

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi

Gestion des Ouvrages des réseaux d'eau potable

Chapitre 02

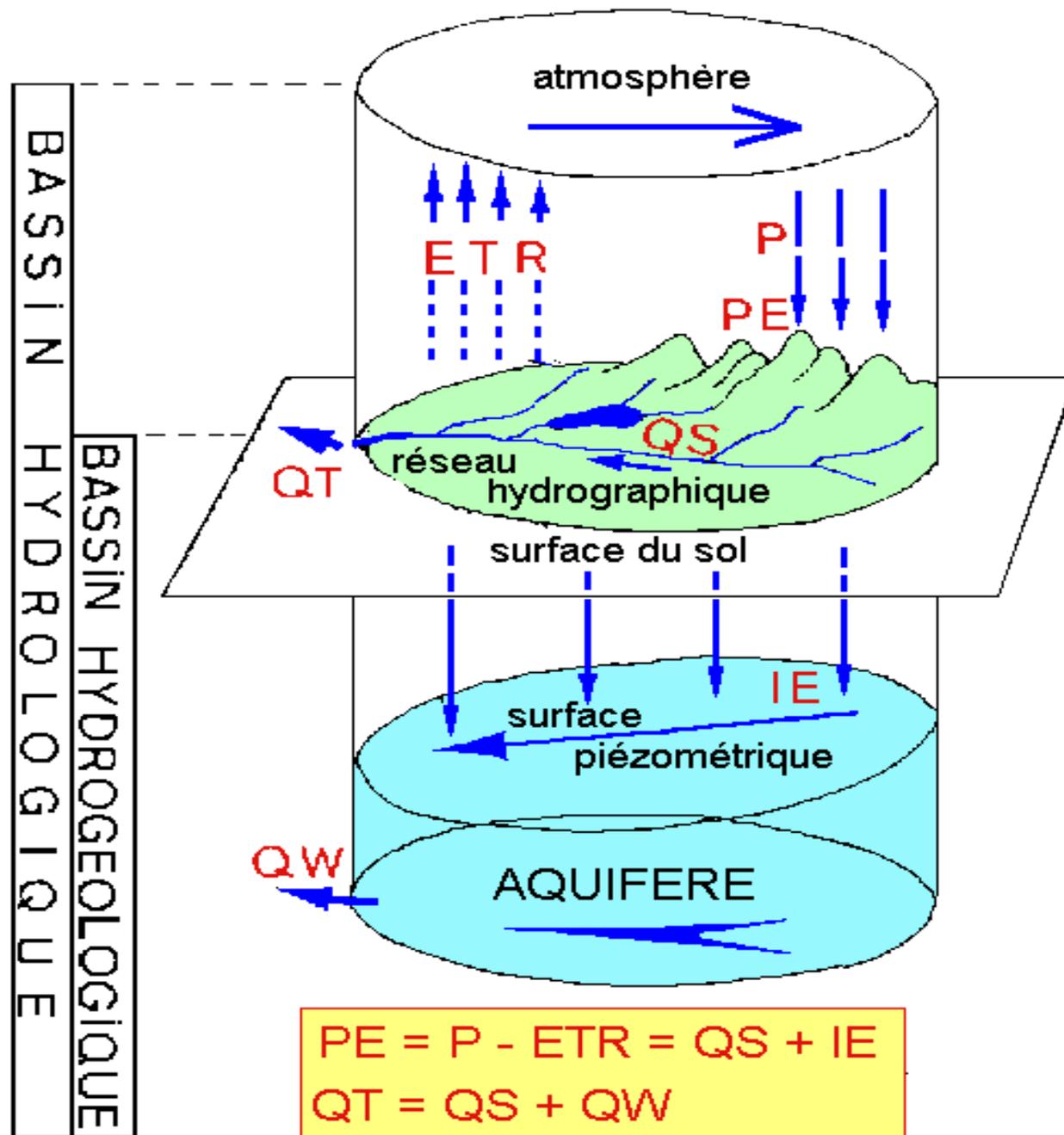
Prise d'eau souterraines

Généralité:

QUELQUES DEFINITIONS

- Le bassin hydrologique est délimité par les lignes de crêtes topographiques isolant le bassin versant d'un cours d'eau et de ses affluents. Il correspond en surface au bassin hydrographique.
- Le bassin hydrogéologique correspond à la partie souterraine du bassin hydrologique

Généralité: QUELQUES



Généralité:

QUELQUES DEFINITIONS

- Un aquifère est un corps (couche, massif) de roches perméables comportant une zone saturée suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantité d'eau appréciable.
- Une nappe est l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

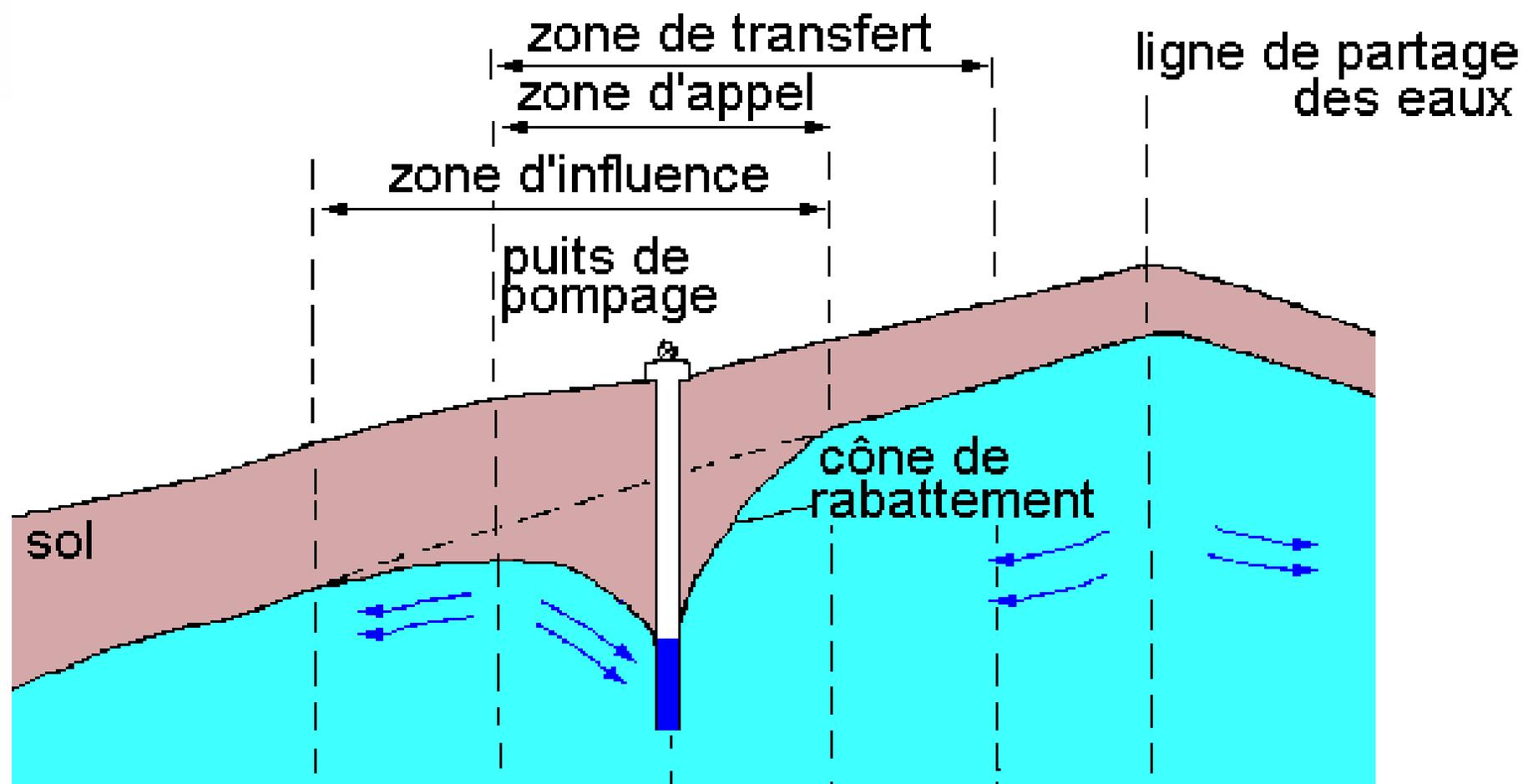
Généralité:

