



Réunion de lancement du 09 Sept 2025

Guide pratique sur le choix du modèle géotechnique
de dimensionnement

Ordre du jour

- Tour de table
- Contexte et objectifs du groupe de travail
- Etat des lieux des référentiels et guides existants
- Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes
- Prochaines réunions

Ordre du jour

- Tour de table
- Contexte et objectifs du groupe de travail
- Etat des lieux des référentiels et guides existants
- Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes
- Prochaines réunions

Ordre du jour

- Tour de table
- **Contexte et objectifs du groupe de travail**
- Etat des lieux des référentiels et guides existants
- Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes
- Prochaines réunions

Contexte du groupe de travail

- Genèse du projet de recommandations
 - ⇒ Un modèle géotechnique de dimensionnement doit être défini en cohérence avec les enjeux et le contexte de l'ouvrage : conditions de bonne exploitation, gamme de déformation, chemin de chargement etc.



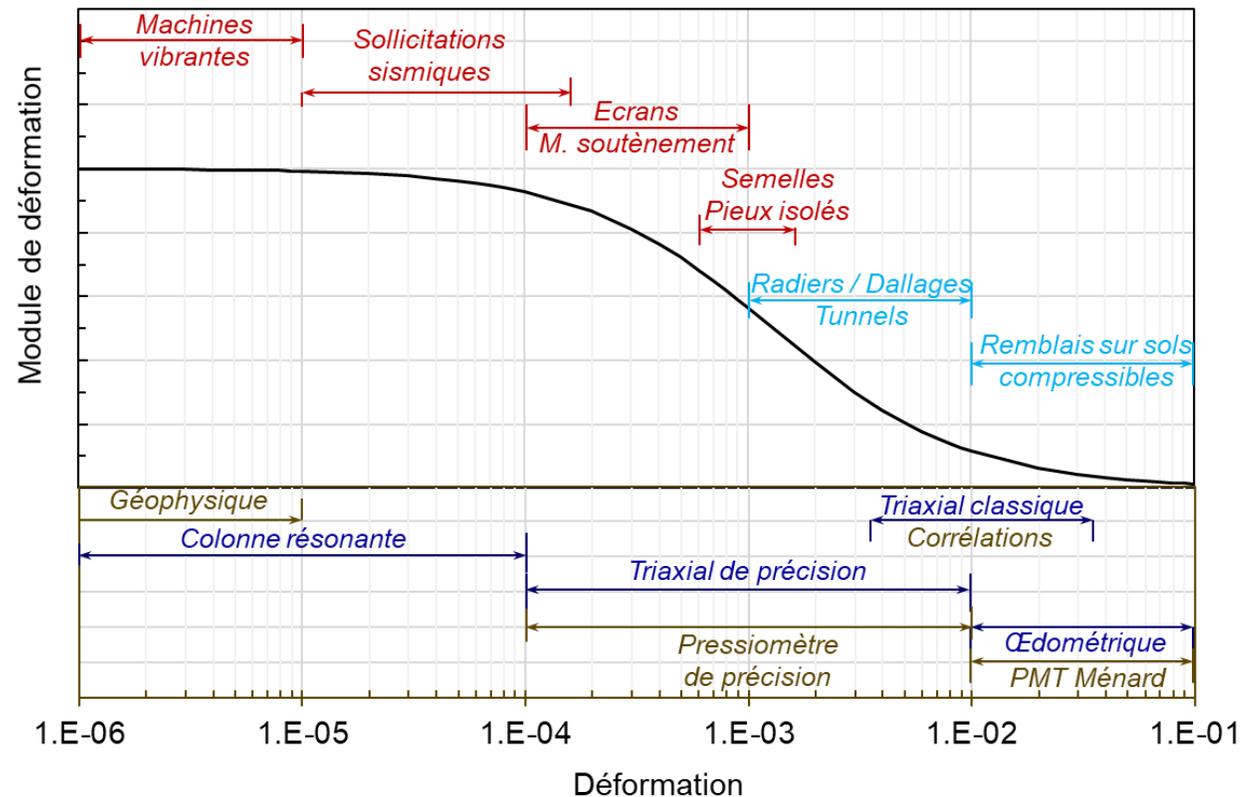
Contexte du groupe de travail

- Genèse du projet de recommandations
 - ⇒ Un modèle géotechnique de dimensionnement doit être défini en cohérence avec les enjeux et le contexte de l'ouvrage : conditions de bonne exploitation, gamme de déformation, chemin de chargement etc.

