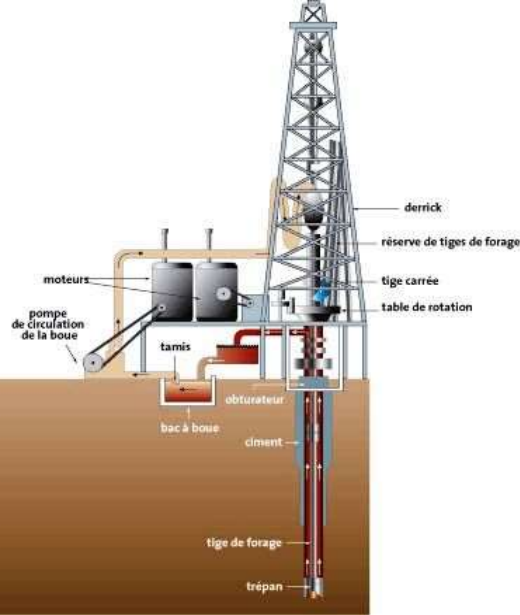


Techniques de forage

HU 922

Master 2

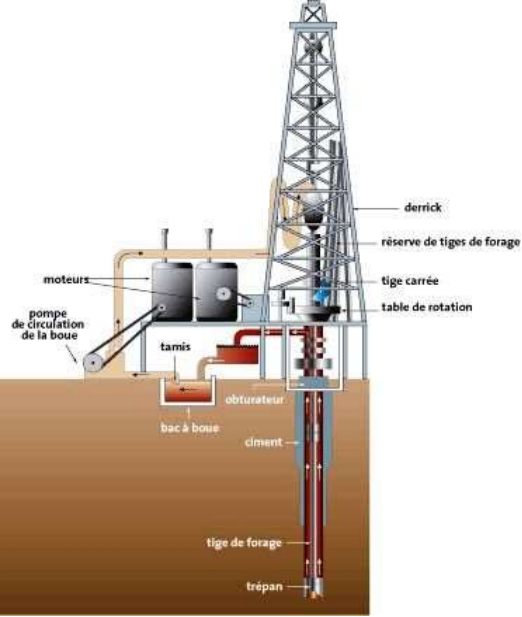
Hydraulique urbaine



Pr. K. BABA HAMED
2020 - 2021



Techniques de forage HU 922 Master 1 Hydraulique urbaine

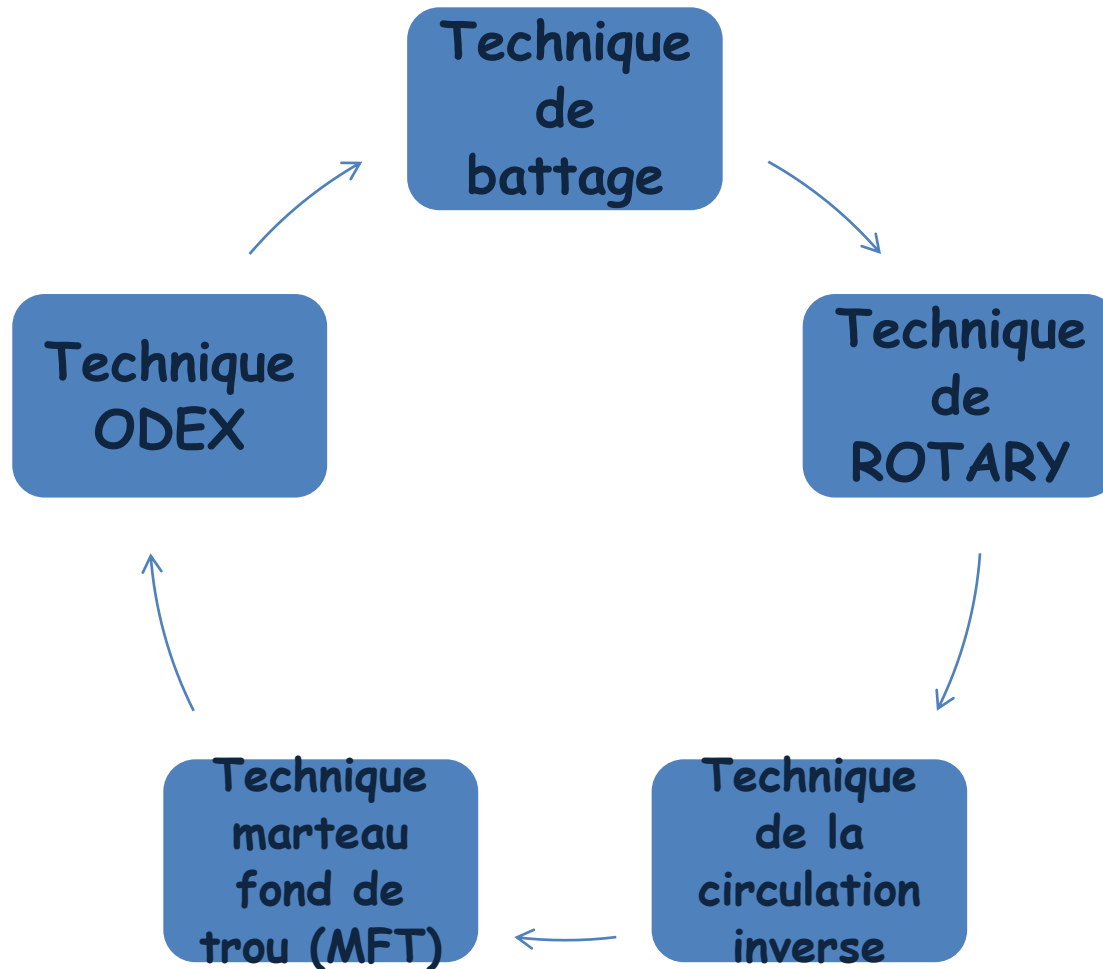


TECHNIQUES ET PROCÉDES



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Les différentes techniques de forage sont :



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

C'est la technique la **plus ancienne**, utilisée par les Chinois depuis plus de 4000 ans (battage au câble),

Elle consiste à **soulever un outil très lourd** (trépan) et le **laisser retomber sur la roche** à perforer en chute libre. Le forage par battage ne nécessite pas de circuit d'eau ou de boue, et seul un peu d'eau au fond de forage suffit.

