

Il s'agit du mode de forage le plus rapide qui consiste à désagréger le sol à l'aide d'un outil adapté et à remonter vers la surface les débris appelés cuttings à l'aide d'un fluide (air, eau, boue).

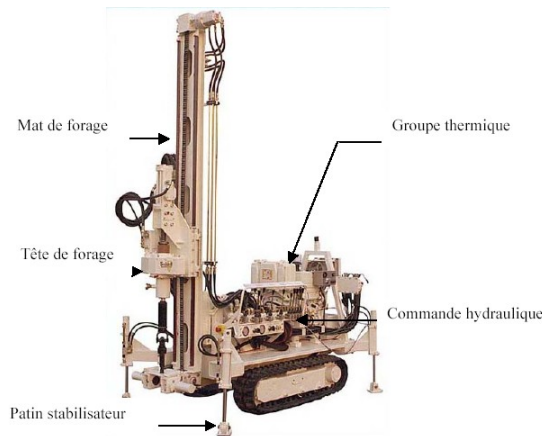
1. Forage destructif en rotation

Un outil appelé trilame ou tricône est mis en rotation depuis la surface du sol par l'intermédiaire d'un train de tiges. L'avancement de l'outil s'effectue par abrasion du terrain, sans choc, uniquement par rotation et poussée. Celle-ci est fournie par la puissance de la machine mais aussi par le poids des tiges au dessus de l'outil.



La circulation d'un liquide, la boue de forage, permet de les remonter à la surface. La boue de forage est injectée à l'intérieur des tiges, ressort au niveau de l'outil et remonte à la surface par l'espace annulaire entre le train de tiges et les parois du trou foré.

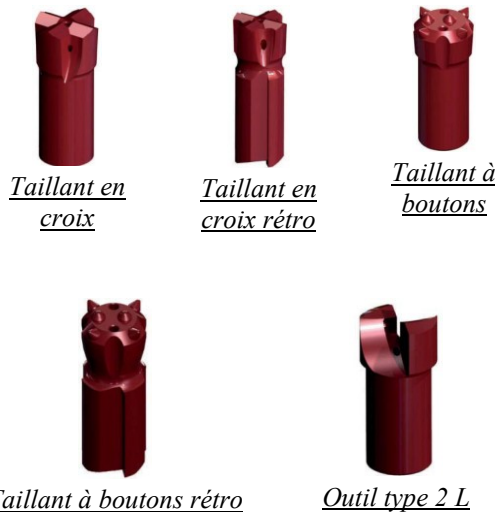
2. Forage destructif par roto-percussion hors trou



La sondeuse rotative est équipée d'un marteau hydraulique sur glissière assurant la frappe en tête. La vitesse de rotation peut être réglée indépendamment de la frappe. L'énergie est transmise jusqu'au taillant par le train de tiges.

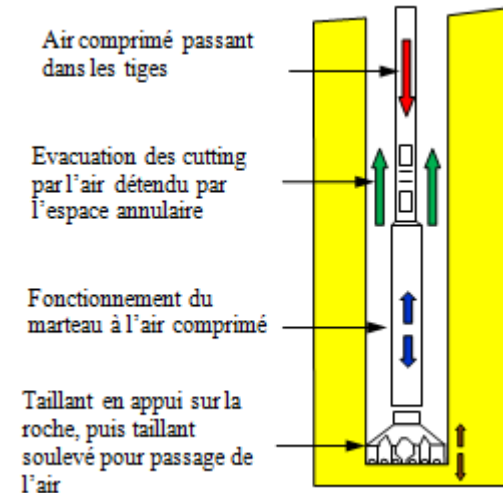


Les tiges de forage sont de type R32 ou R38 avec les longueurs les plus communes : 0,60 m – 0,91 m – 1,22 m – 1,52 m – 1,83 m – 2,43 m – 3,05 m.



3. Forage destructif par roto-percussion fond de trou

La frappe s'effectue au niveau de l'outil, le train de tiges n'assurant plus que le mouvement de rotation. Ceci permet de s'affranchir de la perte d'énergie le long du train de tiges. Le fluide est exclusivement l'air avec éventuellement une addition de produits moussants. L'air comprimé à haute pression, actionne un mécanisme de frappe qui se situe juste derrière l'outil et permet également d'évacuer les débris de forage par l'espace annulaire. La technique du marteau fond de trou (MFT) permet de traverser des terrains durs comme le rocher (granites) ou sédimentaires consolidés (grès, calcaires).



On distingue 2 phases, la percussion et le soufflage. Ce mode de foration est peu utilisé en géotechnique.

