

# Tassement

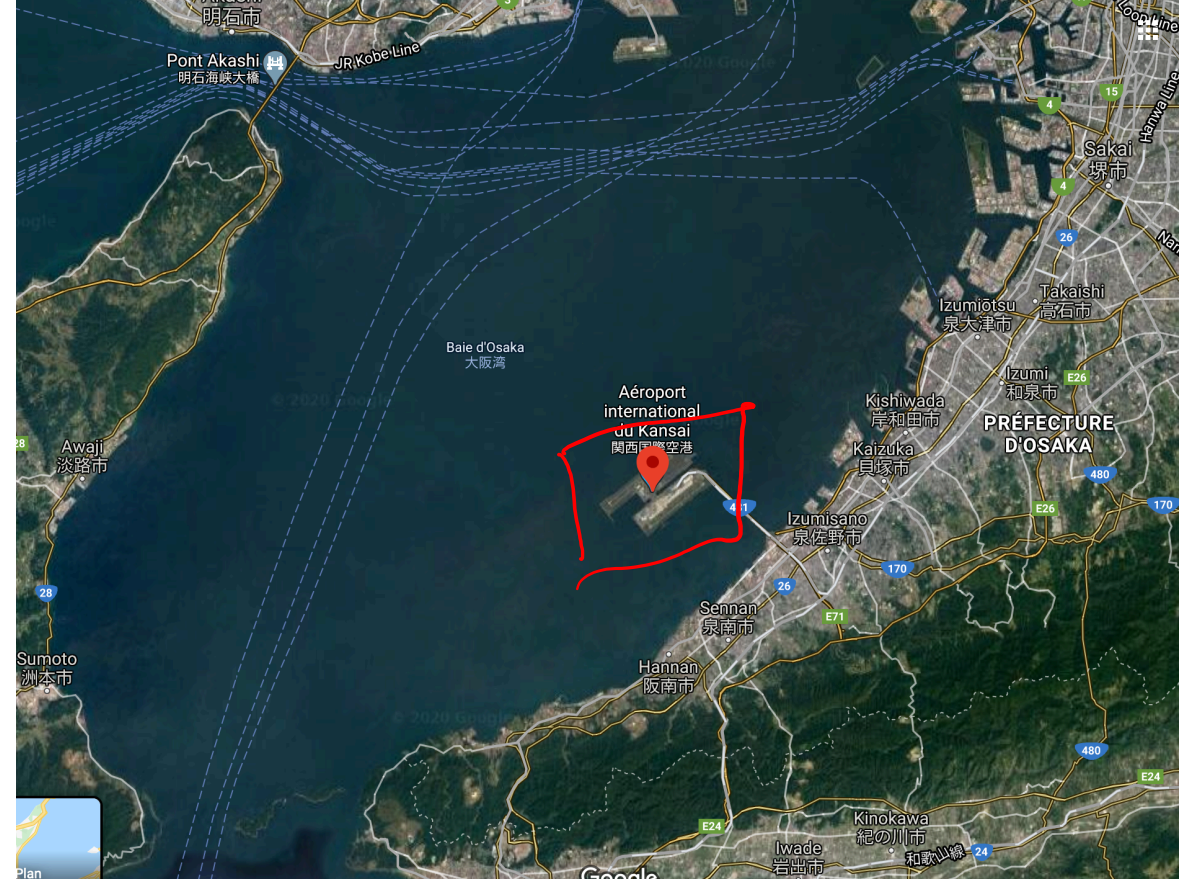
## étude de cas

### Kansai International airport

### Japan

# Brice Lecampion

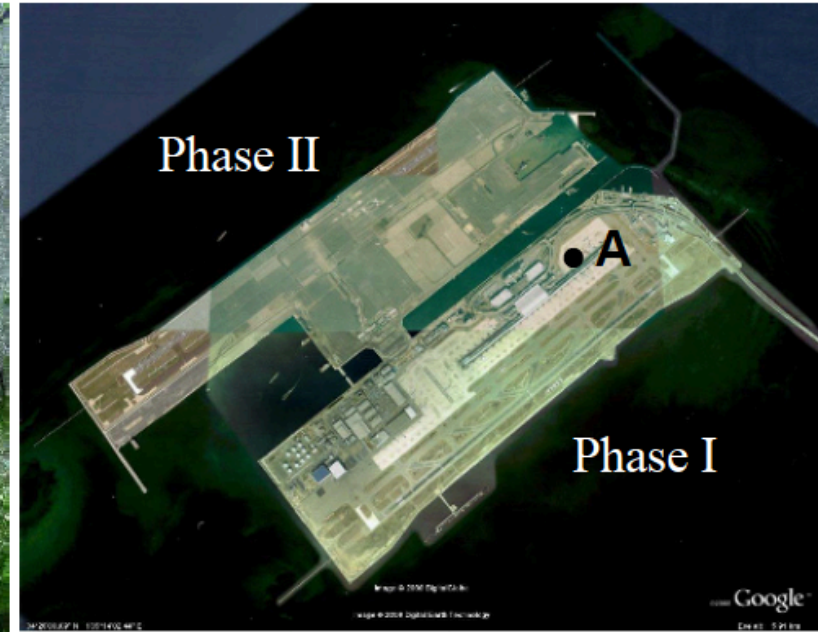
(adapté de *Geomechanics of Failure*  