Il est tout indiqué pour les terrains durs surtout lorsque le terrain dur est en surface.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

Le battage se produit par le mouvement alternatif d'un balancier actionné par un arbre à came (ou bien un treuil : cylindre horizontal).

Après un certain avancement, on tire le trépan et on descend une curette (soupape) pour extraire les déblais (éléments broyés : cuttings).

Pour avoir un bon rendement, on travaille toujours en milieu humide en ajoutant de l'eau au fond de trou.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

Procédé
Pennsylvanien
(procédé à câble)

Procédé
Canadien

Procédé Raky
(battage rapide)



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

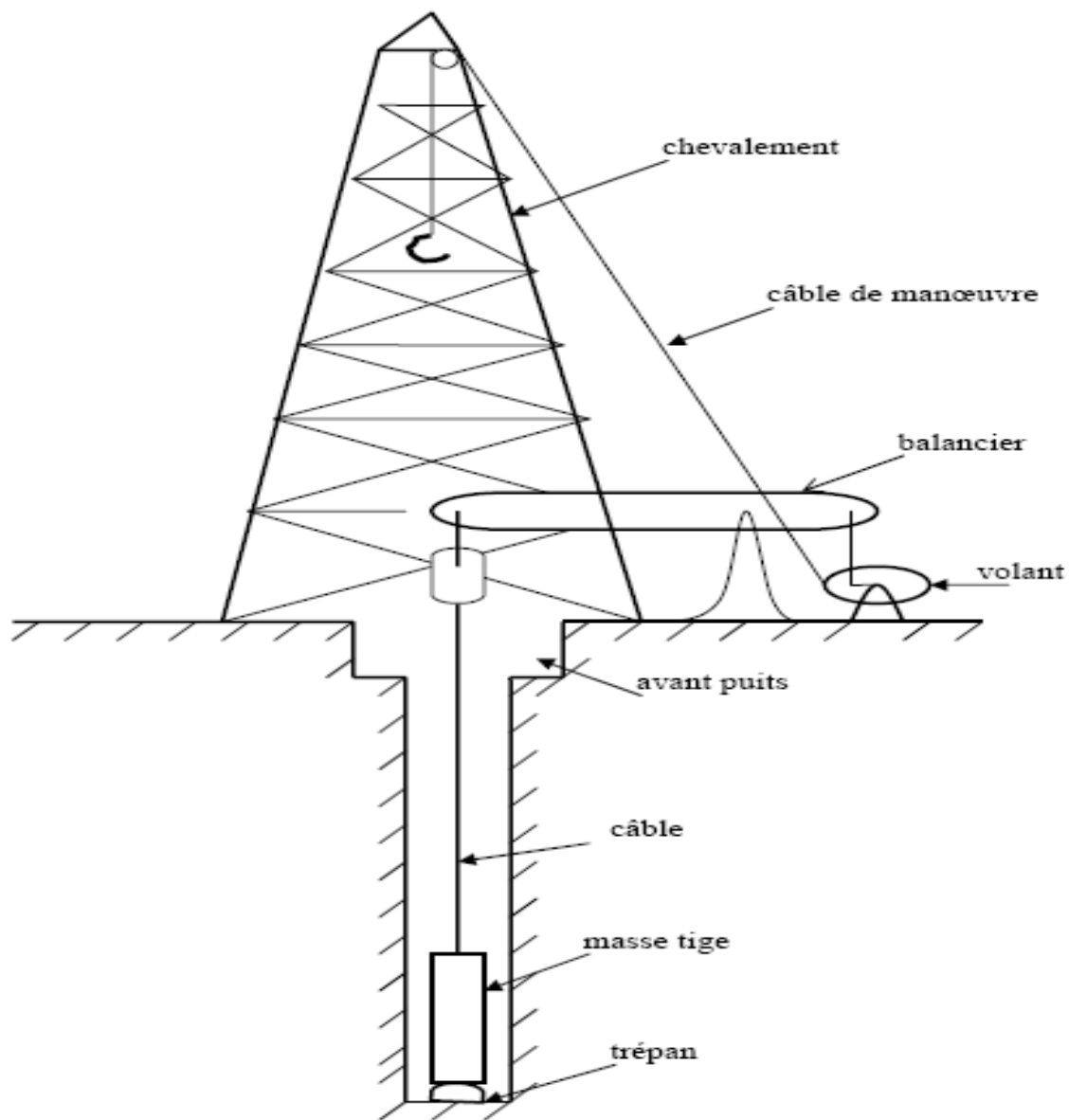
1- Le procédé Pennsylvanien (procédé à câble)

Où le trépan est accroché directement au câble sous une masse tige (tige très lourde), il est bien développé aux USA.