Déformation prépondérante
Déviatorique
Volumique et/ou déviatorique

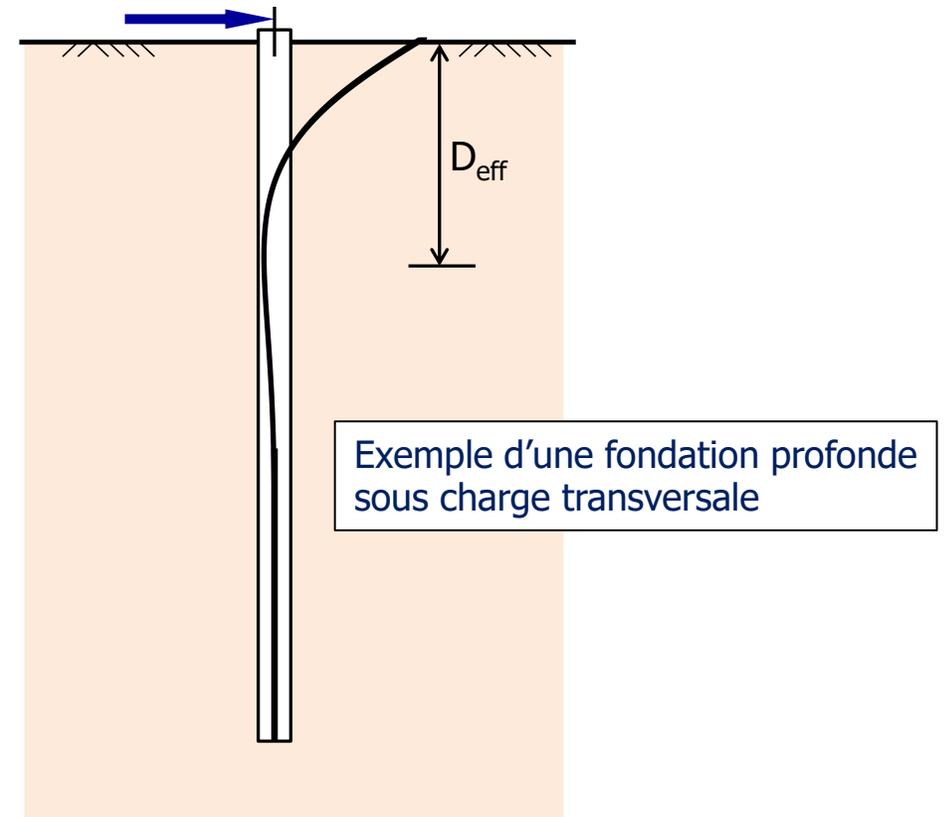
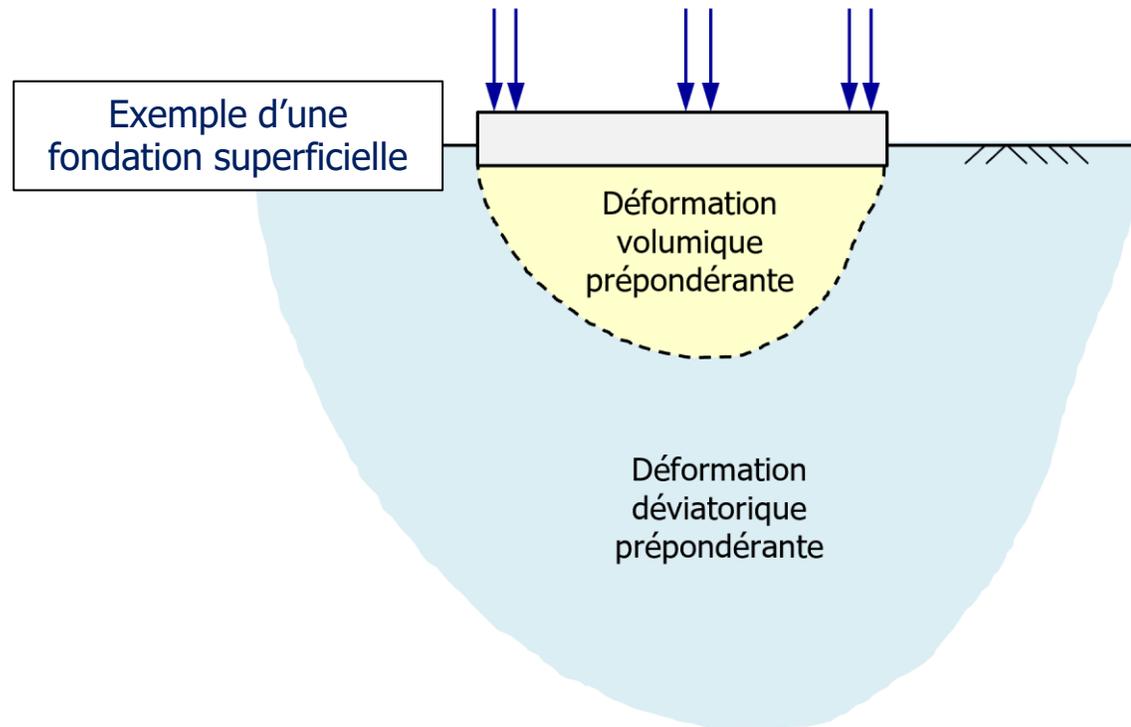
Par exemple : la question de la gamme de déformation

