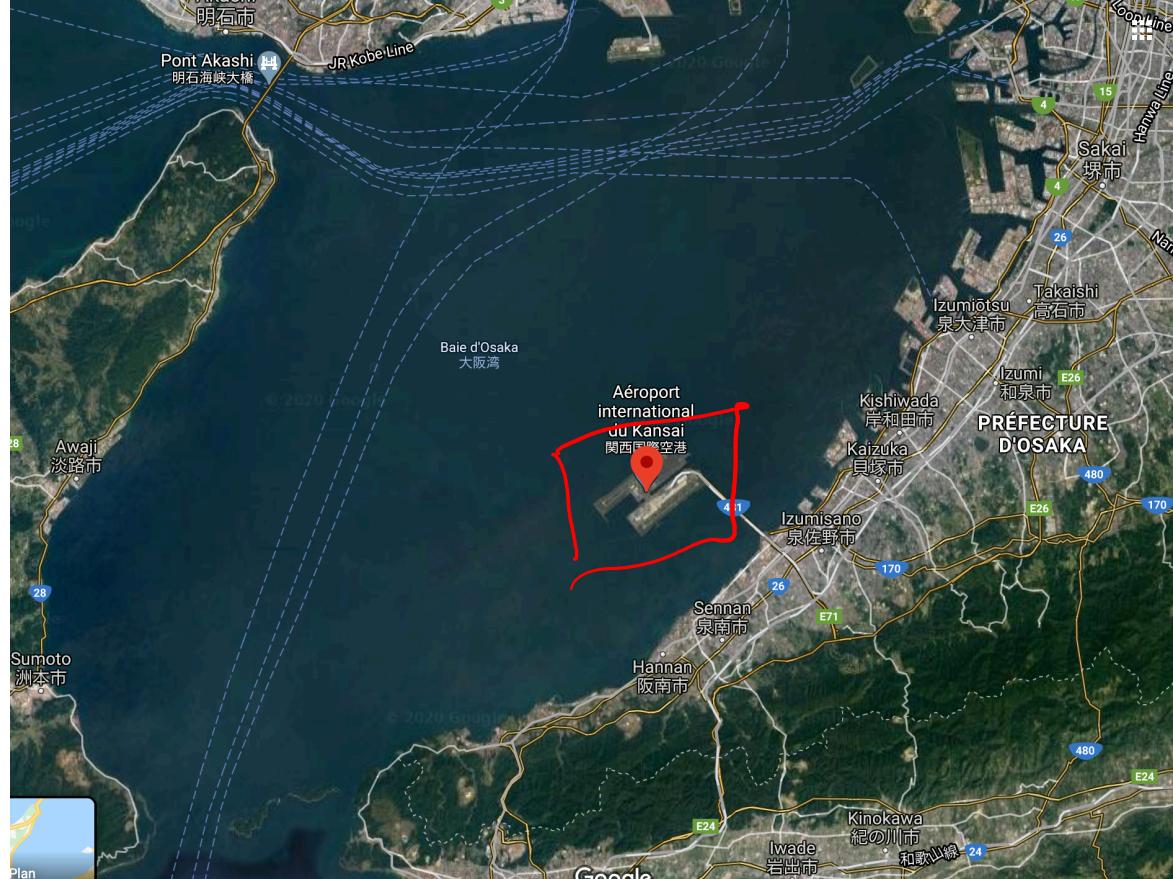


Tassement étude de cas Kansai International airport Japan

Brice Lecampion

(adapté de *Geomechanics of Failure*
Puzrin *et al*)

EPFL



GeoEnergyLab

Kansai international airport (KIA) – Osaka bay

- “Monuments of the Millennium” (ASCE – 10s engng project)
 - Ile artificielle: 1.25km * 4 km ! Au large ~5km dans la baie d’Osaka, profondeur de 18m
 - 14 Milliards USD



- Phase I (Jan 1987 – Feb 1991) – 180 Million m³ de sol granulaire (hauteur 33m)

