

**GROUPE DE TRAVAIL « Géotechnique, changement climatique
et développement durable »
REUNION du Sous-Groupe 2 du 31/03/2023 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
ARAB	Rabah	HUESKER	rabah.arab@HUESKER.fr	X		
BARBOSA	Alvaro	SOLETANCHE BACHY	alvaro.barbosa@soletanche-bachy.com	X		
BENAHMED	Nadia	INRAE	nadia.benahmed@inrae.fr	X		
BOUSSAFIR	Yasmina	UGE	yasmina.boussafir@univ-eiffel.fr	X		
CHEVALIER	Christophe	UGE	christophe.chevalier@univ-eiffel.fr			X
CUISINIER	Olivier	Université Lorraine	Olivier.Cuisinier@univ-lorraine.fr	X		
CZABANSKI	Charlotte	SNCF Réseau	charlotte.czabanski@reseau.sncf.fr	X		
DELERABLEE	Yvon	TERRASOL	yvon.delerablee@setec.com	X		
DI DONNA	Alice	Université Grenoble Alpes	alice.di-donna@univ-grenoble-alpes.fr			X
HALFON	Isabelle	BRGM	i.halfon@brgm.fr	X		
HEMMATI	Sahar	UGE	sahar.hemmati@univ-eiffel.fr	X		
IGHIL AMEUR	Lamine	CEREMA	lamine.ighil-ameur@cerema.fr	X		
JAOUEN	Timothée	GINGER / BURGEAP	t.jaouen@groupeginger.com	X		
LAMBERT	Serge	KELLER	serge.lambert@keller.com		X	
LEFEBVRE MIGNON	Valérie	Arcadis	valerie.lefebvre@arcadis.com	X		
MAKKI	Lamis	UGE	lamis.makki@univ-eiffel.fr	X		
MEUNIER	Christophe	ALIOS + USG	christophe.meunier@alios.fr	X		
MEYER	Grégory	Egis	Gregory.MEYER@egis-group.com	X		
OKYAY	Umur Salih	INFRANEO	us.okyay@infraneo.com	X		
PERLO	Sabrina	CEREMA	sabrina.perlo@cerema.fr	X		



Nom	Prénom	Entreprise ou organisme	email	Présent	Absent	Excusé
RANDRIAMPARANY	Andri	ADP	Andri.RANDRIAMPARANY@adp.fr	X		
SANFRATELLO	Jean-Pierre	COLAS	sanfratello@campus.colas.fr	X		
TANG	Anh Minh	ENPC	anh-minh.tang@enpc.fr	X		
THIERY	Yannick	BRGM	y.thiery@brgm.fr			X
VASILESCU	Roxana	PINTO GC	rvasilescu@pintogc.com			X
VUILLERMET	Eric	BRL Ingenierie	Eric.Vuillermet@brl.fr			X
ZUMBO	Vilma	SYSTRA	vzumbo@systra.com	X		

Ordre du jour :

- Présentation de Gonéri Le Cozannet (BRGM)
- Inventaire des effets du chgt climatique par familles d'ouvrages
- Evolution du Sommaire des futures recommandations
- Répartition du travail en vue de la prochaine réunion

1. Présentation de Gonéri Le Cozannet (BRGM) - « Elévation du niveau de la mer – Qu'apprend-on du 6eme rapport du GIEC »

Le Groupe de travail reçoit Gonéri Le Cozannet (BRGM, Unité Risques Côtiers et Changement Climatique et co-auteur des rapports de GIEC), pour une présentation intitulée : « Elévation du niveau de la mer – Qu'apprend-on du 6eme rapport du GIEC ».

Le support de présentation et l'enregistrement de la présentation sont disponibles sur le Teams du Groupe de travail :

- Présentation : [AR6 WGII SLR CFMS.pptx](#)
- Enregistrement : [GT CFMS - Géotech. chgt climatique, dev durable - SS-GROUPE 2-20230331_100509-Enregistrement de la réunion.mp4](#)

Ci-dessous, quelques notes prises lors de cette présentation :

Généralités :

