

Journée Technique du CFMS du 11 OCTOBRE 2012

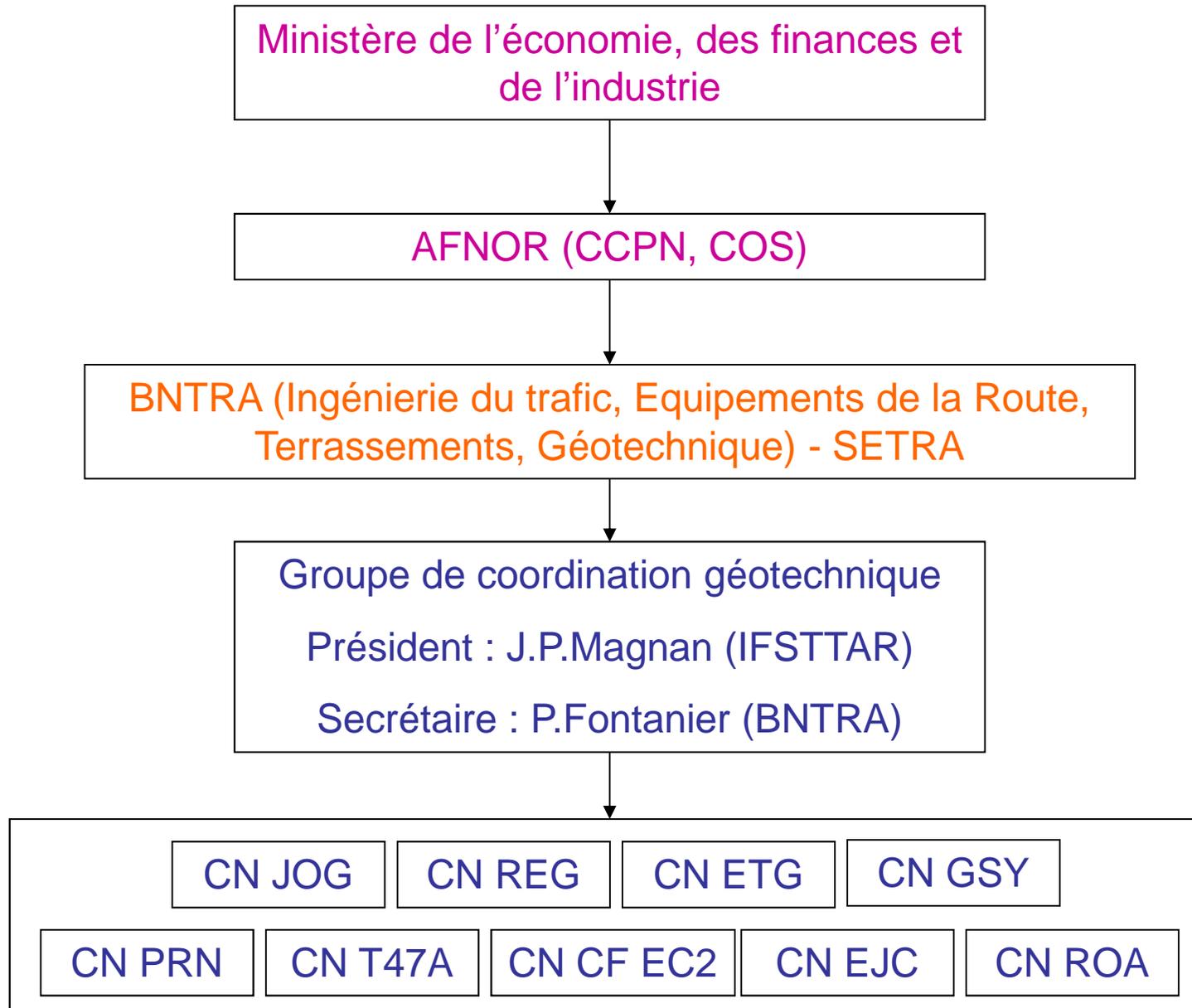
Justification des ouvrages  
géotechniques - Normes d'application  
nationale de l' Eurocode 7»

Sébastien Burlon  
IFSTTAR  
Le 10 octobre 2012



IFSTTAR

# Organisation de la normalisation dans le domaine géotechnique



# Organisation de la normalisation dans le domaine géotechnique

CN		ISO	CEN	Président	Secrétaire
JOG	Justification des Ouvrages Géotechniques	TC182 SC3 WG 1 à 3	TC250 / SC7	J.P.Volcke (Fayat / SOFFONS)  (J.P.Magnan R.Frank)	S.Burlon (IFSTTAR) J.Habert et S.Legrand (CETE Nord-Picardie)
REG	Reconnaisances et Essais Géotechniques	TC182 SC 1 et 3	TC341 WG 1 à 6	F.Durand (Vinci)	B.Nagel (CETE de Lyon) J.Habert, P.Fontanier, S.Burlon
ETG	Exécution des Travaux Géotechniques		TC288	Y.Legendre (Solétanche- Bachy)	A.Joseph (CETE de Lyon)
GSY	Géotextiles et Géomembranes	TC221 WG2 à 5	TC189 WG 1 à 6	P.Delmas (CNAM)	F.Caquel (CFG)

