



GROUPE DE TRAVAIL

**INSTRUMENTATION DES OUVRAGES
GÉOTECHNIQUES**

DOMINIQUE ALLAGNAT/CHRISTOPHE CHEVALIER
Réunion n° 1 du 14 janvier 2021

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

1 – PARTICIPANTS

CFSM - Groupe de travail Instrumentation des ouvrages géotechniques
Pilotes : D. ALLAGNAT (EGIS), C. CHEVALIER (IFSTTAR)

Représentations	Organisme/ société	Nom	Mail
Maître d'ouvrage	EDF + digues SNCF RATP		
Maître d'œuvre	ARCADIS	Zohra ZERFA	zohra.zerfa@arcadis.com
	SYSTRA	Giovanni PRADELLA	gpradella@systra.com
BE Ingénierie Géotechnique	GEOS		sylvie.bretelle@geos.fr
	EGIS	GAY Olivier	olivier.gay@egis.fr
	GEOTEC	Arnaud LAFOURCADE	arnaud.lafourcade@geotec.fr
	ANTEA GROUP	Charles Edouard NADIM	charles-edouard.nadim@anteagroup.com
Bureau de contrôle	VERITAS	Corinne GARCIA	corinne.garcia@bureauveritas.com
Entreprises	MENARD/GEO INSTRUMENTS	Julien LEXTRAIT	julien.lextrait@geo-instruments.fr
Laboratoire de recherche	IFSTTAR/CEREMA	Fabien SZYMKIEWICZ	fabien.szymkiewicz@univ-eiffel.fr
		Sabrina PERLO	sabrina.perlo@cerema.fr
	INSA Lyon	Laurent BRIANCON	laurent.briancon@insa-lyon.fr
Entreprises spécialisées Instrumentation	SIXENSE	Martin BETH	martin.beth@sixense-group.com

2 - GENÈSE

Débat et constat au sein de la CST

- Défaut de recommandations/guides pour « réussir » l'instrumentation des OG (hors tunnels/AFTES et barrages / CFBR).
- Une certaine déception des MOA / MOE sur les résultats / bénéfices apportés par l'instrumentation (fiabilité, pertinence, robustesse, manque d'analyse/interprétation...).

=> La communauté géotechnique doit » s'emparer du sujet » !



3 – OBJECTIFS GENERAUX

Instrumentation d'un ouvrage / géotechnique doit être « au service » de l'ingénierie spécialisée (en études, comme en travaux) et des constructeurs :

- Pour confirmer le comportement prévu en étude ;
- Pour « adapter » les ouvrages complexes (MOb par exemple);
- Piloter la construction;
- Suivi à long terme des ouvrages sensibles ...



Instrumentation = véritable projet

4 – AMBITIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

Recommandations sur le « projet d'instrumentation » ≠ Catalogue de capteurs / systèmes

- Etat de l'art des méthodes / types d'ouvrages
- Exemples / schéma type d'instrumentation
- Méthodes d'analyse
- Recommandations sur projet d'instrumentation

En annexe :

Exemples d'ouvrages instrumentés et REX (+/-) : écrans de soutènement, renforcement de sols, murs de soutènement, fondations superficielles profondes, sols compressibles, déblais, versant instables, rabattement de nappes, digues,



5 – SOMMAIRE DES RECOMMANDATIONS

5.1 – Limites du document (préciser les ouvrages et problématiques abordées / documentations et normes existantes)

Référence aux normes, recommandations et groupes de travail existants

5.2 – Généralités sur l'instrumentation et sur les « mesures »