Type d'essai
Sur le terrain
Laboratoire



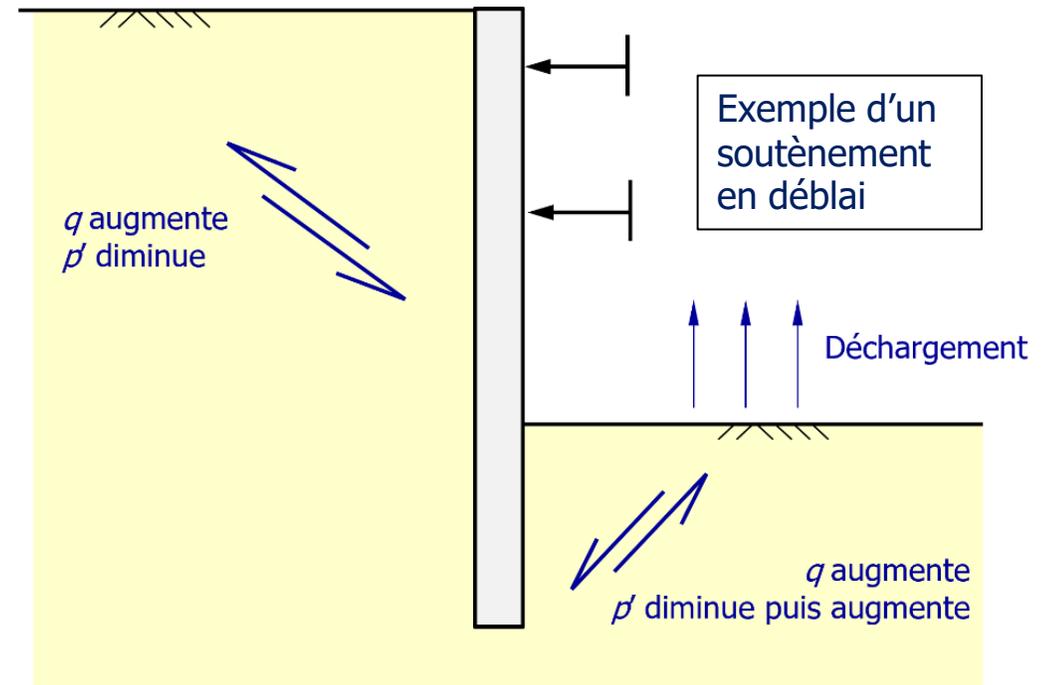
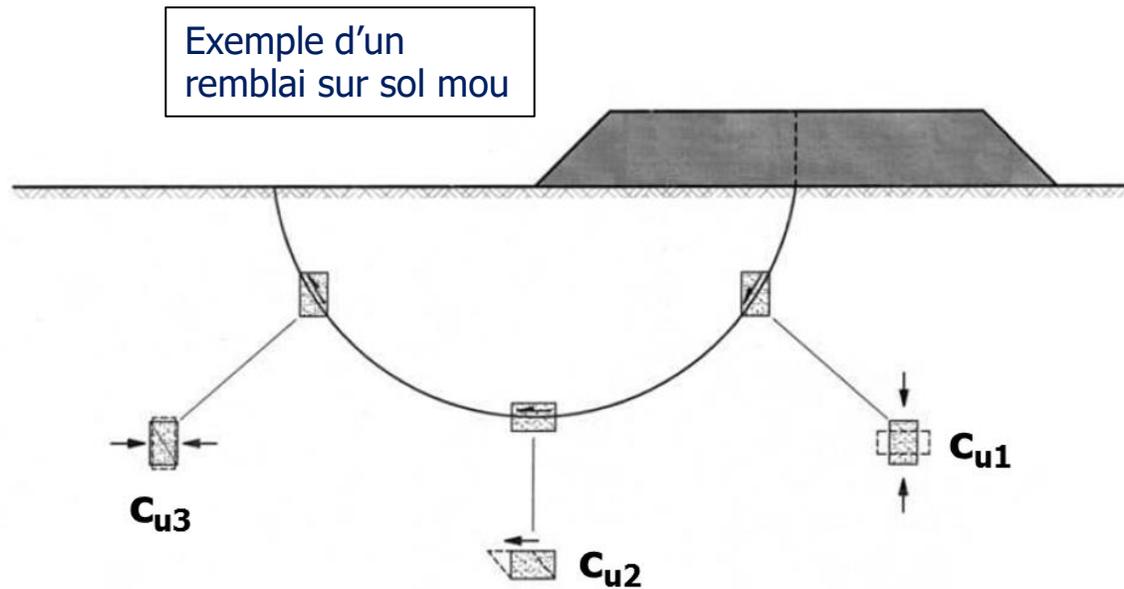
Contexte du groupe de travail

- Genèse du projet de recommandations
 - ⇒ Un modèle géotechnique de dimensionnement doit être défini en cohérence avec les enjeux et le contexte de l'ouvrage : conditions de bonne exploitation, gamme de déformation, chemin de chargement etc.



Contexte du groupe de travail

- Genèse du projet de recommandations
 - ⇒ Un modèle géotechnique de dimensionnement doit être défini en cohérence avec les enjeux et le contexte de l'ouvrage : conditions de bonne exploitation, gamme de déformation, chemin de chargement etc.

