

RECONNAISSANCE DU SOL PAR SONDAGES

Définition : les sondages sont des forages réalisés avec beaucoup de soin et avec des outils permettant de remonter à la surface des échantillons de terrain prélevés en profondeur.

Les sondages visent essentiellement à reconnaître les couches des terrains, les nappes d'eau éventuelles à traverser et à rechercher la zone de terrain valable (bon sol) pour asseoir la fondation.

Les sondages peuvent être exécutés :

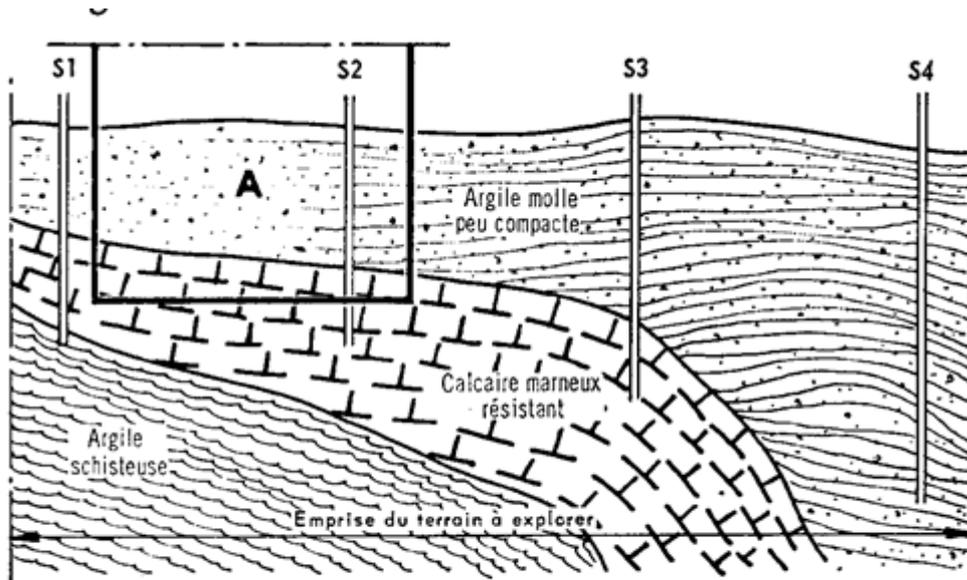
- soit à ciel ouvert : puits, tranchées, gradins ;
- soit par forages mécaniques réalisés à l'aide de matériels divers, plus ou moins perfectionnés.

Dans un sol apparemment normal la profondeur des sondages est déterminée en première approximation par les règles suivantes :

- 3 fois la largeur des semelles ou des massifs, avec un minimum de 6 m,
- 1,5 fois la largeur de la construction pour un radier général ;
- 2 fois la largeur de la construction pour un groupe de pieux ;

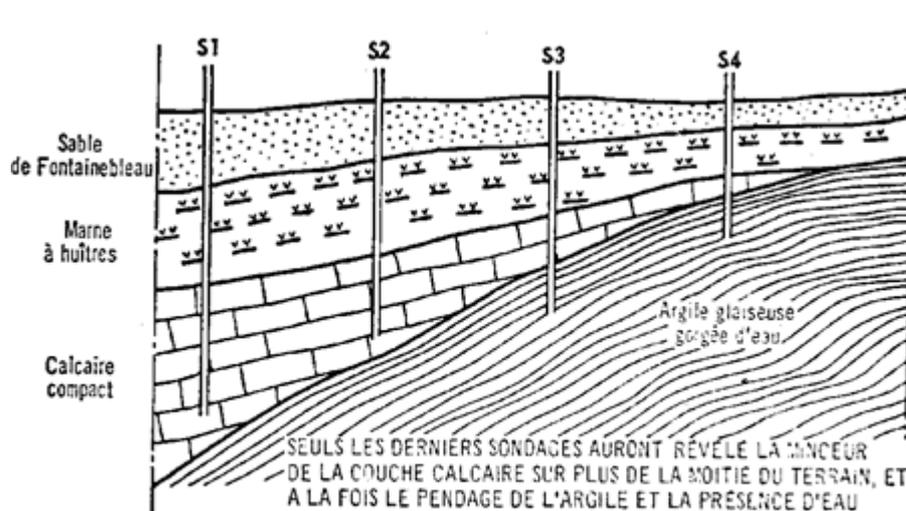
Il faut quadriller le terrain à bâtir et situer les forages aux croisements de mailles dont le côté ne dépassera pas 30 m. L'expérience des premiers forages décidera du rapprochement des points d'investigation et l'on recommande de procéder à un sondage tous les 400 m².

