

## **Introduction**

D'un séisme, un grand nombre de structures peuvent être fortement endommagées ou détruites sur une zone localisée tandis que dans d'autres régions, pourtant adjacentes à celle-ci, des structures similaires auront assez bien résisté aux secousses du séisme.

De même dans une zone donnée certaines catégories de structures peuvent être beaucoup plus touchées que les autres seulement une petite partie de cette variation peut être attribuée à la variation de la résistance réelle des structures ou à des défauts de construction. Ou à de petites ruptures ou glissements locaux des sols.

### **II.1. Considérations générales**

Les enregistrements sismiques montrent généralement des particularités distinctes pour chaque localité au niveau des amplitudes et du contenu fréquentiel selon les caractéristiques de chaque site.

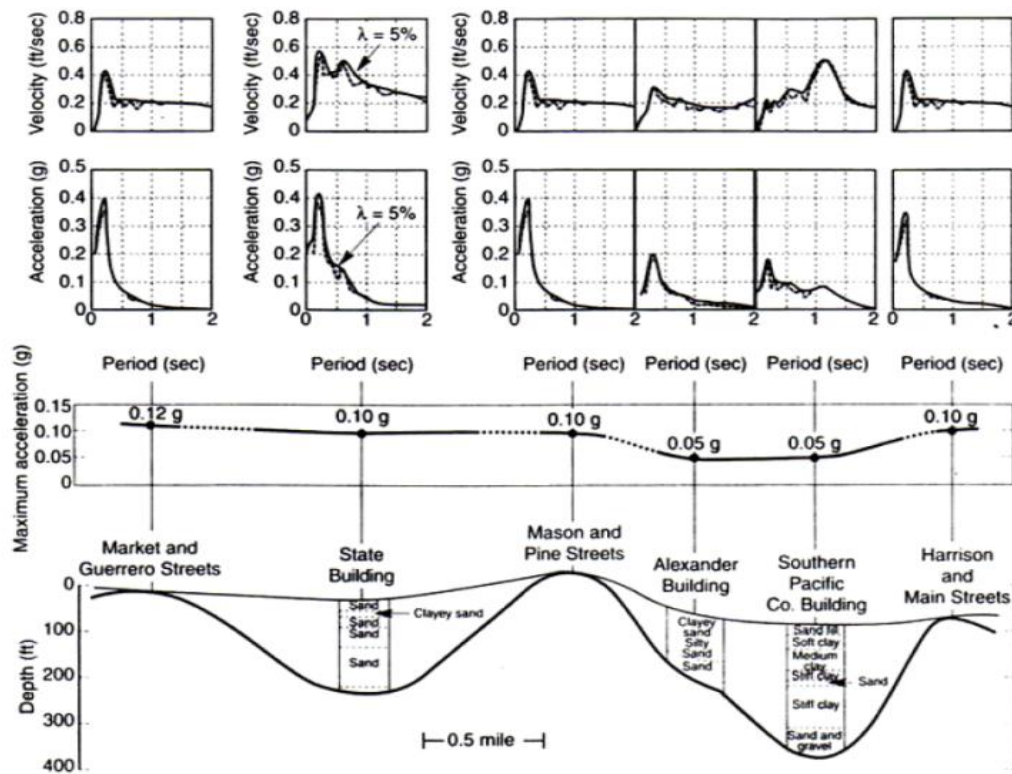
Nous avons déjà vu qu'il est d'usage de classer l'ensemble des facteurs qui influencent les paramètres du mouvement sismique du sol en trois catégories :

- Les facteurs reliés aux mécanismes de génération du séisme ou facteurs de source.
- Le chemin du parcours des ondes sismiques.
- Les particularités locales du site que nous envisageons d'étudier dans ce chapitre.

### **II.2. Exemples de l'influence des conditions locales du site**

Une autre approche permet de comprendre l'importance des conditions locales du site peut être obtenue en comparant les mouvements de surfaces mesurés à différents sites, par exemple, les enregistrements des mouvements du sol à plusieurs endroits à proximité de San Francisco lors du tremblement de terre en 1957( $M=5,3$ ). Les variations de mouvement du sol, exprimées en termes d'accélération horizontale maximale et des spectres de réponse sont présentées ainsi que les variations dans les conditions du sol le long d'une section de 4 miles à travers la ville dans la **Fig (II.1)**. Les mouvements du sol de la surface sur les affleurements rocheux étaient assez similaires. Mais l'amplitude et le contenu fréquentiel des mouvements dans les sites contenant des dépôts de sol épais étaient nettement différents. Des effets

similaires, ont été observés dans beaucoup d'autres tremblements de terre. Une brève présentation de quelques séismes récents dans le monde illustre bien l'importance des effets du site local