# Organisation de la normalisation dans le domaine géotechnique

CN		ISO	CEN	Président	Secrétaire
ROA	Réparation des Ouvrages d'Art			C.Tourneur (Freyssinet)	D.Cochet (CETE du Sud-Ouest)
T47A	Appareils d'Appuis Structuraux		TC167 WG 1 à 5 TC340 WG 1 à 4	F.Rizard (SETRA)	P.Fontanier
CF/EC2	Calcul des structures en béton		TC250 SC2	J.Cortade	G.Généreux (SETRA)
EJC	Essais Joints de Chaussée	TC45 SC4/WG 7		J.Seantier (Freyssinet)	P.Fontanier

# Architecture du système normatif

Niveau	Dimensionnement TC250/SC7	Essais TC341	Exécution TC288	Organis.	Admi- nistr.	
<b>1</b>	<u>NF EN 1997-1 (Eurocode 7) + Annexe nationale + NF EN 1997-2</u>		Normes	Normes	NF P 94-500	Textes officiels
Normes d'application nationale de la norme NF EN 1997-1						
<b>2</b>	P94-261 Fondations Superfic. (publiée en 2013)	P94-262 Fondations Profondes (publiée en 2012)	P94-270 Ouvrages en sols renforcés (publiée en 2009)	P94-281 Murs de soutènement (publiée en 2013)	P94-282 Écrans de soutènement (publiée en 2009)	P94-290 Ouvrages en terre (publiée en 2015)
<b>DTU/CCTG</b>	Documents traitant des divers aspects des projets et de l'exécution des ouvrages, y compris les relations contractuelles (exemples : ouvrages simples, fondation de bâtiment, etc..)					

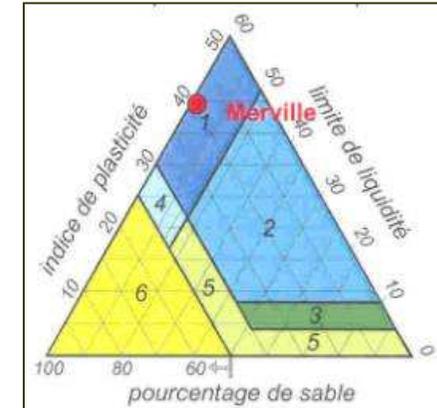
## Normes du TC 341

- 14688-xx : l'identification des sols
- 14689-xx : l'identification des roches
- 22475-xx : le prélèvement des sols et la qualification des entreprises de sondages
- 22476-xx : les normes d'essais in-situ
- 22282-xx : les essais d'eau
- 22477-xx : les essais sur structures (essais de pieux, de clous, de tirants, ...etc)

# Normes du TC341 - Essais de laboratoire

## *Normes publiées*

- NF EN ISO 14688-1 : Dénomination, Description des sols
- NF EN ISO 14688-2 : Principe de classification des sols
- NF EN ISO 14688-3 : Échanges électroniques
- NF EN ISO 14689-1 : Dénomination, Classification des roches
- NF EN ISO 14689-2 : Échanges électroniques
- NF EN ISO 22475-1 : Principes de prélèvement



## *Spécifications techniques ratifiées*

- FD CEN/ISO/TS 17892-1 à 12 :
- Teneur en eau, Masse volumique,
- Masse volumique des grains, Analyse granulométrique,
- Essai oedométrique, Essai au cône,
- Essai de compression uniaxiale,
- Essais au triaxial UU, Essai au triaxial CU, CD
- Essai à la boîte de cisaillement,
- Essais de perméabilité,
- Limites d'Atterberg



# Normes du TC341 - Essais en place

## *Normes publiées*

NF EN 22476-2 :  
Essai de pénétration dynamique (PD)

NF EN 22476-3 :  
Essai au carottier de pénétration  
(SPT)

## *Spécifications techniques ratifiées*

FD CEN/ISO/TS 22476-10 :  
Essai de sondage par poids (WST)

FD CEN/ISO/TS 22476-11 :  
Essai au dilatomètre plat (MDT)

## *Normes en cours d'enquête*

22476-1 : Pénétrromètre statique pointe électrique (CPT, CPTU)

22476-4 : Pressiomètre Ménard (PMT)

22476-5 : Dilatomètre flexible (FDT)

22476-7 : Dilatomètre rigide diamétral

22476-12 : Pénétrromètre statique pointe mécanique (CPTM)

