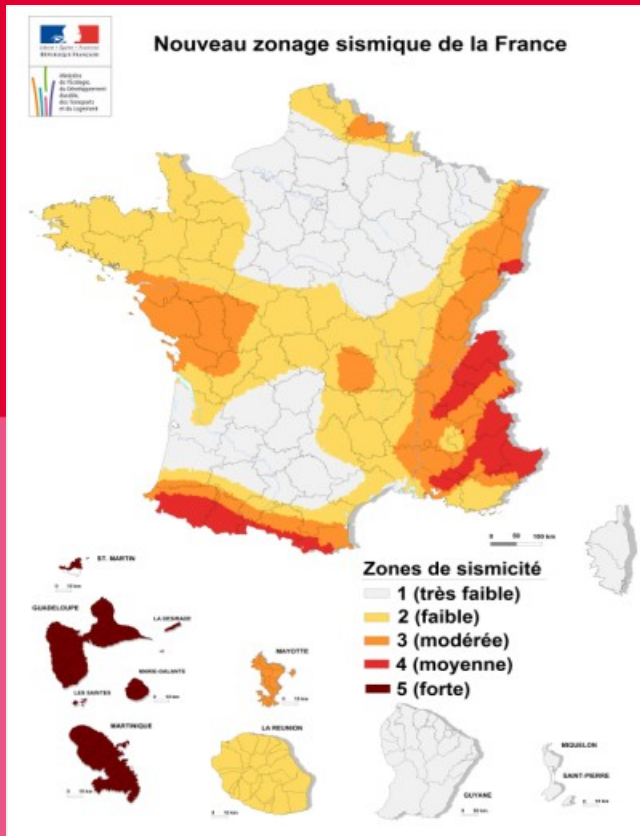


Journée technique

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>

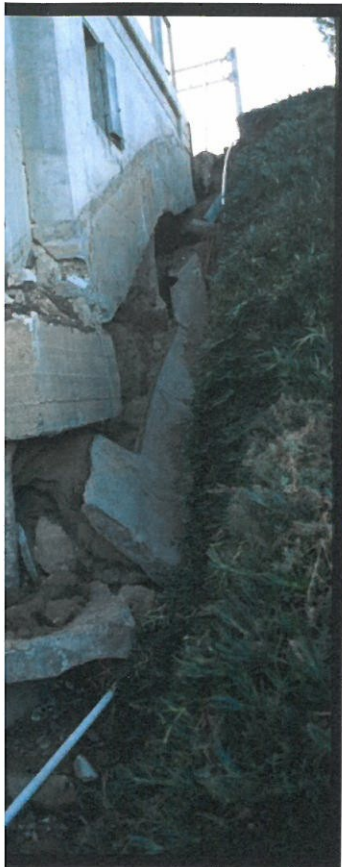
Généralement faille = vallée et vallée = ponts ...



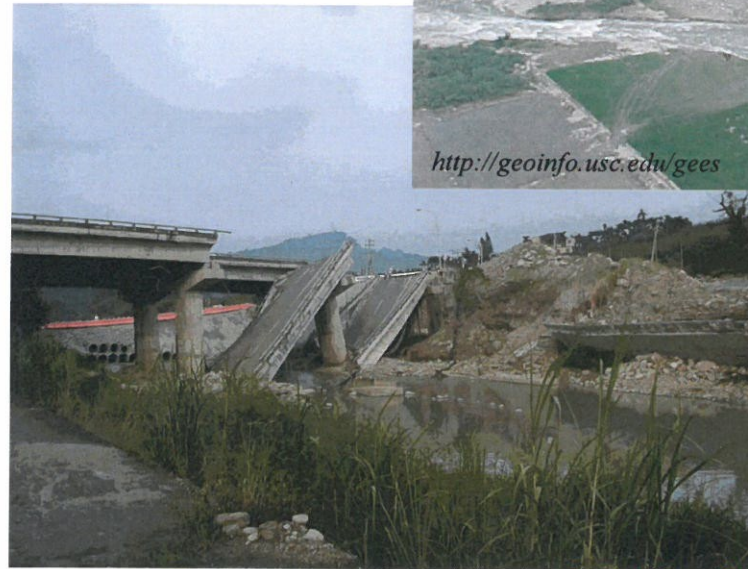
Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

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 :