L'alignement des forages permet de dresser des coupes géologiques longitudinales et transversales du terrain, comme sur la figure :



— Nécessité de réaliser plusieurs sondages alignés.
On peut déjà prévoir qu'en A, la réalisation du projet sera plus économique.

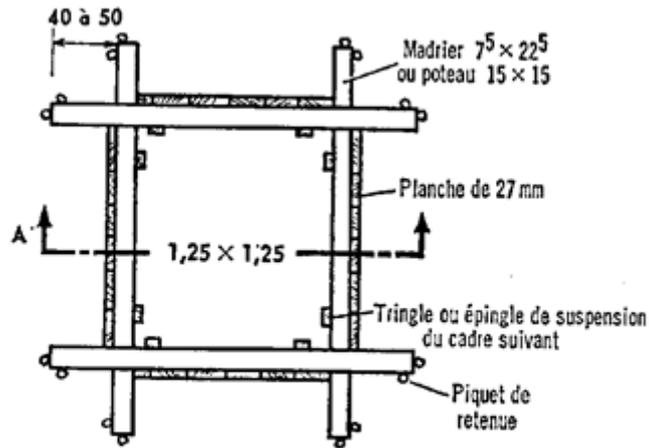
Le but visé étant la recherche du bon sol, on serait tenté de s'arrêter au niveau de la couche de terrain supposée valable pour asseoir la fondation, mais ce terrain bien que de nature résistante, peut-être de faible épaisseur ou reposer sur une couche très compressible, fluente ou affouillable :



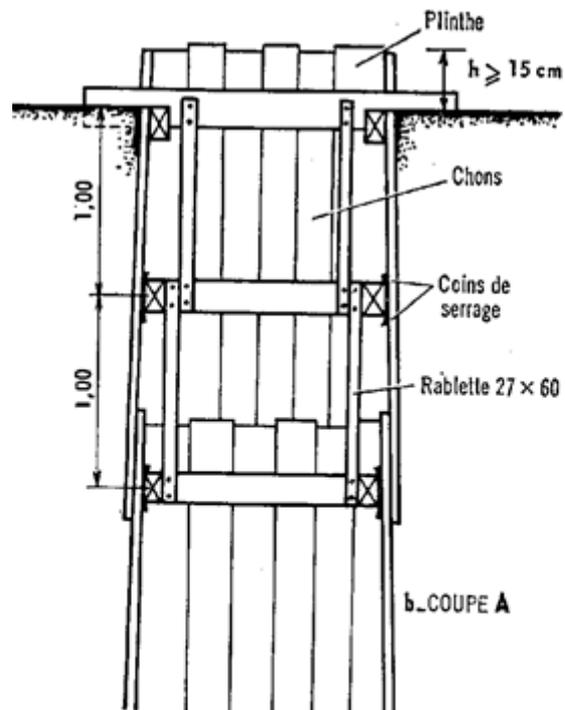
— S'assurer de l'épaisseur de la couche résistante sur l'ensemble du terrain à bâtir.