## *Normes non abouties*

22476-6 : Pressiomètre autoforeur

22476-8 : Pressiomètre refoulant

22476-9 : Scissomètre (FVT)

22476-X : Phicomètre

# Normes du TC341 - Essais d'eau

## *Normes en cours d'enquête*

NF EN ISO 22282-1 : Généralités sur les essais d'eau

NF EN ISO 22282-2 : Essais de perméabilité avec des systèmes ouverts

NF EN ISO 22282-3 : Essais d'eau en pression

NF EN ISO 22282-4 : Essais de pompage

NF EN ISO 22282-5 : Tests d'infiltration

NF EN ISO 22282-6 : Essais de perméabilité avec des systèmes fermés

# Normes du TC341 - Essais d'ouvrages géotechniques

## *Normes non abouties :*

22477-1 : essai de chargement statique sur pieu en compression

22477-2 : essai de chargement statique sur pieu en traction

22477-3 : essai de chargement statique latéral sur pieu

22477-4 : essai de chargement dynamique sur pieu en compression

22477-5 : essai de tirants

22477-6 : essai de clous

22477-7 : essai sur sols améliorés



# Normes du TC341 – Reconnaissances des sol

## *Qualification des entreprises de sondages et du personnel*

- TS 22475-2 : Reconnaissance et essais géotechniques – Méthodes de prélèvement par forage ou excavation et mesurages piézométriques – Critères de qualification des entreprises et du personnel
- TS 22475-3 : Méthodes de prélèvement par forage ou excavation et mesurages piézométriques – Évaluation de la conformité des entreprises et du personnel

# Normes du TC288 - L'exécution des travaux

## 13 normes publiées (date de publication)

NF EN 1536 : Pieux forés (2010) - 79 p

NF EN 1537 : Tirants d'ancrage (2000) - 56 p (en cours de révision)

NF EN 1538 : Parois moulées (2000) - 46 p

NF EN 12063 : Rideaux de palplanches (1999) - 76 p

NF EN 12699 : Pieux avec refoulement du sol (2001) - 45 p (en cours de révision)

NF EN 12715 : Injection (2000) - 49 p

NF EN 12716 : Colonnes, ... réalisés par jet (2001) - 36 p

NF EN 14199 : Micropieux (2005) - 45 p (en cours de révision)

NF EN 14475 : Remblais renforcés (2007) - 49 p

NF EN 14679 : Colonnes de sol traité (2005) - 49 p

NF EN 14731 : Amélioration par vibration (2006) - 22 p

NF EN 15237 : Drainage vertical (2007) - 52 p (en cours de révision)

NF EN 14490 : Clouage (2010)



# L'Annexe Nationale Française à l'EC7 - Les approches de calcul (uniquement à l'ELU pour les sit. dur. et trans.)

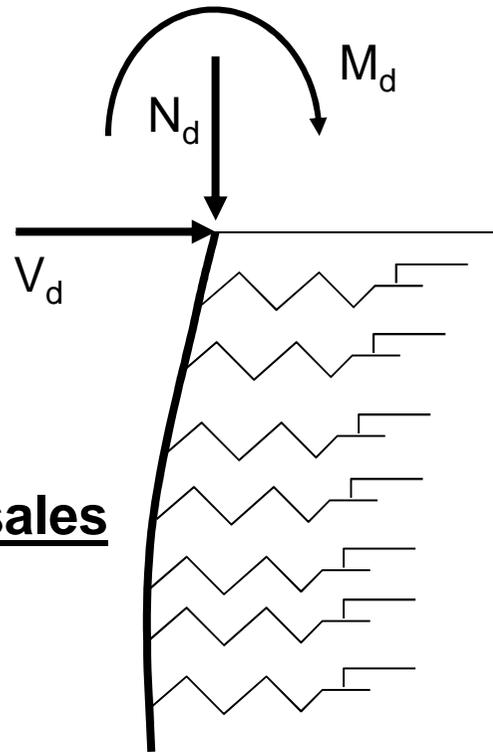
Approches	Combinaisons	Action ( $\gamma_F$ )	Symbole	Jeu A1	Jeu A2
1	<del>A1 "+" M1 "+" R1</del> <del>A2 "+" M2 "+" R1</del>	Permanente			
		Défavorable	$\gamma_G$	1.35	1.00
2	A1 "+" M1 "+" R2	Favorable	$\gamma_G$	1.00	1.00
		Variable			
3	"A1 ou A2 "+" M2 "+" R3	Défavorable	$\gamma_Q$	1.50	1.30
		Favorable	$\gamma_Q$	0	0

