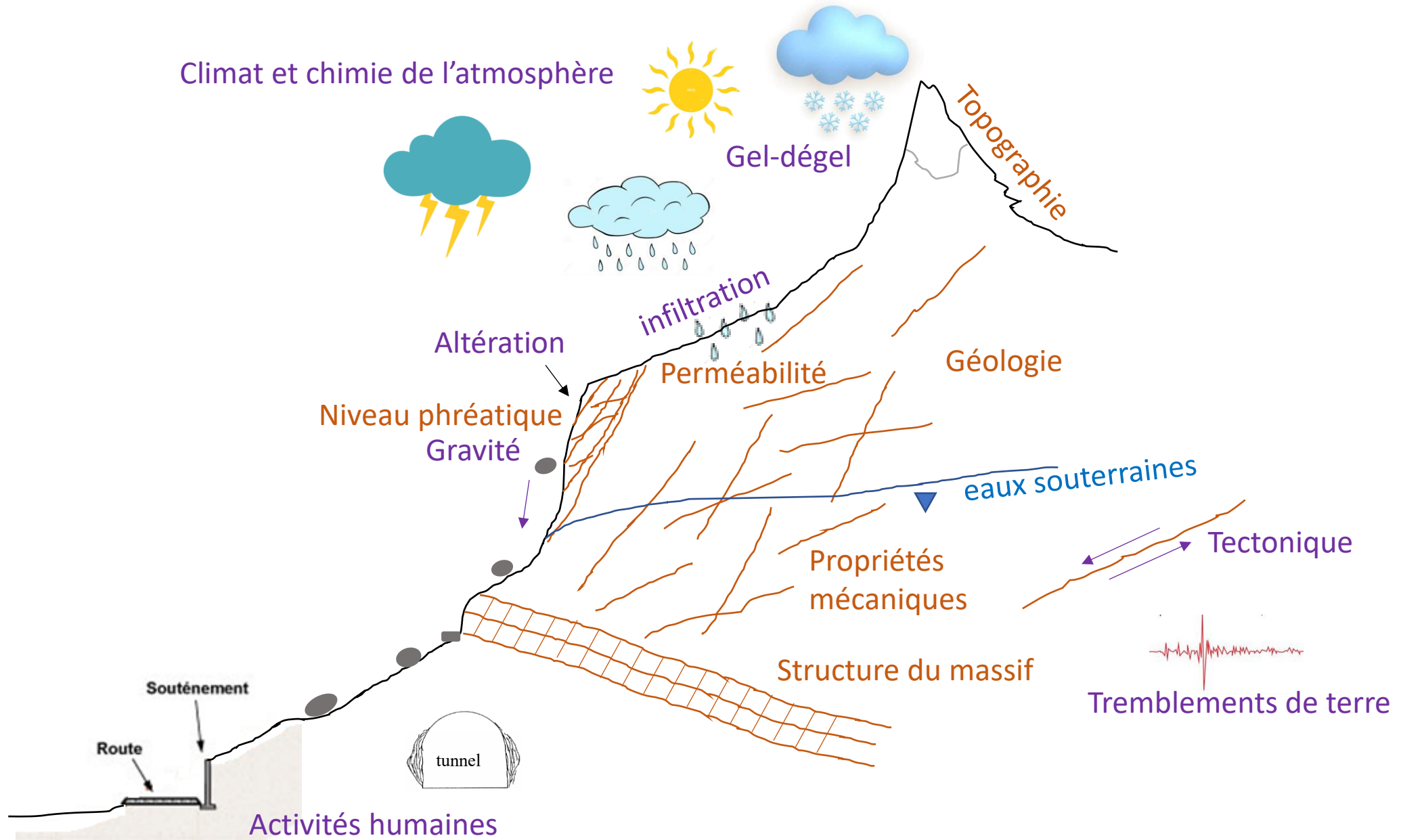


Introduction générale changement climatique et mécanique des roches

Muriel Gasc





Changement climatique et mécanique des roches

- 1. Les GTs proposés par CFMS/CFGF et CFMR**
- 2. Etat des lieux**
- 3. Présentation des 2 jours**

1 – Les GTs (CFMS/CFGF : depuis 2022 ; CFMR depuis 2023)

Les **questions** à l'origine des GTs :

- ✓ En quoi le changement climatique impacte notre approche de la mécanique des sols et des roches ?
- ✓ Quel(s) scénario(s) d'évolution du climat doit-on considérer ?
- ✓ Quel est l'impact sur le comportement des sols et des roches ?
- ✓ Quel est l'impact sur les actions exercées sur les ouvrages ?
- ✓ Quel est l'impact sur les ressources naturelles ?
- ✓ En tant que géotechnicien.ne, puis-je agir pour « atténuer » le changement climatique ?
- ✓ Comment rendre les ouvrages plus résilients ?