Puzrin *et al*)



# 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

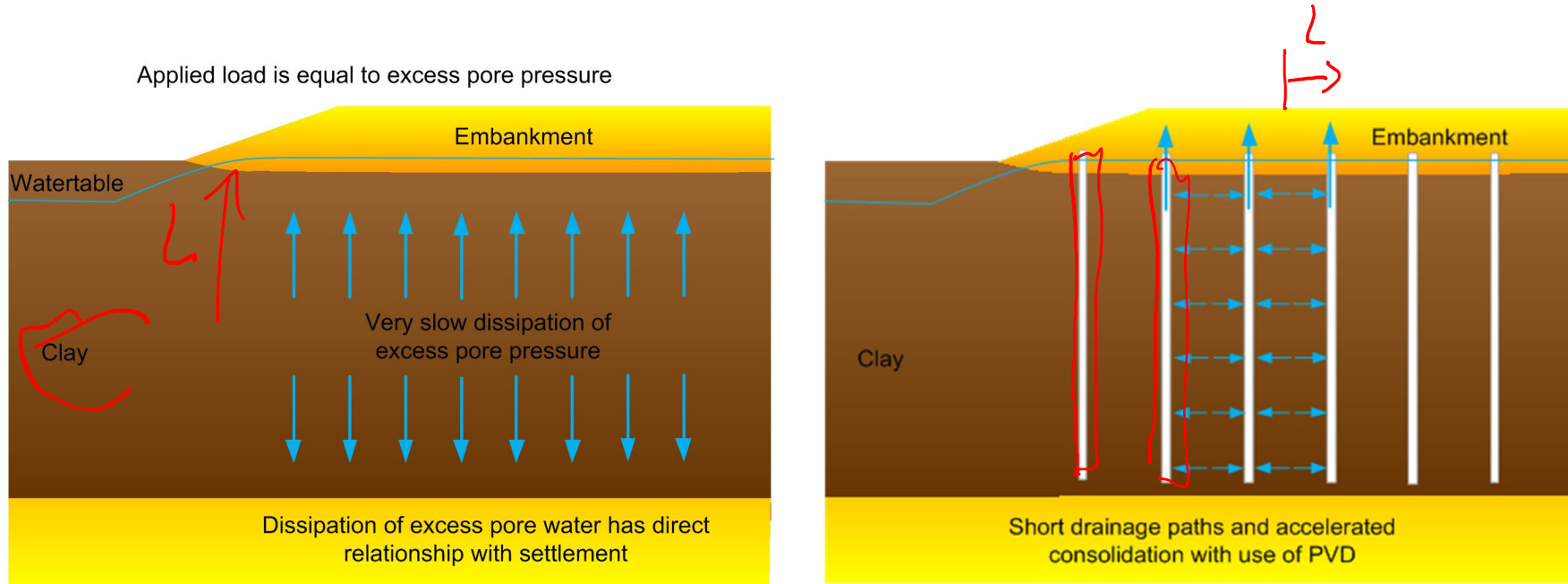


- Phase I (Jan 1987 – Feb 1991) – 180 Million m<sup>3</sup> de sol granulaire (hauteur 33m)