1. Evacuation des débris de forage

Le produit de désagrégation des sols (cuttings) remonte à la surface à l'aide d'un fluide qui, dans les forages géotechniques, est injecté à l'intérieur du train de tiges et remonte, chargé de sédiments, dans l'espace annulaire extérieur. Plusieurs fluides peuvent être utilisés :

- l'air comprimé,
- l'eau claire.
- la boue de forage.

1.1 L'air comprimé

Peut être utilisé en technique hors trou ou fond de trou. Il existe des limites à la technique :

- l'espace annulaire autour du train de tiges doit rester modéré,
- la présence de matériaux argileux peut entraîner des bourrages,
- la technique peut ne pas être applicable dans certains cas en présence de venue d'eau.

1.2 L'eau claire

L'eau permet de refroidir et nettoyer les outils. Les terrains trop perméables ou fissurés ne permettent pas une bonne remontée des cuttings,

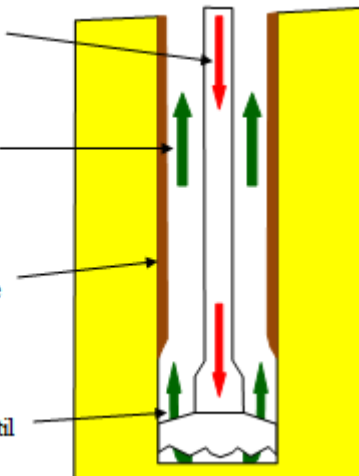
1.3 La boue de forage

Boue passant dans les tiges de forage

Evacuation des cuttings par l'espace annulaire

Formation d'un cake sur la paroi du forage

Sortie de la boue –
Lubrification de l'outil



Les fonctions de la boue sont les suivantes :

- consolider les parois du forage, par le dépôt du « cake » sur la formation,
- remonter au jour les sédiments broyés « cuttings » par l'outil
- maintenir les cuttings en suspension s'il se produit un arrêt de circulation de la boue,
- lubrifier et refroidir l'outil de forage ou de carottage,
- équilibrer dans le sondage les pressions hydrostatiques des niveaux aquifères rencontrés

Le choix du type de boue et sa bonne préparation constituent des éléments déterminants pour la qualité du forage. La bentonite et les boues polymères sont les plus utilisées.

Son utilisation est :

- inadaptée aux terrains trop perméables
- interdit pour des essais de perméabilité ou pose de piézomètre.

2. Tenue des parois de forage

La tenue des parois du forage peut être limitée à la durée de la foration, mais aussi être étendue au temps nécessaire pour réaliser des essais in situ ou poser une instrumentation.

Deux procédés permettent le maintien des parois : **la boue de forage** et le **tubage**.

Dans la solution du **tubage** il s'agit de protéger le trou par une colonne de tubes lisses raccordée par filetage voire par soudure.

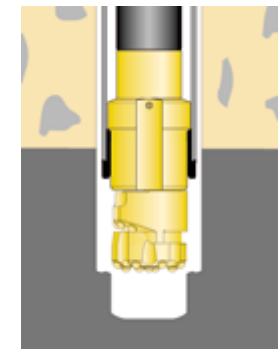
La mise en place de ce tubage peut s'effectuer selon plusieurs méthodes :

- **le tubage préalable à l'avancement** : Le tube est enfoncé directement dans le sol par battage, pression ou rotation, puis vidé à l'aide d'un outil. Cette technique ne peut être réalisée que sur des terrains relativement meubles et sur les profondeurs modérées,
- **Le tubage de revêtement posé après forage**. Le forage est équipé a posteriori d'un tubage de diamètre inférieur à l'outil, ce qui suppose que la stabilité des parois soit à court terme suffisante. Il est donc nécessaire de procéder par passes de faibles longueurs.

- **le forage et tubage simultanés** : Dans le principe « ODEX », le marteau équipé d'un taillant excentrique et le tubage sont descendus simultanément pour atteindre le terrain dur. Pendant la phase de forage, le taillant excentré s'ouvre et fore un trou d'un diamètre supérieur au tubage



Après avoir atteint la profondeur voulue, le sens de rotation est inversé. Le taillant excentré est fermé.



Le marteau et le taillant sont extraits, le tubage restant dans le trou. Le tubage reste en place et le forage peut reprendre à travers le tubage avec un taillant standard.

Il existe différentes normes de tiges et de tubages :

- norme API : American Petroleum Institute
- norme DCMA : Diamond Core Drill Manufacturers Association
- norme métrique.

1. Définition

Le sondage destructif consiste à désagréger le sol par un outil adapté et à le remonter vers la surface sous la forme de copeaux appelés « cuttings », à l'aide d'un fluide de forage généralement injecté par le train de tige (eau, air, boue).