Sur l'instrumentation

Obtention du niveau de sécurité optimum

⇒ **Maîtrise des différentes phases de construction**

⇒ **Compréhension du fonctionnement**

pour améliorer et optimiser : - les projets futurs

- les techniques de construction

⇒ **Connaissance du comportement des ouvrages**

Stratégie d'entretien

Vis à vis du niveau de qualité d'usage



Sur les types de mesures

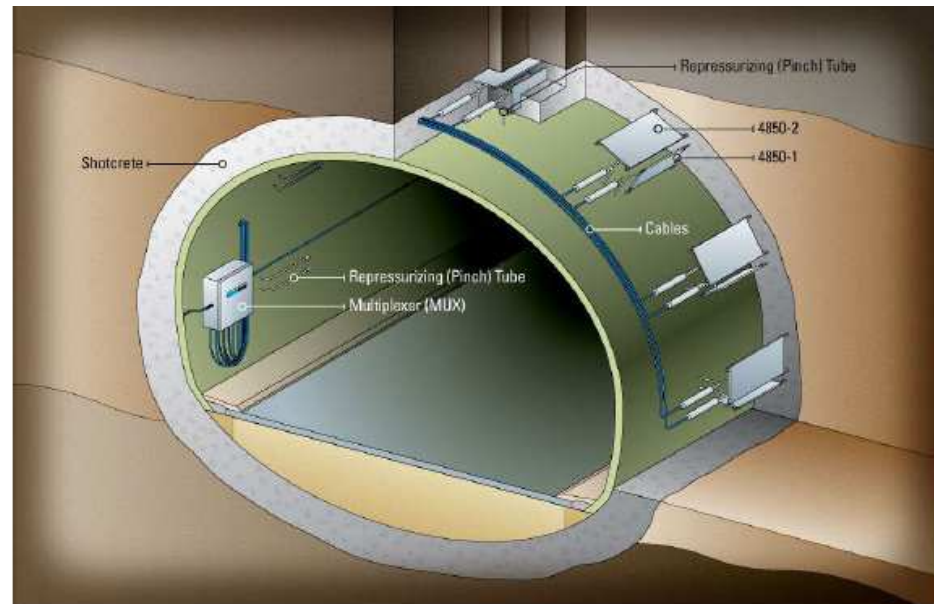
- Déplacements (ouverture de joints, tassements, soulèvements, ...)
- Déformations (extensométrie en surface des structures et en forage)
- Topométrie (position ou distance)
- Contraintes (contraintes in situ, totales sur interfaces ...)
- Efforts (dynamomètres ...)
- Pressions interstitielles (en profondeurs dans le sol)
- Inclinaisons
- Vibrations (vitesses et accélérations)

Sur les aspects métrologiques (définitions, normes...)



5.3 – Capteurs / dispositifs de mesures

- Emploi très généralisé
- A jauges, cordes vibrantes
- En sortie Fréquence, Tension ou courant (4-20mA)
- Robustesse, fiabilité à long terme
- Recommandations / utilisation



Les mesures « intégrantes »

- Interférométrie
- Topométrie
- Radar
- GPS
- FO
- Prospectives ...

5.4 – Méthode d'analyse

- Statistiques
- Probabilistes
- Convergence
- Gestion alarmes / seuils, mesures (différentielles, absolues, calibration ...)
- Analyse inverse
- MOb
- RN
- Gestion des données / Big Data



5.5 – Recommandations générales / projet d'instrumentation

Instrumentation = un véritable projet

Réflexion amont indispensable (tous les acteurs du projet)

Par exemple:

- Points sensibles du projet, risques
- Définitions objectives et choix des paramètres à mesurer
- Plages de variation et seuils
- Délais de réponse du système et interlocuteurs/décideurs
- Moyens donnés pour la traçabilité ...