Géologie

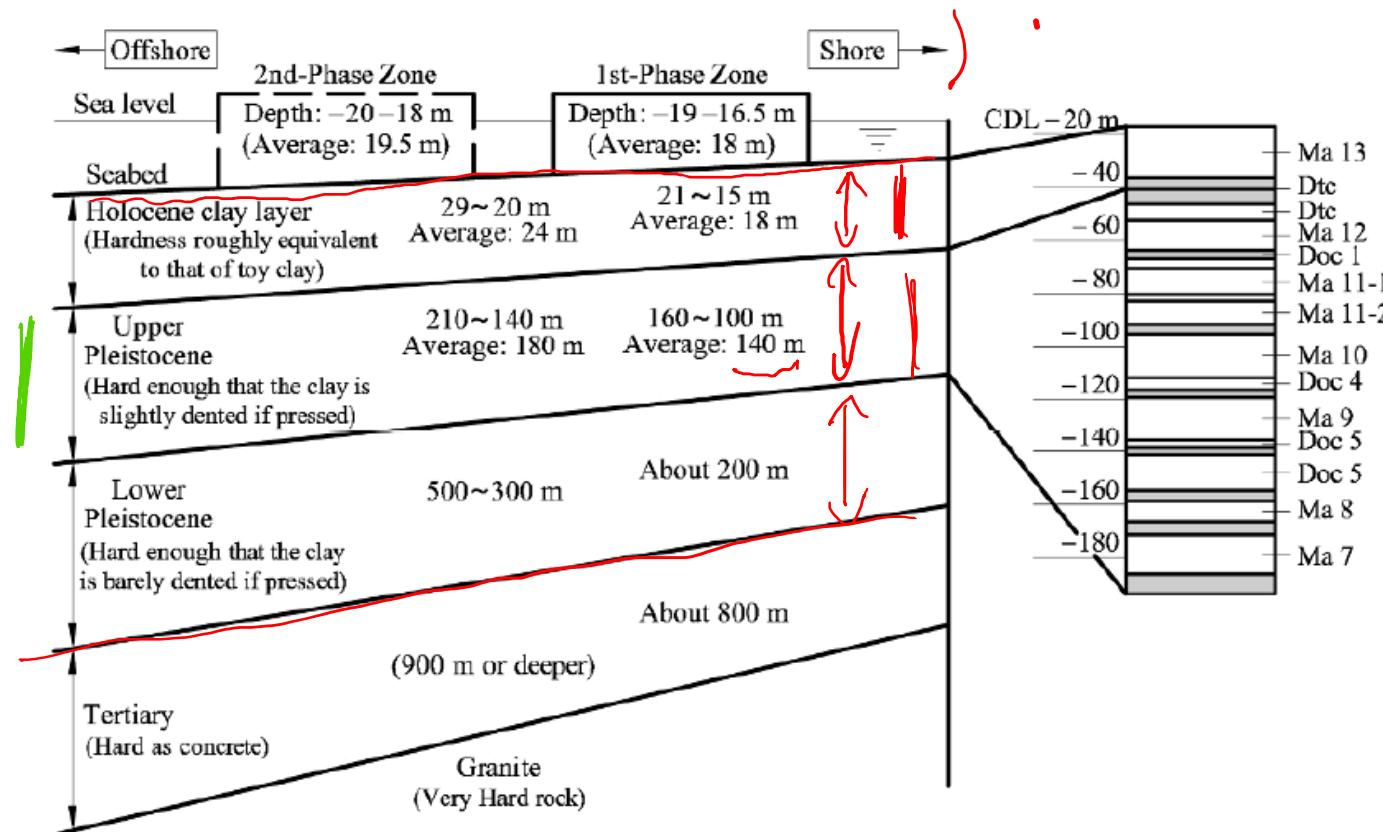
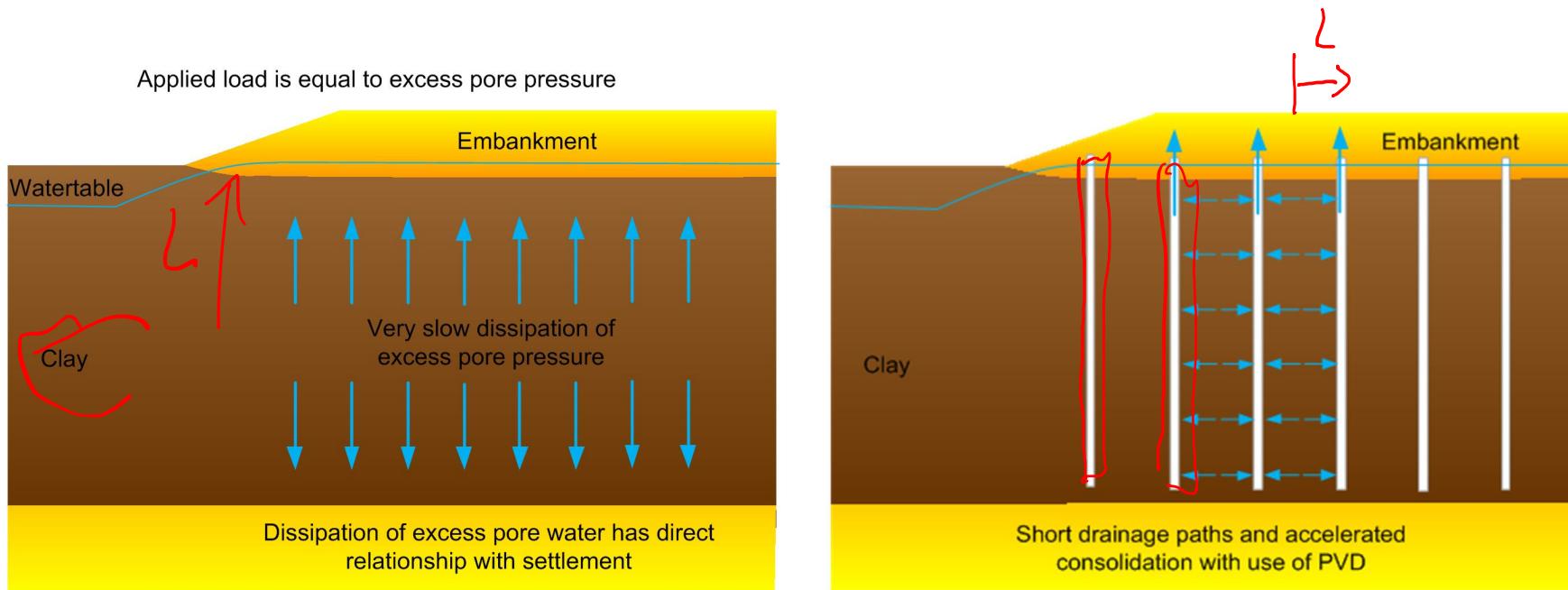


