

**1. Principe de l'essai :**

L'essai de pénétration statique est réalisé dans tous les sols fins et les sols grenus dont la *dimension moyenne* des éléments ne *dépasse pas 20 mm*. Il consiste à enfoncer dans le sol, à vitesse constante et à l'aide d'un vérin hydraulique, une pointe terminée par un cône. Un dispositif particulier permet de mesurer la résistance à la pénétration du cône, ainsi qu'éventuellement, le frottement latéral mobilisé sur une longueur donnée.

**2. Pratique de l'essai**

La norme impose de respecter un certain nombre de conditions et fixe notamment la vitesse de pénétration dans le terrain, qui doit être de **2 cm/s**.

Les pénétromètres normalisés diffèrent par les modalités de fonçage de l'appareil et par le mode de mesure de la résistance de pointe. Tous les types de sondes sont utilisés selon les terrains et selon les nécessités des études : pointe mécanique, pointe électrique et piézocône.

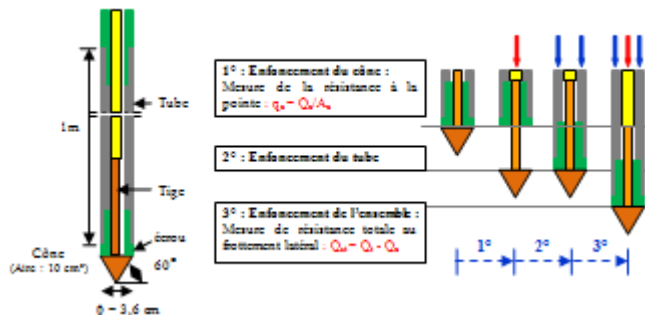
**2.1 Fonçage dans le terrain**

Il est nécessaire de disposer d'une réaction d'au moins 100 kN, mais il existe des appareils prévus pour 250 kN. Cette réaction est obtenue généralement à l'aide d'un camion lesté. Le camion contient un abri de mesure et un ensemble d'appareils pouvant inclure un ordinateur et un traceur reproduisant en temps réel la courbe de pénétration.

**2.2 Mesure de la résistance de pointe**

**Pointe mécanique :** l'effort de pointe est mesuré par l'intermédiaire d'un train de tiges centrales au train de tubes et poussant sur le cône. *La mesure est discontinue*

*Pénétromètre statique mécanique à cône simple*



**Pointe électrique :** l'effort de pointe est mesuré par un peson à jauges de contraintes ou à corde vibrante incorporé à cette pointe. Du point de vue opérationnel, cela implique l'utilisation de tiges de fonçage creuses, à l'intérieur desquelles on doit faire passer le câble électrique conducteur des informations. *La mesure est continue.*



**3. Résultats**

**- Effort total de pénétration Q<sub>t</sub> :**

Force totale nécessaire pour enfoncer dans le sol, sans choc, ni vibration, ni rotation le train de tiges avec à sa base une pointe terminée par un cône, exprimée en kN. L'effort total est donné pour la profondeur atteinte à la base du cône.

**- Effort apparent sur le cône Q<sub>c</sub> et résistance apparente à la pénétration du cône q<sub>c</sub> :**

L'effort total apparent sur le cône Q<sub>c</sub> est la force nécessaire pour enfoncer dans le sol, sans choc ni vibration, ni rotation, le cône seul de la pointe pénétrométrique.

La résistance apparente à la pénétration du cône q<sub>c</sub> est obtenue en divisant l'effort total apparent Q<sub>c</sub> sur le cône par la surface A<sub>c</sub> de la base du cône :  $q_c = \frac{Q_c}{A_c}$  (MPa)

**- Effort total de pénétration Q<sub>st</sub> :**

Force obtenue par différence entre l'effort total de pénétration du train de tige Q<sub>t</sub> et l'effort total apparent Q<sub>c</sub> sur le seul cône :  $Q_{st} = Q_t - Q_c$  Ces valeurs sont affectées à la profondeur atteinte par la base du cône.

**- Effort de frottement latéral local Q<sub>s</sub> et frottement latéral unitaire local f<sub>s</sub> :**

Le frottement latéral unitaire local f<sub>s</sub> est obtenu conventionnellement en divisant la force Q<sub>s</sub> nécessaire à l'enfoncement du manchon de frottement par sa surface

latérale A<sub>s</sub> :  $f_s = \frac{Q_s}{A_s}$  (MPa ou kPa)

Cette valeur attribuée à la profondeur correspond au milieu du manchon de frottement. Le diamètre du manchon (d<sub>s</sub>) est supérieur ou égal au diamètre de la partie cylindrique du cône (d<sub>c</sub>).

**Rapport de frottement R<sub>f</sub> :**

Le rapport R<sub>f</sub> est le quotient du frottement latéral unitaire local f<sub>s</sub> par la résistance apparente à la pénétration du cône q<sub>c</sub> mesurée à la même profondeur (et non au même instant)

$$R_f = \frac{f_s}{q_c} (\%)$$

**Indice de frottement I<sub>f</sub>**

I<sub>f</sub> est le quotient de la résistance apparente à la pénétration du cône q<sub>c</sub> par le frottement latéral unitaire local f<sub>s</sub> mesuré à la même profondeur (et non au même instant).

$$I_f = \frac{q_c}{f_s} (\%)$$