



Point d'avancement GT Sols gonflants

2 octobre 2020

Hervé LE BISSONNAIS

GT Sols gonflants

AVANCEMENT – octobre 2020

« Recommandations sur la prise en compte du gonflement des terrains argileux dans le dimensionnement des ouvrages d'infrastructure »

- Historique :

Réflexion de la Commission Technique début 2016 : dans le cadre des études liées au projet du Grand Paris, mise en évidence de divergences d'interprétation parmi les maîtrises d'œuvre quant à la prise en compte des pressions de gonflement de certaines formations (Argile Plastique notamment) pour le dimensionnement des ouvrages en interface avec ces terrains.

GT Sols gonflants

AVANCEMENT – octobre 2020

- Qui est concerné :
 - Bureaux d'études géotechniques, maitres d'œuvre, maitres d'ouvrage, bureau d'études des sociétés de travaux spéciaux, entreprises générales, bureaux de contrôle...
 - 18 membres : 1 représentants de BE entreprises, 7 maitres d'œuvre, 1 maitre d'ouvrage, 1 BE sols, 2 bureaux de contrôle, 6 universitaires / organisme public : relativement bonne représentativité de la profession



GT Sols gonflants : les membres :

Membres	Société
Alexandre BEAUSSIER	Terrasol
Alain BERNARDET	Arcadis
Martin CAHN	Terrasol
Luis CARPINTEIRO	Ginger CEBTP
Olivier CUISINIER	ENSG, Université de Lorraine
Pierre DELAGE	ENPC Navier/Cermes
Nicolas DRONIUC	Socotec
Cécile GERARDIN	RATP
Gael GOURRIN	Socotec
Isabelle HALFON	Systra / BRGM
Hervé LE BISSONNAIS	Terrasol
Jean Pierre MAGNAN	Systra et Ifstar
Bruno MAZARE	Egis
Gregory MEYER	Systra
Philippe REIFFSTECK	Iffstar.
Jean Francois SERRATRICE	Cerema
Anh-Minh TANG	ENPC
Paul VIDIL	Soletanche-bachy



GT Sols gonflants

AVANCEMENT – octobre 2020

- A débuté en 2016 avec 23 réunions organisées depuis (1 réunion tous les 2 à 3 mois depuis le 25/03/2016, 8 réunions depuis la dernière AG de juin 2020, dont la moitié en visio), une douzaine de participants par réunion
- Depuis juin 2018 : réunions « plénières » regroupant les deux sous groupes initiaux :
 - ✓ groupe travaillant sur les aspects « définition du mécanisme et essais »,
 - ✓ groupe travaillant sur les aspects « dimensionnement des ouvrages »

GT Sols gonflants

AVANCEMENT – octobre 2020

- **Objectifs du GT** : Elaboration de recommandations pour le dimensionnement des ouvrages de génie civil en interaction avec des sols gonflants
- **Sommaire de la recommandation** :
 - Définition du problème, terrains concernés (qu'est ce qu'un terrain gonflant ?)
 - Caractérisation des propriétés des terrains gonflants
 - Cas des soutènement verticaux
 - Cas des radiers sur argiles gonflantes
 - Cas des travaux souterrains
 - Cas des fondations profondes

GT Sols gonflants

AVANCEMENT – octobre 2020

Pour chaque type d'ouvrages :

- REX, pathologies observées
- Les différentes méthodes de calcul pouvant être utilisées pour la prise en compte de l'effet d'un potentiel gonflement
- Dispositions constructives

Actuellement, une recommandation bien avancée, avec un texte de plus de 100 pages (V27)...

Objectif : finalisation de la recommandation pour fin 2020

Une année de travail 2019/2020 surtout consacrée au chapitre 3 « caractérisation » et au chapitre 5 concernant les radiers



GT Sols gonflants

Généralités / définition:

Le gonflement d'un sol argileux **saturé** dans son état naturel résulte de la diminution des contraintes en place après une excavation

On distingue :

- une partie instantanée (gonflement mécanique à court terme, sans apport d'eau), qualifié de détente,
- une partie différée, lié à l'arrivée d'eau attirée par la succion engendrée dans le sol par le gonflement des particules argileuses et un relâchement des contraintes. Il s'agit d'imbibition ou d'humidification. Parfois appelé gonflement hydrique.

Distinction pas toujours évidente lors d'un déchargement réel, les deux phénomènes étant étroitement liés.

Si le gonflement est restreint, des pressions se développent pour adapter les contraintes aux déformations.



GT Sols gonflants

Qu'est ce qu'une pression de gonflement ?

La notion de pression de gonflement regroupe dans l'usage plusieurs significations :

- **les pressions de gonflement issues des essais**, qui correspondent à la pression à appliquer pour maintenir une déformation nulle, le plus souvent à l'oedomètre. Ces pressions dépendent du chemin de contrainte subi par l'échantillon, et sont fonction de la **qualité du prélèvement effectué**, de la **conservation** de la carotte de sols, et aussi du type d'essai réalisé ;
- **les pressions qui sont appliquées in-situ sur un ouvrage**, résultant de l'interaction sol structure dans le cadre du dimensionnement de l'ouvrage = **pression de dimensionnement**.