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

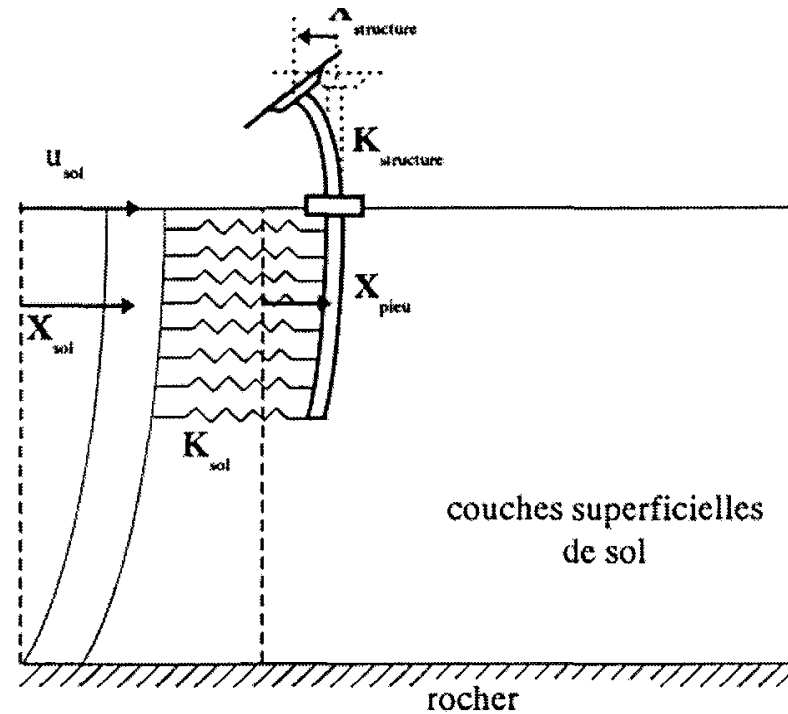
- accélération maximale de référence au niveau du sol de type rocheux a_{gr} (donnée par arrêtés en fonction du zonage et type de construction : bâtiment, ouvrage d'art, etc...), varie entre 0,7 et 1,6 m/s² en métropole, 3 m/s² dans les Antilles ;
- coefficient d'importance γ en fonction de l'ouvrage , 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 αS 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

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

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

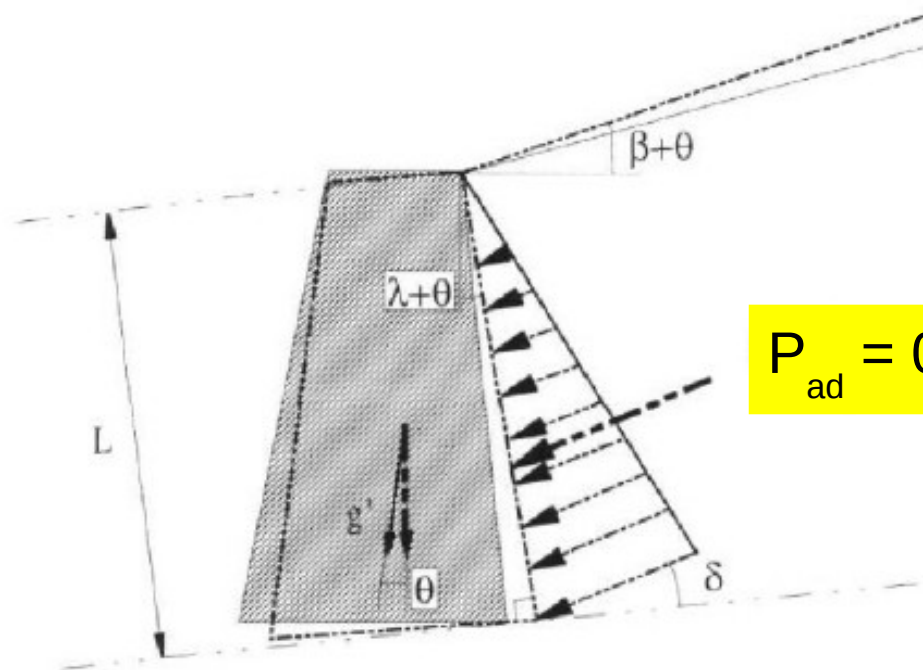
$$k_v = \pm 0,33 k_h \text{ dans les autres cas}$$

