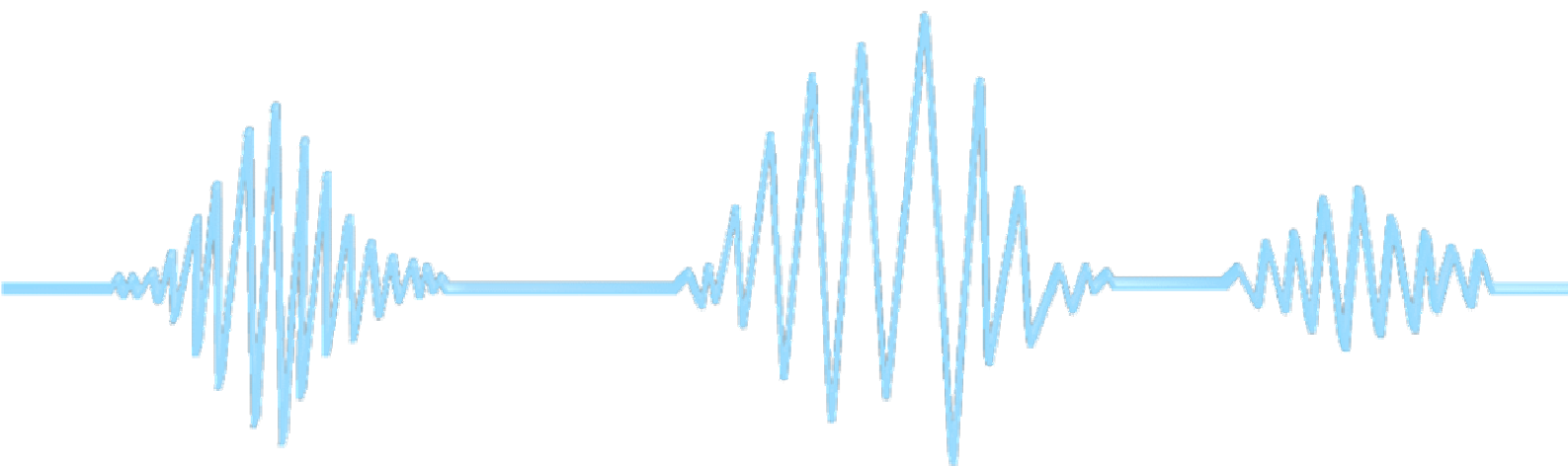


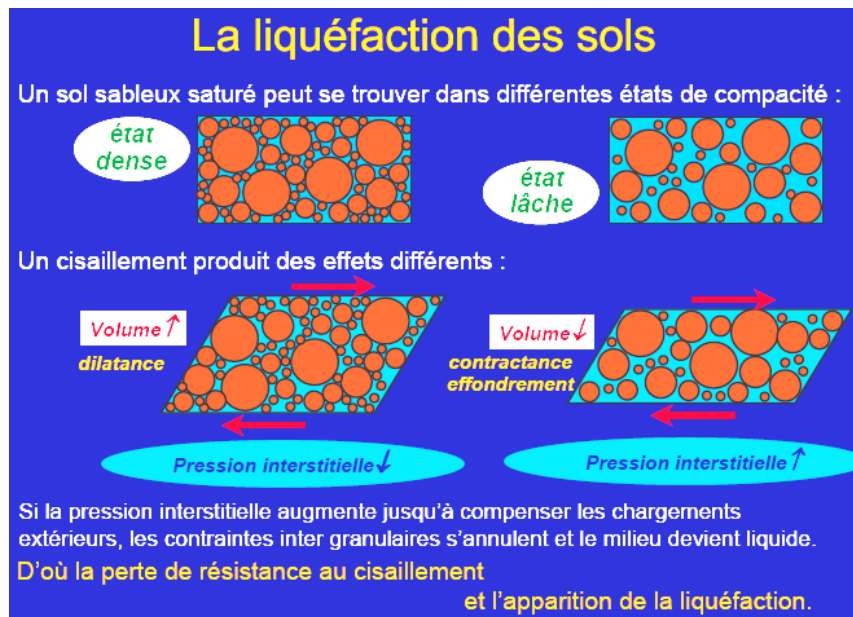
**ANNEXE 4-6**  
**La liquéfaction**





## Évaluation et caractérisation de l'aléa liquéfaction sous séisme.

La liquéfaction est un phénomène qui se produit sous sollicitation sismique. Le risque de liquéfaction est d'autant plus grand que le sol est contractant (sable lâche) et est d'autant plus rapide que le sol est proche de la saturation.



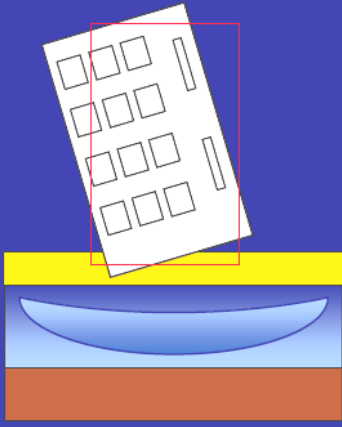
La liquéfaction des terrains en profondeur se manifeste généralement par les événements suivants:

- Ejection de sable, volcan de boue, fissures émissives



- Rupture du sol par poinçonnement

**Rupture de fondation**



Quand un sol se liquéfie, sa résistance au cisaillement diminue et peut s'annuler, ce qui se traduit par une chute drastique de sa capacité portante et la mise à mal des structures qu'il supporte (*tassements, basculements*).