**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)

$$t_w = \frac{L^2}{C_v}$$

# Construction

## 1. construction des 'sea-wall'

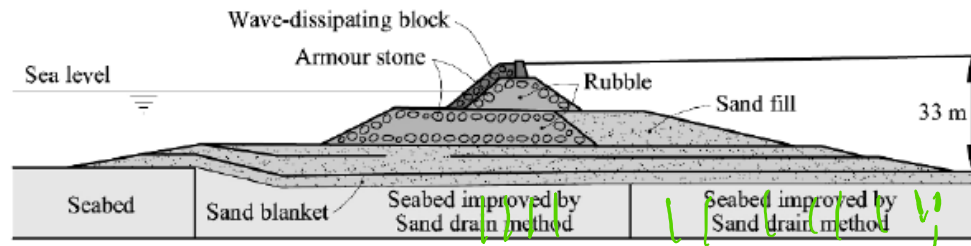


Figure 2.3 The cross-section of a seawall (after KALD, 2009).



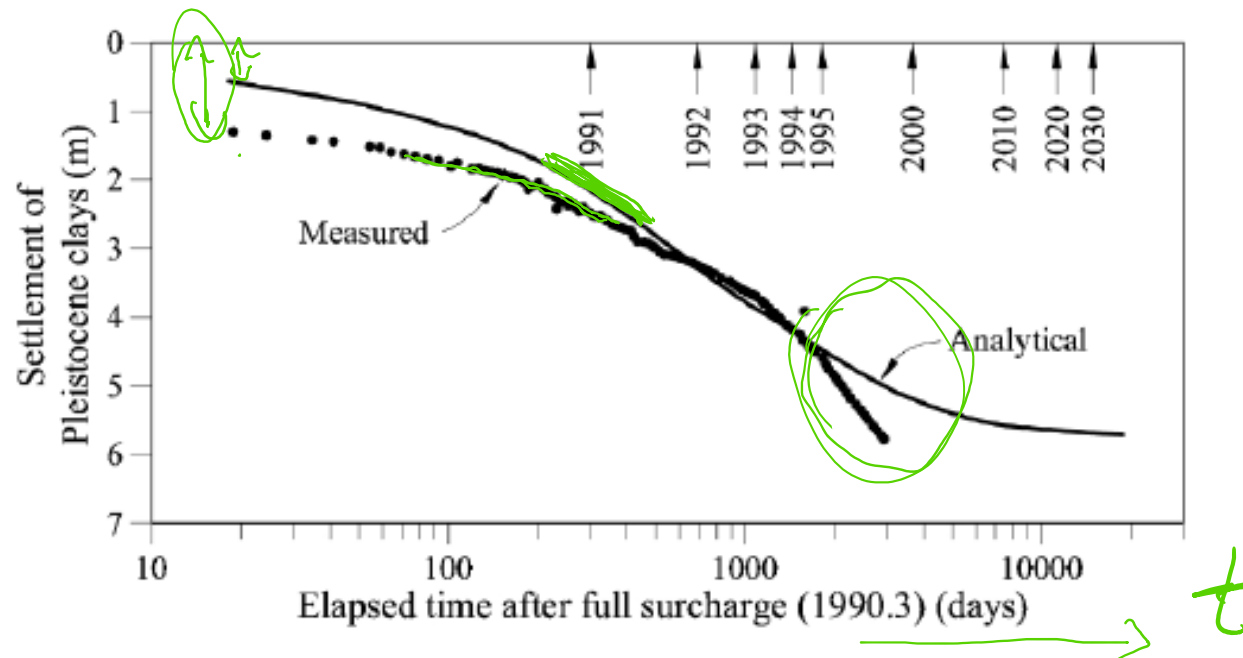
## 2. 4 grosses barges à l'intérieur du sea-wall petites barges amenant le 'fill'

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
- Pleistocène 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 échantillonnages et tests de labo)
  - Grande hétérogénéité spatiale
    - des propriétés des sols ( $C_c$ , etc.) 
    - de la géométrie du drainage
  - Les essais de labo sous-estiment **toujours** les coefficients de consolidation
    - $C_v$  &  $C_\alpha$
- Le design est tjrs 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

