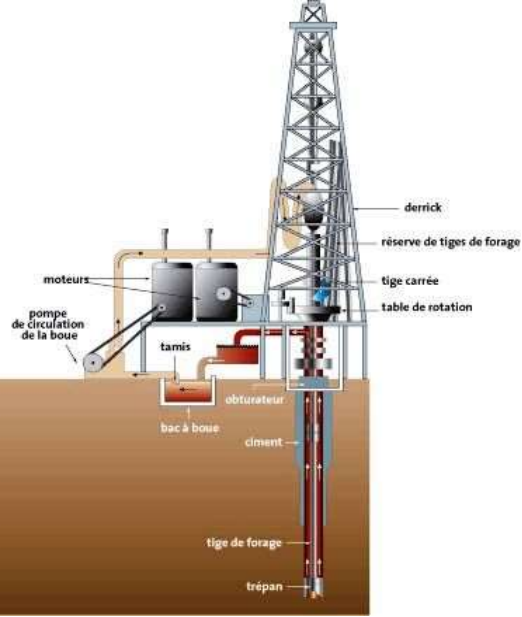


# Techniques de forage

## HU 922

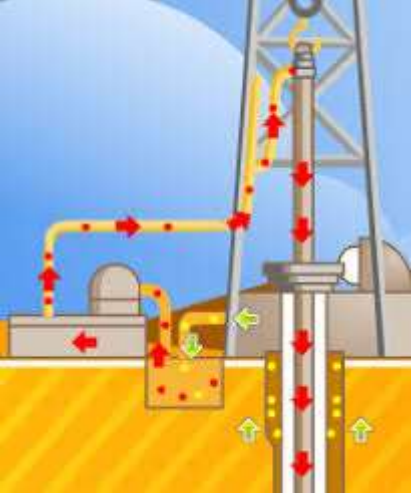
### Master 2

## Hydraulique urbaine



Pr. K. BABA HAMED  
2020 - 2021





# Techniques de forage

## HU 922

### Master 1

## Hydraulique urbaine

FLUIDES DE FORAGE (BOUE DE FORAGE)



# ROLES DES FLUIDES DE FORAGE

Les principaux rôles des fluides de forage sont :

- la consolidation et le soutènement des parois de forage par le dépôt de cake sur les parois,
- la remontée au jour des sédiments broyés (cuttings),
- le maintien des cuttings en suspension (très important dans le cas où il se produit un arrêt de circulation),
- le refroidissement des outils de forage et de carottage, ainsi que leur lubrification (graissage) et leur nettoyage pour éviter leur usure.

# ROLES DES FLUIDES DE FORAGE

- l'augmentation (par le jet) de l'action abrasive de l'outil de forage sur le terrain (car le fluide sort des trous du trépan à forte pression),
- la facilité et le contrôle des opérations de mise en place du gravier et de cimentation,
- le renseignement sur la nature du terrain de couverture et sur son potentiel aquifère,
- l'équilibrage des pressions hydrostatiques des couches aquifères afin de juguler les jaillissements des forages artésiens, car un brusque jaillissement d'eau peut détériorer le forage,
- la protection contre le gonflement ou l'affouillement (creusage) de certaines couches traversées.

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques physico-chimiques - Densité -

Une boue dense favorise l'**ascension des cuttings** et permet l'**équilibre des pressions hydrostatiques**.

Pour une boue à densité élevée, il y a risque de détachement des parois (de la boue), et de retombée dans le trou de forage provoquant le coincement de l'outil.

Exemple :