=> Avoir des lieux pour réfléchir, faire un état des lieux des connaissances, échanger ...

1 – Les GTs (CFMS/CFG I : depuis 2022 ; CFMR depuis 2023)



Groupe de travail initié par le CFMS, puis rejoint par le CFGI



2 sous-groupes en parallèle

Sous-groupe 1 : Atténuation

Empreinte carbone des ouvrages géotechniques

- ☐ **Analyse du cycle de vie (ACV)** des ouvrages et des matériaux qui les constituent
- ☐ **Calcul de l'empreinte carbone** et environnementale des ouvrages géotechniques
- ☐ **Bonnes pratiques pour une réduction de l'empreinte carbone**

Sous-groupe 2 : Adaptation

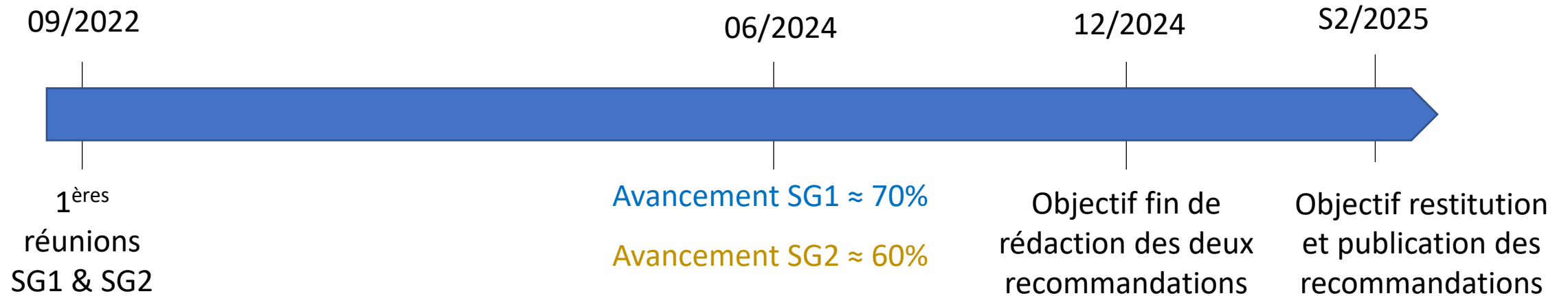
Effets du changement climatique sur les ouvrages géotechniques et adaptation des ouvrages

- ☐ **Identification des effets** du changement climatique sur les ouvrages
- ☐ **Vulnérabilité des ouvrages géotechniques**
- ☐ **Recommandations pour la conception** et solutions d'adaptation pour une meilleure résilience des ouvrages

1 – Les GTs (CFMS/CFGF : depuis 2022 ; CFMR depuis 2023)



Réunions toutes les 4 semaines
Invitations d'intervenants / experts externes
Partage de connaissances entre membres du GT



Une quarantaine de membres inscrits (certains participent au 2 sous-groupes)
Une vingtaine de membres « actifs »



2 – Etat des lieux

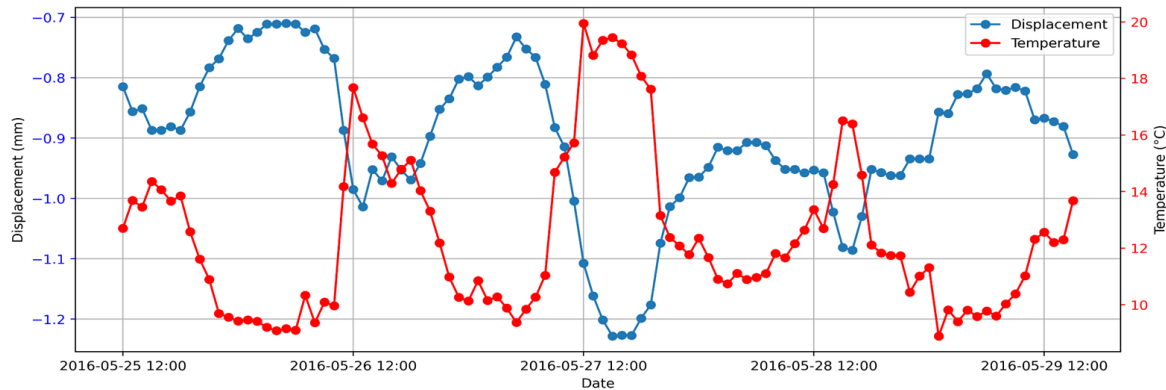
Le Changement Climatique, c'est quoi ?