Carte des États-Unis avec la Pennsylvanie en rouge





Battage au câble (Technique Pensylvannienne)

TECHNIQUES ET PROCÉDES

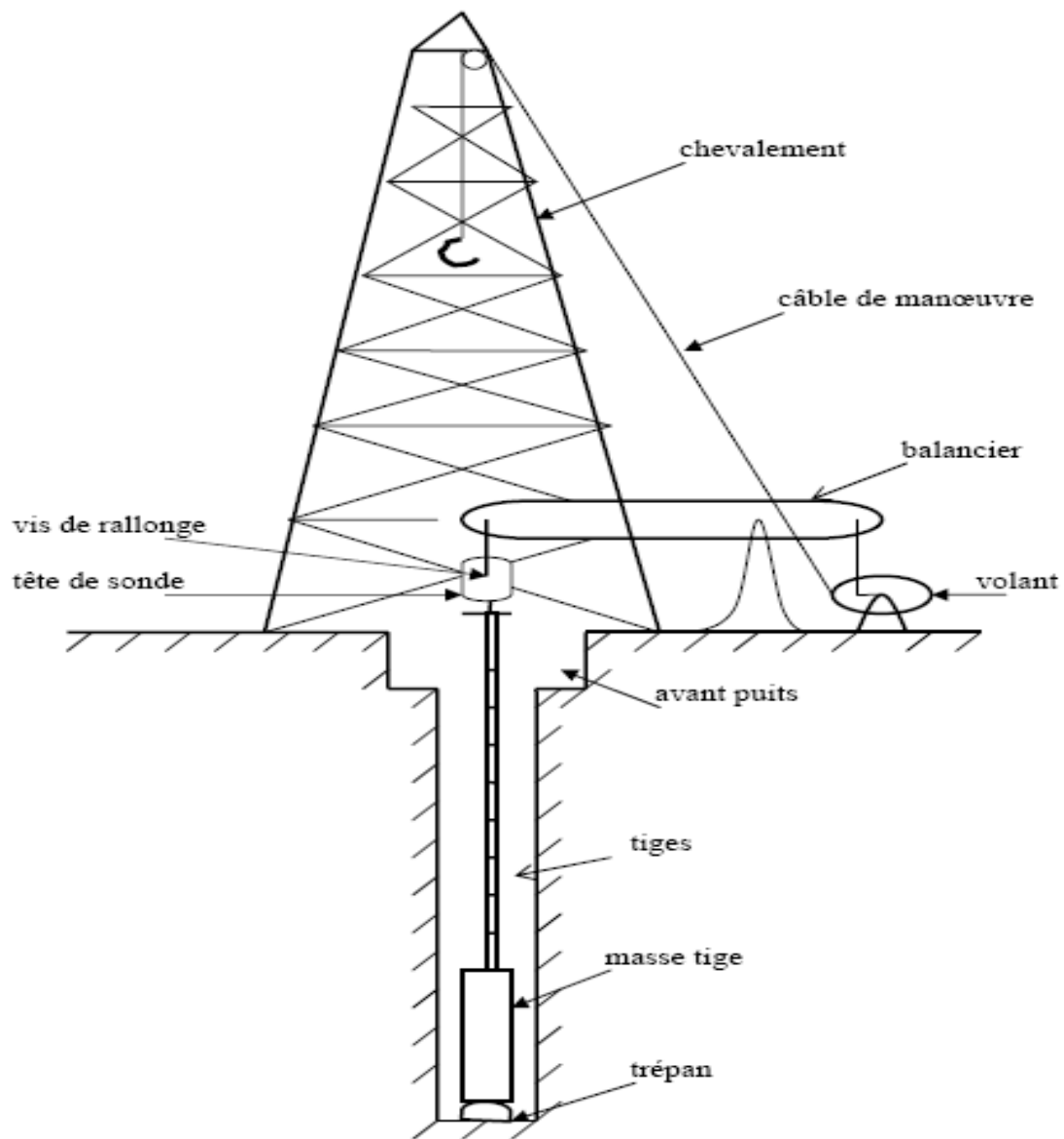
Technique de battage

2- Le procédé Canadien

Le trépan est fixé sous un train de tiges pleines.

Il est surtout utilisé dans l'Europe de l'Est.





Battage à tiges (Technique canadienne)

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

3- Procédé Raky (battage rapide)

Utilise des tiges creuses avec circulation d'eau.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

Avantages du battage

- Investissement moins important
- Energie dépensée faible
- Facilité de mise en œuvre
- Pas de boue de forage
- Récupération aisée d'échantillons
- Nécessite moins d'eau (40 à 50 L/h) et de n'importe quelle qualité.
- La détection de la nappe même à faible pression est facile : la venue de l'eau à basse pression se manifeste directement dans le forage sans être aveuglée par la boue.
- pas de problèmes dans des zones fissurées (risque lié aux pertes de boue)

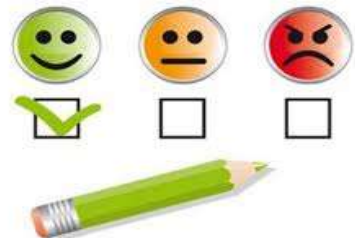


TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de battage

Inconvénients du battage

- Le forage s'effectue en discontinue (forage puis curage de cuttings et ainsi de suite),
- Le forage est lent
- Difficultés pour équilibrer les pressions d'eau jaillissante.
- Absence de contrôle de la rectitude
- Pas de possibilité de faire le carottage