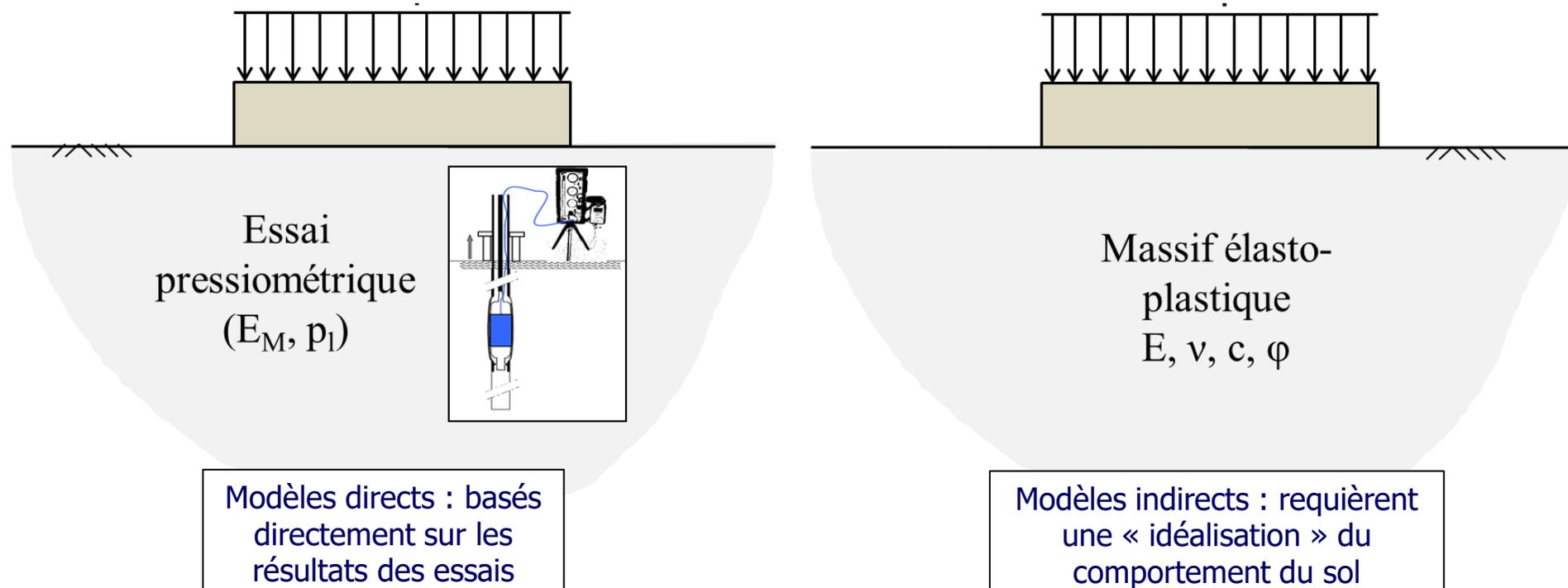


Contexte du groupe de travail

- Genèse du projet de recommandations
 - ⇒ Un modèle géotechnique de dimensionnement doit être défini en cohérence avec les enjeux et le contexte de l'ouvrage : conditions de bonne exploitation, gamme de déformation, chemin de chargement etc.
 - ⇒ Constat que les documents normatifs et recommandations actuelles ne sont pas toujours d'application aisée (les données disponibles sur les projets sont de nature et de quantité rarement compatibles avec le niveau de fiabilité cible)
 - ⇒ Les normes n'ont pas vocation à détailler le choix pratique des paramètres et leur adaptation au contexte de l'ouvrage ce qui laisse une « zone grise » que des recommandations du CFMS pourraient éclairer en particulier dans les problématiques complexes de type interaction sol-structure, modélisations géotechniques avancées, comportement dynamique, etc.
 - ⇒ Corpus géotechnique français demeure très axé sur l'essai pressiométrique de Ménard, ce qui n'est pas toujours en phase avec le caractère de plus en plus exigeant des critères de conception : augmenter la précision des déplacements par exemple en conservant les « mêmes ingrédients » de départ est illusoire

Contexte du groupe de travail

- Utilisation de plus en plus fréquente des approches en déplacement
 - ⇒ Le « déplacement » occupe une place grandissante dans les critères de conception des projets
 - ⇒ Ces approches sont basées par construction sur une idéalisation du comportement du terrain (modèle « indirect ») avec des paramètres « dérivés » qui ne sont pas directement issus des outils de reconnaissance classiques



Objectifs du groupe de travail

- Quel modèle pour quel ouvrage ?
 - ⇒ Identifier les guides et référentiels existants
 - ⇒ Identifier les points clés à gérer pour l'établissement du modèle géotechnique, en particulier dans le cadre d'une procédure d'interaction sol-structure ou d'une manière générale pour alimenter des approches en déplacement
 - ⇒ Recommandations sur le choix de certains paramètres dérivés usuels (exemple : module de déformation, résistance au cisaillement) en insistant sur le rôle fondamental des paramètres d'identification
 - ⇒ Recommandations sur le choix des essais in-situ ou laboratoire en fonction des critères de conception du projet et la nature des ouvrages géotechniques à dimensionner
 - ⇒ Recenser et clarifier le domaine d'utilisation des corrélations usuelles
 - ⇒ Evaluer l'évolution du modèle géotechnique de dimensionnement selon les phases du projet

Objectifs du groupe de travail

- Exclusions !

Sont exclus du périmètre du groupe de travail les sujets concernant :

- ⇒ Le programme détaillé des investigations géotechniques à réaliser par type d'ouvrage,
- ⇒ Les méthodes et procédures d'interprétation des essais in situ et en laboratoire,
- ⇒ Les éléments susceptibles de se superposer avec la révision des EC7,
- ⇒ Les méthodes de calcul,
- ⇒ Sols non saturés,
- ⇒ Les ouvrages souterrains de type tunnels, cavernes, etc. et la mécanique des roches qui sont traités par les autres comités
- ⇒ ...

Objectifs du groupe de travail

- Compléments

⇒ xxxx

⇒ xxxx

Ordre du jour

- Tour de table
- Contexte et objectifs du groupe de travail
- **Etat des lieux des référentiels et guides existants**
- Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes
- Prochaines réunions