1- Sondages par puits blindés

Dans ce cas il s'agit de creuser des puits carrés (1,20 à 1,50 m de côté) ou circulaire (de diamètre 1,20 m au moins). On commence par disposer à même le sol un cadre à oreilles de préférence (comme en détail «a» ci-dessous), qui permettra le démarrage immédiat du blindage indispensable :



a. CADRE A OREILLES, VU EN PLAN



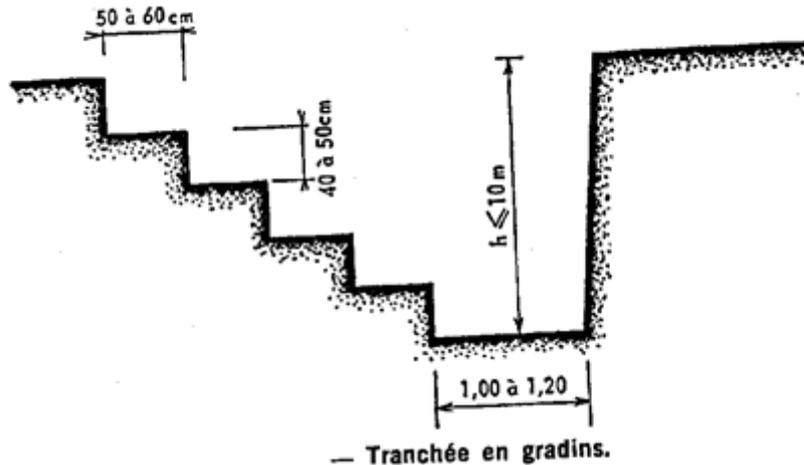
b. COUPE A

— Sondage par puits blindé
à moins de 10 m de profondeur.

Ce type de sondage exécuté manuellement coûte cher et n'est utilisable que pour des investigations peu profondes, ne dépassant pas 10 m.

2- Sondage par tranchée exécutée en gradins

C'est une méthode propre à l'exploration des terrains où doivent s'implanter les voies ferrées, les chaussées, les canaux, etc.



Ce type de sondage permet d'observer le terrain in situ, d'en prélever des échantillons pour des essais de laboratoire et même d'effectuer des essais sur place avec un pénétromètre ou un chargement à la table.

3- Sondages sommaires

Ils sont réservés aux bâtiments légers et lorsque le bon sol présumé se trouve à proximité du niveau des fondations projetées. Dans ce cas on peut sonder l'épaisseur de la couche à l'aide de procédés rudimentaires, tels que :

- barre à mine enfoncée à la masse (une volée de 10 coups par exemple) ;
- tige adaptée au marteau pneumatique ;
- tarière placée sur trépied et munie d'une sonde, d'un trépan, etc.

L'inconvénient majeur de ces procédés est qu'ils sont limités à de très faibles profondeurs et qu'ils ne permettent pas de définir la nature des couches traversées.

4- Sondages profonds

Ces forages visent essentiellement le prélèvement d'échantillons intacts, appelés carottes, et destinés à subir des essais en laboratoire.

Le diamètre du forage sera petit, en général par mesure d'économie, tout en permettant d'obtenir des carottes d'au moins 50 mm diamètre.