Figure 2.2 The soil profile of the seabed (after Akai *et al.*, 1995; Akai and Tanaka, 1999; © 1999 Taylor and Francis Group. Used with permission; KALD, 2009): dark layers-sand, white-marine clays Ma7 – Ma13.

Drainage par drains verticaux



- On accélère ainsi la consolidation primaire (en réduisant la longueur de drainage)

$$t_b = \frac{L^2}{c_v}$$

Construction

1. construction des 'sea-wall'

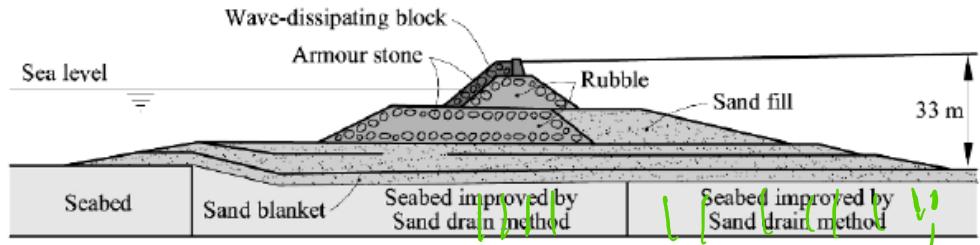


Figure 2.3 The cross-section of a seawall (after KALD, 2009).



2. 4 grosses barge à l'intérieur du sea-wall petites barge amenant le 'fill'

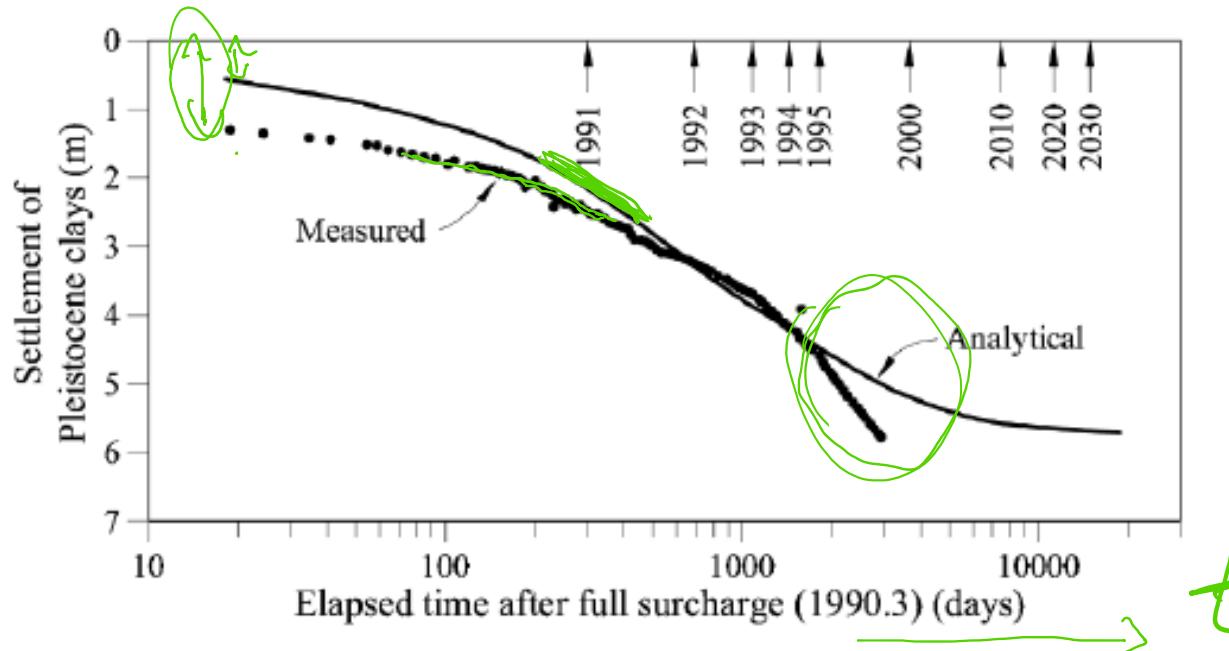
Note : impossible de ramener plus de 'fill' une fois terminé
impossible d'utiliser des drains dans les couches profondes

