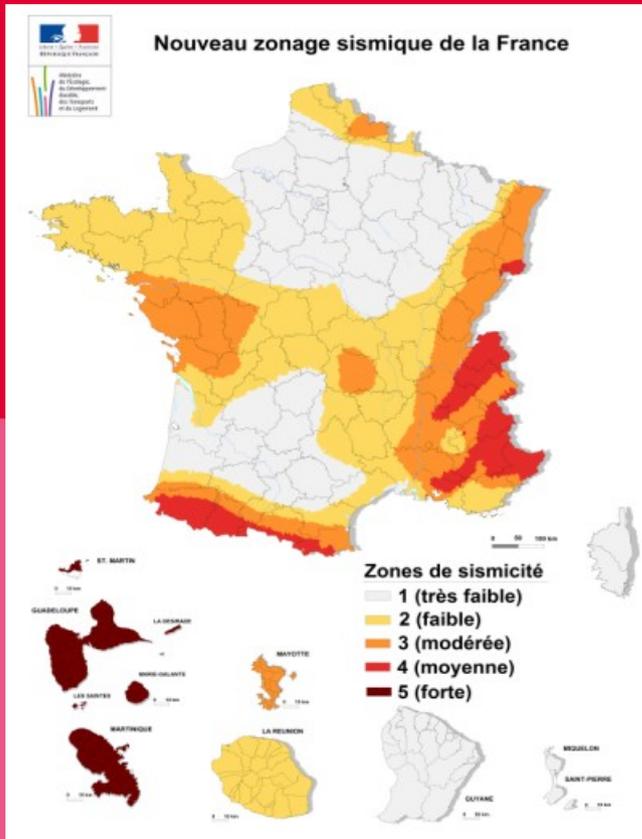


# Journée technique

## PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE

# Fondations et murs



Olivier MALASSINGNE  
DLR Saint Briec

CETE Ouest

Ressources, territoires, habitats et logement  
Energies et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir

# Fondations et murs

---

## Choix du site

Une attention toute particulière devra être accordée à :

- la proximité de failles potentiellement actives ;
- la présence de sols potentiellement liquéfiables (cf. exposé précédent) ;
- La présence de glissements de terrains, actifs ou anciens,
- la conception des culées (sur remblai, murs de front de grande hauteur, etc..) ;
- la conception des fondations sur pentes



# Fondations et murs

## Choix du site



Proximité de failles actives  
(EC8-5 § 4.1.1)



<http://geoinfo.usc.edu/gees>

<http://geoinfo.usc.edu/gees>

<http://geoinfo.usc.edu/gees>

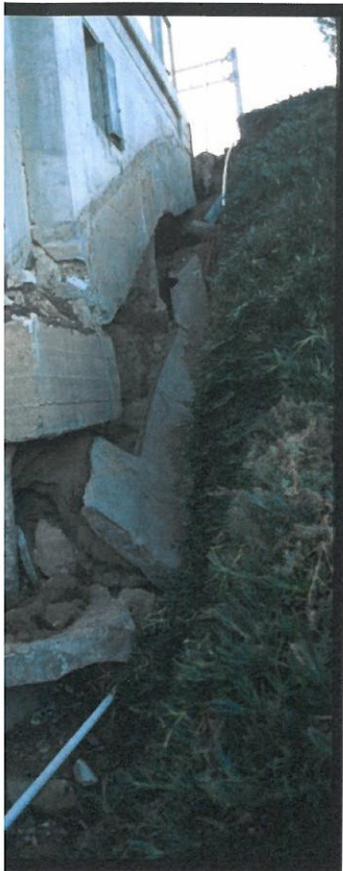
Généralement faille = vallée et vallée = ponts ...