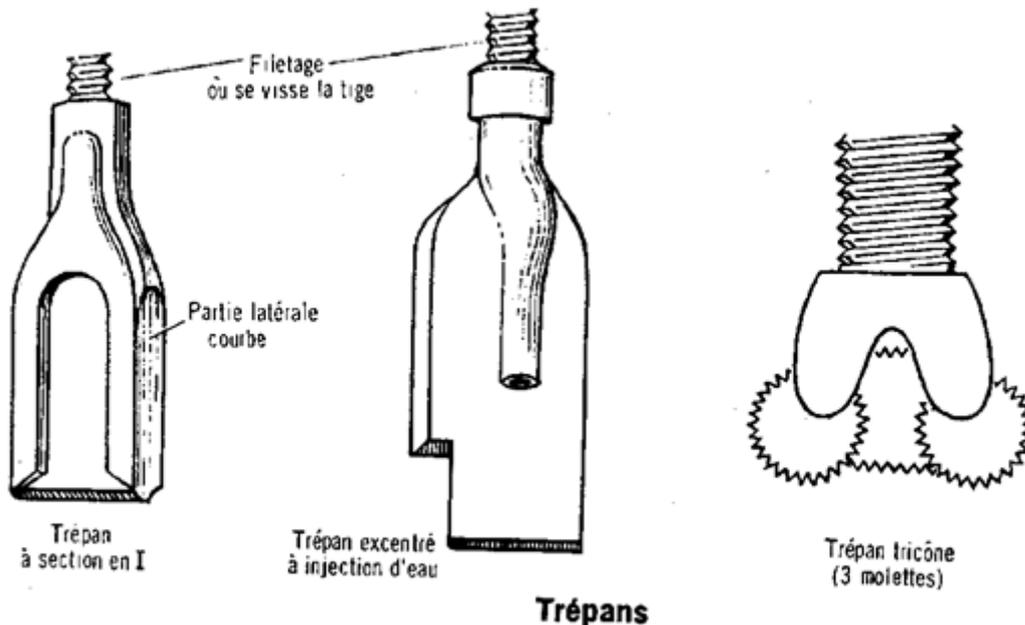
Matériel utilisé

On peut distinguer :

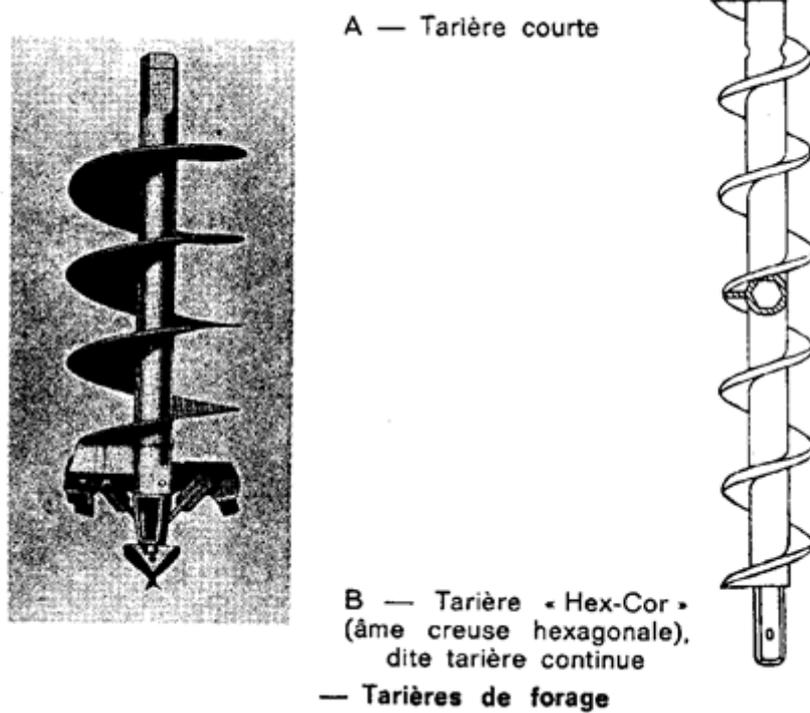
Les outils d'attaque :

– soit par percussion, afin de disloquer le terrain à l'aide de trépan divers, comme sur la figure suivante. Les trépan comportent deux parties :

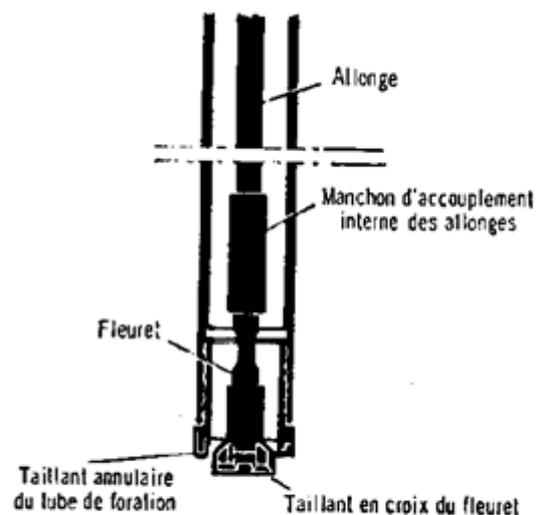
- une tige qui agit par son propre poids ;
- un gros ciseau en acier forgé ;