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

$$\epsilon_{zz} \approx 0 \text{ dans les argiles}$$

(en 1D)

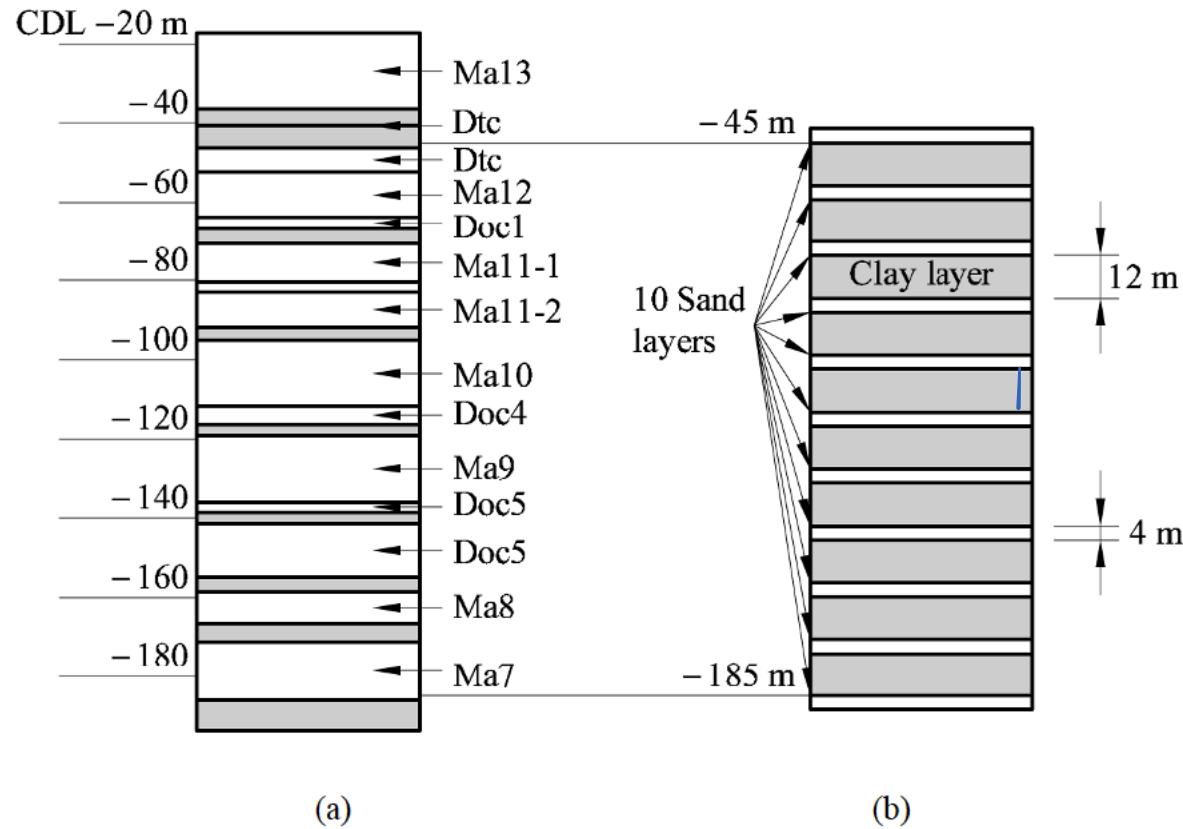
$\epsilon_{zz}$  dans les sables

- w<sub>i</sub> 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 croît 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=108m 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

①  $t_s = \frac{L^2}{c_v} = \frac{6^2}{1.6 \cdot 10^{-7}}$

②  $w_c$  Tassement Consolidé

$\sum \frac{c_c}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma}{\sigma'_o} + \gamma_{island} h_i + \gamma_{seabed} h_s$