Paramètre de sol ( $\gamma_M$ )	Symbole	Jeu M1	Jeu M2
Résist. au cisaillement	$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Cohésion drainée	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Cohésion non drainée	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Résist. non confinée	$\gamma_{qu}$	1.00	1.40
Masse volumique	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Résistance ( $\gamma_R$ )	Symbole	Jeu R1	Jeu R2	Jeu R3
Portance	$\gamma_{Rv}$	1.00	1.4	1.00
Glissement	$\gamma_{Rh}$	1.00	1.1	1.00
Butée des terres	$\gamma_{Re}$	1.00	1.4	1.00

**En France, seules les approches de calcul 2 et 3 sont autorisés.**

# Influence du choix des approches de calcul



Pieux sous charges transversales

Approche de calcul 2

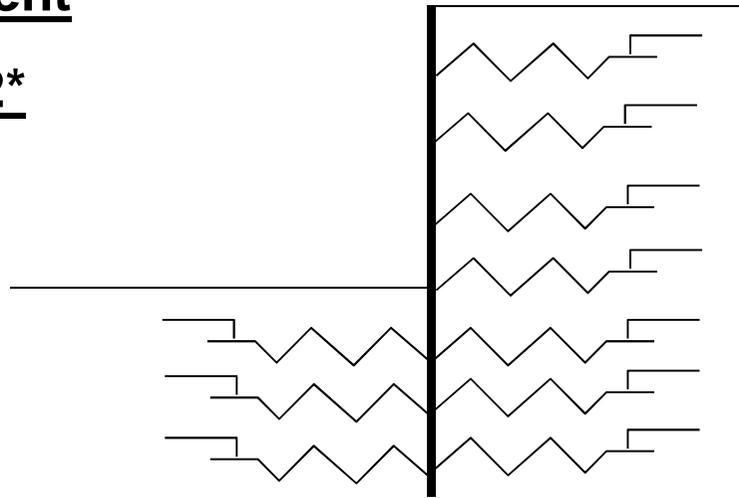
Efforts appliqués en tête de pieu :  $N_d$ ,  $V_d$ ,  $M_d$

- La résistance du terrain est réduite en ajustant les lois d'interaction locale
- Les valeurs calculées des efforts dans le pieu sont des valeurs de calculs

# Influence du choix des approches de calcul

## Écrans de soutènement

### Approche de calcul 2\*



Pour un écran de soutènement calculé avec une méthode utilisant les coefficients de réaction, il n'est pas possible, **a priori**, d'identifier si le terrain intervient comme une action ou comme une résistance.

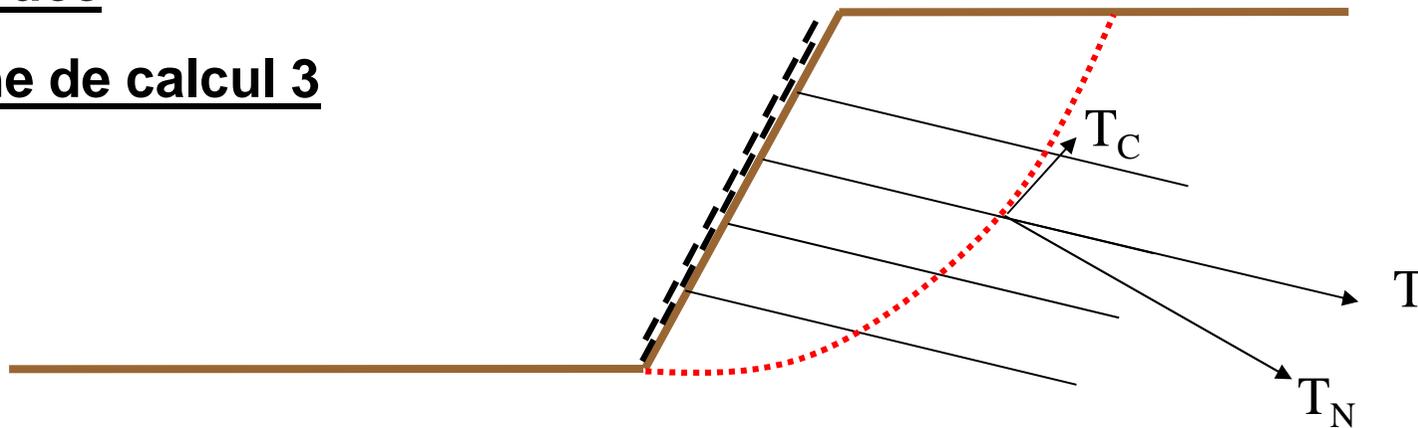
Le calcul est réalisé sans facteur partiel hormis sur les charges variables  
(1,1≈1,5/1,35)

→ Les valeurs obtenues des efforts dans l'écran sont multipliées par 1,35 pour obtenir les valeurs de calcul et la résistance mobilisée est contrôlée

# Influence du choix des approches de calcul

## Paroi clouée

### Approche de calcul 3



→ La résistance du terrain est limitée en des coefficient partiels sur les paramètres de résistance du sol  $c$  et  $\varphi$ .