- soit par rotation, avec des tarières (jusque F 30 à 40 cm) pour les sols meubles ;



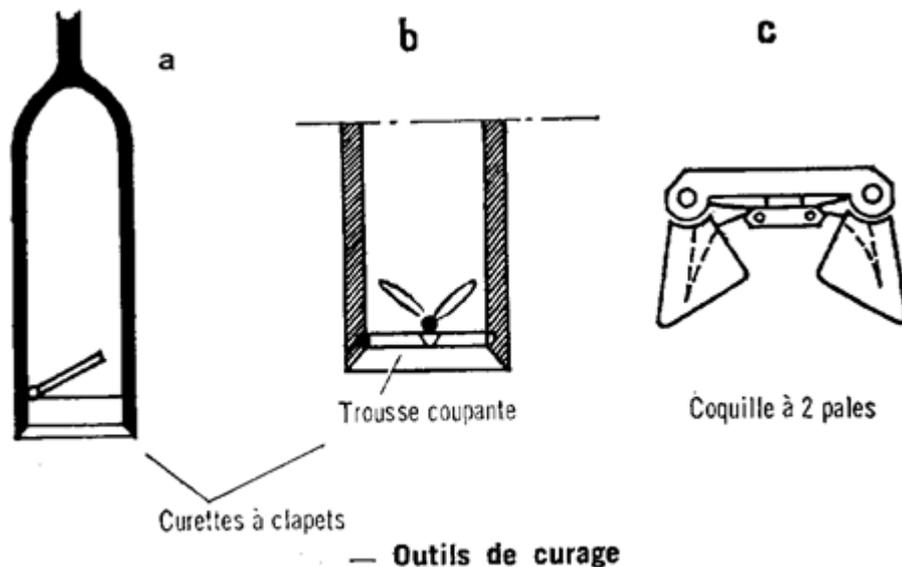
- soit par les tubes sondeurs : ce sont des outils qui travaillent à la manière d'un foret dans le métal, ils attaquent la roche par cisaillement et en détachent des copeaux et de ce fait nécessitent une poussée 5 à 10 fois plus forte que celle nécessaire à l'outil de percussion, ce qui implique le refroidissement de l'outil ;



— Double équipement de perforation

Les outils de curage

– qui remontent les déblais grâce à la trousse coupante dont est dotée leur base :



L'équipage au niveau du sol

Qui comporte :

- soit un chevalement (une chèvre) auquel est suspendue, par l'intermédiaire d'un câble passant sur une poulie, une sondeuse actionnée par un treuil qui procède par embrayages et débrayages successifs (sondage par percussion dit alternatif) ;
- soit un équipement léger et démontable, qui peut même être monté sur un véhicule : Jeep, tracteur ou camion ;
- soit l'adaptation de l'équipement de forage au bout du balancier rétro d'une pelle hydraulique : par exemple la tarière et son moteur de rotation,

Le tubage ou éventuel des parois des forages

On peut trouver :

- o tubes d'acier enfoncés à l'aide d'un mouton suspendu à la chèvre ;
- o tubes d'acier enfoncés par vérin hydraulique et rotation ;
- o soit par louvoisement pour des sondages de forte section ;

Une sonde de niveau d'eau

Qui dans le cas d'une nappe phréatique, permet de relever la cote de profondeur grâce à un montage électrique.

5- Avantages des sondages forés avec du matériel moderne

- On peut multiplier les points d'auscultation surtout pour les zones douteuses, et le prix de revient demeure inférieur à celui de sondages réalisés par puits à ciel ouvert ;
- On peut réaliser dans un même forage d'autres essais et prélèvements, outre le carottage : par exemple effectuer un essai de charge sur le fond de forage, ou un essai de perméabilité en place, ou prélever des échantillons d'eau à différentes profondeurs pour connaître son agressivité éventuelle, et même procéder à des essais d'injection de certaines couches de terrain afin d'évaluer l'ordre de grandeur des quantités de coulis nécessaires ultérieurement ;
- Certains hardis précurseurs ont même songé à descendre des caméras miniatures de télévision dans le forage qui révéleraient les fissures éventuelles ;

6- Traduction et interprétation des sondages

En principe il s'agit de prendre des attachements figurés détaillés, précis, de chaque sondage réalisé et de tenir soigneusement à jour un carnet de sondages qui permettra d'établir des coupes géologiques du terrain qu'on pourra ensuite interpréter.

