



- Dès la conception : étudier la possibilité de réutiliser l'ouvrage tel quel ou ses composants (possibilité de recyclage). Exemple des fondations d'éoliennes
- Suivi, surveillance des ouvrages, avec entretien régulier plutôt que grosses réparations ponctuelles
- Impacts évités : prendre l'exemple de la fondation géothermique. Neutre pour la fondation elle-même mais impact positif pour l'ouvrage qu'elle supporte

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

Se poser la question de l'impact économique ou environnemental des solutions que l'on propose.

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 : **Bakri Basmaji**
- Fondations d'un bâtiment : **Roxana Vasilescu**
- Sous-sol avec cuvelage ou radier drainant : **Charles Bernuy**
- Soutènement : **Laurent Thévenot** (béton projeté vs pierres sèches), **Alice Di donna** (métro de Rennes ?), **Aurélien** (exemple cas réel paroi moulée)
- Renforcement de sol : **Roxana Vasilescu**

5. Répartition du travail en vue des prochaines réunions

Prochaines réunions :

- **La réunion du 17/03/2023 est annulée**
- vendredi **14/04/2023 à 10h (Teams)**

A faire pour la prochaine réunion :

- I. Halfon : contacter l'USG pour évoquer la possibilité de développer un outil de calcul empreinte CO2 pour la géotechnique
- Tous : Initier la rédaction des chapitres et envoyer les fichiers Word à Isabelle Halfon qui fera l'assemblage, **pour le 7/04/2023** (une semaine avant la prochaine réunion).
- Jocelyn Bouchut présentera le projet « TERCO2 – bilan carbone des terrassements », lors de la réunion du 14/04/2023

oooooooooooooooooooo