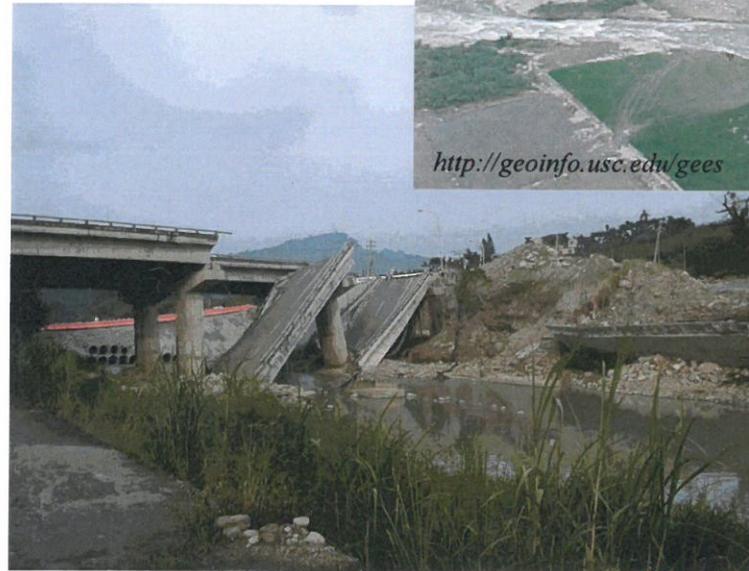
Ministère  
de l'Écologie,  
du Développement  
durable  
et de l'Énergie

# Fondations et murs

## Choix du site



Stabilité des  
pentes  
(EC8-5, § 4.1.2)



ion, Earthquake Engineering Research Center

<http://geoinfo.usc.edu/gees>



# Fondations

## Coefficient de site (S), rappel EC8-1

**Pour calculer une fondation il convient de vérifier :**

$$\alpha = a_{gr} \times \gamma \times S / g$$

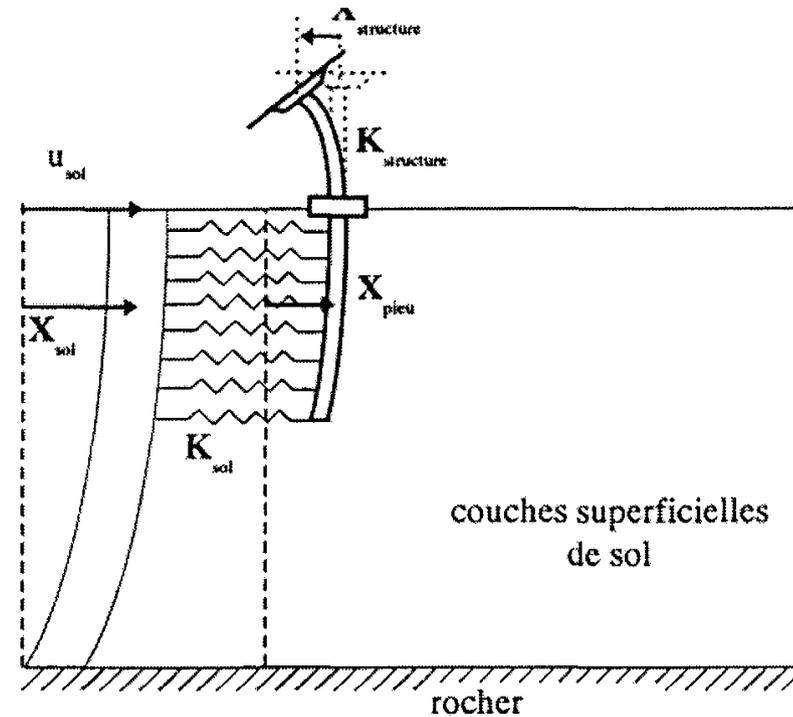
- accélération maximale de référence au niveau du sol de type rocheux  $a_{gr}$  (donnée par arrêtés en fonction du zonage et type de construction : bâtiment, ouvrage d'art, etc...), varie entre 0,7 et 1,6 m/s<sup>2</sup> en métropole, 3 m/s<sup>2</sup> dans les Antilles ;
- coefficient d'importance  $\gamma$  en fonction de l'ouvrage , varie entre 0,8 et 1,4 (arrêté pont) ;
- coefficient de site : S en fonction de la classe de sol (A, B, C , D, S1 ou S2) définie par  $V_{s,30}$  , et zone de sismicité, varie entre 1 et 1,8 ;
- d'où  $\alpha S$  varie entre 0,057 et 0,6.