Tassements

- ✓ Holocène clays :

90% des tassements pendant la construction (drains verticaux) - In design

- Pleistocene clays: Tassements clairement sous-évalués



- Tassements instantanés importants (compensé par l'apport additionnel de 'fill' pendant la construction).
- Consolidation primaire plus lente que prévue ... ne ralentissant pas (compression secondaire)

Méthode observationnelle (Observations method)

- Dans des tels projets, il est quasi-impossible de prédire les tassements exactement (même avec de nombreux échantillonages et tests de labo)
 - Grande hétérogénéité spatiale
 - des propriétés des sols (Cc, etc.) 
 - de la géométrie du drainage
 - Les essais de labo sous-estiment **toujours** les coefficients de consolidation
 - C_v & C_α
- Le design est tjs adapté au fur et à mesure de la construction sur la base de mesures in-situ (tassements, mesures de pression de pore en profondeur etc.)

Tassements instantannés

- Alternance de sables / argiles
- Estimation 1D

$$\varepsilon_{zz} = m_v (\sigma_{zz} - u)$$

$\varepsilon_{zz} \approx 0$ dans les argiles
(en 1D)

ε_{zz} dans les sables

- w_l faible / nulle dans les argiles

- Notes:
 - Effets 3D
 - Ils peuvent être pris en compte pendant la construction

Analyse initiale Pleistocène (design)