**Fig (II.1) :** influence des conditions locales du site sur les caractéristiques du mouvement Sismique (séisme de San Francisco)

### II.3. Facteurs destructifs des conditions locales du site

Les facteurs destructifs des conditions locales du site affectent le mouvement sismique en trois catégories :

- Les caractéristiques ou conditions locales du sol.
- Les variations topographiques.
- L'interaction sol structure.

Les effets de la topographie sont assez mal connus et il existe souvent une divergence entre les suggestions des chercheurs qui ont entrepris des études dans ce domaine.

Nous essaierons d'aborder brièvement ce problème qui fait intervenir la taille de l'hétérogénéité qui doit être considérée dans ce genre d'étude.

#### **II.4. La taille de la non homogénéité**

Dans la vision du sismologue, les variations des propriétés locales du sol pour des dimensions ne dépassant pas la centaine de mètres ne peut avoir que peu d'effet en comparaison de la taille des non homogénéités rencontrées par les ondes sismiques le long de leur chemin de parcours depuis la source.

De même que les autres facteurs concernant la propagation des ondes, les amplitudes des ondes sismiques de forte intensité une fois émises par la source dépendront de l'éventail de la variation des propriétés et de la taille des non homogénéités qu'elles rencontreront le long de leur chemin de parcours.

#### **II.5. Influence de la topographie**

La diversité des configurations susceptibles de se produire dans la nature et le nombre restreint des recherches déjà effectuées ainsi que leurs résultats parfois contradictoires ne permet actuellement aucun classement des vitesses ou aucune déduction par comparaison pour une configuration de la topographie rencontrée sur un site donné.

A cause de nos possibilités limitées, la plupart des chercheurs ont abordé ce problème en se basant sur des calculs analytiques avec des configurations simplifiées et en assimilant le plus souvent un comportement linéaire élastique pour le sol et des mouvements harmoniques pour le séisme.

a étudié aussi l'influence de la topographie sur le mouvement sismique lors du même séisme de San Fernando de 1971 pour la vallée de pacoima .Il établit que la topographie a une influence non négligeable sur le mouvement sismique en surface du sol et cela surtout pour les fréquences élevées qui peuvent être amplifiées de près de 50% .Mais cette influence est négligeable sur les basses fréquences.