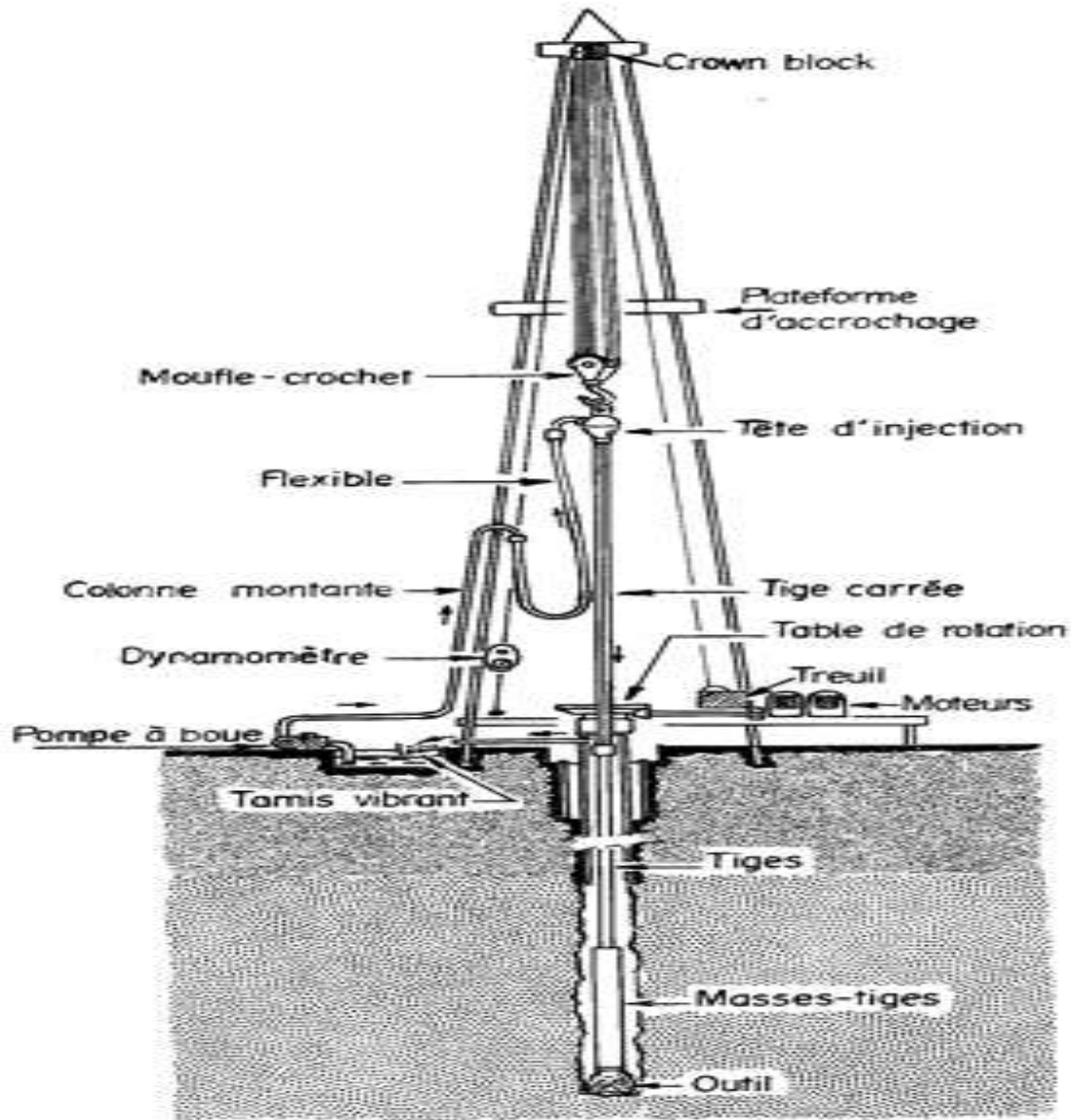
TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Cette méthode est **relativement récente**, sa première apparition remonte à 1920.

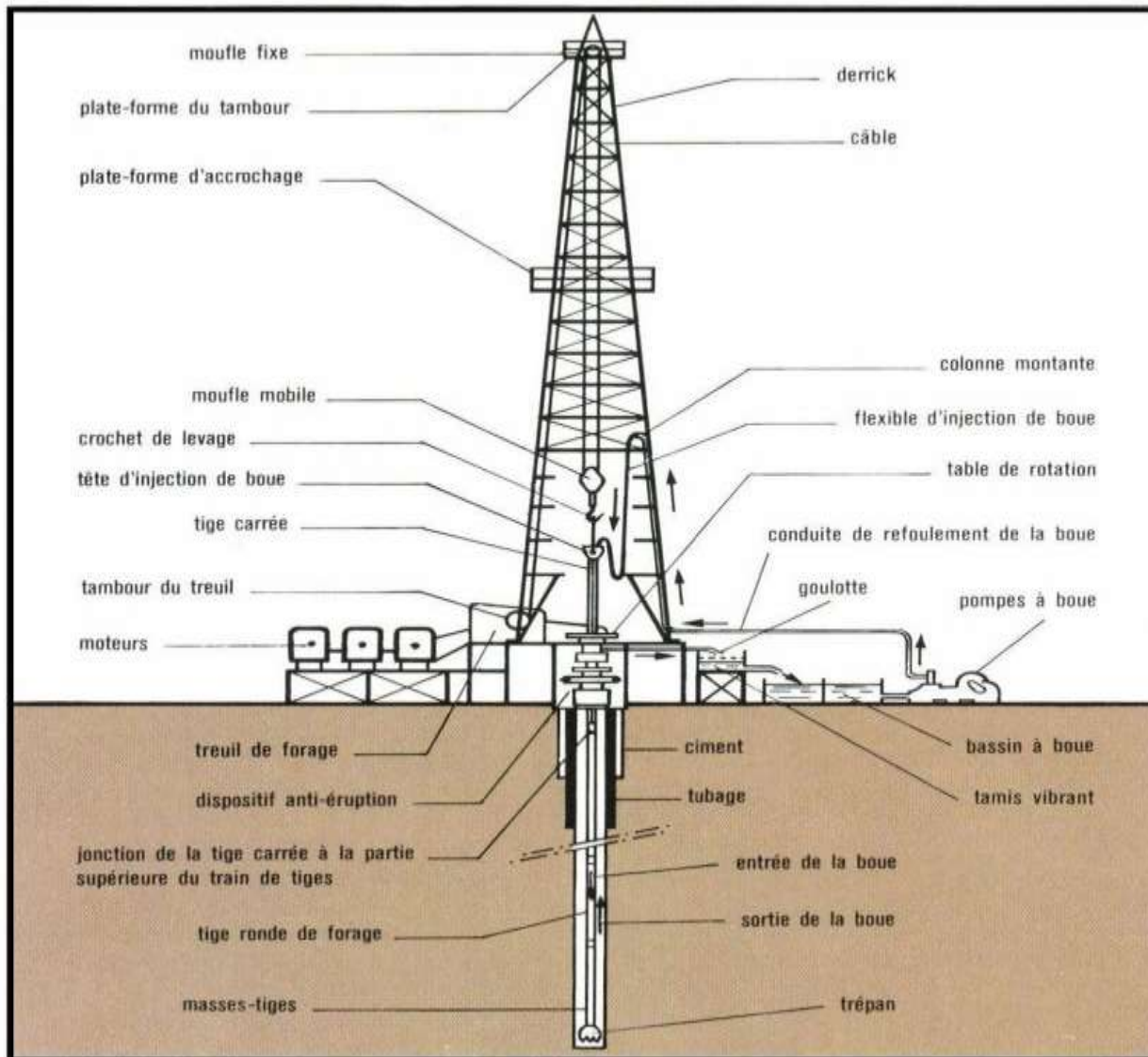
La technique est utilisée spécialement dans **les terrains sédimentaires meubles** pour les **machines légères**, mais les **machines puissantes** de rotary peuvent travailler dans les **terrains durs**.