QUELQUES DEFINITIONS

• **La surface piézométrique d'une nappe libre** est la surface supérieure de la zone saturée de l'aquifère. Les mêmes cotes de cette surface forment des courbes de niveau appelées courbes isopiézométriques car elles correspondent à des points de même charge hydraulique. L'eau de la nappe se déplace perpendiculairement aux courbes isopiézométriques

• **Niveau piézométrique:** La mesure du niveau piézométrique est l'opération de base en hydrogéologie; on utilise généralement des sondes automatiques qui enregistrent les fluctuations du niveau de la nappe au cours de l'année. Pour les nappes artésiennes, on mesure l'altitude du jet d'eau au-dessus du sol. Le pompage provoque le rabattement de la surface piézométrique.

Généralité: QUELQUES DEFINITIONS



TYPES DE NAPPES

Nappes libres

La surface piézométrique coïncide avec la surface libre de la nappe qui est surmontée par une zone non saturée.

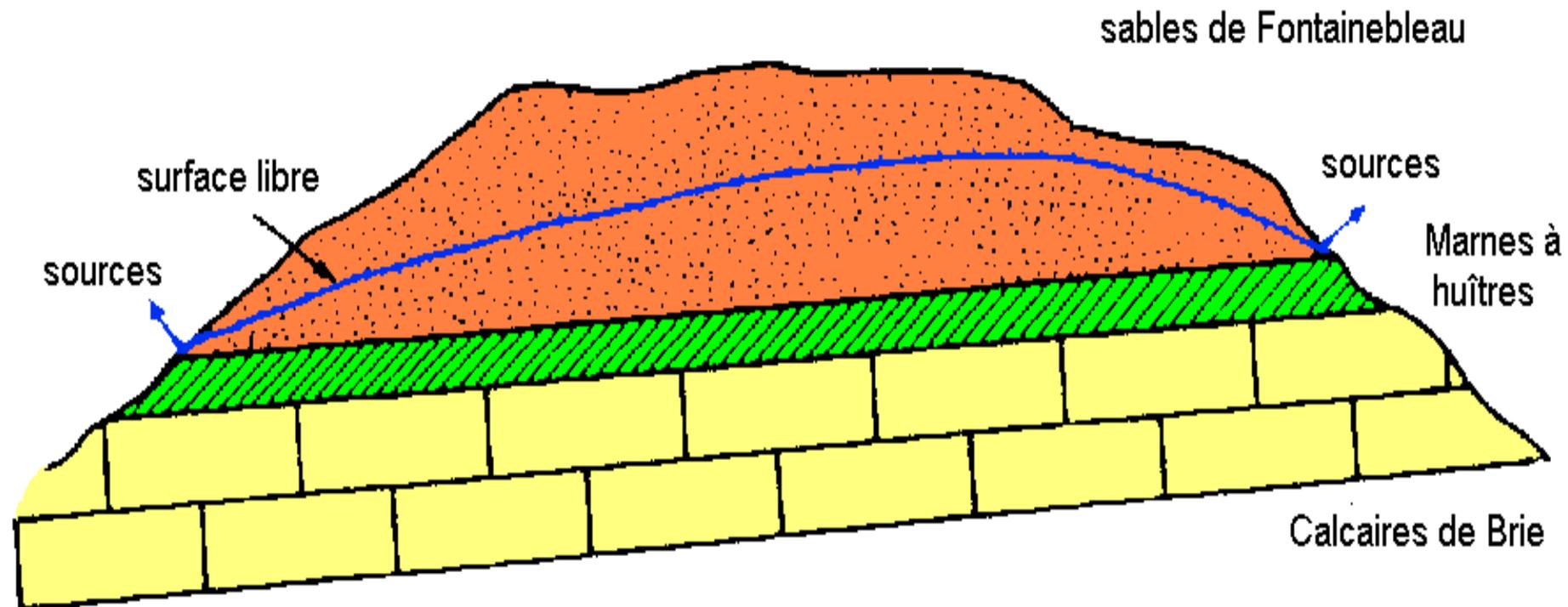
Nappe de vallée en pays tempéré

Ce type de nappe est la première directement atteinte par les puits : c'est la nappe phréatique.

Lorsque le sol est uniformément poreux et perméable, l'eau de pluie s'infiltré jusqu'à une couche imperméable et sature la roche jusqu'à un certain niveau appelé surface libre de la nappe.

TYPES DE NAPPES

Nappes libres



TYPES DE NAPPES

Nappes libres

La surface piézométrique coïncide avec la surface libre de la nappe qui est surmontée par une zone non saturée.

Nappe de vallée en pays tempéré

Ce type de nappe est la première directement atteinte par les puits : c'est la nappe phréatique.

Lorsque le sol est uniformément poreux et perméable, l'eau de pluie s'infiltré jusqu'à une couche imperméable et sature la roche jusqu'à un certain niveau appelé surface libre de la nappe.

Dans la nappe, l'eau circule jusqu'à des exutoires qui sont dans les points bas de la topographie : sources, rivières.

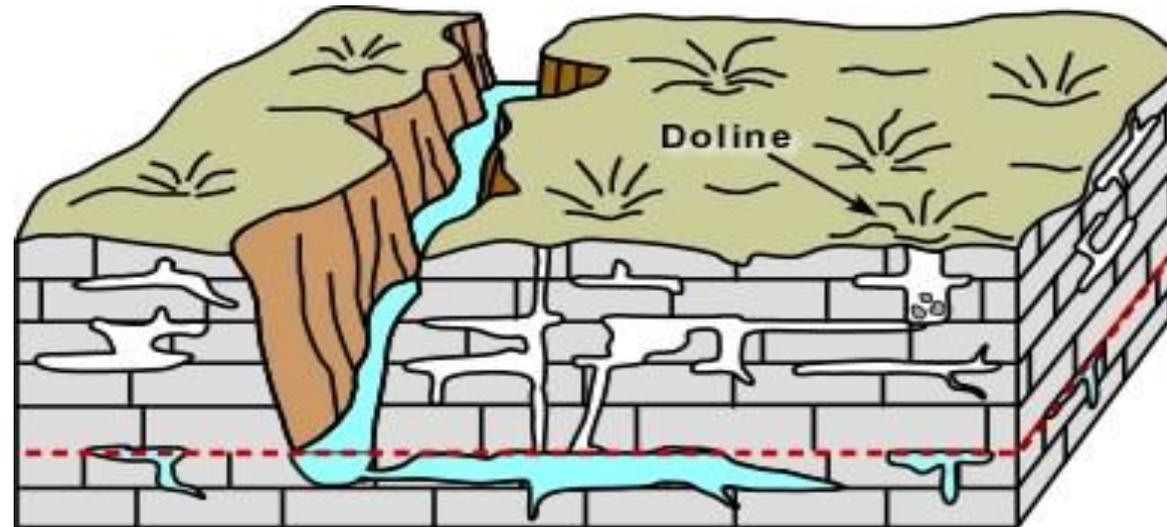
TYPES DE NAPPES

Nappes libres

- **Nappe alluviale**

L'aquifère est constitué par les alluvions d'une rivière. L'eau de la nappe est en équilibre avec celle de la rivière et les échanges se font dans les deux sens