- Les rapports du GIEC sont commandés par les états. On en est au 6^{ème} cycle de rapport : il comprend 3 rapport spéciaux, 3 rapports d'évaluation des sciences du climat (faits par 720 scientifiques de 90 pays), et un rapport de synthèse. Le rapport de synthèse est paru la semaine dernière. Messages pour les décideurs.
- 1ere conclusion : changement climatique sans équivalent et sans précédent depuis 2000 ans. La totalité du réchauffement climatique est dû aux gaz à effets de serres d'origine humaine (GES). L'atténuation est donc la solution privilégiée.
- Plusieurs scenarios sont étudiés, scenarios SSP1 à SSP5 : scénarios d'évolution d'émission de GES. Ils correspondent à plusieurs futurs qui s'offrent à nous.
 - SSP1 : le plus favorable => diminution massive des GES (divisés par 2) => scenario conduisant à +2°C,
 - SSP5 le plus défavorable => pas d'effort des états, pas de diminution des GES => scenario conduisant à +4°C en 2100.
- Définition du risque : combinaison de l'aléa et de la vulnérabilité de l'élément exposé. Les aléas sont : vagues de chaleur, ressources en eau, inondations, impacts en cascade.

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

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

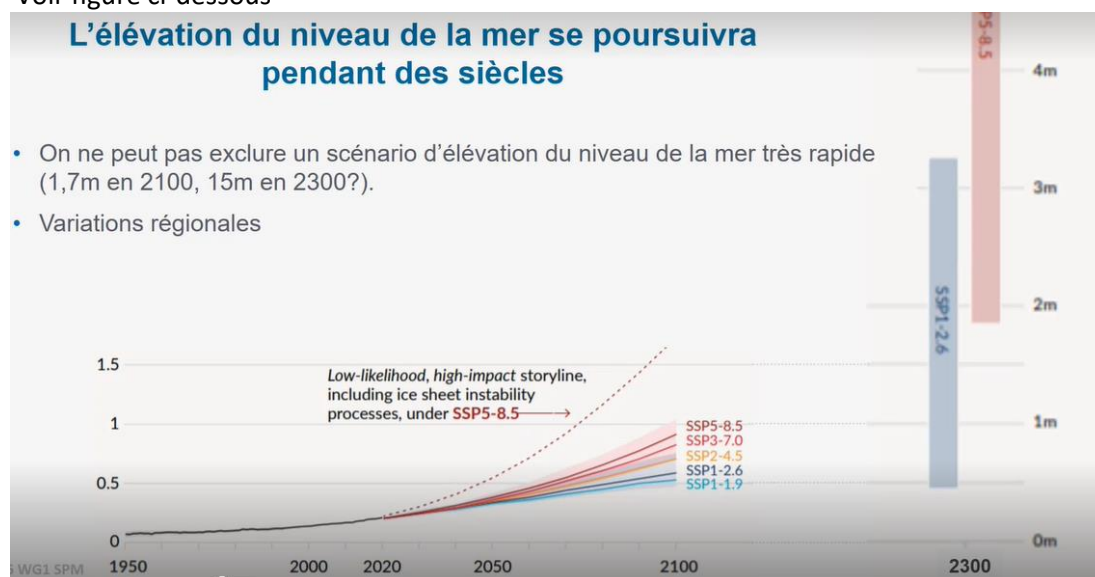
Site internet : www.geotechnique.org

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

- Attention à la mal adaptation, aménagements qui au final viennent aggraver la situation : par exemple l'artificialisation des terres.
- 4 risques principaux pour l'Europe : vagues de chaleur, agriculture, pénuries d'eau, inondations côtières et continentales. + les risques en cascade.
- Exemple d'adaptation : barrière MOSE à Venise : a coûté 5,5 Milliards €. Mais limite de ces techniques, car pour +2°C fermeture 2 mois / an => conséquences économiques pour le port.

Elévation du niveau de la mer :

- se poursuivra pendant des siècles même si on arrive à diminuer les émissions de GES, en raison du temps de réponse des glaciers. Le niveau de la mer est monté de 20 cm en 1 siècle, il va encore monter de 20 cm au cours des 30 prochaines années, quels que soient les scénarios. Les projections à l'horizon 2100 sont :
 - +40/60 cm en 2100 pour SSP1
 - +60/110 cm en 2100 pour SSP5
 Voir figure ci-dessous



Remarque : il s'agit de projections moyennes, il existe des variations régionales de + ou – 20%.