Un **outil** appelé trilame (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 et broyage** (deux mouvements) et par **translation et rotation**. Le mouvement de translation est fourni principalement par le poids des tiges au dessus de l'outil.



Forage Rotary





Forage Rotary



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

La circulation d'un fluide (la boue) permet de remonter les cuttings à la surface. La boue est injectée à l'intérieur des tiges par une tête d'injection à l'aide d'une pompe à boue, et remonte dans l'espace annulaire en mouvement ascensionnel, en circuit fermé sans interruption. La boue tapisse les parois non encore tubées et les maintient momentanément en attendant la pose du tubage

NB:

- Un **accroissement du volume de boue** est l'indice d'une **venue de fluide souterrain** dans le forage (eau, huile, gaz).
- Une **perte de volume** indique une **zone fissurée ou dépressionnaire** (vide). Le forage en perte de circulation peut être dangereux pour la ligne de sonde et l'ouvrage.

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary



Trépans à molettes



Trépans à lames

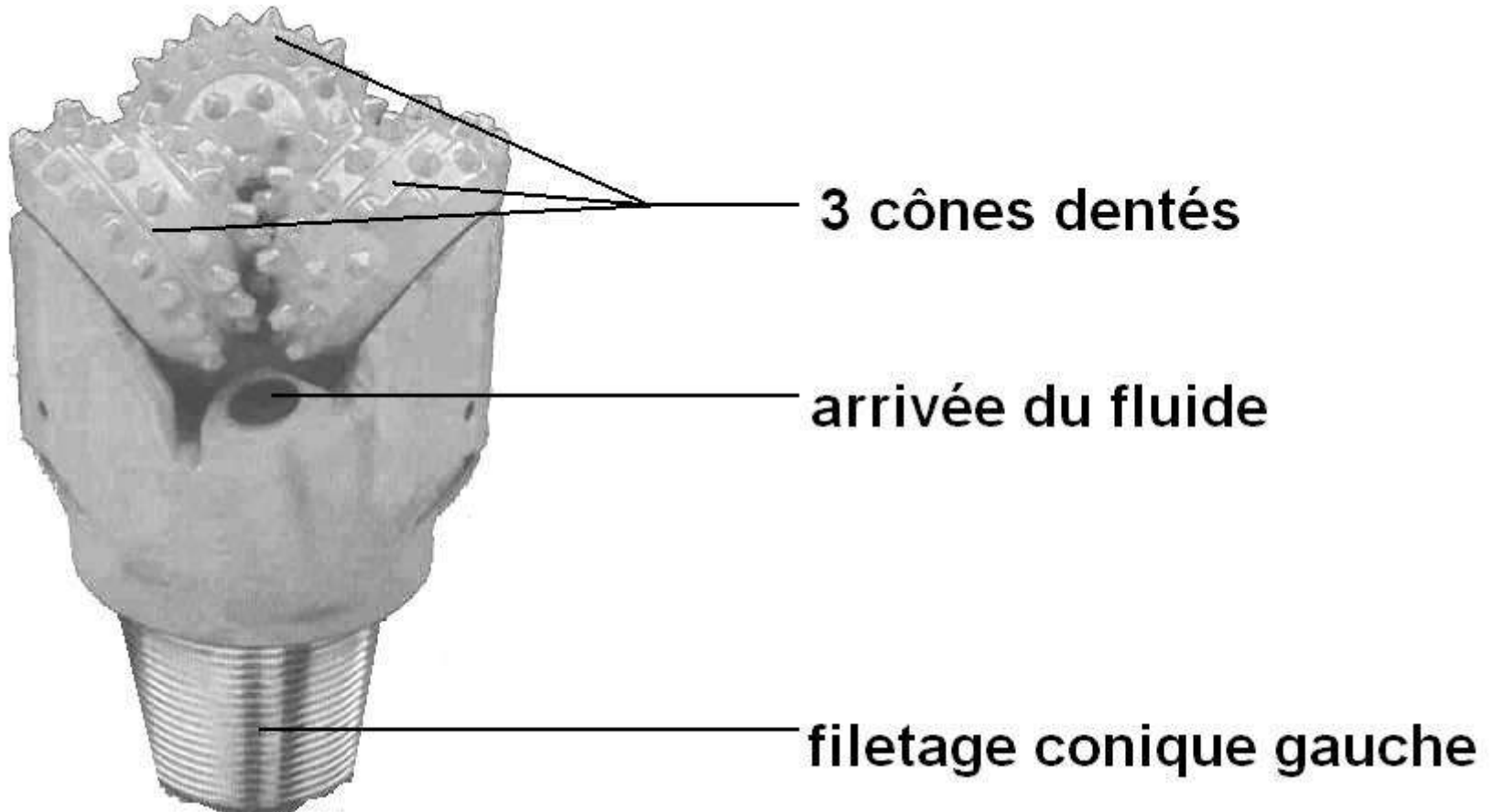


Lame de rechange
pour outil



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Les trépan à molettes ou tricônes sont formés de trois molettes dentées ou équipées de bâtonnets en carbure de tungstène montées par l'intermédiaire de roulements sur les axes de trois bras réunis entre eux par soudure. Un filetage permet de visser l'outil aux masses-tiges.