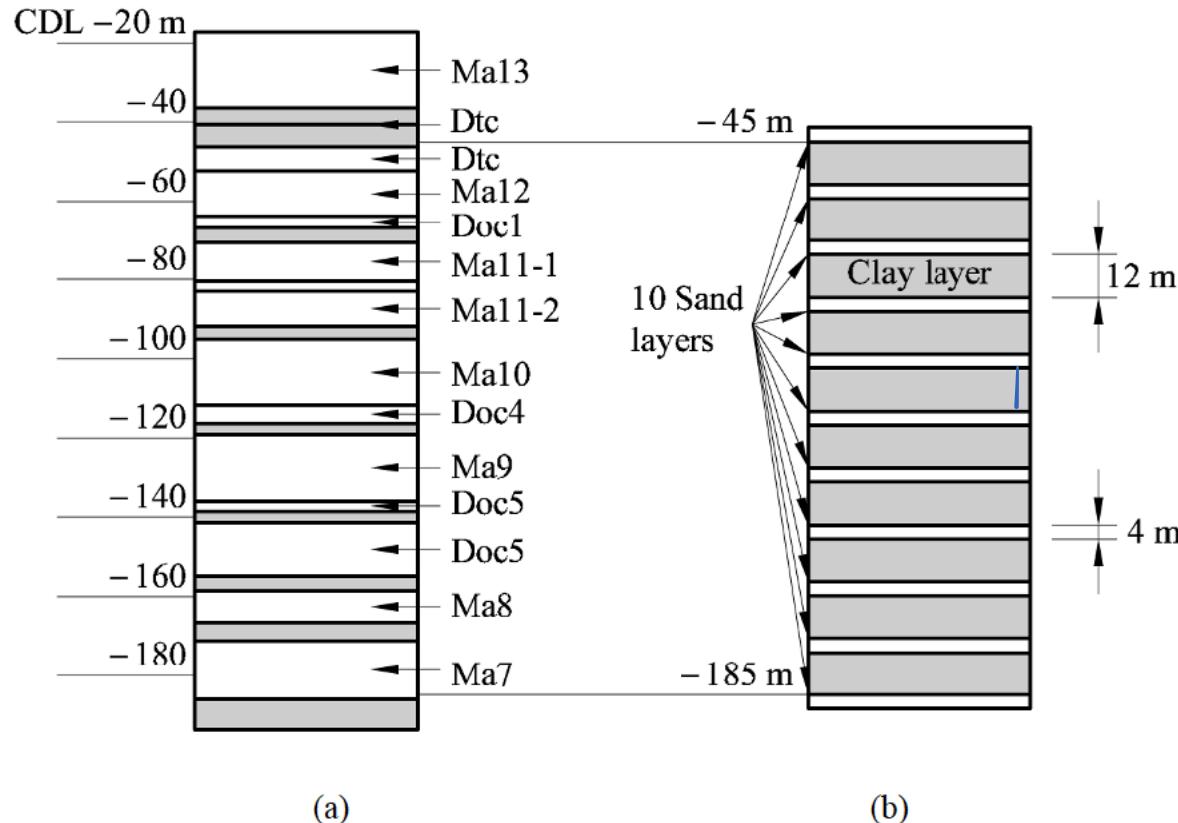


Figure 2.8 Upper Pleistocene soil profile: (a) real (after Akai and Tanaka, 1999: © 1999 Taylor and Francis Group. Used with permission); (b) simplified.

- Hauteur de l'île 33m (29m sous le niveau de la mer)
- $\gamma_{island} = 21 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{seabed} = 18 \text{ kN/m}^3$
- OCR croit avec la profondeur Pleistocène inférieur pris comme incompressible
- Pleistocène supérieur normalement consolidé
 $e_o = 1.5$ $C_c = 0.6$ $c_v = 1.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
- $H=108\text{m}$ avec 9 couches d'argiles de 12m avec 4m de sables en intercalé (+ sables en haut et bas)
- Pas de tassement instantanés
- Pas de compression secondaire

$$\textcircled{X} \quad t_s = \frac{c_v^2}{c_v} = \frac{6^2}{1.6 \cdot 10^{-7}} \quad \text{Tassement instantané}$$

$$\sum \frac{c_c}{1+e_o} \left(\gamma \frac{G_o + \Delta G}{G_o} \right) + \gamma_{seabed} h_s$$

Prédictions initiales

90% des Tessants après 490 Jours

Tessant max (bride) 5.6 m

En réalité en 1999 (après 2120 Jours)