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



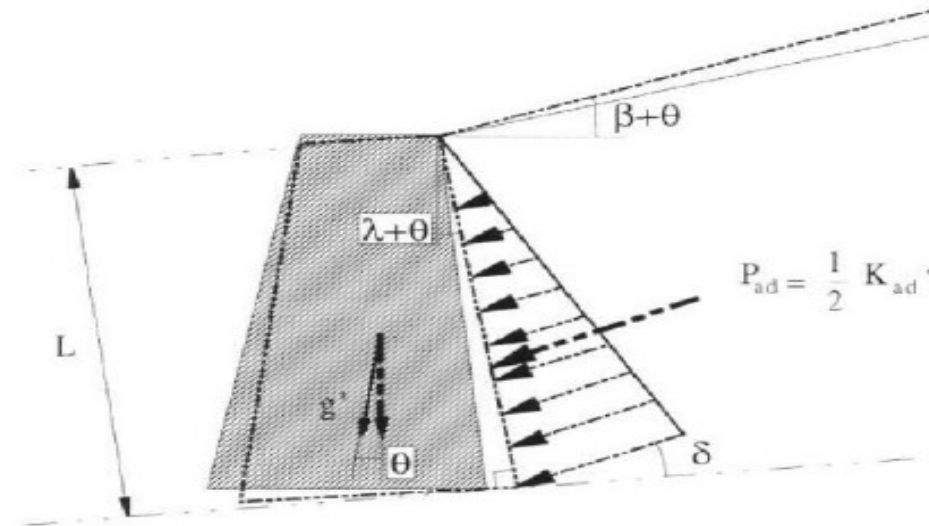
$$P_{ad} = 0,5 \gamma^* (1 \pm kv) K \cdot H^2$$

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

- La poussée dynamique des terres la relation :

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



où :

H est la hauteur du mur ;

E_{ws} est la poussée statique de l'eau ;

E_{wd} est la pression hydrodynamique (définie ci-dessous) ;

γ^* est le poids volumique du sol (défini ci-dessous de E.5 à E.7) ;

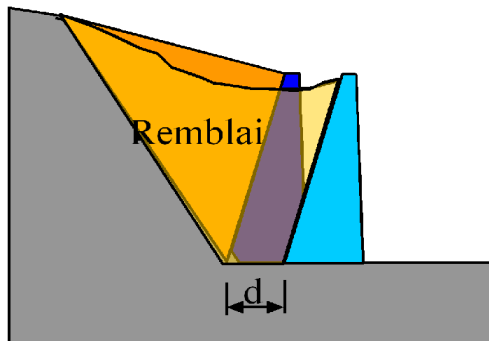
K est le coefficient de poussée des terres (statique + dynamique) ;

k_v est le coefficient sismique vertical (voir expressions (7.2) et (7.3)).

Soutènements

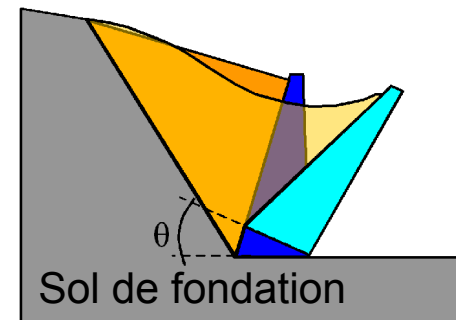
4 Mécanismes de ruines principaux

Glissement

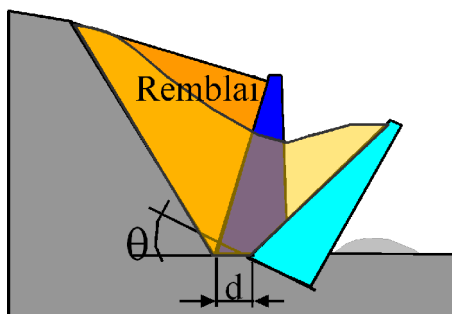


Sol de fondation

Renversement

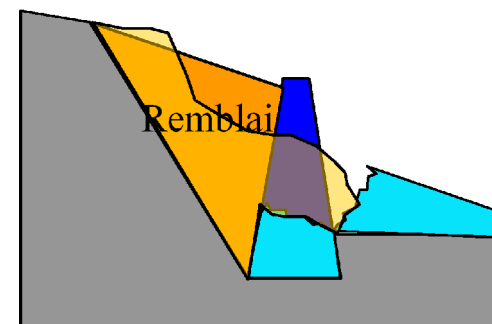


Poinçonnement



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