- **Nappe en pays karstique**

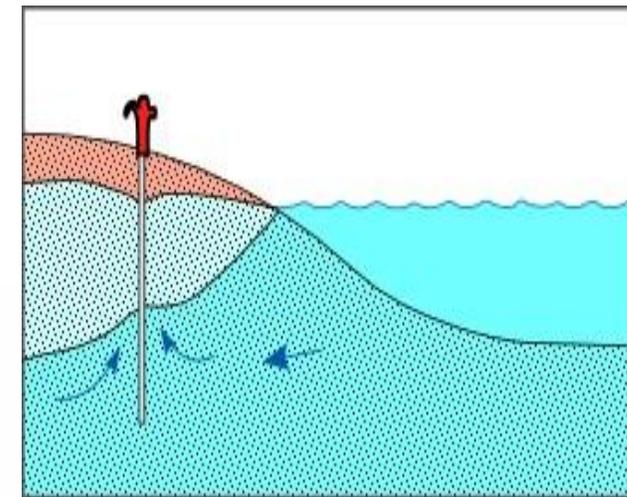
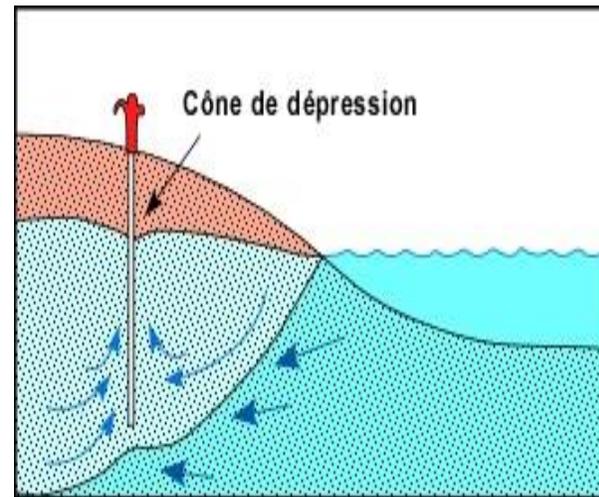
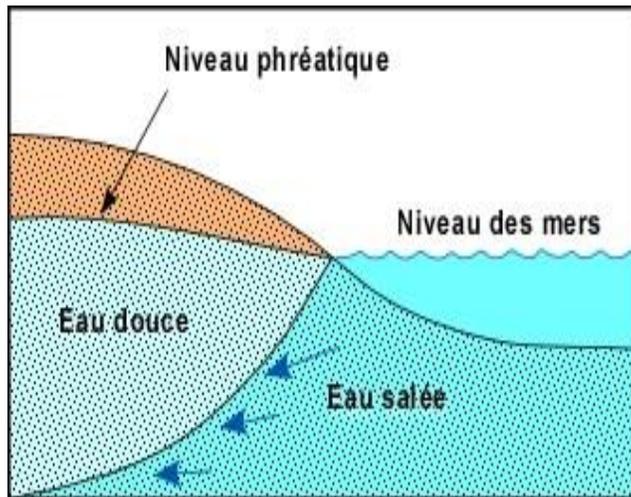


TYPES DE NAPPES

Nappes libres

Nappe en plaine littorale

La nappe d'eau douce qui est située dans les alluvions est en équilibre hydrostatique avec la nappe salée issue de l'eau de mer.

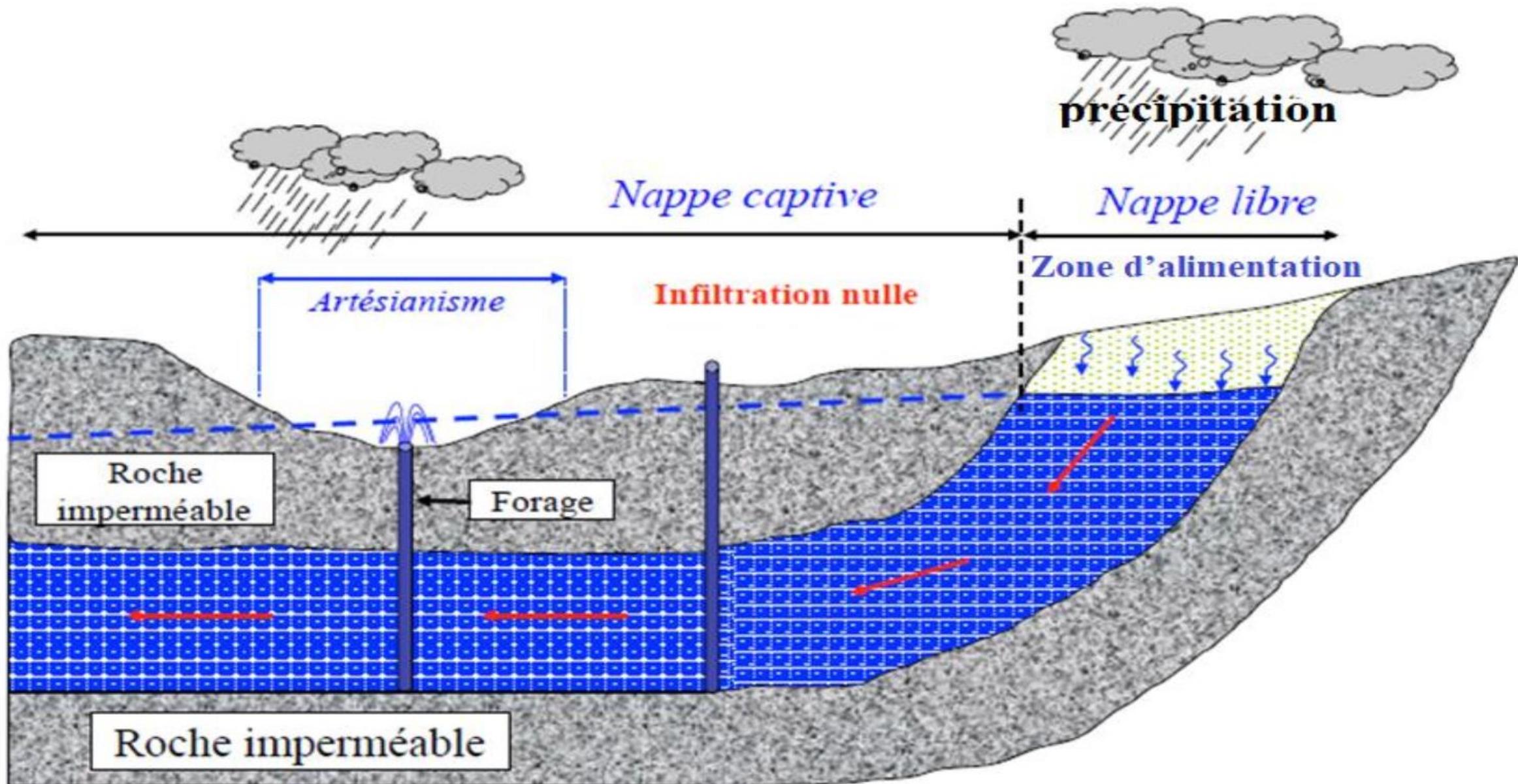


TYPES DE NAPPES

Nappes captives

La nappe est confinée car elle est surmontée par une formation peu ou pas perméable ; l'eau est comprimée à une pression supérieure à la pression atmosphérique. A la suite d'un forage au travers du toit imperméable, l'eau remonte et peut jaillir : la nappe est artésienne. Le jaillissement peut disparaître par la suite si la nappe est exploitée au point de diminuer sa pression (cas historique du forage artésien de Grenelle).