On distingue trois grandes techniques :

- rotation simple
- roto percussion
- battage

2. Domaines d'utilisation

- Reconnaissance géologique rapide
- Forage préalable pour des essais géotechniques
- Recherche de cavités
- Contrôle d'injection
- Appréciation qualitative des caractéristiques mécaniques

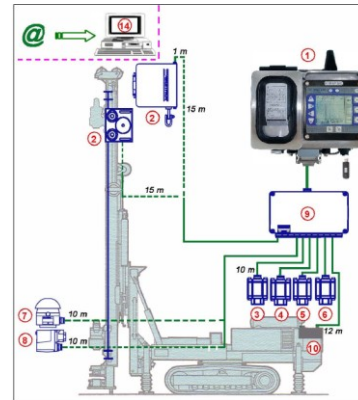
3. Les enregistrements des paramètres de forage

Les coupes des sols en forage destructif peuvent être assez imprécises. Par ailleurs, dans les terrains très perméables ou fracturés on peut observer des pertes totales du fluide d'injection, ce qui ne permet pas de remonter les cuttings.

La technique de l'enregistrement des paramètres de forage permet de mesurer et d'enregistrer, pendant le forage, des grandeurs physiques, dont les variations sont en corrélation avec les propriétés géo-mécaniques des terrains traversés.

Remarque importante : Les diagraphies de forage ne caractérisent pas directement un sol, mais traduisent les réactions de la machine en cours de foration, à la traversée des sols successifs.

Les diagraphies ne constituent donc pas une représentation intrinsèque du sol. Elles dépendent en partie du matériel (machine, fluide, taillant, ...) et de l'opérateur.

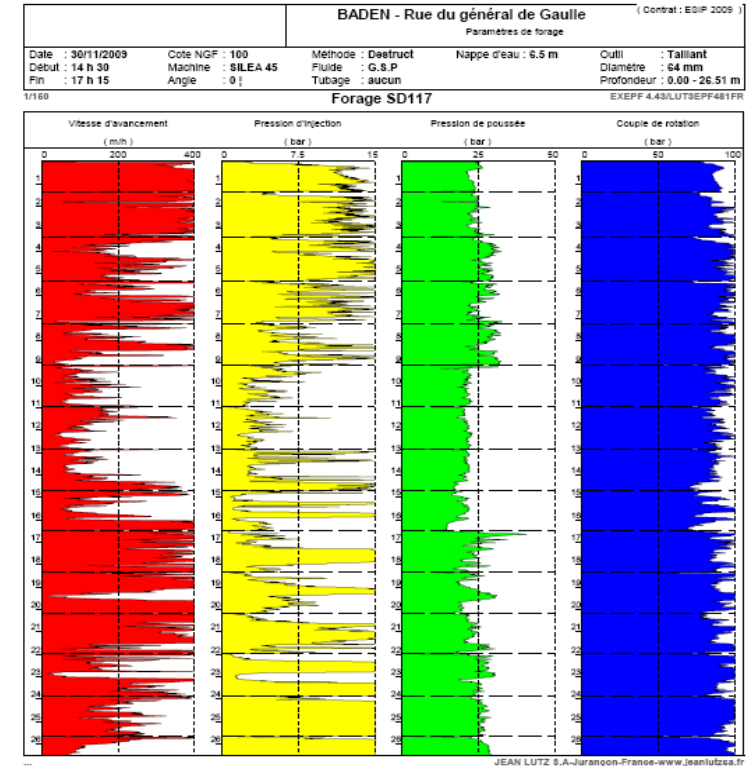


Les grandeurs physiques, appelées paramètres de forage, les plus caractéristiques sont les suivantes :

- profondeur
- heure et temps
- vitesse d'avancement instantanée (m/h) Ces vitesses sont généralement inversement proportionnelles à la résistance mécanique des sols traversés, élevées dans les horizons mous à lâches et faibles dans les formations compactes,
- pression d'injection du fluide de forage (bars) qui est généralement élevée dans les terrains peu perméables (argile, limon, roche non fracturées) et qui chute dans les formations plus perméables à fracturées,
- pression de poussée appliquée sur l'outil de forage (bars) et pression de rotation (couple) moteur (bars). Ces deux derniers paramètres sont maintenus quasi-constants dans la mesure du possible au cours des opérations de forage,

A cela peuvent s'ajouter : couple, vitesse de rotation, percussion réfléchie, inclinaisons.

Tous ces paramètres sont enregistrés et peuvent être édités sur P.C. ou en temps réel dans le cas d'une instrumentation avec enregistrement graphique



4. Spécificité du forage pour essai pressiométrique

- diamètre de l'outil inférieur ou égal 1,15 diamètre de la sonde
- en rotation : vitesse < 60 tr/min, pression en tête du train de tiges transmise sur l'outil < 200 kPa.
- injection avec boue (pression < 500 kPa ; débit < 15 l/min).