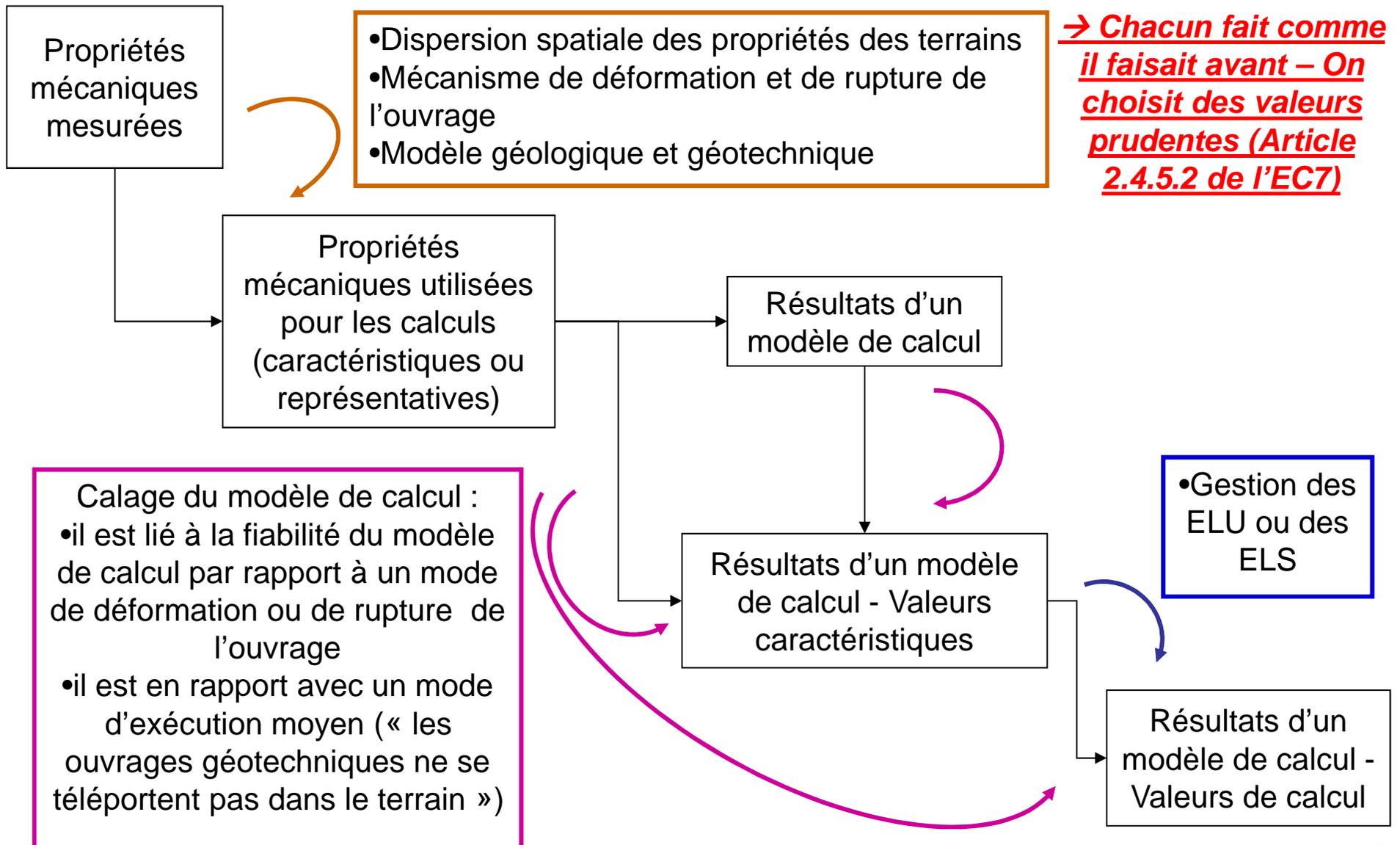
→ L'effort  $T$  calculé sur la surface de rupture et agissant sur le clou n'est donc pas à pondérée par 1,35.

## L'Annexe Nationale Française à l'EC7 - Les approches de calcul (uniquement à l'ELU pour les sit. dur. et trans.)

- Seules les approches de calcul 2 (ou 2\*, notamment pour les écrans) et 3 sont utilisables en France.
- L'approche de calcul 2 est privilégiée mais nécessite que la méthode de calcul permette de distinguer clairement les actions et les résistances (ce n'est pas toujours facilement possible pour les calculs avec des coefficients de réaction, pour les calculs par la méthode des éléments finis, pour les calculs de stabilité des pentes avec la méthode de Bishop modifiée, etc.).
- L'approche 2\* est donc appliquée pour le calcul des écrans et de manière plus générale pour les calculs d'interaction sol-structure. L'approche 3 est privilégiée pour les problèmes de stabilité des ouvrages en terre.
- L'approche 2, 2\* ou 3 peut être utilisée pour les calculs numériques (attention, le modèle de calcul numérique doit être validé ou calibré par rapport aux méthodes historiques conventionnels qui ont permis le calage des facteurs globaux de sécurité puis des facteurs partiels).