TYPES DE NAPPES



Captage d'eau souterraine

L'eau souterraine est une ressource précieuse stockée sous terre. Pour l'utiliser, il faut la capter, c'est-à-dire la ramener à la surface.

Il existe différentes techniques de captage, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. Le choix de la technique dépend de plusieurs facteurs :

- Le type de sol: Est-il poreux ou fissuré ?
- La profondeur de l'eau: Est-elle proche de la surface ou en profondeur ?
- La quantité d'eau nécessaire: Est-elle importante ou faible ?
- Les contraintes environnementales: Ya-t-il des risques de pollution
- Le budget disponible: Combien peut-on investir ?

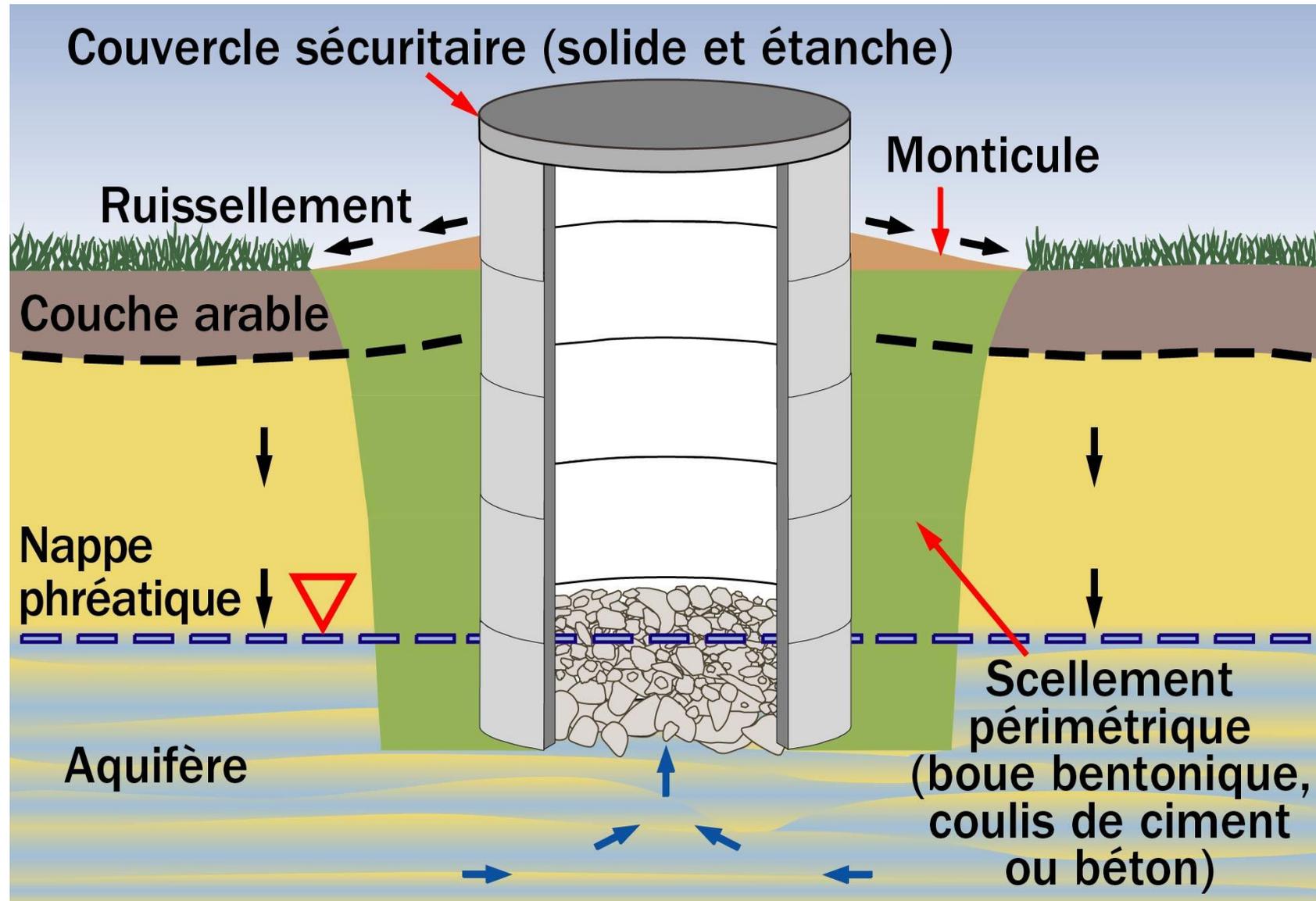
Forages d'exploitation verticaux

Les ouvrages verticaux sont les plus utilisés et les plus adaptés pour exploiter des aquifères poreux et relativement étendus. La majorité des aquifères fissurés sont également exploités à l'aide de ces ouvrages.

Puits:

Creusés à la main, ils sont généralement peu profonds (moins de 30 mètres) et de grand diamètre (1 à 3 mètres). Ils captent souvent l'eau de la partie supérieure de la nappe et sont sensibles aux fluctuations de niveau. Leur rendement est souvent faible.

Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux

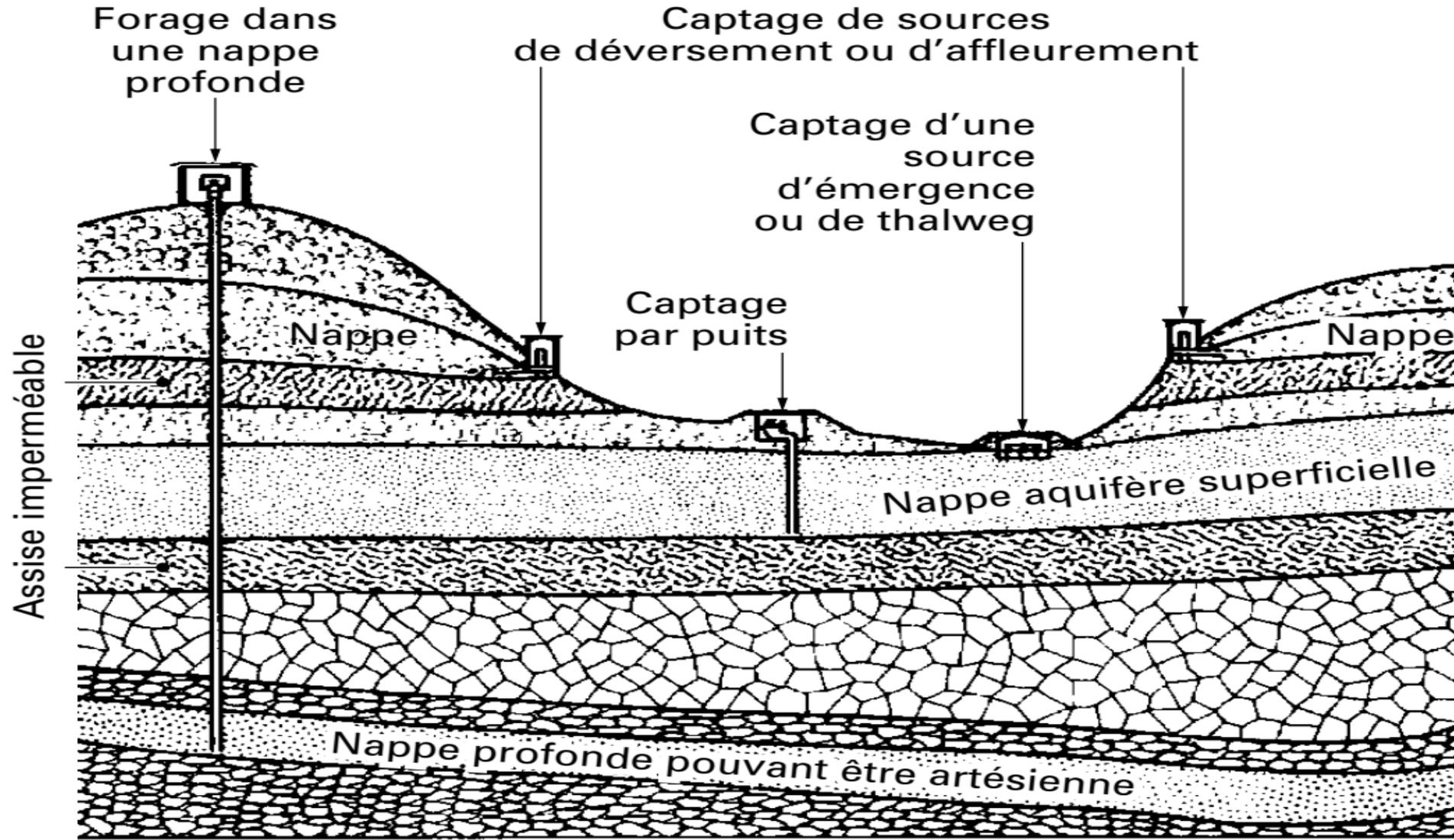
Forages:

Réalisés par des machines, ils sont plus profonds (jusqu'à plusieurs centaines de mètres) et de diamètre plus petit (environ 10 à 20 centimètres). Ils permettent de capter des nappes profondes et captives, et sont mieux protégés contre les pollutions de surface.

Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux

Le choix entre un puits et un forage dépend de plusieurs facteurs :

- Profondeur de la nappe
- Quantité d'eau nécessaire
- Budget disponible
- Type de sol

Forages d'exploitation verticaux

La pointe filtrante :

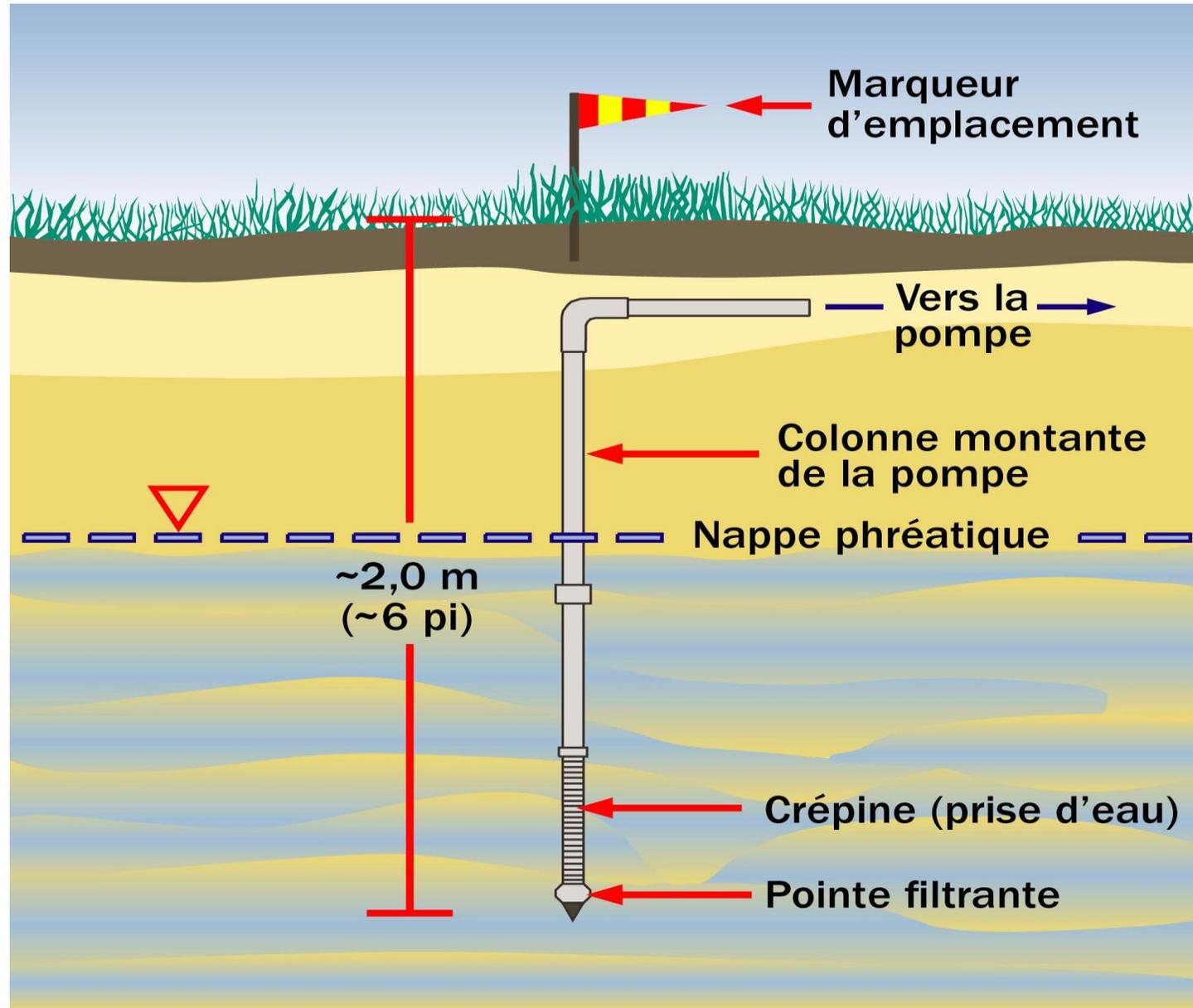
La pointe filtrante : un captage d'eau souterraine simple et économique

La pointe filtrante est un moyen simple et économique de capter l'eau souterraine. Utilisée principalement dans les sols sableux, elle permet d'accéder à des nappes peu profondes (maximum 8 mètres).

Un tube de faible diamètre est enfoncé dans le sol et muni d'une crépine à son extrémité inférieure. L'eau s'infiltré à travers la crépine et est ensuite pompée à la surface.

La pointe filtrante est particulièrement intéressante pour les petits besoins en eau, l'irrigation ou le rabattement de nappe dans les travaux publics. Sa mise en œuvre est simple et ne nécessite ni matériel complexe ni main d'œuvre qualifiée.

Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux

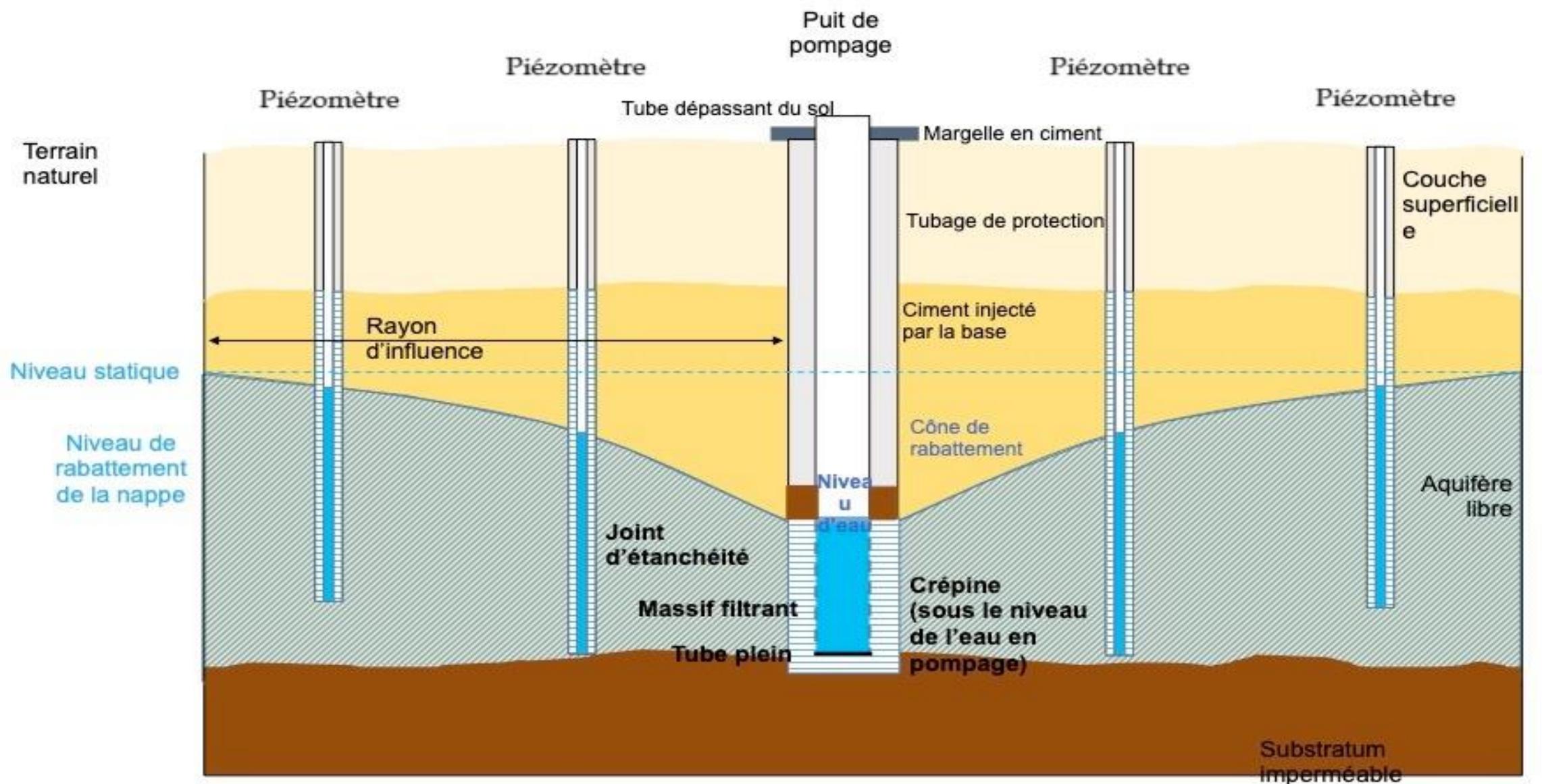
Le Piézomètre

C'est un dispositif servant à mesurer la " hauteur " piézométrique " en un point donné d'un aquifère.

Il s'agit, dans tous les cas, d'un sondage équipé d'un tubage, généralement de faible diamètre, permettant essentiellement des mesures du niveau de l'eau. Par extension, le piézomètre désigne tout forage destiné à effectuer des mesures et des prélèvements sur une nappe.

Le piézomètre est un dispositif simple mais crucial pour mesurer la "hauteur piézométrique" d'un aquifère en un point donné. En d'autres termes, il permet de déterminer la pression exercée par l'eau dans la nappe à un endroit précis.

Forages d'exploitation verticaux



Forages d'exploitation verticaux

Utilisations :

Le piézomètre permet de :

- Surveiller le niveau de la nappe phréatique dans le temps.
- Identifier les variations de niveau dues à des facteurs naturels (pluies, sécheresses) ou à l'activité humaine (pompage d'eau).
- Évaluer la qualité de l'eau de la nappe.
- Déterminer les caractéristiques hydrogéologiques du sol (perméabilité, transmissivité).

Forages d'exploitation verticaux



Les paramètres qui conditionnent l'implantation d'un forage d'eau

Paramètres techniques :

- *Informations préliminaires:* Cartographie, images satellites, photo-interprétation, synthèse bibliographique.
- *Enquêtes de terrain:* Visite préliminaire et investigations complémentaires.
- *Hydro géophysique:* Méthodes hydro géophysiques, résistivités électriques, gravimétrie, sismique.
- *Procédures de prospection:* Forages d'exploration, évaluation de la ressource, archivage des résultats et outils d'analyse.
- *Conditions d'accès:* Facilité d'accès pour l'entreprise de forage et l'exploitant.
- *Topographie:* Pente du terrain.
- *Profondeur des aquifères:* Cibler les aquifères adéquats.
- *Proximité des installations AEP:* Réseaux de distribution, réservoirs, réseaux électriques.
- *Zones de besoin en eau:* Identifier les zones où l'eau est nécessaire.
- *Planification urbaine:* Respecter le plan d'occupation des sols (POS) et/ou le plan local d'urbanisme (PLU).

Paramètres socio-économiques et environnementaux

Le choix du site d'un forage d'eau ne se résume pas à des aspects techniques. Il est essentiel de prendre en compte les impacts socio-économiques et environnementaux pour garantir un développement durable de la ressource en eau.

➤ *Prévenir la surexploitation et la pollution :*

1. Le site doit être choisi pour éviter la surexploitation de la nappe phréatique et garantir un débit suffisant pour tous les usages.
2. Il est important de minimiser les risques de pollution par des sources en surface ou souterraines, et de protéger les différents niveaux aquifères.

➤ *Respecter les réglementations et restrictions :*

1. Le site doit respecter les réglementations applicables à la zone, comme le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, les plans de prévention des risques naturels, les périmètres de protection des captages d'eau potable et des sources d'eau minérale.
2. Il est important de tenir compte des inventaires des anciens sites industriels et des activités de service qui peuvent présenter des risques de pollution.

Équipement de la zone de captage

L'équipement de forage d'exploitation d'eau constitue la dernière étape avant la mise en production de la ressource d'un gisement. Il permet de garantir la qualité de l'eau et la durabilité du forage

Quatre éléments clés composent cet équipement :

1. Tubages pleins (ou aveugles):

- Assurent la protection du forage contre l'effondrement et la contamination.
- Diamètre et épaisseur adaptés aux caractéristiques du sol et à la profondeur du forage.
- Matériau : acier, PVC, etc., selon les exigences de qualité et de résistance.

Equipement de la zone de captage

2. Crépines ou tubages perforés:

- Permettent l'entrée de l'eau dans le forage.
- La taille des perforations est déterminée par la granulométrie du sol et le débit souhaité.
- Différents types de crépines existent : crépines à fentes continues, crépines à fentes enroulées, etc.

3. Massif filtrant:

- Enveloppe les crépines et retient les particules fines du sol.
- Assure la qualité de l'eau pompée et protège le forage contre l'envasement.
- Granulométrie du gravier choisie en fonction de la granulométrie du sol et du débit d'eau.

Équipement de la zone de captage

L'équipement de forage d'exploitation d'eau constitue la dernière étape avant la mise en production de la ressource d'un gisement. Il permet de garantir la qualité de l'eau et la durabilité du forage

Quatre éléments clés composent cet équipement :

1. Tubages pleins (ou aveugles):

- Assurent la protection du forage contre l'effondrement et la contamination.
- Diamètre et épaisseur adaptés aux caractéristiques du sol et à la profondeur du forage.
- Matériau : acier, PVC, etc., selon les exigences de qualité et de résistance.