Le passage de la boue s'effectue à travers des orifices calibrés de petit diamètre, qui permettent un nettoyage du fond du trou. Le nombre et la longueur des dents ou la forme des bâtonnets de carbure de tungstène des molettes dépendent de la nature du terrain à forer.



Tricônes



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Les paramètres de forage sont choisis suivant les terrains traversés, la vitesse de rotation est en général comprise entre 50 et 300 tours par minute et la force exercée sur le trépan est de l'ordre de 250 à 1 000 daN par centimètre de diamètre de trépan. Ex: un trépan pour terrains durs de 311 mm de diamètre pourra être utilisé à 100 tours par minute et 30 000 daN.

La **vitesse d'avancement** des trépan est **fonction de la nature des terrains** et varie de 1 à 2 m /heure dans les terrains durs à 30 m/heure et plus dans les terrains tendres.

1daN = 1,02 kg



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

La **durée de vie** des tricônes à **molettes dentées** est de l'ordre de **40 heures**.

le travail du trépan a pour conséquences :

- une usure des dents qui peut aller jusqu'à disparition complète,
- une usure des roulements qui peut causer la perte d'une molette au fond du trou,
- une perte de diamètre dans les terrains abrasifs.

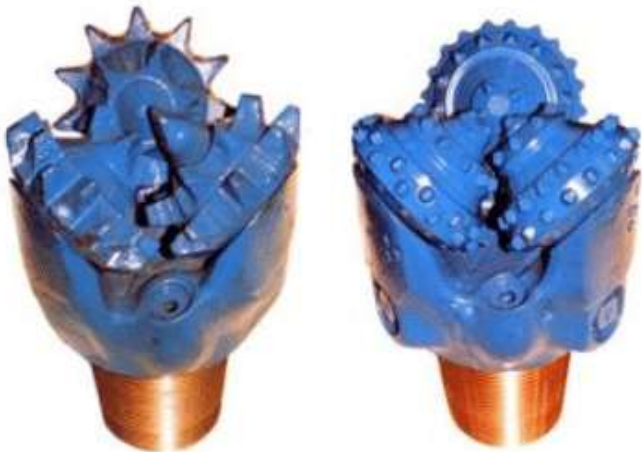
Pour améliorer la **durée de vie** des tricônes, les paliers des molettes sont **lubrifiés** et éventuellement lisses. Dans ce cas, la durée de vie de l'outil peut dépasser 150 heures.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Dans les **terrains durs**, on utilise souvent des trépan constitués de **diamants industriels sertis** dans une matrice très résistante. La grosseur, le nombre des diamants et la forme de l'outil dépendent des terrains à forer. La durée de vie et le métrage réalisés par ces trépan sont importants et peuvent atteindre 700 à 800 m pour 100heures



Trépan à pastilles de carbure



Trépan diamanté

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Paramètres de forage

Pour avoir le **meilleur rendement** d'un atelier de forage rotary, il convient d'être très vigilant sur les **trois** paramètres suivants :

***- le poids sur l'outil** : l'avancement s'accroîtra en fonction du poids sur l'outil (qui augmente en s'avancant par le nombre de tiges à placer), mais on est limité dans cette voie par l'usure rapide des lames et des dents et surtout par la détérioration rapide des roulements des outils à molettes.

Le contrôle du poids sur l'outil s'opère par le dynamomètre qui mesure la tension du brin (fil) mort du câble, il donne le poids de tout ce qui est suspendu au crochet.

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Paramètres de forage

*- **la vitesse de rotation**: la plus part des appareils rotary sont munis d'un indicateur donnant la vitesse de rotation de la table (table de rotation).

Dans les terrains durs, la vitesse de rotation sera faible, elle sera plus élevée lorsque les terrains seront tendres.

Cette vitesse qui se calcule en fonction de la vitesse des moteurs et le rapport des transmissions, devra être vérifiée par un appareil de contrôle.

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Paramètres de forage

Généralement on prend pour:

-les terrains tendres:

- a- Poids sur l'outil: 700-900 Kg par pouce de diamètre de l'outil,
- b- Vitesse de rotation: 85-150 tr/mn.

les terrains durs:

- a- Poids sur l'outil: 1400-1800 Kg par pouce de diamètre de l'outil,
- b- Vitesse de rotation: 40-50 tr/mn.

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Paramètres de forage

*- **le débit des pompes** (à boue, à air) : la vitesse de remontée des cuttings doit se situer autour de 60 m/min. au minimum.