Tessant 11.6 m 

Prise en compte du tassement instantané

4
12
12
→ Tassement instantané des Sables

argiles
sables

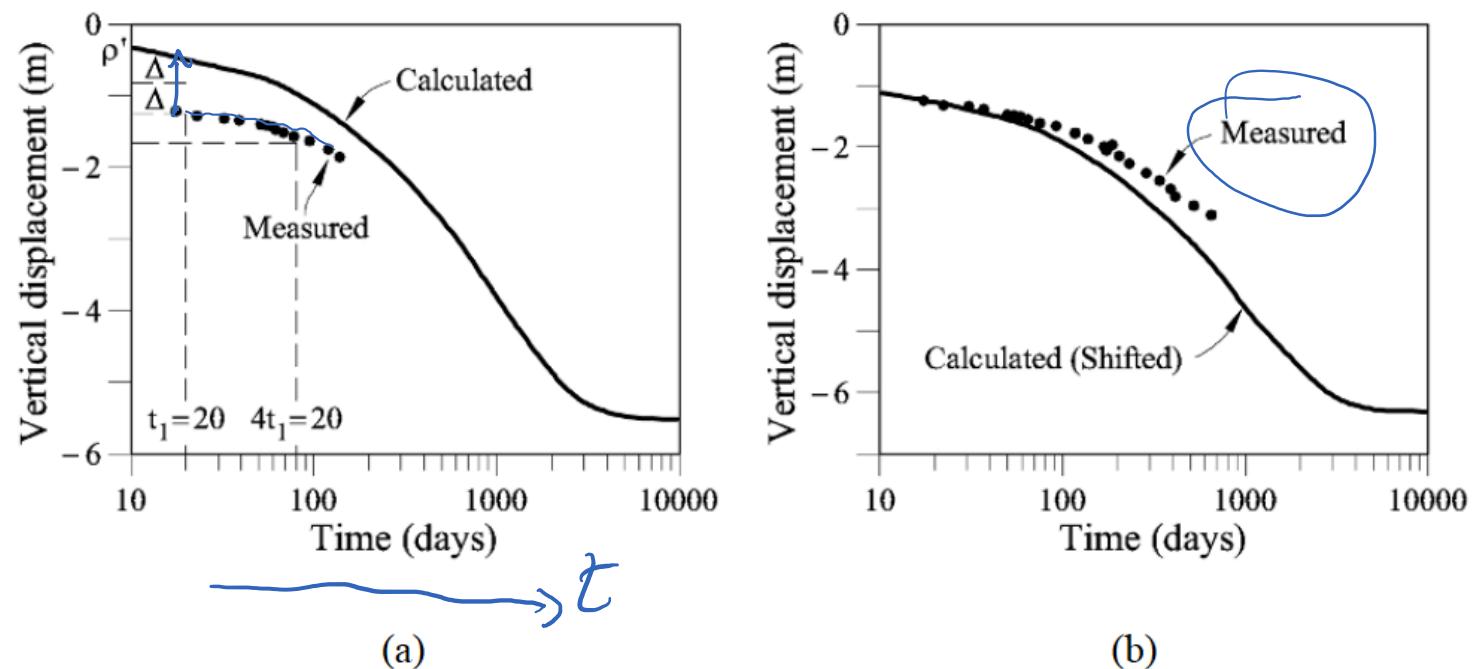
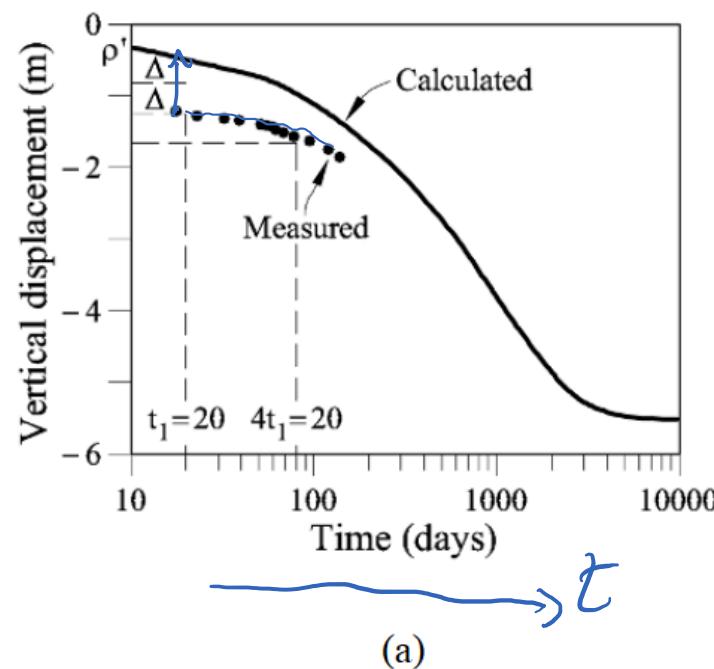


Figure 2.10 Correction for the initial settlement: (a) derivation of parameters; (b) corrected prediction.

Correction de la longueur de drainage

- La longueur de drainage entre au carré dans le temps de drainage
 - Effet plus important que la valeur de c_v $\frac{c_u}{c_v}$
- Existence de lentilles de sables de hauteur diverses....
- A partir des mesures, on peut ajuster la longueur de drainage
 - On trouve $L=8.57\text{m}$ au lieu de $12/2=6\text{m}$ (avant correction)