Équipement de la zone de captage

4. Cimentation:

- Scelle l'espace annulaire entre le tubage et la paroi du forage.
- Empêche la contamination de l'eau par des eaux souterraines polluées.
- Garantit la stabilité du forage et prolonge sa durée de vie.

En plus de ces quatre éléments, d'autres équipements peuvent être installés, tels que :

- Une pompe pour remonter l'eau à la surface.
- Un système de filtration pour affiner la qualité de l'eau.
- Des instruments de mesure pour surveiller le niveau d'eau et la qualité de l'eau.

Équipement de la zone de captage

Foration : $\varnothing = 600$ mm
(de 0 à 3 m)
Foration : $\varnothing = 445$ mm
(de 3 à 10 m)

Foration : $\varnothing = 311$ mm
(de 10 à 118 m)

cimentation de l'extrados (de 0 à 3 m)

$\varnothing = 500$ mm - tubage acier plein (de 0 à 3 m)

$\varnothing = 320$ mm - tubage acier plein (de 0 à 10 m)

cimentation de l'extrados (de 0 à 60 m)

Toarcien (de 28 à 47 m)

$\varnothing = 203 \times 225$ mm - tubage PVC plein (de 0 à 70 m)

gravillonnage 2 x 4 (de 60 à 118 m)

$\varnothing = 203 \times 225$ mm - tubage PVC crépiné (de 70 à 97 m)

crépine inox 304 à fil enroulé 10/10 (de 97 à 115 m) de $\varnothing 8''$

tube inox 304 plein avec fond (de 115 à 118 m)

1. Tubages
2. Crépines
3. Massif filtrant
4. Cimentation

Équipement de la zone de captage

La crépine : élément essentiel d'un forage d'eau

Jouant le rôle d'interface entre l'aquifère et le forage. Sa conception et son installation doivent répondre à des exigences précises pour garantir la performance et la durabilité du forage.

Fonctions principales :

- **Filtrage de l'eau:** La crépine retient les particules fines du sol tout en laissant passer l'eau, assurant ainsi la production d'une eau claire et exempte de sable.
- **Protection du forage:** La crépine empêche l'effondrement du sol et la contamination du forage par des eaux polluées.
- **Résistance:** La crépine doit résister à la pression d'écrasement du sol et à la corrosion due aux eaux agressives.
- **Longévité:** La crépine doit être conçue pour durer plusieurs années et ne pas nécessiter un remplacement fréquent.
- **Efficacité:** La crépine doit minimiser les pertes de charge et garantir un débit d'eau optimal.

Equipement de la zone de captage

Critères de conception :

- **Granulométrie:** La taille des ouvertures de la crépine doit être adaptée à la granulométrie du sol pour une filtration optimale.
- **Longueur:** La longueur de la crépine dépend de l'épaisseur de la formation aquifère à capter et du niveau de rabattement maximal.
- **Matériaux:** Les crépines sont généralement fabriquées en acier, en acier inoxydable ou en PVC, le choix du matériau dépendant des caractéristiques de l'eau et du sol.

Différents types de crépines

Les crépines en acier

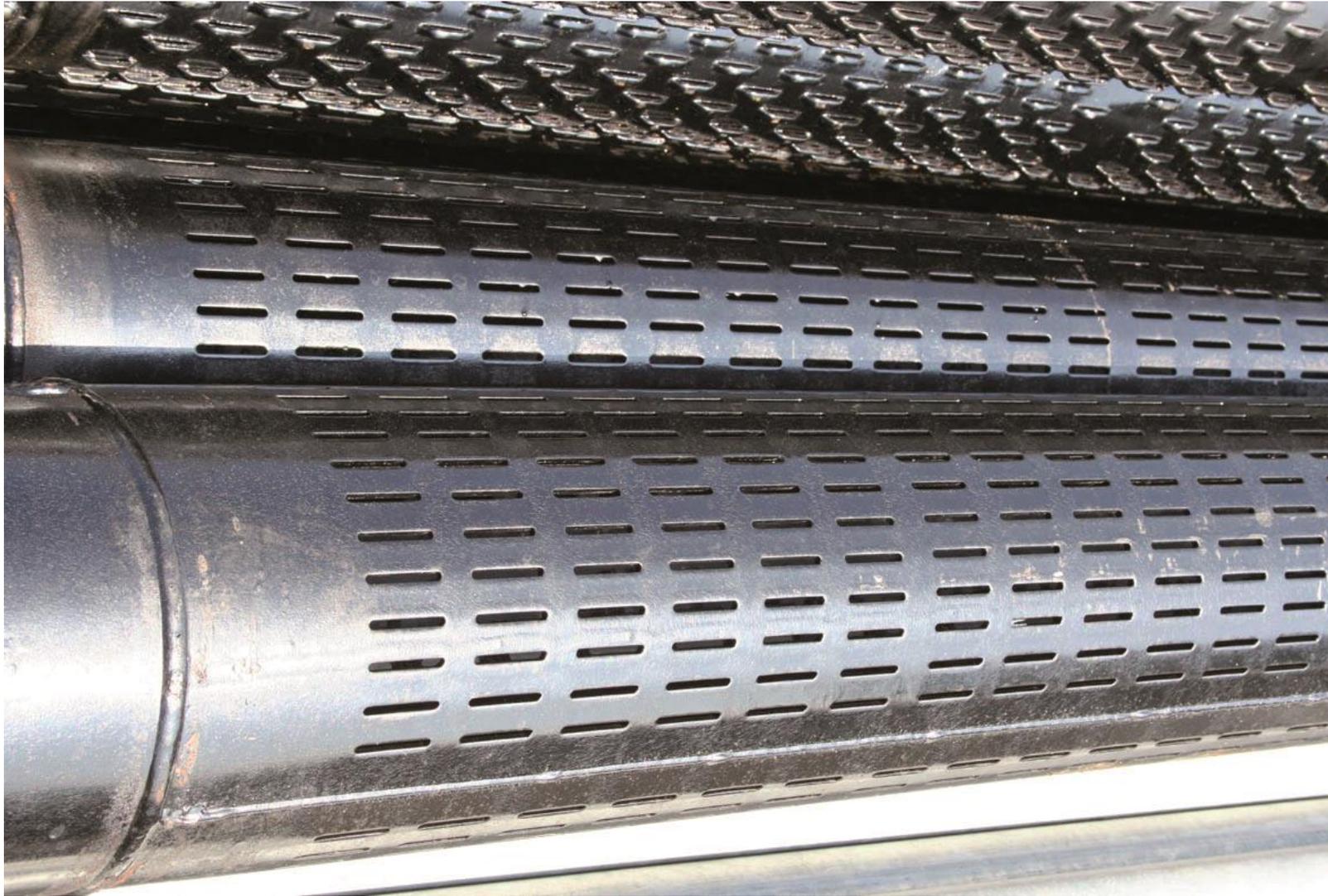
- ❖ **Crépines à trous ronds** : utilisé en terrains durs, sa densité de perforation est de 10%.
- ❖ **Crépine à trous oblongs** : avec des fentes rectangulaires verticales, de largeur au moins égale à l'épaisseur de la tôle, longueur standard 3 cm, sa densité de perforation varie de 10% à 20%.
- ❖ **Crépine à nervures repoussées**, réalisé à plat puis roulé et soudé, de bonne résistance mécanique du fait du faible enlèvement de métal, de pourcentage de vide variant de 3 à 27%.
- ❖ **Crépine à fente continue (type Johnson)**, l'ouverture est horizontale continue sur toute la longueur de la crépine, obtenue par enroulement en hélice d'un « fil enveloppe profile » soudé sur des génératrices métallique verticales.