Aujourd'hui, dans les PPR littoraux, on prend en compte +60 cm en 2100, ce qui correspond à une trajectoire assez optimiste. Actuellement le MTE travaille sur des scénarios (dont un scénario à +4°C pour la France), dans le but de faire évoluer la réglementation. On pourra avoir des scénarios différents selon l'importance des infrastructures. Mais on ne peut pas exclure des scénarii encore plus défavorables, en raison de la fonte de la calotte glaciaire du Groenland et de l'Antarctique. On ne sait pas quelle est la probabilité que ce scénario se produise.

- Les conséquences de cette élévation du niveau de la mer sont :
 - Submersions chroniques en marée haute
 - Augmentation des submersions lors des tempêtes
 - Salinisation des estuaires et aquifères côtiers
 - Erosion littorale
 - Submersion permanente de certaines régions
- Mesures de protection ou d'adaptation :
 - mesures basées sur la nature (mais longues à mettre en œuvre),
 - mesures d'Ingénierie côtière : peuvent être mis en œuvre sous un vingtaine d'années mais parfois plus longues (Barrière type Venise a mis 50 ans à se mettre en œuvre),
 - relocalisation



- L'atténuation (scenario de diminution des GES) permettrait de limiter à 4mm / an. L'adaptation pourrait être une opportunité pour les écosystèmes sur les zones côtières.

Impacts sur les infrastructures :

- Impacts mal évalués pour l'Europe de l'Ouest, notamment concernant les vagues de chaleur et sécheresse. Concernant le RGA : on manque de publications dans des revues scientifiques avec comités de relecture.
- Evaluation du coût des dommages : forte augmentation dans le futur (multiplication par 2 pour années 2050 par rapport à décennie 2020) : une forte partie de ces coûts sont dus aux vagues de chaleur et sécheresse.
- Infrastructures urbaines : enjeux de transformation urbaine. Zones urbaines à rendre plus compactes, pour raccourcir les trajets domicile-travail. Infrastructures « vertes » et « bleues » à développer (agriculture urbaine, façades végétalisées, ...) mais cela semble contradictoire avec la ville compacte => c'est un défi pour les urbanistes.
- Inquiétudes très grandes pour les écosystèmes. Très important de réserver des espaces pour les écosystèmes
- Les solutions d'adaptation sont évaluées en termes d'efficacité par le rapport selon plusieurs critères : économique, socio-culturel, etc. Par exemple :
 - Relocalisation : plutôt efficace mais très mal acceptées par la société => faible faisabilité
 - Solution basées sur la nature : beaucoup de co-bénéfices pour les écosystèmes mais efficacité limité.
- Enjeux côtiers des prochaines années : déchets, sites culturels,
- Pour les différentes solutions d'adaptation, il existe une table qui évalue les co-bénéfices des solutions selon 17 critères de développement durable.

Remarques et discussion :

- Tous les rapports du GIEC et les figures sont consultables sur le site IPCC : [IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change](#). On peut librement utiliser toutes les figures / informations dans la rédaction de nos futures recommandations. Il faut par contre bien préciser qu'il s'agit de conclusions basées sur la littérature scientifique et avec un certain indice de confiance.
- Voir aussi le glossaire.
- Infrastructures « vertes » : pas très bien défini mais par exemple : mur et toit végétalisés.
- Compte tenu des délais de rédaction et publication d'une communication scientifique, du délai de lecture et d'analyse par le GIEC, les données scientifiques de ce 6eme rapport du GIEC ont déjà quelques années. Le Rapport du GIEC est donc déjà obsolète....

2. Effets du changement climatique par familles d'ouvrages géotechniques

Poursuite du travail d'inventaire des effets du changement climatique et des conséquences pour les ouvrages. 11 catégories d'ouvrages ont été définies pour le moment :

1. Maisons individuelles
2. Routes, voiries, chaussées, voies ferrées (ouvrages en service)
3. Digue fluviales
4. Pentes naturelles (rocheuses et terrains meubles)
5. Fondations : superficielles / profondes / dallages
6. Soutènements yc composants (ancrages, renforcements, etc.)
7. Ouvrages hydrauliques (rétablissement, buses, dalots) / réseaux
8. Ouvrages maritimes : quais, terre-pleins, digues, épis, brise-houles



9. Ouvrages d'art en site aquatique (ponts, viaducs, etc.)
10. Terrassements (travaux)
11. Améliorations de sol / sol renforcé (inclusions rigides, ...)