# Fondations

Classe de sols	stratigraphie	Vs30 (m/s)	NSPT (coups/30 cm)	Cu (kPa)
A	rocher	> 800		
B	Dépôts raides (sable graviers..) >10m	360 - 800	>50	> 250
C	Dépôts densité moyenne (sables graviers argiles) épais (20 à >100m)	180 -360	15-50	70-250
D	Dépôts de sols sans cohésion de densité faible, ou sols cohérents mous	<180	<15	<70
E	Sols C ou D épaisseur 5 à 20 m sur rocher			
S1	Couche vase argile molle >10m IP >40	<100		10-20
S2	Dépôts de sols liquéfiables ou autre profil			



# Fondations



Sous l'action d'un séisme, les fondations doivent être dimensionnées de façon à :

- Résister aux forces d'inertie provenant de la superstructure
- Subir les déplacements imposés par le sol environnant (tassements différentiel, mouvement du sol...)

# Fondations

## 1. Forces d'inerties en provenance de la superstructure



Kobe geotechnical Collection, Earthquake Engineering Research Center



Kobe geotechnical Collection, Earthquake Engineering Research Center



résistance couches  
liquéfiables négligées

# Fondations

Forces cinématiques résultant de la déformation du sol due au passage des ondes sismiques



Collection, Earthquake Engineering Research Center



Karl V. Steinbrugge Collection, Earthquake Engineering Research Center



# Fondations

Principe de conception des fondations :

- système de fondation homogène recommandé. Un système hétérogène (niveaux différents, types différents) peut aggraver l'action du séisme
- liaisons horizontales entre fondations (superficielles isolés, profondes)

Séisme de Kobé,  
1995,  
cisaillement  
liaisons pieux  
fondation et  
déplacement des  
pieux



# Soutènements

Pour les soutènements, outre la vérification des fondations, l'ouvrage subit une accélération due à la poussée des terres qui se décompose en 2 composantes :

- une composante horizontale  $k_h.g$
- une composante verticale  $k_v.g$

Avec

$$k_h = \alpha \frac{S}{r}$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h \text{ si } a_{vg}/a_g \text{ est supérieur à } 0,6$$

$$k_v = \pm 0,33 k_h \text{ dans les autres cas}$$

# Soutènements

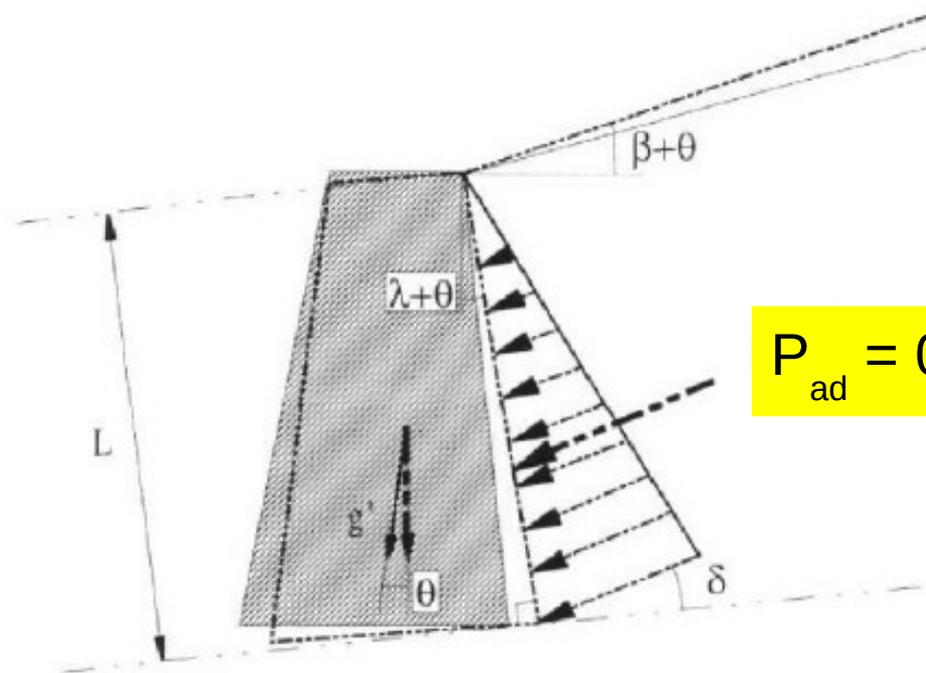
- $\alpha = a_{gr} \times \gamma_l \times s_T / g$  (cf formule fondation)