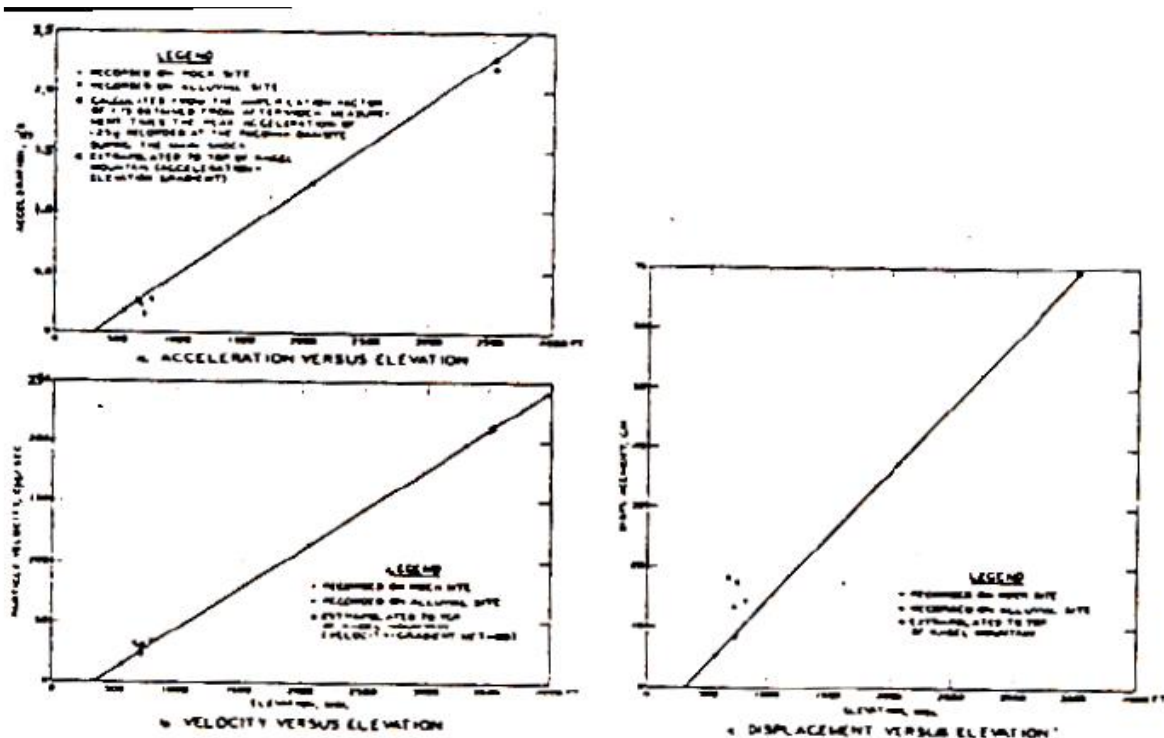


Fig (II.2) : Accélération, vitesse, et déplacement

## II.6. Etudes basées sur les calculs sismiques

Les difficultés à surmonter dans l'élaboration des méthodes de calcul sismique pour l'étude des effets des conditions locales du site sont :

L'évaluation et le choix de la modélisation de l'excitation sismique de référence et de comportement du sol ainsi qu'une meilleure représentation de la géométrie du modèle et l'utilisation de techniques numériques fiables.

Le choix des types d'ondes qui seront introduits est d'une importance moyenne, en effet pour l'ensemble de la gamme de référence qui intéresse le génie sismique il était généralement très difficile de déterminer d'après les données sismologiques la contribution exacte des différents types d'ondes dans le mouvement sismique au voisinage de la surface du sol.

On peut tenir compte de la non linéarité du sol par la méthode équivalente linéaire

Sur la Fig (2.3) les spectres au sous-sol du Southern Pacific Building (Un site d'alternance de sable et d'argile de 70 m) lors du séisme de San Francisco du 22 Mars 1957 dans les deux directions horizontales ont été comparés avec le spectre obtenu par un calcul monodimensionnel linéaire. Le résultat des calculs représente

en gros l'allure des spectres enregistrés mais il montre une amplification plus élevée pour les périodes voisines de la période fondamentale de la couche du sol (1,25 sec) cette comparaison révèle aussi le point faible des modèles monodimensionnels qui ne font pas une distinction entre les deux directions du mouvement sismique.

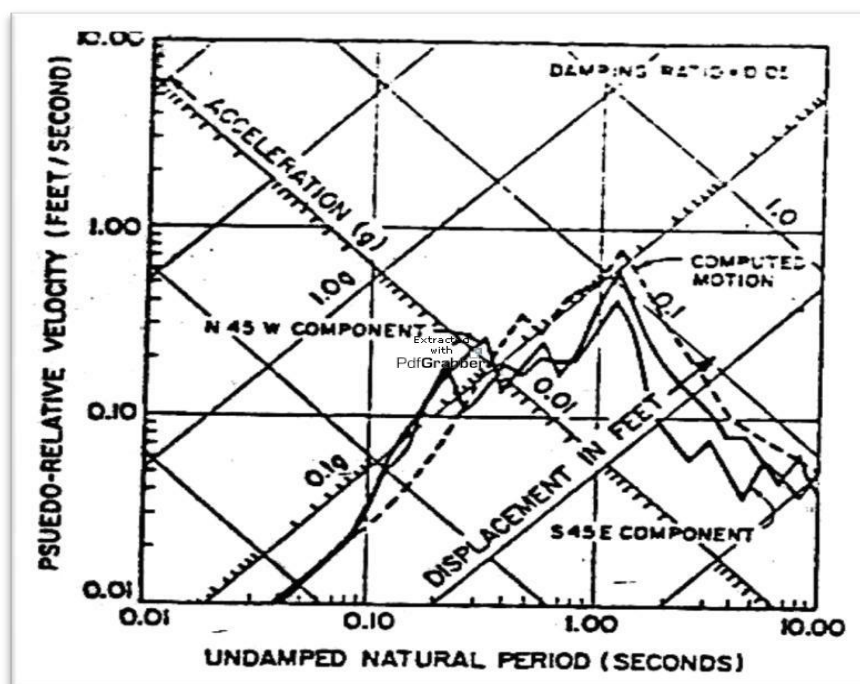


Fig (II.3) : Comparaison entre le spectre de réponse obtenu par les calculs et ceux déduits des enregistrements (séisme du 22 Mars 1957 de San Francisco) (Donovan, 1978).

