

# CHAPITRE 1

## Introduction à la dynamique des sols

### 1.1 But de la dynamique des sols

La dynamique des sols permet d'étudier le mouvement des terrains (des sols) sous l'effet des actions dynamiques, en particulier les séismes.

### 1.2 Classification des différents types de chargement dynamique

Le chargement dynamique du sol se manifeste sous plusieurs formes dont les plus courantes sont : le mouvement sismique, les vibrations transmises aux fondations par les machines, le compactage dynamique du sol en vue de l'amélioration du sol, et le battage des pieux et des rideaux.

Un chargement dynamique peut se subdiviser en deux catégories, selon qu'il est **périodique** ou **non périodique**. Il est identifié par la fonction de chargement  $Q(t)$  ou  $y(t)$ . Celle-ci peut désigner une force, un moment de rotation, une contrainte, une charge distribuée ou une pression.

Un chargement est dit périodique (ou cyclique) s'il se répète identiquement à lui-même, après un temps **T**.

La séquence d'un chargement périodique est appelée cycle, et la durée **T** d'un cycle est dite **période**.

On appelle fréquence de chargement **f** l'inverse de la période :  $f = \frac{1}{T}$ .

Au cours d'un cycle, la valeur maximale de chargement  $Q_{\max}$  ou **A** est appelé **amplitude** de chargement.

A chaque type d'action correspond un mode de caractérisation et une méthode de résolution la mieux appropriée.

#### 1.2.1 CHARGEMENT DETERMINISTE

Si le chargement appliqué est parfaitement défini par sa variation temporelle et spatiale, le chargement est qualifié de déterministe. Un tel chargement peut être :

- i) Périodique si le diagramme de chargement se reproduit à l'identique au bout d'une durée T, appelée période de la sollicitation.

Parmi les chargements périodiques, on distinguera les chargements harmoniques et les chargements anharmoniques.

Un chargement harmonique est typiquement celui engendré par une machine tournante (figure 1.2). La sollicitation est définie par son amplitude  $A$ , et sa pulsation  $\omega$ . Elle est décrite par une fonction sinusoïdale :

$$(1.1) \quad y(t) = A \sin(\omega t)$$

On verra dans la suite du cours qu'il est souvent pratique de définir les sollicitations harmoniques sous la forme d'une fonction complexe

$$(1.2) \quad y(t) = \rho e^{i\omega t}$$

où bien évidemment seule la partie réelle de l'équation (1.2) a une signification. Dans l'équation (1.2)  $\rho$  est un nombre complexe.

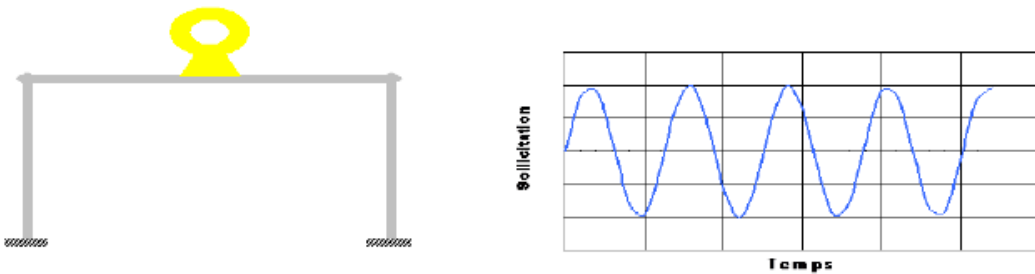


Figure 1.2 : Chargement harmonique

On cite à titre d'exemple de chargement périodique harmonique, l'installation d'un rideau de palplanches par le procédé de vibro-fonçage, en appliquant une force verticale harmonique en tête du rideau engendrant des vibrations facilitant la pénétration du rideau dans le sol.