Il reste le tableau 9 concernant les ouvrages d'art en site aquatique. A voir lors d'une prochaine réunion.

Commentaires généraux / discussion:

Non discuté lors de cette réunion.

3. Sommaire des futures recommandations

Compte tenu des dernières présentations, voici une nouvelle proposition de sommaire :

1. Objet / Périmètre / cadrage des recommandations

- Périmètre géographique : France métropolitaine et outre-mer
- Périmètre des ouvrages géotechniques pris en compte, exclusion des barrages et tunnels
- Dans le contexte changement climatique, objectifs des recommandations :
 - Evaluation des impacts sur les ouvrages géotechniques
 - Proposition de mesures d'atténuation et d'adaptation

2. Données d'entrée, sites d'informations, documents de référence

- Informations actuelles (météo France, élévation niveau mer...) site internet du DRIAS (<http://www.drias-climat.fr/>).
- Rapports du GIEC : Site IPCC : [IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change](http://www.ipcc.ch/) . Autres sites ?
- Projections générales pour les prochaines décennies : expliquer les différents scénarios du GIEC (citer les sources d'information) : reprendre la présentation de JCh Calvet et celle de G. Le Cozannet

3. Liste des différents effets du changement climatique

- Sécheresse
- Inondation
- Fortes précipitations
- Température
- Elévation niveau mer
- Vent (augmentation intensité ou nouvelles zones exposées)
- Incendie
- intensification / augmentation fréquence de certains phénomènes
- phénomènes en cascade

Après présentation de la liste, essayer de hiérarchiser des effets pour la France, en fonction de leur intensité, fréquence, occurrence, en s'appuyant sur les projections du GIEC et DRIAS.

4. Prise en compte des effets par famille d'ouvrages

Un paragraphe par famille d'ouvrage avec tableaux de synthèse et commentaires sur les tableaux (aide à la compréhension)

- Maisons individuelles
- Routes, voiries, chaussées, voies ferrées (ouvrages en service)
- Dignes fluviales
- Pentés naturelles (rocheuses et terrains meubles)
- Fondations : superficielles / profondes / dallages
- Soutènements yc composants (ancrages, renforcements, etc.)



- Ouvrages hydrauliques (rétablissement, buses, dalots) / réseaux
- Ouvrages maritimes : quais, terre-pleins, digues, épis, brise-houles
- Ouvrages d'art en site aquatique (ponts, viaducs, etc.)
- Terrassements (travaux)
- Améliorations de sol / sol renforcé (inclusions rigides, ...)

5. Ouvrages neufs : choix de conception

Hypothèses concernant les actions climatiques : lister les principales actions climatiques et indiquer comment elles doivent évoluer, et éventuellement fournir des valeurs recommandées ou des gammes de valeurs :

- Températures min et max, températures moyennes,
- gel,
- sécheresse /humidité du sol,
- élévation du niveau de la mer,
- ... ?

6. Adaptation des ouvrages existants par familles d'ouvrages

Lister les solutions d'adaptation et les évaluer.

Pour les solutions que l'on liste, fournir les 17 indicateurs (impact biodiversité), co-bénéfice, durée et difficulté de mise en œuvre, durée d'efficacité, acceptabilité des solutions, coût/ bénéfice, freins normatifs ??

Solutions éprouvées seulement ou solutions innovantes ?

On décide de construire une grille ou échelle d'évaluation avec un visuel type GIEC, et de travailler par sous-groupe pour construire la grille, pour plus d'efficacité. A faire pour la prochaine réunion.

7. Réduction de la vulnérabilité

8. Exemples : études de cas

9. Prochaines réunions et répartition du travail

Pour la prochaine réunion (28/04/2023) : Préparation de la grille d'évaluation des solutions d'adaptation par le sous-groupe qui ne pourra pas être présent : Olivier Cuisiner, Yvon Delerablée, Lamis Makki, Rabah Arab, Yasmina Boussafir.

Pour ceux qui seront présents : on se divisera en 2 sous-groupes pour travailler simultanément, puis on fera la synthèse.

Prochaines réunions :

- **28/04/2023 à 10h (Teams)**
- **26/05/2023 à 10h (Teams)**

1 ooooooooooooooooooooo