## II.7. Classification des sites

Les premières tentatives de considération de l'influence des conditions locales se sont traduites par une simple distinction entre les sites rocheux ou de sol dur d'une part et de terrain alluvial ou sol mou d'autre part.

Les conclusions faites alors se résument ainsi :

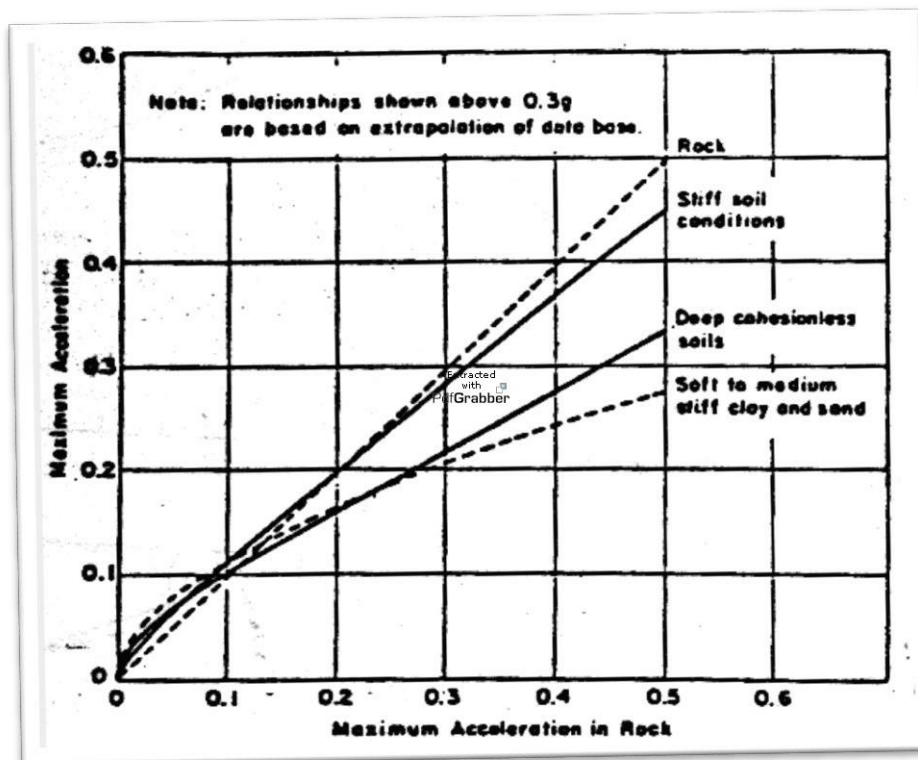
a)- Pour un terrain rocheux, les déplacements sont relativement faibles par rapport à ceux d'un terrain alluvial tandis que les accélérations sont plus élevées pour les basses périodes du mouvement sismique.

b)- Les déplacements sont plus élevés là où les couche alluviales sont plus épaisses.

c)- Les couches d'alluvions présentent des pics spectraux plus étalés dans le domaine des fréquences et ceux-ci se produisent à des périodes plus élevées que ceux des sites rocheux.

D'après les sources Japonaises, les sites à alluvions profonds connaissent une amplification des accélérations plus élevés de l'ordre de 1 à 2 fois plus grandes que des sites rocheux Ceci est observé pour les distances à la source supérieures à 50 Km.

Les accélérations maximales décroissent en général avec les diminutions de la dureté des sols. Les sites ont été classés en quatre catégories: rocher, sol dur, sol pulvérulent profond et sol mou; et que l'influence du type le sol est plus prononcée pour les niveaux de sollicitation plus élevés.



**Fig (II.4) :** Comparaison approximative entre les accélérations maximales.

Sur le rocher et les autres types de sols (d'après Seed et Al, 1975)

### **II.8. Modification du spectre de calcul en rapport des conditions locales**

L'idée de l'élaboration des spectres de calcul dépendant des conditions du site provient de la volonté de faire intervenir l'effet des conditions locales du site dans la détermination des paramètres spectraux de référence dans des conditions telles que les enregistrements manquent et que les calculs sont jugés trop coûteux .