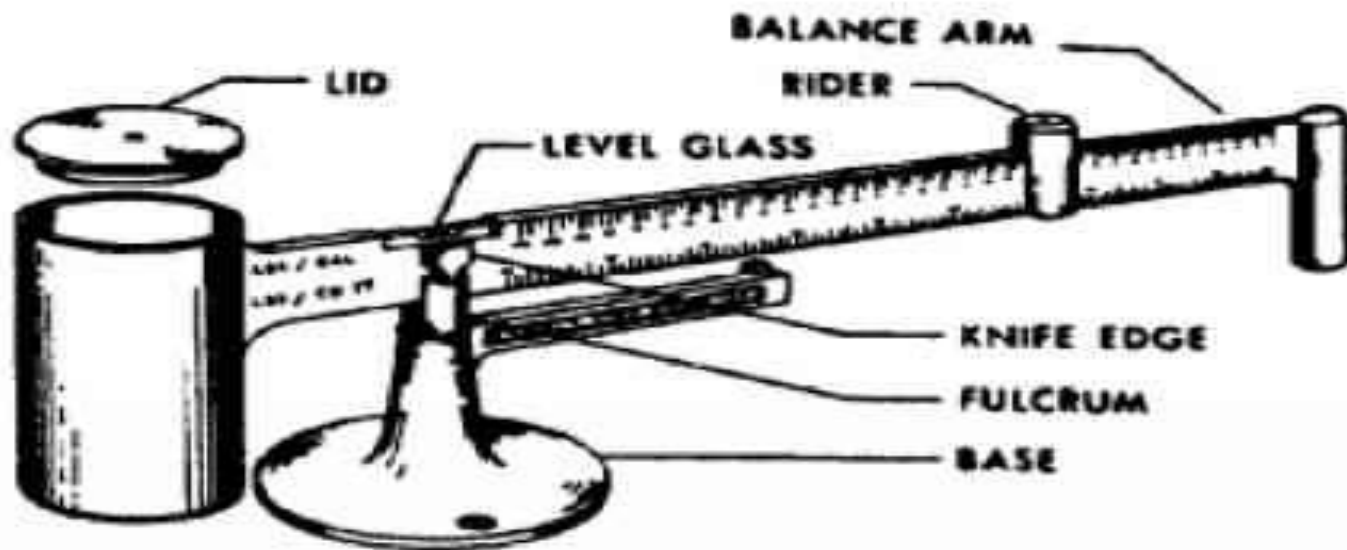
La charge au fond d'un trou de profondeur  $h$ , provoquée par une colonne de boue de densité  $d$ , est :

$$H = h.d/10$$

La baryte ( $\text{BaSO}_4$ ) de densité 4,3 est parfois utilisée pour alourdir la boue.

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques physico-chimiques - Densité -



Balance BAROID

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques

### a- Viscosité

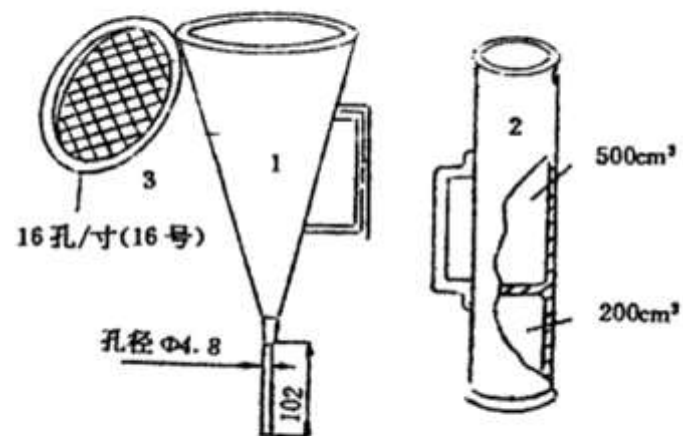
une **viscosité élevée** provoque des **difficultés** pour le **pompage** de la boue, alors qu'une boue à **viscosité moins élevée** perd sa propriété pour **consolider les parois**.

Une boue possédant une viscosité correcte permet:

- d'avoir un outil bien dégagé, une bonne remontée des cuttings,
- de réduire les pertes de charge dans le train de sonde ,
- et le dépôt plus rapide des cuttings dans les fosses de décantation.

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques



Viscosimètre MARSCH



# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques



Viscosimètre STORMER

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques

### b- Filtrat

c'est la propriété de laisser filtrer de l'eau à travers la paroi.

La **pénétration importante du filtrat**, dans certains terrains, peut **accélérer** un phénomène de délitage (Mise en suspension d'agrégats dans une phase liquide) entraînant des éboulements ou des gonflements.

### c- Cake

c'est la propriété de laisser déposer une couche d'argile sur la paroi. **Il joue le rôle inverse du filtrat.**

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques

### d- Thixotropie

c'est la propriété d'une boue de passer d'une consistance rigide à un aspect fluide sous l'effet de brassage (agitation).

### e- Teneur en sable

provenant du terrain de forage, le **sable** est **dangereux** par son action **abrasive** dans tout le circuit où il circule (spécialement pour les pompes à boue), et il **alourdit la densité** de la boue.

On recommande de **ne pas dépasser** une teneur maximale de **5%**.

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques

### f- pH

le pH permet d'indiquer l'acidité ou l'alcalinité de la boue.

- \*- Une boue de pH < 7 provoque un risque de floculation,
- \*- une boue de pH > 10 indique sa contamination par le ciment ou par l'eau de l'aquifère.

### g- Contamination

**Les caractéristiques idéales d'une boue** neuve sont :

- viscosité = 40 à 45 secondes mesurée par le viscosimètre (entonnoir) de MARSCH.
- filtrat = 8 cm<sup>3</sup>.
- pH = 7 à 9
- teneur en sable = 0,5%.