Où  $S_T$  est coefficient d'amplification topographique

Et  $r$  un paramètre fonction de la mobilité du soutènement

Type d'ouvrage de soutènement	$r$
Murs-poids libres pouvant accepter un déplacement jusqu'à $d_r = 300 \alpha \cdot S$ (mm)	2
Murs-poids libres pouvant accepter un déplacement jusqu'à $d_r = 200 \alpha \cdot S$ (mm)	1,5
Murs fléchis en béton armé, murs ancrés ou contreventés, murs en béton renforcé fondés sur pieux verticaux, murs d'infrastructure encastrés et culées de ponts	1

# Soutènements



$$P_{ad} = 0,5 \gamma^* (1 \pm kv) K \cdot H^2$$

Pour les murs poids, ou de conception ancienne, une méthode de calculs simplifiée, pseudo-statique, peut être utilisée pour la vérification au séisme du soutènement, en assimilant la poussée dynamique des terres en une poussée additionnelle sur la paroi

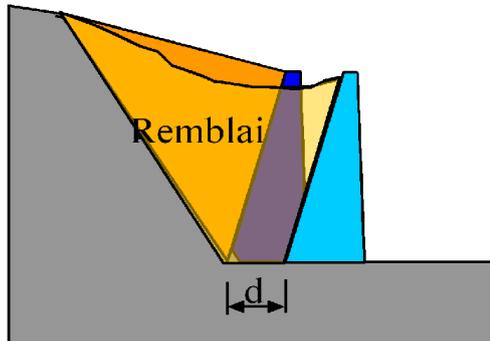




# Soutènements

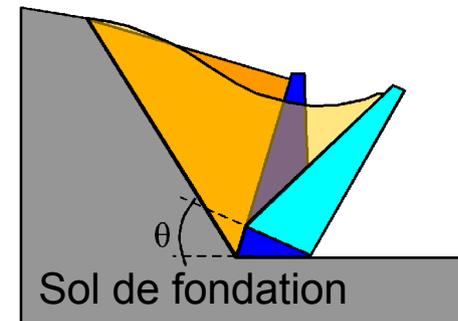
## 4 Mécanismes de ruines principaux

Glissement



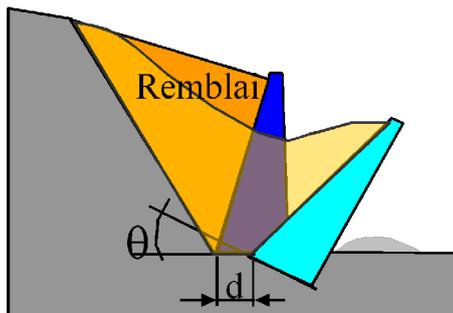
Sol de fondation

Renversement



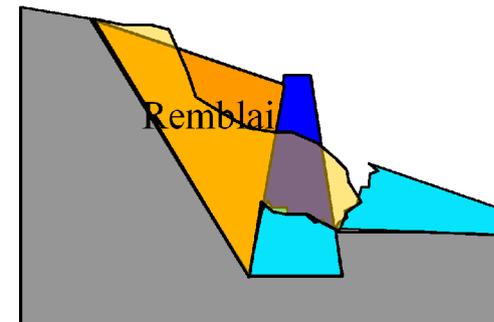
Sol de fondation

Poinçonnement



Sol de fondation

Rupture interne



Sol de fondation compact

# Soutènements

Route SS17 Aquila : Déversement du mur sous la poussée dynamique ,  
rupture et affaissement des remblais



Source :CETE Méditerranée mission post simique Aquila

# Soutènements



Source :CETE Méditerranée mission post-sismique Aquila

# Conclusions

---

Pour de plus amples renseignements,  
références bibliographiques

- Eurocodes 8-1 (générales) et 8-5 (fond., soutènement)
- Projet de norme fondation superficielle : NF P94-261
- Norme fondation profonde : NF P94-262
- Projet de norme soutènement : PR NF P94-281

MERCI DE VOTRE ATTENTION