On remarque que les spectres des sites rocheux ou de sol dur présentent des pics uniques de valeurs plus élevées par rapport au site multicouche et cela pour des périodes plus petites de l'ordre de 0,2 à 0,3 secondes. Par ailleurs les spectres du sol multicouche montrent divers pics étalés dans le domaine des périodes et très variables selon les sites.

L'étude de ces spectres nous montre que des pics des spectres de réponse se produisent pour des périodes plus basses avec l'accroissement de la dureté des sols de l'ordre de 0,15 secondes pour le rocher; 0,25 sec pour le sol dur et 0,35 pour le sol granulaire. Pour le cas du sol mou la période d'apparition du pic peut varier entre 0,3 sec et 1 seconde. Dans la gamme des périodes moyennes on assiste à des valeurs spectrales plus élevées avec décroissance de la dureté des sites et une tendance inversée pour les périodes basses.

Il est nécessaire de rappeler que la période utilisée rend ces propositions trop conservatrices surtout pour le cas des sols meubles Faccioli et Rezendez (1976).

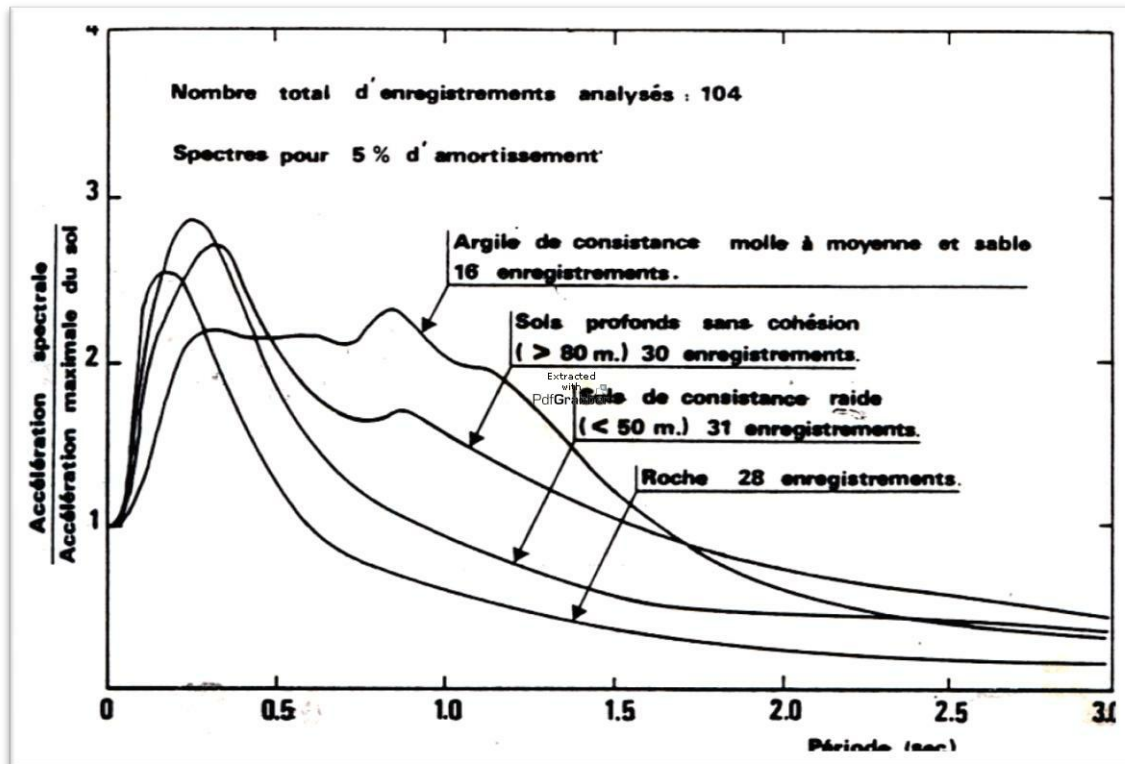


Fig (II.5) : Spectres de réponses des accélérations pour différent types de sols (d'après SEED

Al, 1976)

### Conclusion :

Les caractéristiques géotechniques d'un site influent d'une manière importante sur le mouvement du sol. si les fondations reposent sur un sol meuble, elles peuvent subir des tassement et déplacements différentiels très dommageables aux superstructures. La capacité de résistance du sol et sa raideur notamment, gouvernent le mouvement des sols.