Etat des lieux des référentiels existants

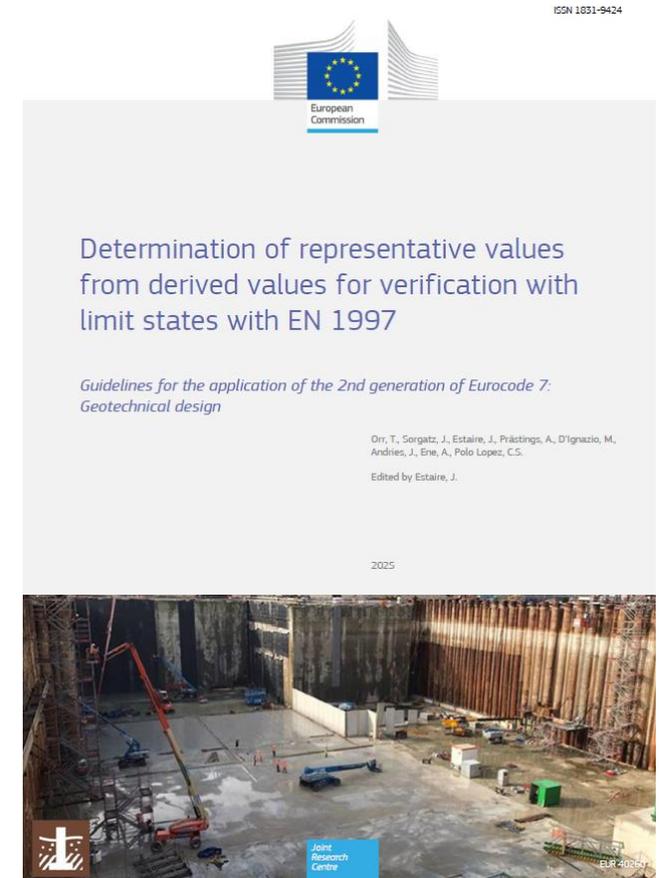
- 2nd génération EC7:
 - ⇒ FprEN 1997-1:2024
Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 1: Règles générales
 - ⇒ FprEN 1997-2:2024
Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 2: Propriétés des terrains
 - ⇒ FprEN 1997-1:2023
Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 3: Constructions géotechniques.

Etat des lieux des référentiels existants

- Guides et recommandations existants:

⇒ Determination of representative values from deried values for verification with limits states with EN 1997

Guideline for the application of the 2nd generation of Eurocode 7: Geotechnical design (référence indiquée par P. Reiffsteck)

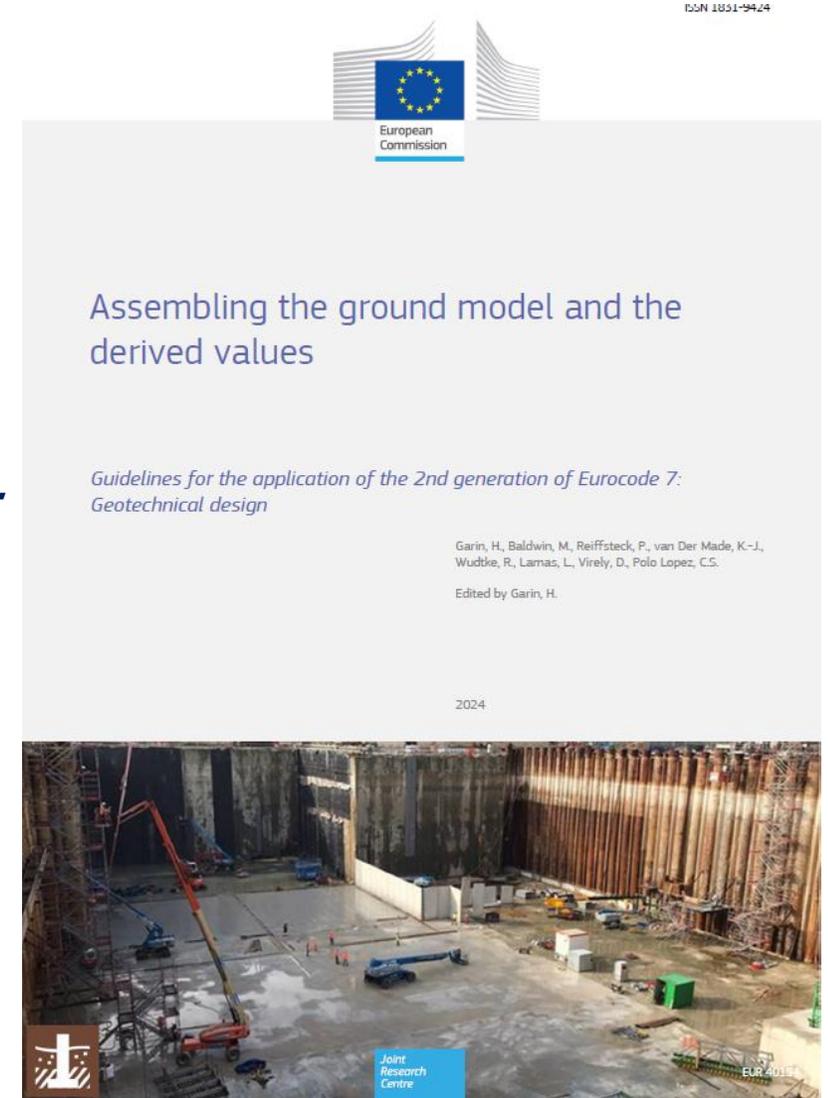


Etat des lieux des référentiels existants

- Guides et recommandations existants:

- ⇒ Assembling the ground model and deried values

- Guideline for the application of the 2nd generation of Eurocode 7: Geotechnical design* (référence indiquée par P. Reiffsteck)



Etat des lieux des référentiels existants

- Guides et recommandations existants:

- ⇒ Reliability-based verification for limit states for geotechnical structures

- Guideline for the application of the 2nd generation of Eurocode 7: Geotechnical design* (référence indiquée par P. Reiffsteck)



Etat des lieux des référentiels existants



- Guides et recommandations existants:

- ⇒ Le modèle géotechnique – Guide méthodologique (version provisoire)

- Principes et applications.* (référence indiquée par S. Heumez)

Guide méthodologique
Le modèle géotechnique
Principes et applications
Août 2016



Etat des lieux des référentiels existants

⇒ Guide Modélisation numérique (2022)

⇒ 100 pages

⇒ 5 chapitres « fondamentaux »

- Chapitre 1 Construction du modèle
- Chapitre 2 Lois de comportement
- Chapitre 3 Méthodes de résolution
- Chapitre 4 Interaction sol-structure
- Chapitre 5 Couplage hydromécanique

⇒ 2 chapitres « pratiques »

- Chapitre 6 Stratégie de modélisation
- Chapitre 7 Stratégie de dimensionnement



RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DES MODELES NUMERIQUES POUR LE CALCUL DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

1	CONSTRUCTION DU MODELE	7
1.1	INTRODUCTION.....	7
1.2	CHOIX DU TYPE D'ANALYSE.....	8
1.3	HYPOTHESES GEOMETRIQUES.....	8
1.4	ETAT INITIAL DES CONTRAINTES.....	11
1.5	PRISE EN COMPTE DU PHASAGE DE CONSTRUCTION.....	12
1.6	MODELISATION DES STRUCTURES.....	12
1.7	SYNTHESE.....	15
1.8	REFERENCES.....	15
2	LES LOIS DE COMPORTEMENT	16
2.1	INTRODUCTION.....	16
2.2	NOTIONS DE BASE.....	17
2.3	CONSTITUTION D'UNE LOI DE COMPORTEMENT ELASTOPLASTIQUE.....	21
2.4	QUELQUES MODELES USUELS.....	25
2.5	REFERENCES.....	36
3	LES METHODES DE RESOLUTION	38
3.1	RESOLUTION GLOBALE.....	38
3.2	RESOLUTION LOCALE.....	39
3.3	METHODE « C-PHI REDUCTION ».....	40
3.4	REDUCTION DES MODULES DE DEFORMATION.....	41
3.5	REFERENCES.....	41
4	ELEMENTS D'INTERACTION SOL-STRUCTURE	42
4.1	LES ELEMENTS DE STRUCTURE.....	42
4.2	COUPLAGE SOL/STRUCTURE.....	45
4.3	LES MODELES HYBRIDES.....	47
4.4	LE CAS PARTICULIER DES TUNNELS.....	49
4.5	REFERENCES.....	51
5	COUPLAGE HYDROMECHANIQUE	52
5.1	INTRODUCTION.....	52
5.2	ECOULEMENT DANS LES SOLS.....	52
5.3	COUPLAGE HYDROMECHANIQUE.....	56
5.4	SYNTHESE.....	59
5.5	REFERENCES.....	59
6	STRATEGIE DE MODELISATION	61
6.1	INTRODUCTION.....	61
6.2	CONSTRUCTION DU MODELE.....	61
6.3	CHOIX DES LOIS DE COMPORTEMENT.....	69
6.4	PHASAGE.....	80
6.5	GESTION PRATIQUE DES COUPLAGES HYDRO-MECANQUES.....	84
6.6	EXPLOITATION DES RESULTATS.....	89
6.7	REFERENCES.....	93
7	STRATEGIE DE DIMENSIONNEMENT	94
7.1	LIEN AVEC L'EUROCODE 7 ET L'EUROCODE 0.....	94
7.2	VERIFICATION DES ETATS LIMITES DE SERVICE (ELS).....	94
7.3	VERIFICATION DES ETATS LIMITES ULTIMES (ELU).....	95
7.4	ASPECTS LIES AUX ECOULEMENTS HYDRAULIQUES.....	102
7.5	REFERENCES.....	102

Première édition 2022

Etat des lieux des référentiels existants

- Tour de table pour identifier d'autres ouvrages de référence

⇒ XXXXX

Ordre du jour

- Tour de table
- Contexte et objectifs du groupe de travail
- Etat des lieux des référentiels et guides existants
- **Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes**
- Prochaines réunions

Organisation du groupe de travail

- Organisation en 6 sous-groupes :

Une première orientation de plan de recommandation

- | | |
|----------------------------------------------|------|
| ⇒ Le modèle géotechnique | SGT1 |
| ⇒ Les données géotechniques | SGT2 |
| ⇒ Les corrélations usuelles | SGT3 |
| ⇒ Fondations superficielles et profondes | SGT4 |
| ⇒ Excavations (soutènements) | SGT5 |
| ⇒ Remblais, déblais et renforcement des sols | SGT6 |

Organisation du groupe de travail

- Contenu des chapitres :

⇒ Une première orientation de plan à faire évoluer lors des premières séances de travail

Chapitre 1 - Le modèle géotechnique / SGT 1 -

- Organisation géologique et hydrogéologique
- Le rôle fondamental des paramètres d'identification
- Les paramètres mesurés et les paramètres dérivés et les valeurs de calcul (de quelle valeur parle-t-on ?)
- Tableau croisé avec paramètres vs essais (quels essais pour quels paramètres)
- Le modèle géotechnique pour un ouvrage donné (nature et sensibilité aux conditions géotechniques)
- Quelle zone d'influence géotechnique pour un ouvrage donné (en profondeur notamment)
- Evolution du modèle selon les différentes phases selon données nouvelles
- Paramètres de conception / Paramètres de calcul : faut-il distinguer ?
- Plusieurs valeurs pour un seul paramètre ?
- Hors bonne méthode d'exécution – le modèle n'est pas l'étude géotechnique de conception

Chapitre 2 – Les données géotechniques / SGT 2

- Manque de données
- Gestion des incertitudes (grands principes + renvoi vers textes EC)
- Mieux vaut une bonne donnée en quantité limitée que beaucoup de données peu adaptées
- Confrontation des données dans leur globalité sur un site
- Ordre de grandeur / variabilité des données
- Place des rétro-calculs ?