# Prédictions initiales

---

90% des Tassements après 490 Jours

Tassement Max (calculé) 5.6 m

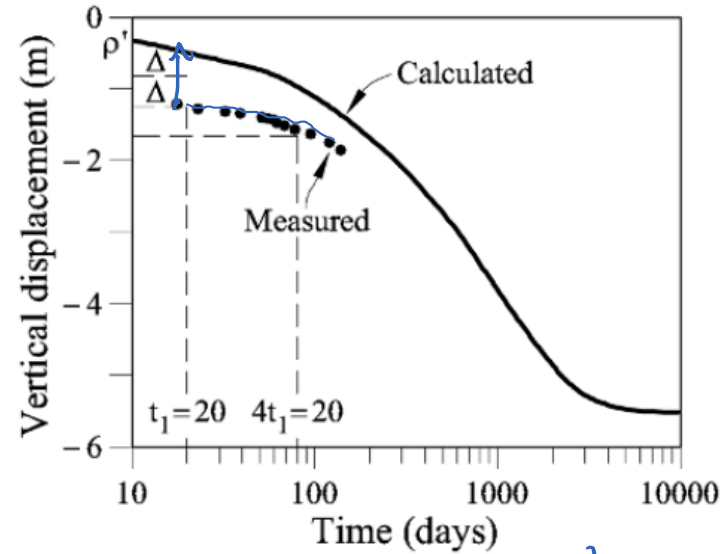
En réalité en 1999 (après 2120 Jours)

Tassement 11.6 m 

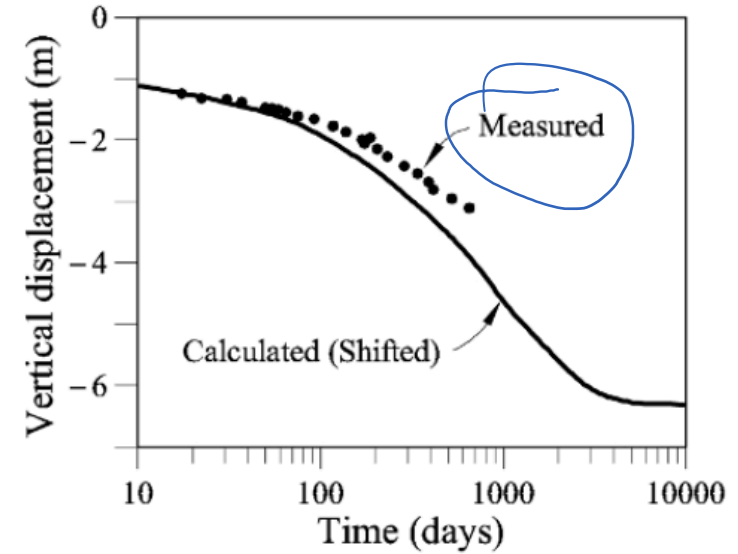
# Prise en compte du tassement instantané

4  
12  
→ argiles  
→ sables

→ Tassement  
instantané  
des sables



(a)