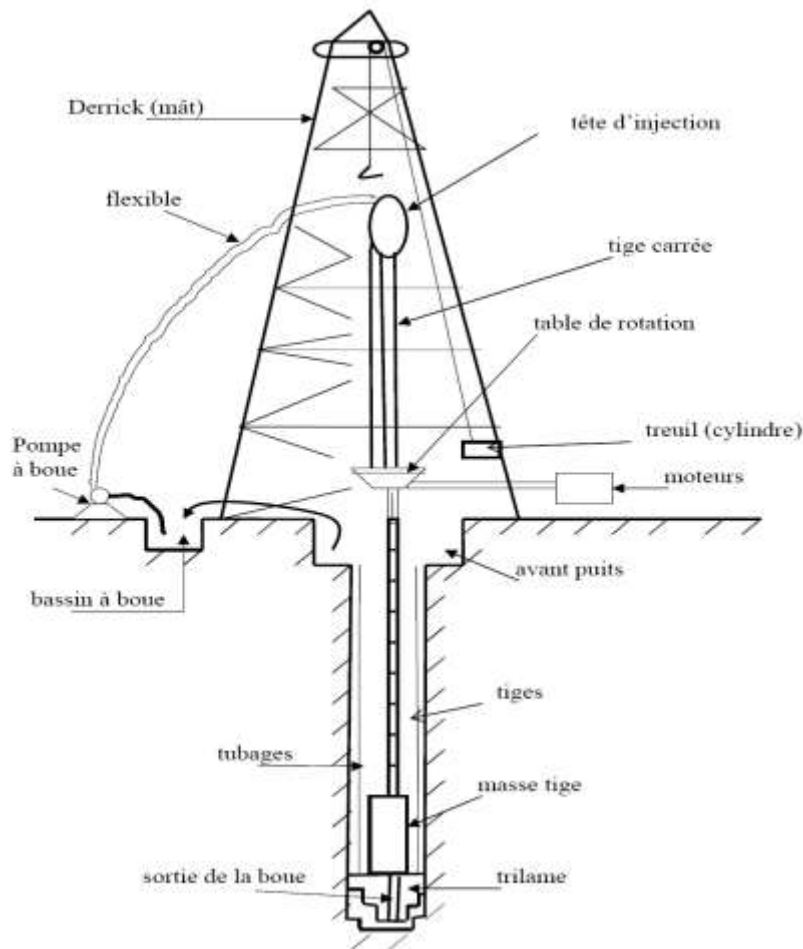
Le choix de la **puissance de la pompe** et de son moteur sera conditionné par le **volume total de boue** à mettre en œuvre pour la plus grande profondeur du forage, en tenant compte des pertes de charge, de la viscosité de la boue et des dimensions des tiges.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique Rotary

Paramètres de forage



Atelier de forage rotary

NB: Le forage rotary est généralement limité au diamètre 619 mm (24"), au-delà de celui-ci, les rendements sont moins bons et le coût des pompes à boue nécessaires pour assurer le nettoyage du forage devient prohibitif.

TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de la circulation inverse (Rotary à circulation inverse)

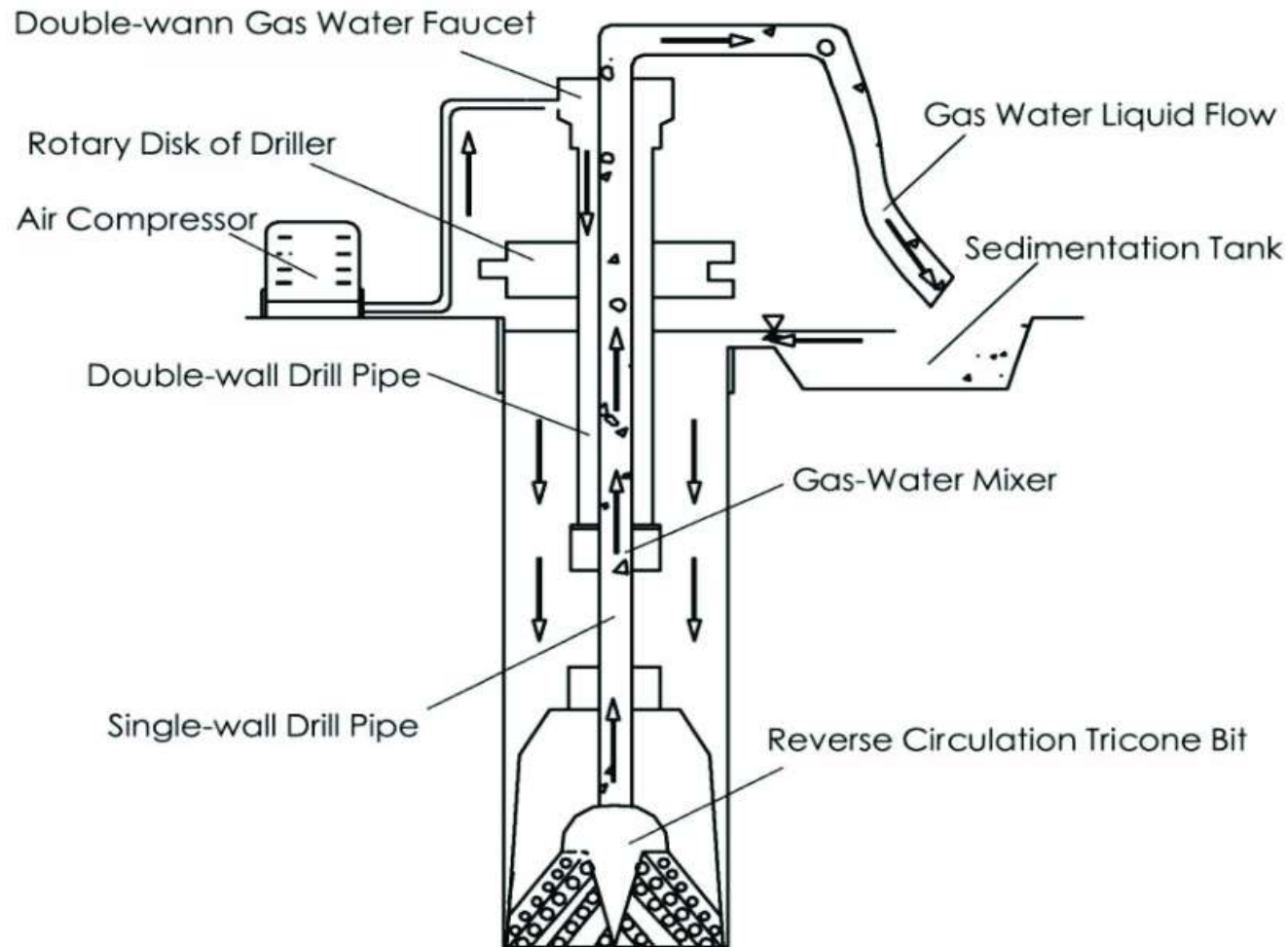
Elle permet de forer en diamètres variant de 0,6m à 2,5m et plus. Dans ce cas, on utilise un trépan spécial (à tête plate) avec insertion de plaquettes de métal dur et un nombre suffisant de masse tiges pour assurer une charge importante sur le trépan.