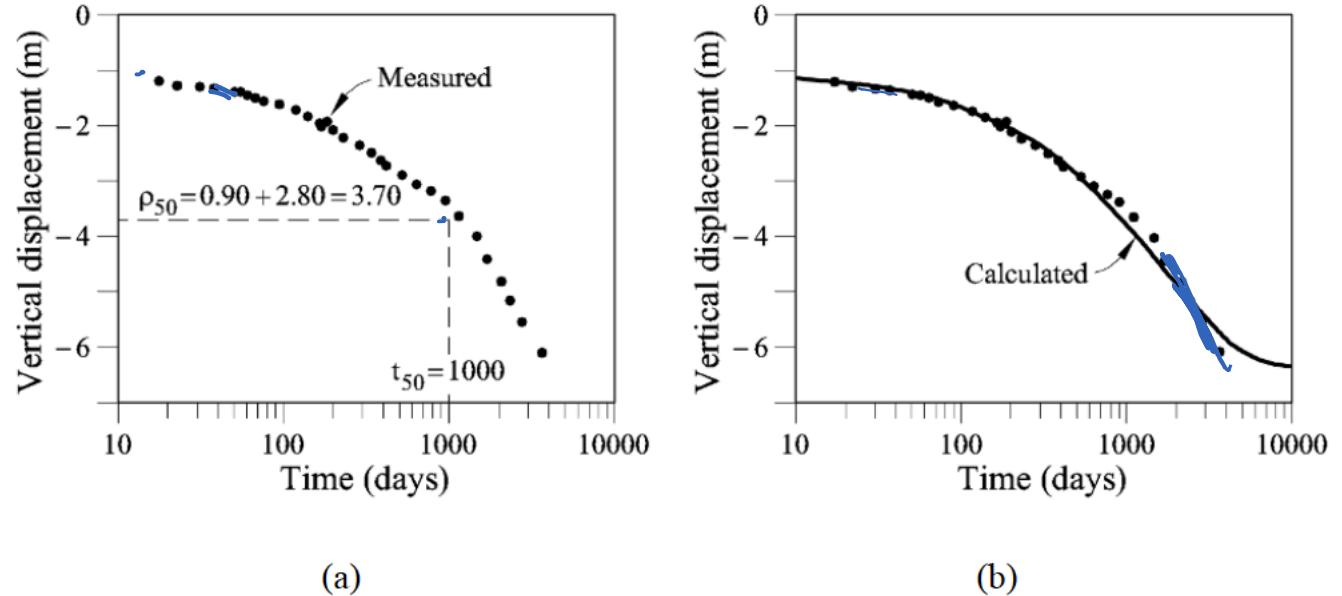
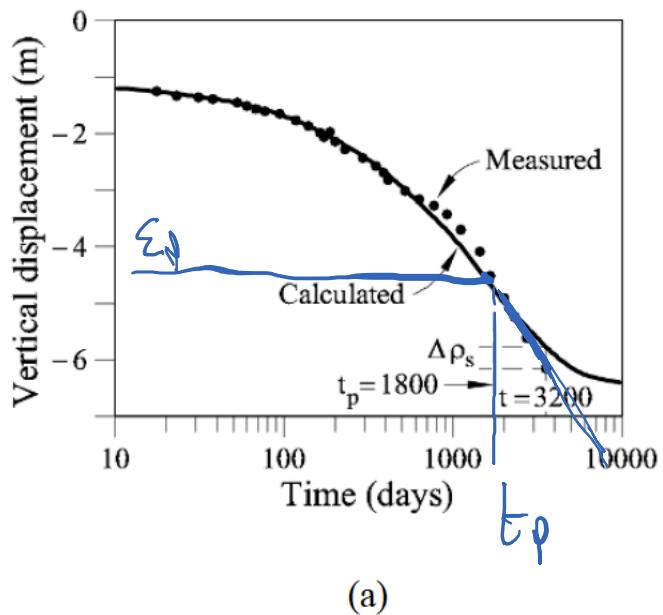


Figure 2.11 Correction for the length of the drainage path: (a) derivation of parameters; (b) corrected prediction.

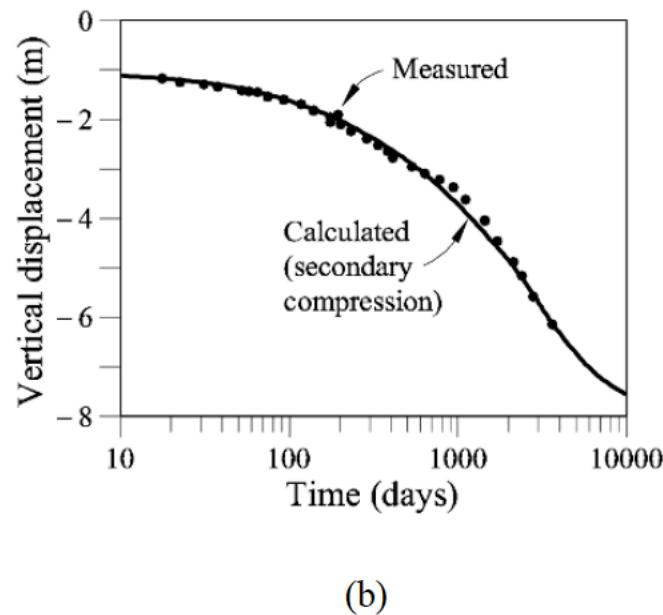
On observe que les tassements de la consolidation primaire ne se stabilisent pas vraiment....
Compression secondaire.