# Conservation des niveaux globaux de sécurité – Calage des modèles de calcul

•Les.



# Vers une nouvelle version des Eurocodes en 2020

Pour l'Eurocode 7, 15 groupes de travail existent et fonctionnent essentiellement par réunions téléphoniques. Une première réunion aura lieu les 15 et 16 octobre à Bruxelles

## Liste des 15 groupes

- 0 - Coordination : R.Frank
- 1 - Ancrages : Y.Legendre et P.Schmitt
- 2 - Maintenance et simplification : ---
- 3 - Solutions modèles : ---
- 4 - Méthodes numériques : B.Simon et P.Mestat
- 5 - Sols renforcés : N.Freitag
- 6 - Calcul Sismique : A.Pecker (EC8)
- 7 - Fondations Profondes : S.Burlon et R.Frank
- 8 - Harmonisation : S.Burlon (J.P.Magnan)
- 9 - Pressions d'eau : J.Habert
- 10 - Modèles de calcul : J.P.Volcke
- 11 - Valeurs caractéristiques : F.Baguelin
- 12 - Tunnels : en cours de création
- 13 – Mécanique des roches : D.Virely
- 14 – Amélioration des sols (en cours de montage) : P.Liausou et S.Lambert

## Site à consulter :

<http://www.eurocode7.com/>

# Merci pour votre attention

**IFSTTAR**

Cité Descartes

Boulevard Newton

77420 Champs-sur-Marne

Tél. +33 (0)1 40 43 50 00

Fax. +33 (0)1 40 43 54 98

[www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)

[communication@ifsttar.fr](mailto:communication@ifsttar.fr)