Organisation du groupe de travail

- Contenu des chapitres :

Chapitre 3 – Les corrélations usuelles / SGT 3

- Domaines d'application des corrélations usuelles
- Construire une corrélation à l'échelle d'un projet

Une approche homogène pour l'ensemble des chapitres « ouvrages »

Chapitre 4 - Fondations superficielles / SGT 4

- De quoi a-t-on besoin pour cadrer le dimensionnement d'une fondation superficielle ?
- Cohérence des paramètres, points de repère, ordres de grandeur
- Choix des essais à préconiser selon le contexte géotechnique et la sensibilité de l'ouvrage
- Identification
- Résistance (statique – sismique)
- Déformabilité (statique – sismique)
- Les paramètres d'ISS
- Evaluation qualitative de la robustesse des paramètres retenus

Organisation du groupe de travail

- Contenu des chapitres :

Une approche homogène pour l'ensemble des chapitres « ouvrages »

Chapitre 5 = Fondations profondes / SGT 4

- De quoi a-t-on besoin pour cadrer le dimensionnement d'une fondation profonde ? – Cohérence avec autre GT
- Cohérence des paramètres, points de repère, ordres de grandeur
- Choix des essais à préconiser selon le contexte géotechnique et la sensibilité de l'ouvrage
- Identification
- Résistance (statique – sismique)
- Déformabilité (statique – sismique)
- **Frottement (C, phi)**
- **Paramètres pour effet groupe (portance/déformation)**
- Les paramètres d'ISS
- Evaluation qualitative de la robustesse des paramètres retenus

Chapitre 6 = Excavations (soutènements) / SGT 5

- De quoi a-t-on besoin pour cadrer le dimensionnement d'un soutènement ? Cohérence avec autre GT
- Cohérence des paramètres, points de repère, ordres de grandeur
- Choix des essais à préconiser selon le contexte géotechnique et la sensibilité de l'ouvrage
- Identification
- **Eau et pression interstitielle dans les terrains – Drainé / Non drainé**
- Résistance (statique – sismique)
- **Déformabilité (statique – sismique) – Niveau de déformation de l'ouvrage et chemin de chargement**
- Les paramètres d'ISS
- Evaluation qualitative de la robustesse des paramètres retenus

Organisation du groupe de travail

- Contenu des chapitres :

Chapitre 7 = Remblais, déblais / SGT 6

- De quoi a-t-on besoin pour cadrer le dimensionnement d'un remblai / déblai ?
- Cohérence des paramètres, points de repère, ordres de grandeur
- Choix des essais à préconiser selon le contexte géotechnique et la sensibilité de l'ouvrage
- Identification
- **Eau et pression interstitielle dans les terrains – Drainé / Non drainé**
- Résistance (statique – sismique)
- Déformabilité (statique – sismique) - **Niveau de déformation de l'ouvrage et chemin de chargement**
- Evaluation qualitative de la robustesse des paramètres retenus

Chapitre 8 = Renforcement des sols / SGT 6

- De quoi a-t-on besoin pour cadrer le dimensionnement d'un remblai des sols ?
- Cohérence des paramètres, points de repère, ordres de grandeur
- Choix des essais à préconiser selon le contexte géotechnique et la sensibilité de l'ouvrage
- Identification
- **Eau et pression interstitielle dans les terrains – Drainé / Non drainé**
- Résistance (statique – sismique)
- Déformabilité (statique – sismique)
- **Frottement (C, phi)**
- **Paramètres pour effet groupe (portance/déformation)**
- Evaluation qualitative de la robustesse des paramètres retenus

Organisation du groupe de travail

- Planning

Initiation du GT

- ⇒ Note de cadrage : automne 2024
- ⇒ Validation par le conseil du CFMS : printemps 2025
- ⇒ Appel à candidature : mars 2025

Mobilisation active du GT

- ⇒ Lancement du groupe de travail : septembre 2025
- ⇒ 18 mois de travail ... donc avec un objectif au printemps 2027
- ⇒ 2 réunions plénières par an : printemps et début d'automne
- ⇒ 6 réunions de sous-groupe par an

Organisation du groupe de travail

- Formation des sous-groupes:
Proposition d'organisation

- Chapitre 1 – Le modèle géotechnique / SGT 1
- Chapitre 2 – Les données géotechniques / SGT 2
- Chapitre 3 – Les corrélations usuelles / SGT 3
- Chapitre 4 – Fondations superficielles / SGT 4
- Chapitre 5 – Fondations profondes / SGT 4
- Chapitre 6 – Excavations (soutènements) / SGT 5
- Chapitre 7 – Remblais, déblais / SGT 6
- Chapitre 8 – Renforcement des sols / SGT 6

Sous-groupes de travail - Proposition d'organisation					
SGT1	SGT2	SGT3	SGT4	SGT5	SGT6
			Antoinet	Andrieux	
				Berbet	Belut
		Bergère	Bouthéon		
					Burtin
Cahn		Caplane		Vallentin	
	Carpinteiro			Dabonneville	
					Devanne Droniuc
	Faure	Fieschi			
Fry			Gobbi Guisado Heumez		
Jolivet	Lafourcade				
	Landry				Lambert
			Le		Legrand
Massat	Navarrete				
	Oettli			Nowamooz	
Ouedroago		Pecora Picard			
		Reiffsteck		Piegay	
Robert Thidet					
				Van Grevelinge	