Le code de figuration du Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) – est un ensemble de représentations conventionnelles des divers terrains vus en coupe, codifiés par l'Office central de la Documentation Géologique, comme ils sont représentés sur le tableau n° 2, ci-dessous.

Pour établir un relevé de sondage de reconnaissance les données suivantes sont nécessaires:

- o date du sondage ;
- o vitesse d'avancement ;
- o les couches de terrain rencontrées ;
- o les niveaux d'eau éventuels,

- nature de l'outil utilisé,
- incidents survenus ;
- débit d'une venue d'eau, etc.

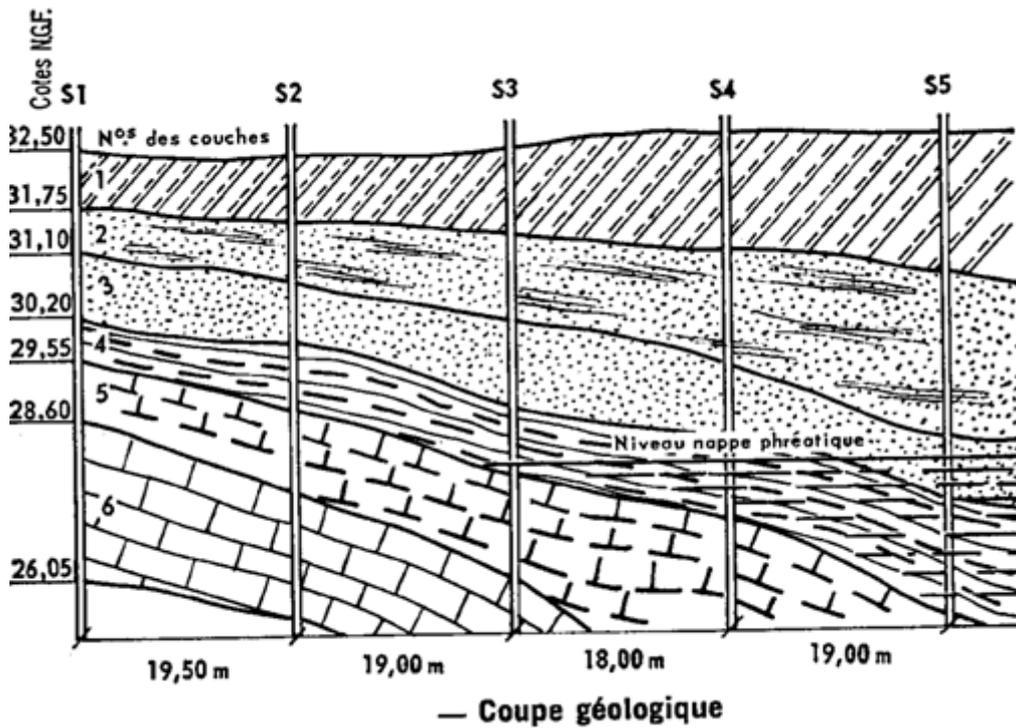
D'habitude, un seul relevé de sondage ne donne aucune idée de l'étendue des diverses couches, mais par recoupement de divers forages alignés et assez rapprochés, on peut dresser une coupe géologique, véritable section du sol selon un plan sécant vertical, avec les indications suivantes:

- les bancs dans ce cas peuvent être numérotés d'après les numéros correspondant au texte descriptif qui accompagne la coupe en général ;

- aussi comme dans le cas d'un profil en long de tracés de canalisation ou d'une route, les cotes d'altitude peuvent figurer en ordonnée, tandis qu'en abscisse on peut coter les distances séparant les sondages, le rapport des échelles étant de 5 à 1 comme sur la figure suivante.