Dans la mesure où l'on souhaite privilégier le calibrage du forage et limiter au maximum la détérioration du sol afin de conduire par la suite des essais pressiométriques représentatifs, les conditions de forage dans un même sondage pourront être amenées à être adaptées en fonctions des successions de nature et de compacité des sols rencontrés. Ceci pourra alors conduire à des difficultés d'interprétation des diagraphies. Un doublement du sondage par un forage destructif exécuté avec un paramétrage constant est alors conseillé pour assurer les comparaisons entre forages destructifs.

VA-11-102

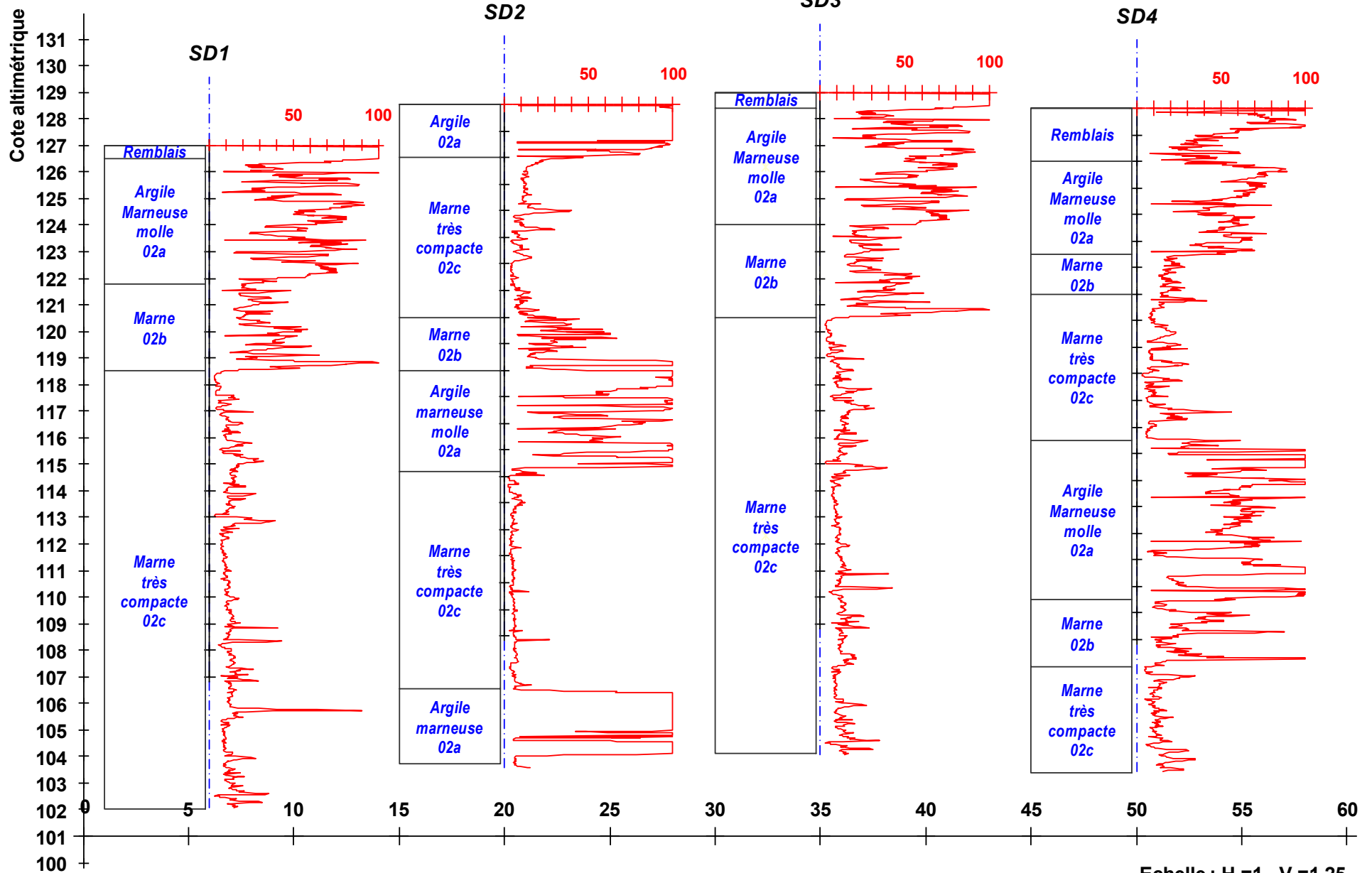
Coupes étalonnées avec résultats d'essais pressiométriques

Profil A - A'

Vitesse d'avancement (m/h)

24.12.10

Pression limite pl (MPa)



Echelle : H = 1 - V = 1.25