Ordre du jour

- Tour de table
- Contexte et objectifs du groupe de travail
- Etat des lieux des référentiels et guides existants
- Organisation du GT : chapitres, constitution des SGT, pilotes
- Prochaines réunions

Prochaines réunions

- Réunions plénières 05/02/2026 22/09/2026
- Réunions des sous-groupes de travail
 - Selon l'organisation du sous groupe
 - 2 dates suggérées d'ici fin 2025 15/10/2025 17/12/02025

Note de cadrage

1 → Contexte et motivations du Groupe de Travail

Le thème des « paramètres du modèle de dimensionnement » fait partie des nouveaux domaines qui seront inclus dans la version 2 de l'EC7 dont les annexes nationales sont prévues pour être finalisées pour 2027.

Ainsi, l'idée de la création d'un nouveau Groupe de Travail sur « les paramètres du modèle géotechnique de dimensionnement » est née :

- > Du constat que les documents normatifs et recommandations actuelles ne sont pas toujours d'application aisée (les données disponibles sur les projets sont de nature et de quantité rarement compatibles avec des analyses statistiques),
- > De la nécessité de fournir une contribution du CFMS dans la déclinaison de ces nouveaux thèmes de l'EC7-V2 sous forme de guides du CFMS,
- > Du fait que les normes n'ont pas vocation à détailler le choix pratique des paramètres ce qui laisse une zone grise que des recommandations du CFMS pourraient éclairer en particulier dans les problématiques complexes de type interaction sol-structure, modélisations géotechniques avancées, comportement dynamique, etc.

Mais aussi :

- > De l'augmentation constante du niveau de complexité des projets auxquels sont confrontés les ingénieurs qui impose la définition précise et fiable de nombreux paramètres géotechniques de dimensionnement qui ne sont pas systématiquement issus directement des essais *in situ* ou en laboratoire, laissant une part très significative à l'expérience, parfois remplacé sans nuances par l'IA,
- > De la contraction des délais d'études qui réduisent le temps consacré à l'analyse et à la bonne appréciation des paramètres du sol.

Ainsi il est proposé la mise en place d'un groupe de travail spécifique approfondissant le thème « des paramètres du modèle de dimensionnement » qui développera son travail en lien avec la V2 des EC7 pour finalement proposer un guide sous l'égide du CFMS.

Le groupe de travail du CFMS n'aurait donc pas pour objectif de se substituer à la nouvelle génération des EC7, mais de la compléter pour faciliter son développement dans l'ingénierie française et améliorer son intégration dans la pratique quotidienne.

2 → Objectifs du Groupe de travail

Des échanges préliminaires entre des premiers membres contributeurs ont eu lieu au cours de l'été 2024 afin de préciser le périmètre et les objectifs de ce groupe de travail.

Sont exclus du périmètre du groupe de travail les sujets concernant :

- > Le programme détaillé des investigations géotechniques à réaliser par type d'ouvrage,
- > Les méthodes et procédures d'interprétation des essais in situ et en laboratoire,
- > Les éléments susceptibles de se superposer avec la révision des EC7.

Les échanges ont conduit à identifier les thématiques suivantes qui pourront être développées dans les recommandations. Bien entendu, elles évolueront au cours des travaux du groupe de travail :

- > Identifier les guides, les recommandations, les travaux historiques autour du modèle géotechnique de dimensionnement en lien avec l'EC7, la NF-P94-500 et les recommandations de l'AFTES,
- > Rappeler les problématiques rencontrées lors de l'établissement du modèle géotechnique de dimensionnement, en particulier dans les approches de type interaction sol-structure et modélisations géotechniques avancées, comportement dynamique, etc. : représentativité, validité spatiale, adaptation à la sensibilité et aux caractéristiques du projet, etc.,
- > Rappeler les enjeux de la bonne adaptation des paramètres géotechniques du modèle au problème géotechnique traité selon les ouvrages (fondation, soutènement, ouvrage en terre), et selon les conditions de chargement et d'exploitation attendues,
- > Identifier quels sont les éléments nécessaires, indispensables, recommandés à intégrer au modèle géotechnique de dimensionnement selon les caractéristiques et la sensibilité des projets :
 - o Description, classification et organisation des matériaux, unités homogènes,
 - o Paramètres physiques,
 - o Paramètres mécaniques statiques et dynamiques,
 - o Paramètres d'interaction sol-structure, non intrinsèques au sol (coefficients de réaction, frottement limite, etc.),
 - o Paramètres de calage d'évolution des modules selon les déformations,
 - o Paramètres hydrauliques,
 - o etc.
- > Proposer des recommandations pour l'obtention des paramètres géotechniques représentatifs à partir d'essais en nombre limité : tri des données, choix de données représentatives, analyse et interprétation des données, analyse statistique, cohérence des données entre elles, manque de données, etc.
- > Identifier quels essais in situ et en laboratoire envisager selon les caractéristiques et les sensibilités des projets,
- > Clarifier les rôles et l'utilisation des corrélations : les pratiques, les risques, les domaines d'application et de validité, les limites, etc.,
- > Evaluer l'évolution du modèle géotechnique de dimensionnement selon les phases des projets,
- > Etc.