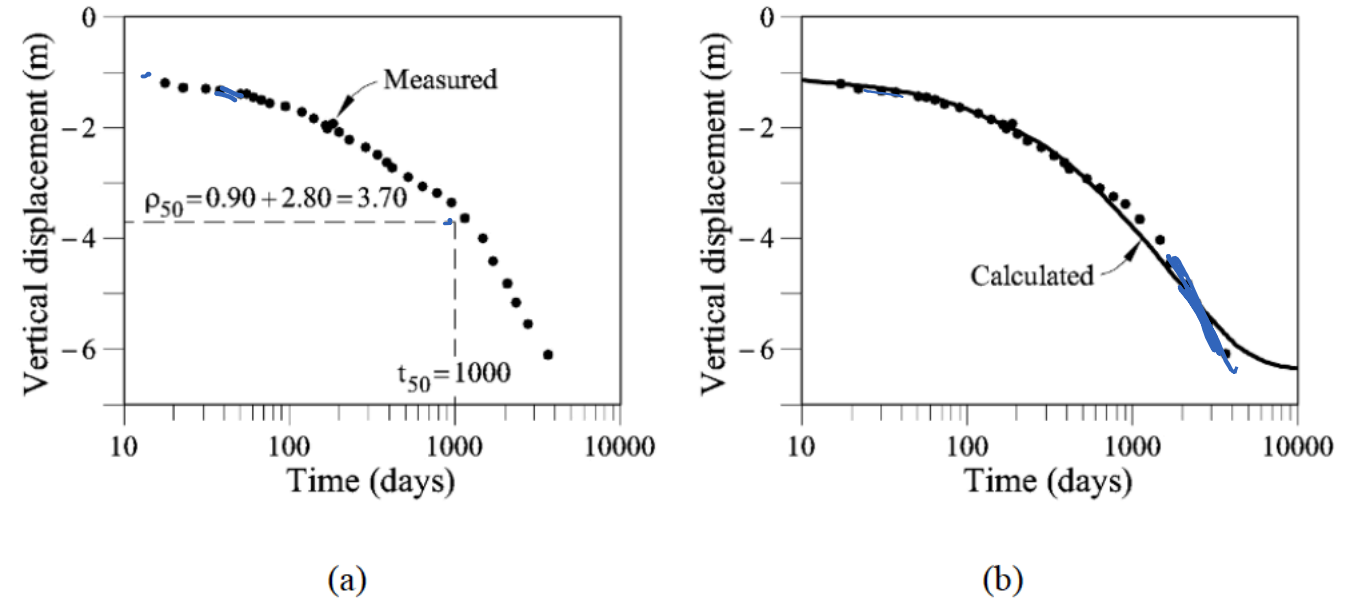


(b)

**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  $c_v$   $L^2/c_v$
- 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)

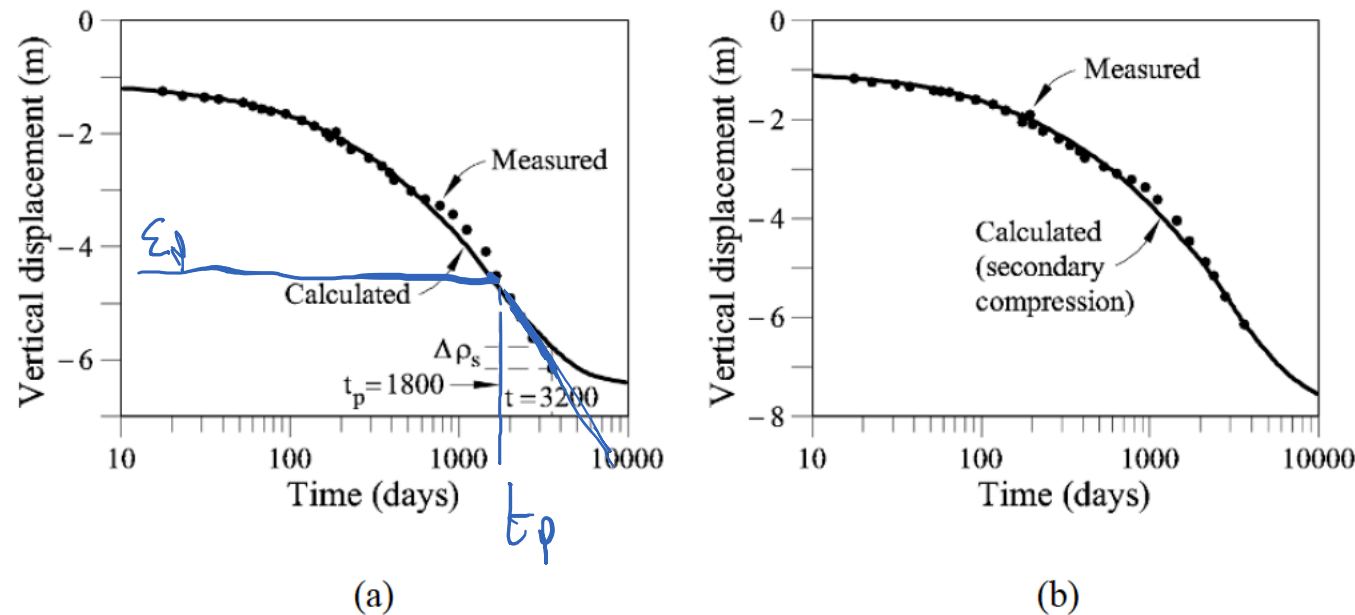


**Figure 2.11** Correction for the length of the drainage path: (a) derivation of parameters; (b) corrected prediction.

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  $C_\alpha$  à partir des mesures... en prenant  $t_p$  le temps à partir duquel les predictions devient des mesures