# CARACTERISTIQUES DE LA BOUE DE FORAGE

## Caractéristiques rhéologiques

### g- Contamination (suite)

Au cours du forage, la boue se charge de plus en plus des argiles et des éléments fins. La boue contaminée serait rapidement inutilisable. Si on la laisse en circuit, elle forme une masse compacte au fond **bloquant complètement l'outil**.

\*- La présence des éléments fins de dimensions inférieures à 70  $\mu\text{m}$  provoque la coagulation de la boue, et augmente sa viscosité.

\*- La présence de certains sels de terrains (gypse) favorise la floculation de la boue (formation de flocs).

**Une boue contaminée change complètement d'aspect.**

# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue à la bentonite

La bentonite c'est une variété d'argile très fine : la dimension des particules est inférieure à  $1\ \mu\text{m}$  et de densité de 2,6.

A l'hydratation ; le volume devient 12 à 15 fois et parfois 30 fois plus grand.

Un gramme de bentonite dispersé dans l'eau offre 4 à 5 m<sup>2</sup> de surface de contact.

# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue à la bentonite

On ajoute parfois à la boue de bentonite des **additifs** pour la rendre compatible avec : le terrain, ou avec la pression de la nappe, ou pour redonner à la boue ses propriétés initiales.

On distingue deux catégories de bentonite les plus utilisées pour les boues de forage:

- **Les bentonites calciques naturelles**
- **Les bentonites sodiques naturelles**

Une bentonite peut se définir par :

- ses limites de liquidité,
- ses limites de plasticité,
- et son indice de plasticité.

<i>Caractéristique</i>	<i>Appareils de mesure</i>	<i>Conséquences et interprétations</i>	<i>remèdes</i>
<i>Densité (moyenne de 1,2)</i>	<i>Balance BAROID</i>	<i>Trop forte : -risque de perte de boue. -cake trop épais. Trop faible : -cake trop mince -risque de dégradation des parois -éboulement et éruption si artisanisme.</i>	<i>Dilution par l'eau en contrôlant les autres caractéristiques. Brasser énergiquement.</i>
<i>Viscosité (moyenne de 40 à 45 secondes MARSCH)</i>	<i>Viscosimètre MARSCH, Viscosimètre STORMER</i>	<i>Trop forte : -difficulté de pompage -risque de coincement pendant les arrêts de circulation. Trop faible : -risque de perte de boue et de coincement par séparation des éléments constitutifs de la boue.</i>	<i>Emploi de pyrophosphate, de tanins, de lignites, de ligno-sulfates</i>
<i>Filtrat 5 à 10 cm<sup>3</sup> Cake 5 mm maximum</i>	<i>Filtre- presse BAROID</i>	<i>Trop grand = cake trop mince -risque d'éboulement et de perte de boue Trop faible = cake trop épais -risque d'aveuglement des venues d'eau</i>	<i>Ajouter Amidon, féculé ou CMC. Mixer, brasser.</i>
<i>Teneur en sable</i>	<i>Tamis BAROID</i>	<i>Risque d'usure des pompes à boue.</i>	<i>Employer les dessableurs à cyclones.</i>
<i>pH 7 à 9,5</i>	<i>Papiers colorimétriques</i>	<i>pH&gt;11:contamination par le ciment ou par l'eau de la formation pH&lt;7 : excès d'acidité, risque de floculation</i>	<i>Employer les polyphosphates acides si pH&gt;11 Ou neutre si pH&lt;7</i>



# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue polymère

C'est une substance formée par l'union de deux molécules ou plus de la même qualité de chaîne.

Les polymères peuvent être utilisés directement en tant que boue ou comme additif aux boues bentonitiques, et sont subdivisés en polymères naturels et polymères artificiels (synthétiques).

# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue polymère

### Polymères naturels

Il s'agit d'un produit organique obtenu à partir de gommes de Guar.

La boue polymère permet pour le même poids de matière, de produire un gel 10 fois plus qu'une boue bentonitique



La gomme de guar est un polysaccharide extrait de la graine du haricot de guar

# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue polymère

### Polymères synthétiques artificiels

Les polymères synthétiques peuvent être utilisés avec des boues bentonitiques ou avec d'autres polymères.

Généralement, ils ne sont pas biodégradables, et leur destruction nécessite une action chimique pour réduire leur viscosité.

Les solvants utilisés pour la destruction doivent être choisis de telle manière à ne pas bloquer la formation aquifère, le massif filtrant et les crépines, et qu'ils ne provoquent pas la pollution de la nappe.

# DIFFERENTS TYPES DE BOUE

## Boue polymère

### Polymères synthétiques biodégradables

Ils ne sont valables que si leur durée de vie est plus longue que les polymères naturels.

Ils doivent être non toxiques et non polluants.

Merci pour votre attention