- ✓ élévation moyenne des températures,
- ✓ augmentation des événements climatiques extrêmes (chaleur et froid),
- ✓ intensification des précipitations,
- ✓ augmentation de la fréquence des périodes de sécheresse,
- ✓ hausse des événements météorologiques catastrophiques (ouragans, tempêtes, inondations),
- ✓ fonte des glaciers et des sols gelés,
- ✓ augmentation de la salinité des eaux souterraines à proximité des côtes en raison de la montée du niveau des océans.

Ces évènements ont un impact considérable sur les caractéristiques physiques et mécaniques des massifs rocheux et par conséquent sur leur stabilité mécanique et celle des ouvrages associés (structures souterraines, talus rocheux, carrière à ciel ouvert, ...).

Impact des variations thermiques positives sur les massifs rocheux

La fatigue thermique : répétition journalière de cycles thermiques

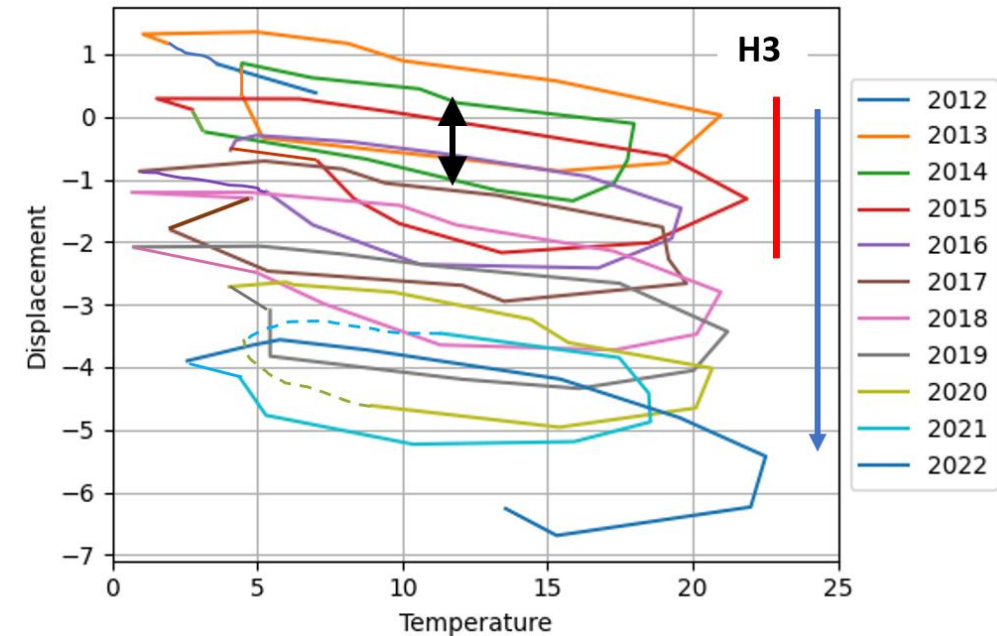


4 jours

10 ans

Gasc-Barbier et al., 2024

Les chocs thermiques



dès 2°/min d'après Hall & Thorn, 2014.

Hall K, Thorn CE. Thermal fatigue and thermal shock in bedrock: an attempt to unravel the geomorphic processes and products. *Geomorphology*. 2014;206:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.09.022>.