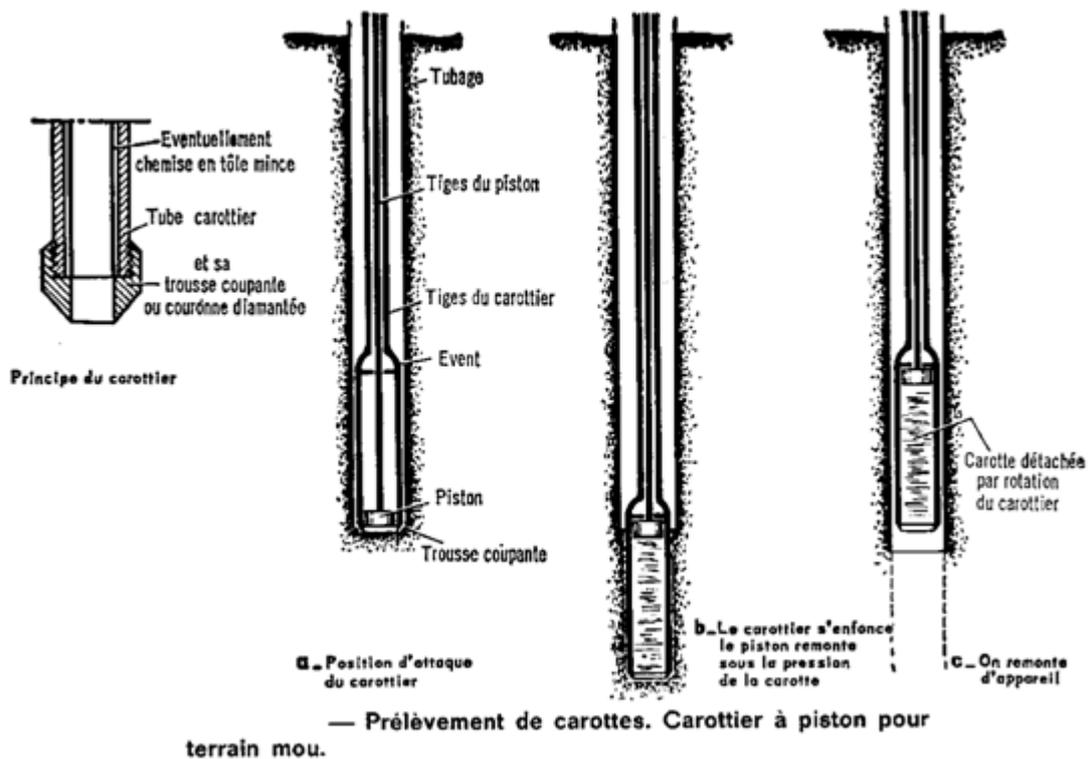
Tableau n° 2 – Symboles de figuration des sols les plus courants
(extrait du Code du B.R.G.M.)

Sables		Roches éruptives Laves	
Graviers		Roches cristallines : granite, diorite, etc.	
Grès		Roches métamor- phiques - Gneiss	
Grès tuffeux		Schistes	
Poudingues		Schistes cristallins et métamorphiques	
Quartzites		Calcaire argileux	
Argile		Calcaire marnéux	
Calcaire		Argile schisteuse	
Marne		Argile à silex	
Craie		Marne à huîtres	
Limons		Remblais	



7- Pratique du carottage dans les sondages forés

Le prélèvement des carottes est réalisé au moyen d'appareillages très divers, appropriés à la consistance des couches rencontrées :



Il existe de nombreux types de carottiers : à piston, à bille, à clapets, à cloche, etc. et le diamètre des carottes varie selon le terrain à découper de 50 à 60 mm pour les couches dures et jusqu'à 400 mm pour les sols pulvérulents. En même temps la longueur des carottes peut être de 60 à 150 cm.

— Dispositif de carottage par vibropercussion.