La circulation inverse consiste à l'injection du fluide de forage dans l'espace annulaire, et la remontée des cuttings se fait dans les tiges de gros diamètres.

La circulation inverse peut être assurée soit par :

- du mélange eau- cuttings à travers le train de tiges par une pompe d'aspiration (pompe centrifuge)
- soit par utilisation de l'air comprimé, qui consiste à alléger l'eau ou la boue par injection de l'air comprimé provoquant la remontée du mélange eau-cuttings à travers les tiges de gros diamètres.

Technique de la circulation inverse (Rotary à circulation inverse)



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de la circulation inverse (Rotary à circulation inverse)

Avantages du procédé

- La perméabilité de la formation autour du trou est peu perturbée par le fluide de forage.
- Les forages de grands diamètres sont exécutés rapidement et économiquement
- pas de tubage pendant la foration
- facilité de mise en place de la crépine
- bons rendements dans les terrains tendres
- consommation de l'énergie économique



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique de la circulation inverse (Rotary à circulation inverse)

Inconvénients du procédé

- nécessite beaucoup d'eau
- nécessite un grand investissement (matériel très important)
- seul les sites accessibles peuvent être forés avec ce matériel lourd.



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique du marteau fond de trou

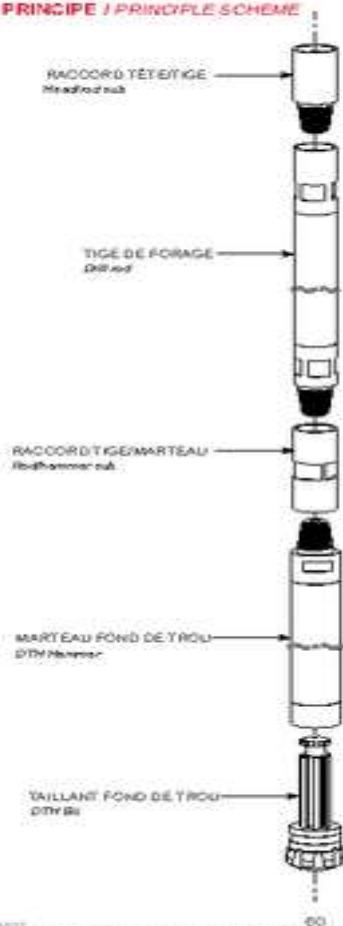
Cette technique permet de traverser des terrains durs. Le principe repose sur un taillant à boutons en carbure de tungstène, fixé directement sur un marteau pneumatique, est mis en rotation et percussion pour casser et broyer la roche du terrain. Le marteau fonctionne comme un marteau piqueur, à l'air comprimé à haute pression (10 à 25 bars) qui est délivré par un compresseur, et permettant de remonter les cuttings.

Cette technique est surtout utilisée dans les formations dures car elle permet une vitesse de perforation plus élevée que celles obtenues avec les autres techniques.

Elle permet de forer habituellement des trous de 85 à 381 mm.

PRÉSENTATION DE L'OFFRE MARTEAU FOND DE TROU
PRESENTATION OF DOWN THE HOLE HAMMER RANGE

> SCHEMA DE PRINCIPE / PRINCIPLE SCHEME



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique du marteau fond de trou



Un taillant

TECHNIQUES ET PROCÉDES

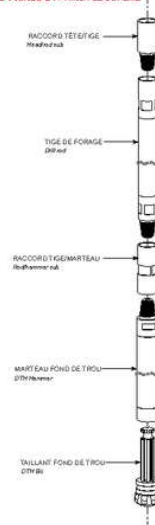
Technique du marteau fond de trou

Avantages du procédé

- *- elle très intéressante dans les pays où l'eau est très rare.
- *- mise en ouvre rapide et simple.
- *- permet de détecter la présence d'un aquifère lors du forage.

PRÉSENTATION DE L'OFFRE MARTEAU FOND DE TROU
PRESENTATION OF DOWN THE HOLE HAMMER RANGE

> SCHEMA DE PRINCIPE / PRINCIPLE SCHEME



TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique du marteau fond de trou

Avantages du procédé

- *- elle très intéressante dans les pays où l'eau est très rare.
- *- mise en oeuvre rapide et simple.
- *- permet de détecter la présence d'un aquifère lors du forage.



Marteau fond de trou

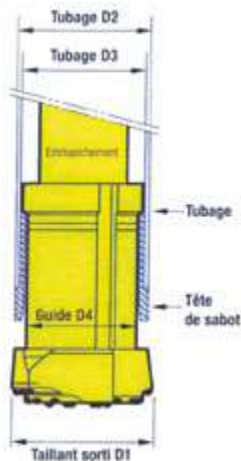
TECHNIQUES ET PROCÉDES

Technique ODEX

Elle permet de forer dans des terrains à mauvaise tenue nécessitant un tubage de protection.

La perforation est assurée par un taillant pilote surmonté d'un aléreur excentrique permettant d'avoir un trou de diamètre supérieur au diamètre du tubage de revêtement.

Ce système permet au tube de revêtement de descendre dans le trou sans rotation à la suite de l'aléreur.



**Fin de la
présentation**



**Merci pour
votre attention**