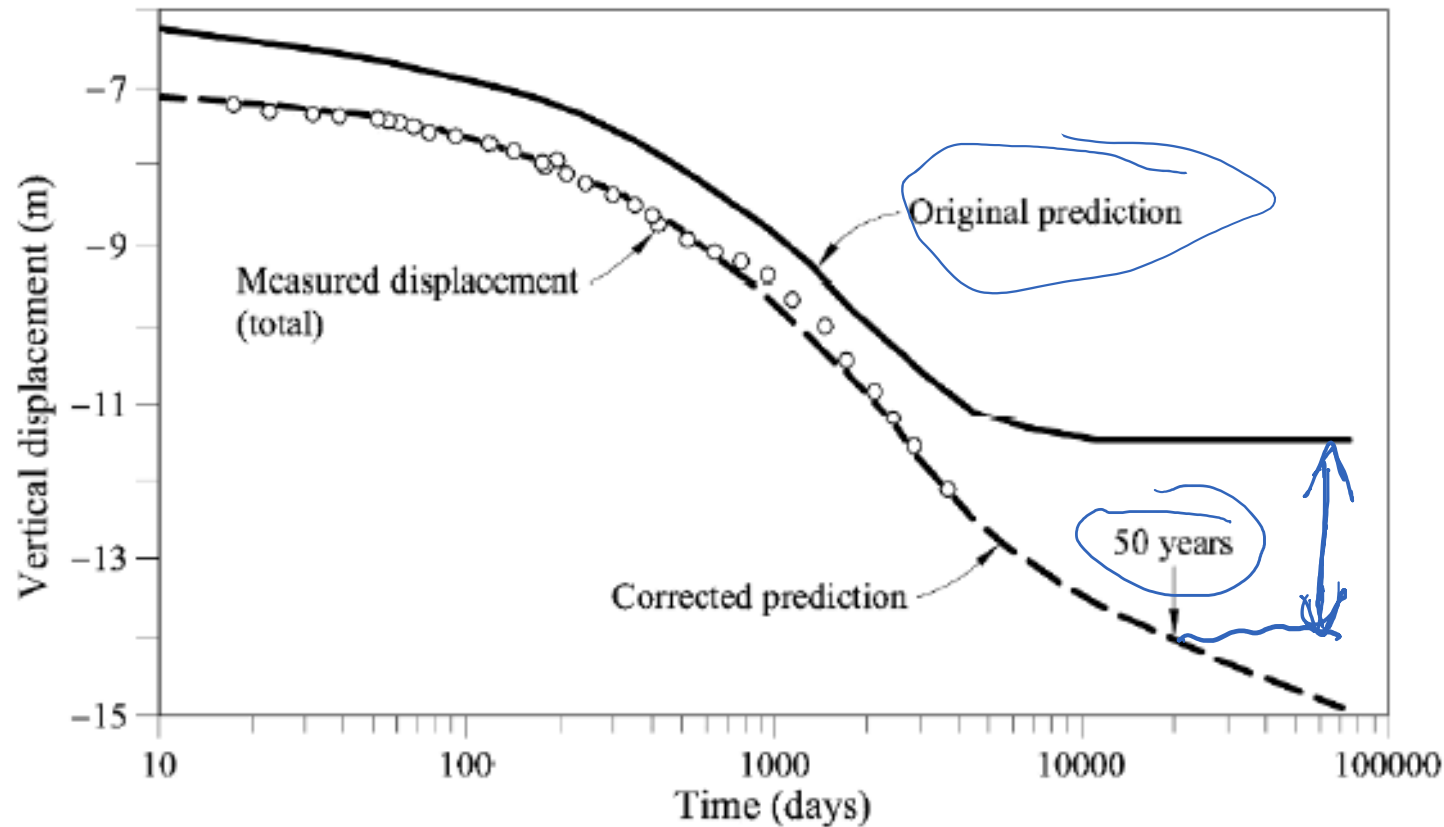


**Figure 2.12** Correction for the secondary compression: (a) derivation of parameters; (b) corrected prediction.

- $C_\alpha = 0.034$

# Au final (tassement du Pleistocène)

---



- Tassement à 50 ans : 14.3m (au lieu de 11.6m prédit 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

$$t_0 = L^2 / c_v$$