Différents types de crépines



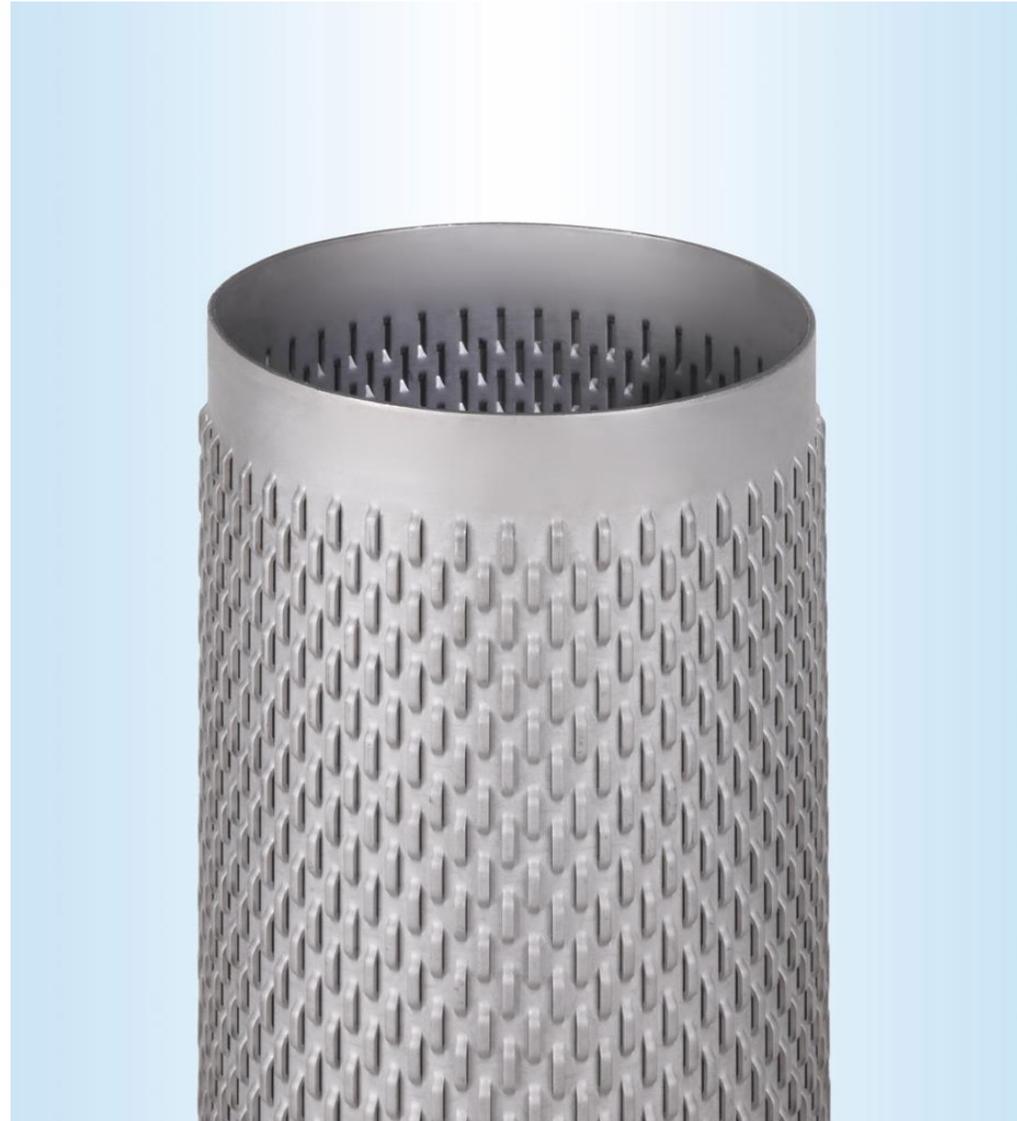
❖ Crépines à trous ronds

Différents types de crépines



❖ Crépine à trous oblongs

Différents types de crépines



❖ **Crépine à nervures repoussées**

Différents types de crépines

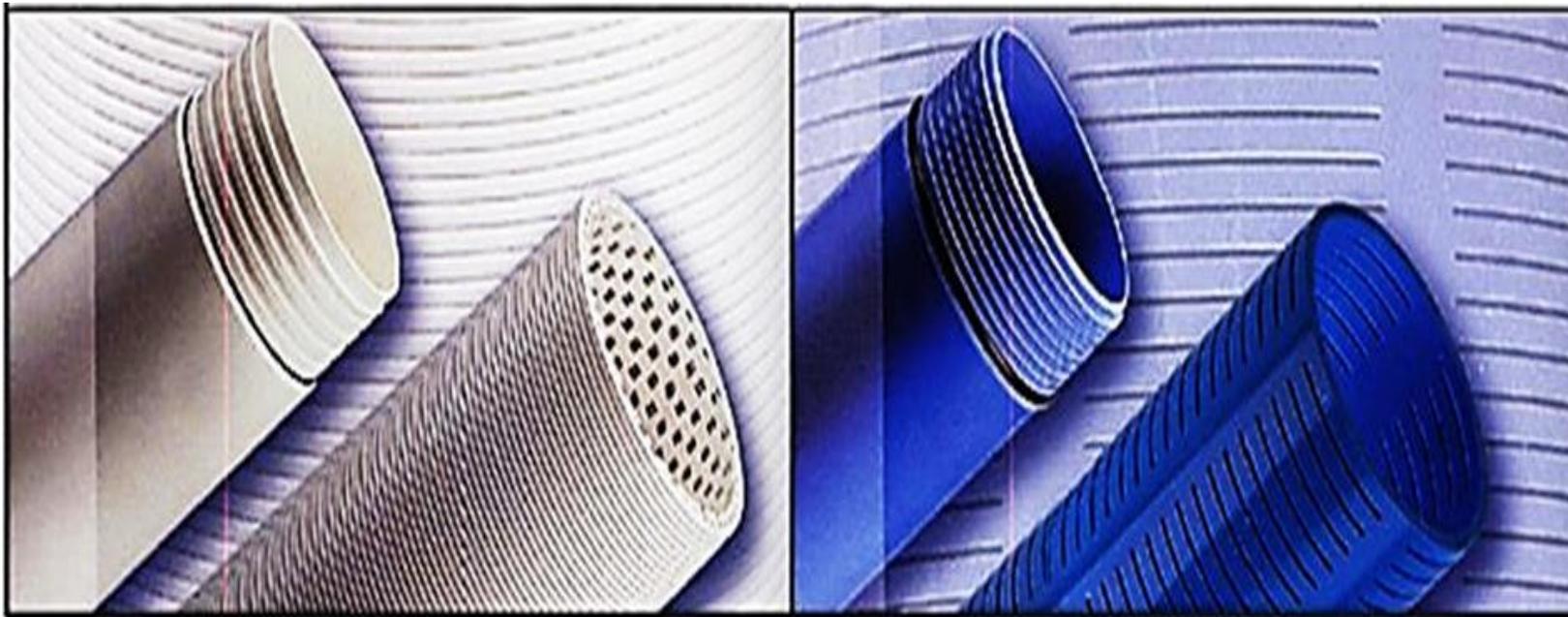


❖ **Crépine à fente continue (type Johnson)**

Différents types de crépines

Les crépines de forage en PVC :

- ❖ Tubes et crépines à paroi normale pour profondeurs de puits faibles et moyennes.
- ❖ Tubes et crépines à paroi épaisse (ou renforcée) pour forages plus profonds.



MERCI
POUR
VOTRE
ATTENTION

M
E
R
C
I

P
O
U
R
V
O
T
R
E
A
T
T
E
N
T
I
O
N