GT Sols gonflants

Chapitre 3 de la recommandation : caractérisation des propriétés mécaniques des terrains gonflants

Structure du chapitre :

- démarche de mesure en regard des questions de déchargement des sols et des effets du remaniement
- historique et principe des essais de gonflement
- modalités de réalisation des essais, exemples et recommandations.

GT Sols gonflants

Chapitre 3 de la recommandation : caractérisation des propriétés mécaniques des terrains gonflants

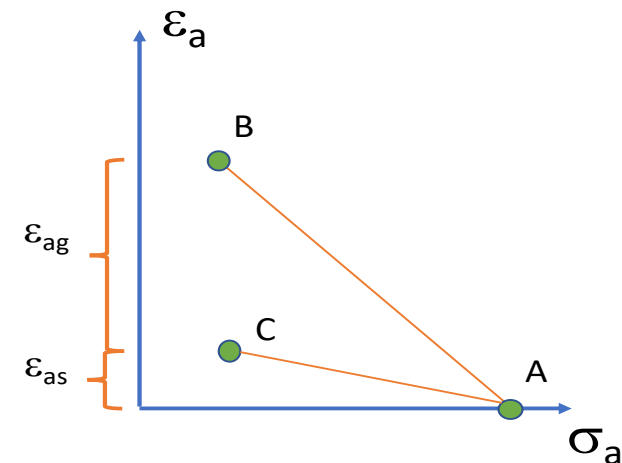
Représentation schématique du gonflement œdométrique :

Les déformations de gonflement œdométrique sous imbibition peuvent s'écrire sous la forme $\varepsilon_a = \varepsilon_{as} + \varepsilon_{ag}$

avec :

ε_{as} : déformation produite par le déchargement mécanique sans variation de teneur en eau (chemin AC)

ε_{ag} : déformation produite par le déchargement mécanique sous imbibition (chemin AB).



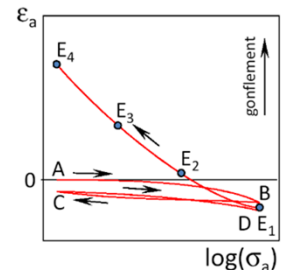
(a)

GT Sols gonflants

Chapitre 3 de la recommandation :

Caractérisation des propriétés mécaniques des terrains gonflants :

Pour chaque essai : un tableau récapitulatif décrivant le principe de l'essai

	Procédures d'essai	Description sommaire du principe d'essai
1	<p>Par paliers successifs</p> 	<p>1) Une éprouvette est découpée dans un échantillon,</p> <p>2) Un cycle de chargement-déchargement-rechargement est appliqué par paliers successifs dans l'état naturel du terrain jusqu'à une contrainte axiale σ_{aD} donnée (chemin A-B-C-D) ; les paliers sont définis en progression géométrique en relation avec les contraintes en place,</p> <p>3) L'éprouvette est mise en imbibition sous cette charge axiale (chemin D-E₁), pour un suivi du gonflement pendant ce premier palier sous imbibition,</p> <p>4) Le suivi continu pendant les paliers de déchargement suivants sous imbibition (chemin E₁-E₂-E₃-E₄).</p> <p>5) La pente de gonflement K_g^* se mesure par la différence des déformations entre les paliers de déchargement sous imbibition (chemin E₁-E₂-E₃-E₄) et les paliers de chargement ou de déchargement dans l'état naturel (chemin D-C).</p>

GT Sols gonflants

Chapitre 3 de la recommandation :

Caractérisation des propriétés mécaniques des terrains gonflants

Un tableau de synthèse résumant les avantages et inconvénients de chaque essai

	Procédure	Avantages et inconvénients
1	Par paliers successifs	Avantages : <ul style="list-style-type: none">- Fournit les indices C_s et C_g et une pression de gonflement,- Met en œuvre une éprouvette, ce qui est un avantage dans les terrains hétérogènes. Inconvénients : <ul style="list-style-type: none">- La durée des paliers est limitée,- Il y a interférence entre les paliers.
2	En parallèle	Avantages : <ul style="list-style-type: none">- Fournit les indices C_s et C_g (si un cycle de recompression préliminaire est prévu) et une pression de gonflement,- Les gonflements sont mesurés sous des charges indépendantes (pas d'interférence entre les paliers),- Une durée plus grande peut être consacrée aux paliers de gonflement. Inconvénients : <ul style="list-style-type: none">- Plusieurs éprouvettes,- Dispersion des gonflements dans les terrains hétérogènes.

GT Sols gonflants

Chapitre 5 concernant les radiers

- De gros enjeux sur les projets en cours
- Un impact du gonflement souvent surestimé (qualité et interprétation des essais, approche de calculs trop simplifiée)
- Des particularités du projet devant être bien identifiées dès le début des études (présence ou non de formation avec un véritable potentiel de gonflement, risque de venues d'eau en fonction du type de paroi , forme et dimensions des radiers, faisabilité du choix de conception)
- Mais un phénomène ne devant pas non plus être écarté trop arbitrairement (REX de pathologie, mesure de soulèvement)