Conception détaillée

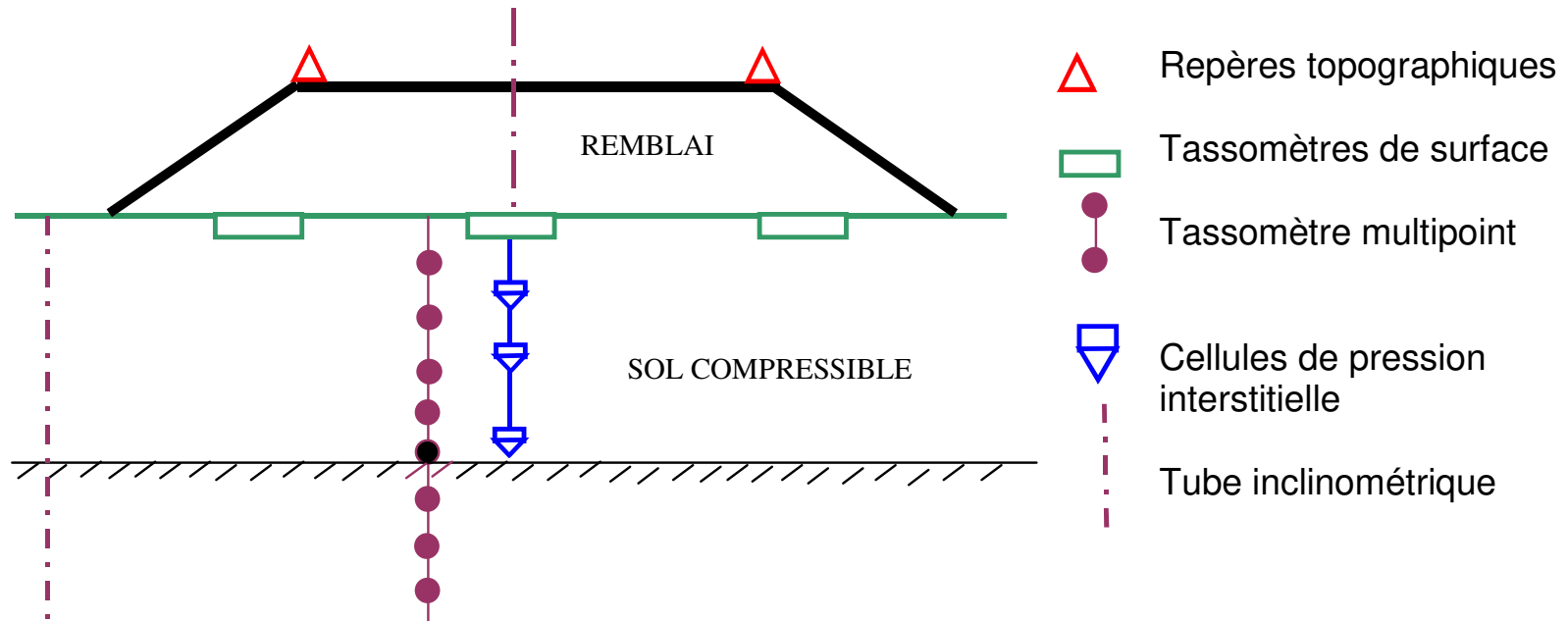
Installation et maintenance

Processus et méthodes de qualification et d'interprétation des mesures

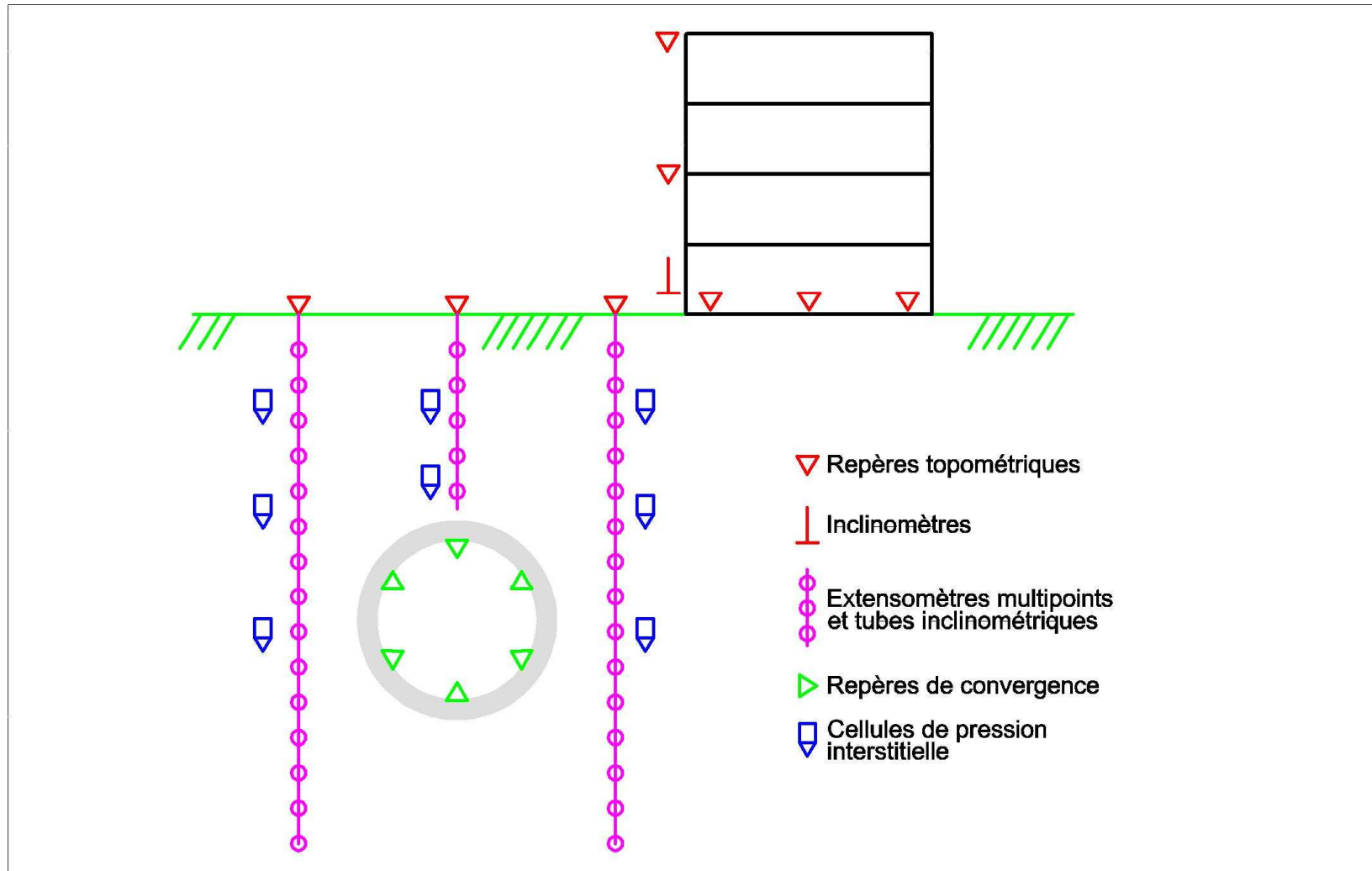


5.6 – Recommandations par type d'ouvrage.

Exemple remblais sur sols compressibles



Autre exemple tunnel en milieu urbain



ANNEXE – Exemples réels

Exemples d'ouvrages géotechniques instrumentés avec REX (+/-)

Ecrans de soutènement

Renforcements de sols

Murs de soutènement

Fondations superficielles et profondes

Remblais sur sols compressibles

Talus de déblai

Glissements de terrains (sols, roches)

Rabattements de nappe

Digues

(Tunnels)

(Barrages)



à conserver

PROGRAMME DE TRAVAIL

Chapitres / thématiques	Pilote	Contributeurs
1. Introduction limites document	Dominique ALLAGNAT	
2. Généralités sur l'instrumentation et les mesures	?	
3. Les capteurs et les mesures intégrantes	Fabien SZYMKIEWICZ	
4 Méthodes d'analyse et interprétation	Christophe CHEVALIER	
5. Recommandations générales / projet d'instrumentation	Dominique ALLAGNAT	
6. Recommandation par type d'ouvrage	Arnaud LAFOURCADE	
Exemples en annexe - REX	?	