Le chargement peut être également périodique, sans être harmonique; on le qualifiera d'anharmonique. Ce type de chargement est celui engendré, par exemple, par un propulseur de navire (figure 1.3). L'analyse de Fourier nous indique que le chargement peut être exprimé comme une somme de chargements harmoniques caractérisés chacun par une amplitude  $A_j$  et une pulsation  $\omega_j$ . Reprenant la formulation de l'équation (1.2) un tel chargement s'écrit sous la forme d'une somme d'harmoniques :

$$(1.3) \quad y(t) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} A_j e^{i(j\omega_0 t)}$$

où  $\omega_0$  est la pulsation de l'harmonique fondamentale.

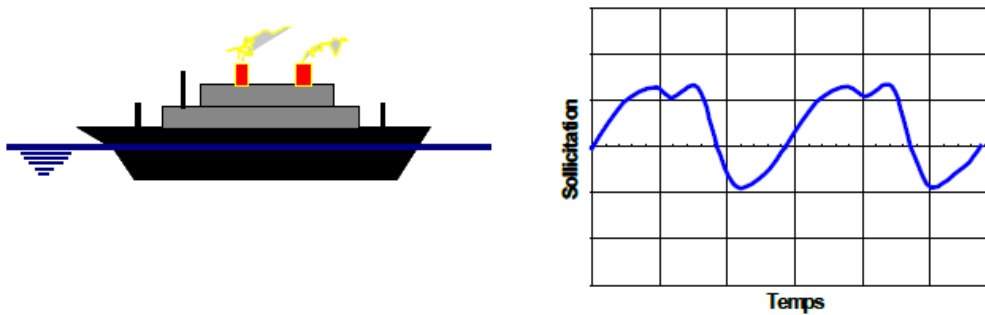


Figure 1.3 : Chargement périodique anharmonique

Un exemple de chargement périodique non harmonique ; battage d'un pieu préfabriqué. L'enfoncement du pieu dans le sol se fait sous des chocs verticaux réguliers reçus par la tête du pieu, ce qui engendre un chargement périodique.

ii) Un chargement dynamique est dit non périodique s'il évolue dans le temps sans qu'il se répète. Ce chargement peut être de courte durée, appelé aussi chargement par impulsion, tel que le compactage dynamique des sols, où la durée de chargement est de l'ordre de la microseconde ( $\mu\text{s}$ ).

Le chargement non périodique peut aussi être de durée relativement longue, de l'ordre de la seconde ou plus, tels que le chargement d'un ouvrage élané par le vent, ou un mouvement sismique.

La figure 1.4 illustre quelques diagrammes typiques de la fonction  $Q(t)$  ;

- (a) Chargement harmonique alterné ;
- (b) Chargement périodique non harmonique et répété ;
- (c) Chargement non périodique par impulsion ;
- (d) Chargement non périodique de longue durée.

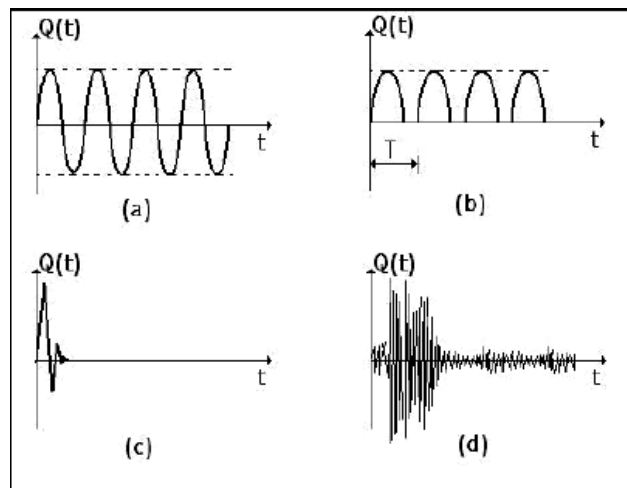


Fig.1.4- Diagrammes typique de la fonction de chargement  $Q(t)$