Impact des variations hydriques sur les massif rocheux

Les modifications annoncées de régime hydrique

- ✓ Augmentation de la teneur en eau => diminution de la résistance de la roche
 - ✓ Lubrification des joints = diminution du frottement => augmentation des instabilités
 - ✓ Lessivage des fissures => augmentation des instabilités
 - ✓ Mise en charge des terrains de couverture pouvant créer des instabilités de carrières
 - ✓ Corrélation ? Pluviométrie – Glissement de terrain
-
- ✓ Modification de l'équilibre calco-carbonique dans le processus de karstification

Impact des variations des conditions de gel/dégel sur les massif rocheux

Rappel : rôle stabilisateur de la glace

- ✓ Cohésion grâce à la glace fissurale
- ✓ Imperméabilisation induite par la glace

Déstabilisation liée au dégel

- ✓ Érosion cryogénique
- ✓ Les fractures de dessiccation
- ✓ Gélifluxion et décompression glaciaire

Si augmentation des cycles de gel/dégel

- ✓ Lors de la formation des lentilles de glace : cryosuccion + variation du volume d'eau lié au changement d'état = grosses variations volumétriques au niveau du front de gel
- ✓ Cryoclastie (fracture de la roche liée à la répétition des cycles de gel/dégel)



Photo K Orlinsky



2 – Et la suite ?

Suite des réflexions en cours

Participation à l'organisation de cette journée par la préparation de la table ronde

Ne pas oublier la roche comme ressource

Les comités francophones de mécanique des roches et de géologie de l'ingénieur (CFMR, CFGI, RockEnGeo.be, Ingeokring et Géotechnique Suisse) se sont associés pour préparer une séance technique de deux jours, autour de la résilience des infrastructures face au changement climatique. Nous espérons que les visions croisées proposées autour des différents objets d'étude seront riches d'enseignements et d'échanges.

14 mai 2025

9 : 00 Accueil

9 : 30 Introduction générale : changement climatique et mécanique des roches (Muriel Gasc, Cerema, France)

Session 1 : Approche théorique des effets hydriques dans les massifs rocheux

10 : 00 Poromécanique et couplage hydro-mécanique (Jianfu Shao, Université de Lille, France)

10 : 20 Modélisation hydro-mécanique du sous-sol fracturé (Caroline Darcel, Itasca, France)

Session 2 : Cavités souterraines

10 : 50 Cavités souterraines de Wallonie et Hauts-de-France – Apprentissage du projet RISSC (Fanny Descamps, Université de Mons, Belgique)

11 : 10 Impact du changement climatique sur la stabilité des carrières souterraines abandonnées (Nathalie Conil, Ineris, France)

11 : 45 Pause déjeuner

Session 3 : Falaises

13 : 00 Falaises côtières et érosion du littoral basque – Projet Ezponda (Alessia Cucurullo, Université Libre de Bruxelles, Belgique)

13 : 20 Glissement de terrain et méthode de confortement à Wimereux (Nicolas Villard, NGE Fondation, France)



© CG33

Session 4 : Haute montagne

13 : 50 Sujet en cours de validation

14 : 10 Suivi des déformations du glacier rocheux Bonnard au Valais (Erika Prina Howald, Haute école d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, Suisse)

14 : 30 Analyse de l'évolution du pergélisol (Florence Magnin, Université Savoie-Mont Blanc, France)

15 : 00 Pause café

Session 5 : Itinéraire

15 : 30 Évaluation du risque de chutes de rochers sur l'ensemble des routes régionales en Wallonie (Simon Delvoie, Service publique de Wallonie, Belgique)

15 : 50 Gestion des dangers géologiques sur le réseau routier valaisan et récents événements marquants (Guillaume Favre-Bulle, Canton du Valais, Suisse)

16 : 10 Présentation d'un outil VR pour préparer à la caractérisation des terrains rocheux en amont d'une visite de terrain (Dominique Ngan-Tillard, TU Delft, Pays-Bas)

17 : 00 Table ronde sur la thématique de la journée

Fin prévue à 18 : 00



© Antella

15 mai 2025

Visite technique des falaises de la côte d'Opale

La côte d'Opale est un site naturel emblématique connu pour la beauté des falaises mais sujet au recul de trait de côte et à des effondrements. La visite guidée accompagnée de spécialistes se penchera sur le contexte géologique, les caractéristiques du comportement mécanique et l'instrumentation du site.

8 : 00 Départ en car du terminus de métro Saint-Philibert

Visite guidée du site

Déjeuner sur place à l'Escale

14 : 40 Possibilité de dépose à la gare TGV Fréthun (Calais)

16 : 00 Dépose à Lille



© CEREMA



CFMR