Prise en compte de la consolidation secondaire

- On calcule C_α à partir des mesures... en prenant t_p le temps à partir duquel les predictions devient des mesures



(a)

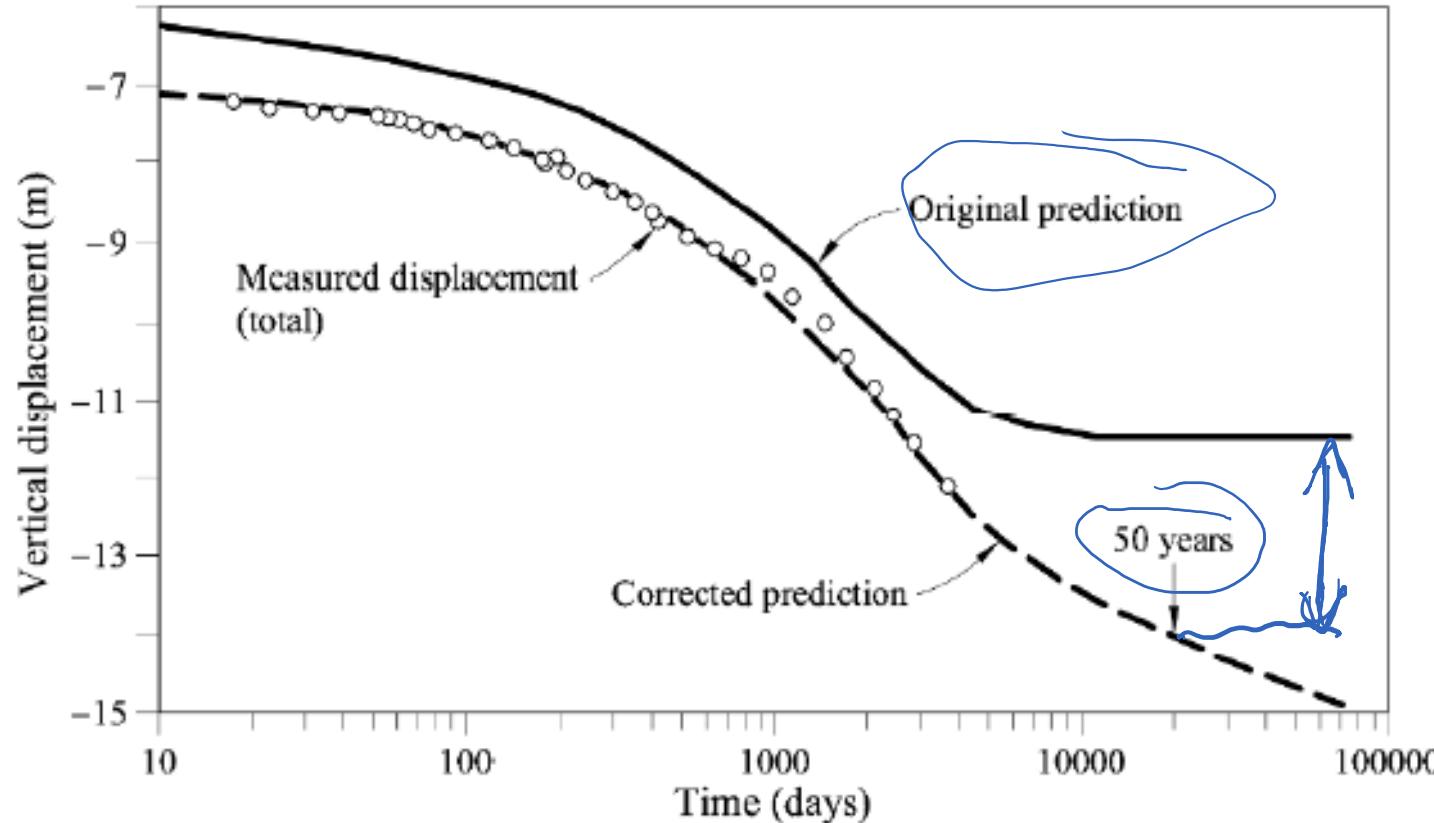


(b)

Figure 2.12 Correction for the secondary compression: (a) derivation of parameters; (b) corrected prediction.

- $C_\alpha = 0.034$

Au final (tassement du Pleistocène)



- Tassement à 50 ans : 14.3m (au lieu de 11.6m prévu initialement)
Murs pas assez pour soutenir un typhoon!

Résumé

- Grandes incertitudes sur les variations des propriétés des sols et de leur agencement géométrique
- La méthode basée sur l'observation est une composante indispensable de tout projet géotechnique
- On observe un tassement instantané des argiles
 - Effet 3D implique aussi un tassement des argiles
 - Dans le cas multicouche sable/argile/sable/.... Il y en a même en 1D du aux sables
- Importance de l'estimation de la longueur de drainage (agencement géométrique des couches)
- Ne pas sous-estimer la compression secondaire...

argiles / sables

$$t_s = L / c_v$$