**IFSTTAR**

# ELU STR-GEO : illustrations

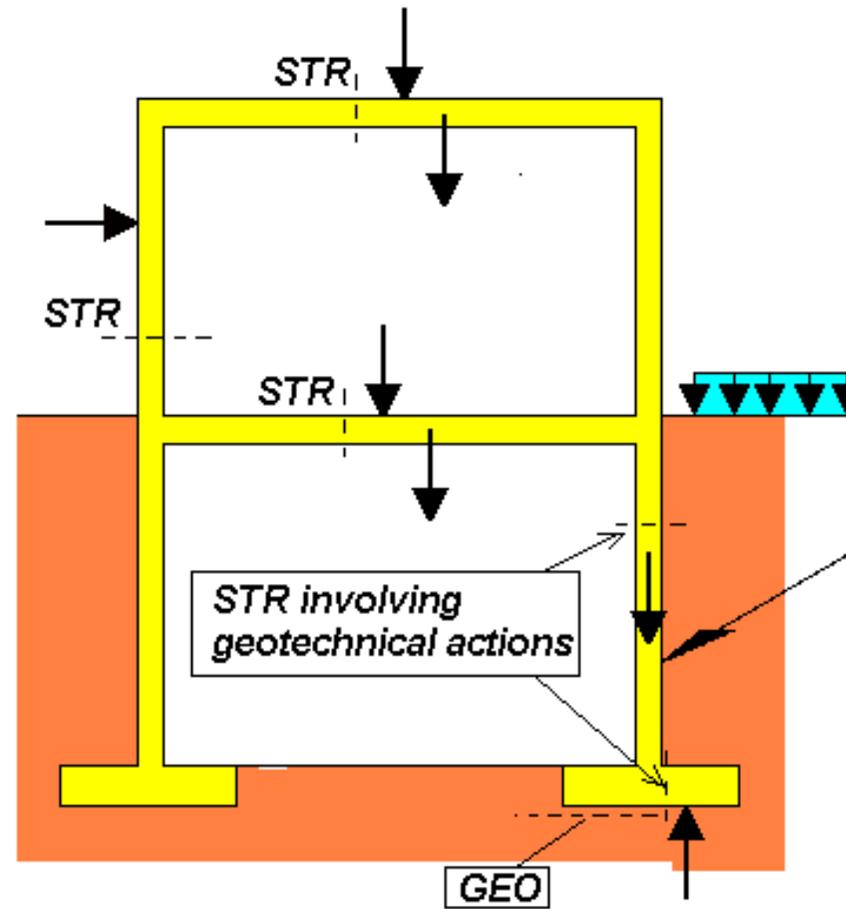
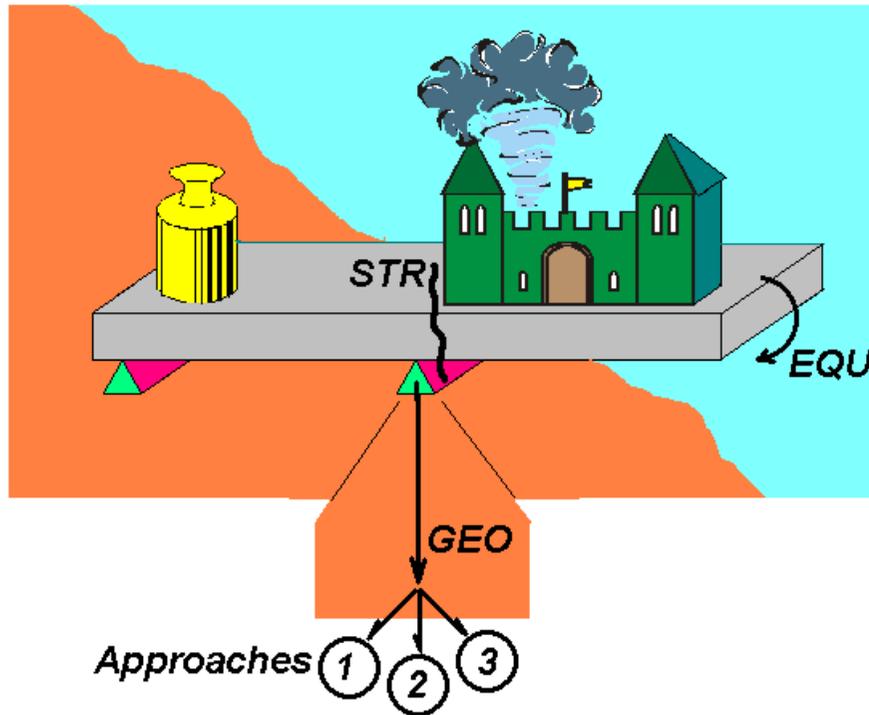
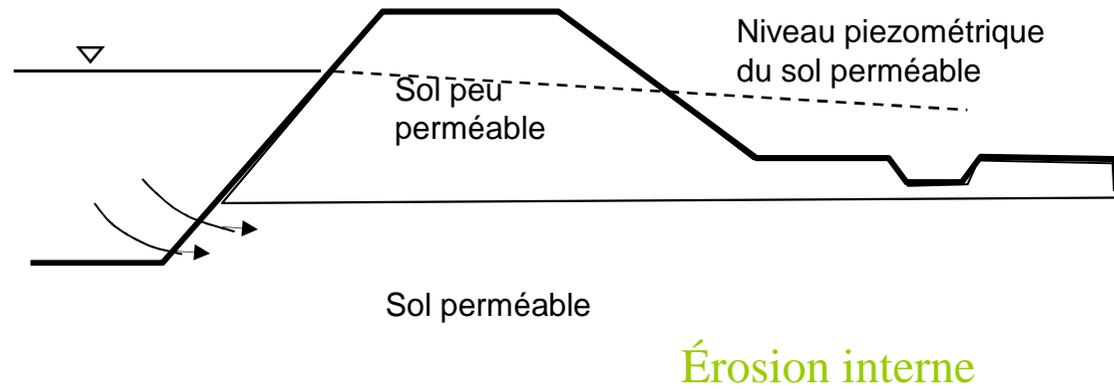
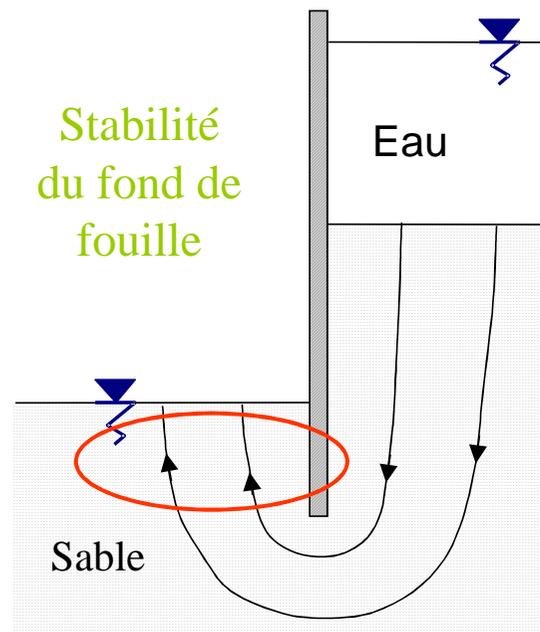
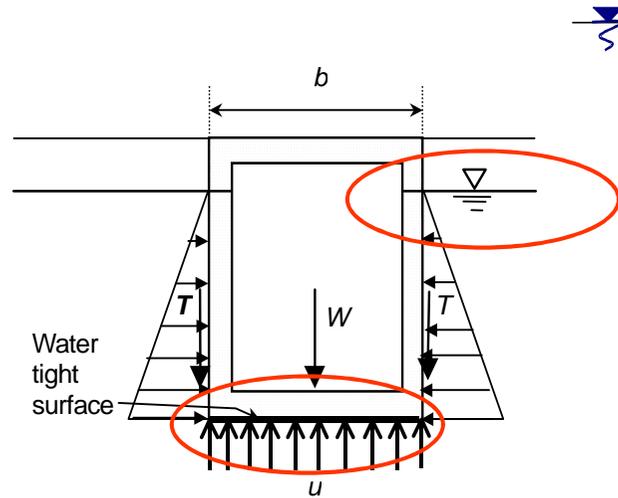