(J.F.Serratrice, CETE Méd., 2004)



Séisme de Caracas (Venezuela) 1967  
© USGS

– Phénomènes de tassements



Séisme de Fukushima (Japon) 2011  
© TEPCO

– Glissements latéraux.

**Glissement de terrain**

Génération de pressions interstitielles  
Perte de résistance  
et effet gravitaire.

Yualin, 1999

couche liquéfiée

The diagram illustrates a cross-section of a slope. A yellow layer at the top represents the soil surface. Below it is a brown layer representing the soil. A red arrow points downwards from the surface into the soil, indicating the generation of interstitial pressures. Another red arrow points horizontally along the interface between the yellow and brown layers, indicating lateral movement. A white arrow points to a yellow layer at the bottom of the slope, labeled 'couche liquéfiée' (liquefied layer). An inset photograph shows a landslide in Yualin, 1999, with a date stamp '9 25 99'.

## Ouvrages en terre Remblais



Remblai

Étalement latéral

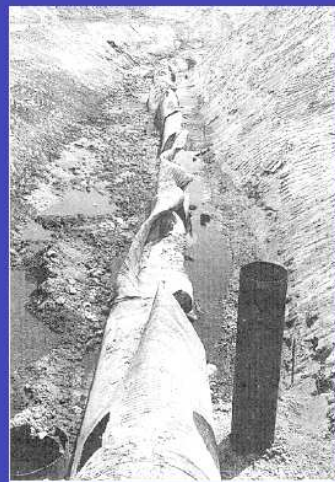
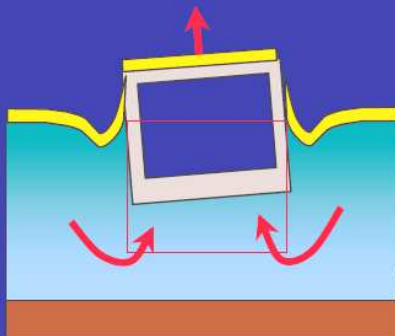
(J.F.Serratrice, CETE Méd., 2004)

Southern Peru, 2001

- Soulèvements des ouvrages enterrés

## Ouvrages enterrés

La liquéfaction produit le soulèvement des ouvrages enterrés ou leur rupture.



Northridge, 1994

(J.F.Serratrice, CETE Méd., 2004)

couche liquéfiée

L'ensemble des observations in situ montre que seuls les terrains du Quaternaire sont affectés par la liquéfaction (Youd et Perkins, 1978)

Comme le montre le tableau 1, les sols susceptibles de se liquéfier se trouvent essentiellement dans:

- Les vallées alluviales,
- Les deltas,
- Les rives de fleuves et de lacs, les bords de mer.

Nature du dépôt	Possibilité d'occurrence de liquéfaction de sols pulvérulents saturés			
	< 500 ans	Holocène < 1 000 ans	Pléistocène <sup>3</sup> < 1 650 000 ans	Prépléistocène > 1 650 000 ans
<b>DEPOTS CONTINENTAUX</b>				
Rivière	Très élevée	Élevée	Faible	Très faible
Plaine alluviale	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Dépôts éoliens	Modérée	Faible	Faible	Très faible
Terrasses marines	-	Faible	Très faible	Très faible
Deltas	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Dépôts lacustres	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Colluvions	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Dunes	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Loess	Élevée	Élevée	Élevée	
Moraines glaciaires	Faible	Faible	Très faible	Très faible
<b>ZONES COTIERES</b>				
Deltas	Très élevée	Élevée	Faible	Très faible
Estuaires	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Plages	Modérée à élevée	Modérée à faible	Faible à très faible	Très faible
Lagons	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
<b>REMBLAIS ARTIFICIELS</b>				
Non compacté	Très élevée	-	-	-
Compacté	Faible	-	-	-

Tableau 1: Susceptibilité des dépôts sédimentaires à la liquéfaction en fonction de la nature et de l'âge du dépôt (d'après Youd et Perkins, 1978)

La plupart des épisodes de liquéfaction ont apparemment lieu à des faibles profondeurs (probablement moins de 10 mètres) et dans des zones où la nappe phréatique (libre ou perchée) était près de la surface ou bien à quelques mètres de celle-ci.

La vulnérabilité à la liquéfaction décroît avec la baisse de la nappe et seulement quelques exemples de liquéfaction ont eu lieu à des profondeurs de plus de 10 mètres (Youd et Idriss, 2001)

Âge du dépôt	Profondeur de la nappe (m)			
	0 - 3	3 - 10	10 - 15	> 15
Holocène récent < 500 ans	Élevée à très élevée	Modérée	Faible	Très faible
Holocène < 10 000 ans	Élevée	Modérée	Faible	Très faible
Pléistocène récent < 1 650 000 ans	Faible	Faible	Très faible	Très faible
Prépléistocène > 1 650 000 ans	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible

Tableau 2: Susceptibilité des dépôts sédimentaires à la liquéfaction en fonction de leur âge et de la position de la nappe