Illustration des états limites STR, EQU & GEO - J.A. Calgaro

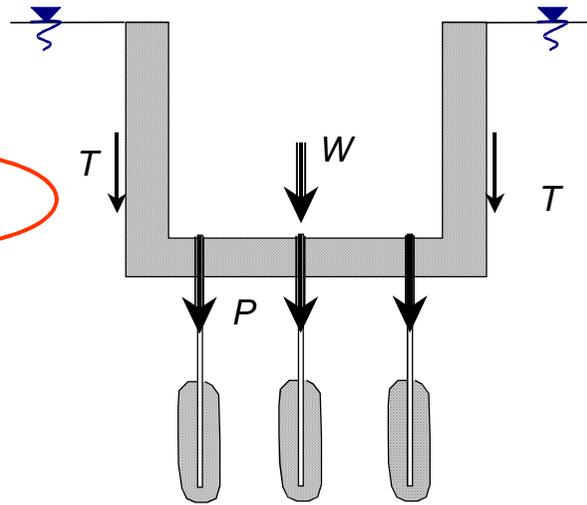
# ELU HYD : illustrations



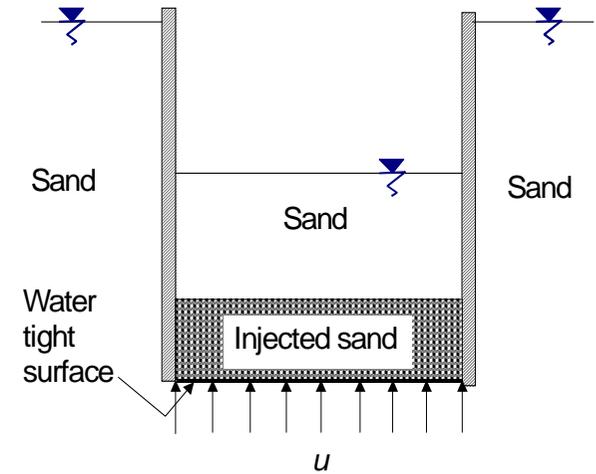
# ELU UPL : illustrations



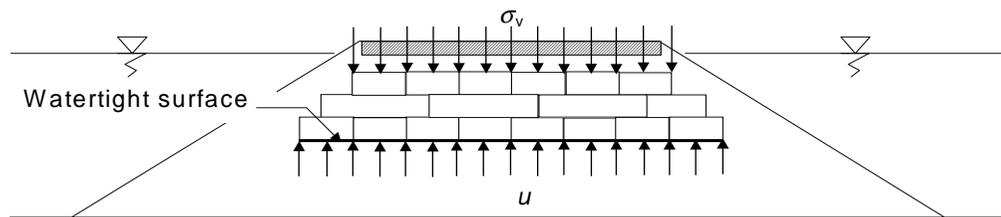
*Structure creusée enterrée*



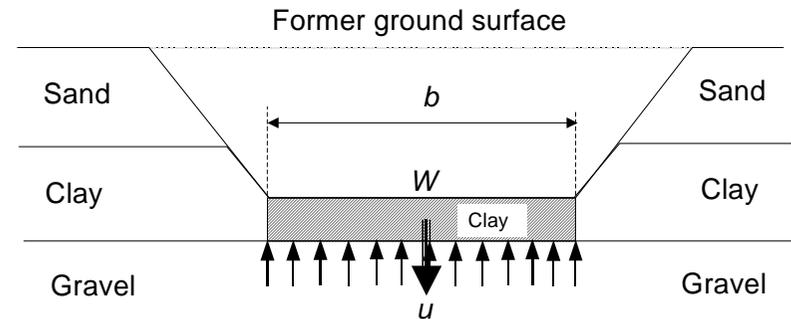
*Structure ancrée*



*Radier sous nappe*



*Remblai léger inondé*



*Base d'une excavation*