

CHAPITRE I

GENERALITE SUR L'HYDRAULIQUE URBAINE ET CAPTAGE DES EAUX

Introduction

L'hydraulique urbaine traite de tous les problèmes posés par l'alimentation des cités en eau et par les rejets de ces eaux jusqu'à un exutoire naturel. En effet bien que l'on emploie couramment le mot de « consommation » lorsque l'on parle des eaux urbaines. L'eau qui est fournie à la clientèle privée ou individuelle n'est pas au strict consommée seulement utilisée et elle est rendre en suite, en qualité pratiquement égales à chaque instant ayant seulement perdu ses propriétés de pureté et de salubrité et servant ainsi de vecteur des impuretés physiques, chimiques et biologiques.

Les différents éléments nécessaires pour la conception et le dimensionnement d'un réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP).

I.1 Fonction Des Installations (Cycle de l'eau)

Le schéma ci-après représentent les divers fonctions que doit remplir le cycle d'hydraulique urbaine, en suivant logiquement l'eau du point ou celle quitte le cycle naturel *insou'à celui où elle le retrouve.*

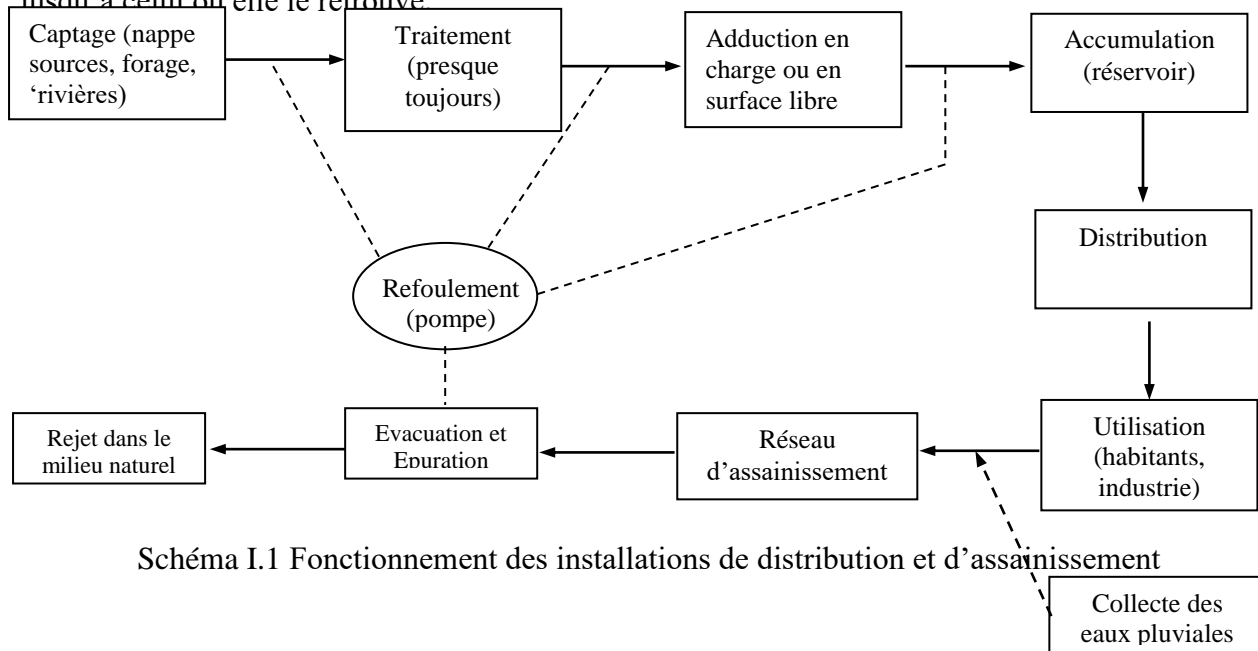


Schéma I.1 Fonctionnement des installations de distribution et d'assainissement

En général l'Alimentation en eau potable d'une agglomération quelconque comporte les éléments suivants :

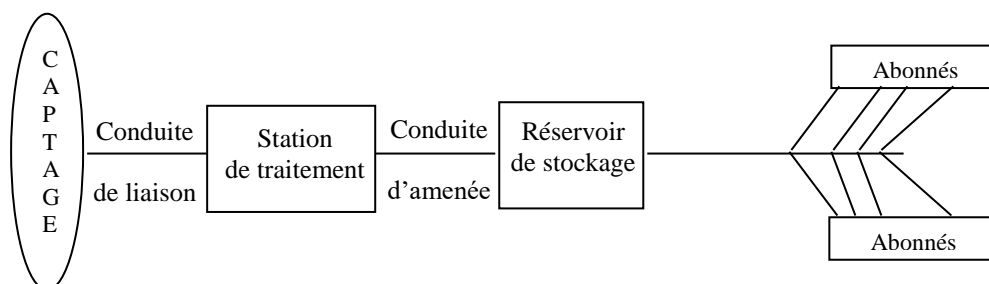


Schéma I.2 Réseau de distribution

Les abonnés sont alimentés par un réseau de distribution qui est desservi par un réservoir de stockage dont la cote radier est choisie de façon à ce que les pressions nécessaires à l'alimentation des abonnés soit assurées.

I.2 Installations :**I.2.1 Captage ou prise**

Il permet de recueillir l'eau naturelle, cette eau peut être d'origine superficielle (sources, nappes, aquifères) ou bien Souterraine (rivières, lacs, ou même mer).

I.2.1.1 captage des eaux surfaciques**a/ Captage en rivière**

La prise doit être effectuée en amont des agglomérations pour éviter la prise des eaux polluées par les habitants.

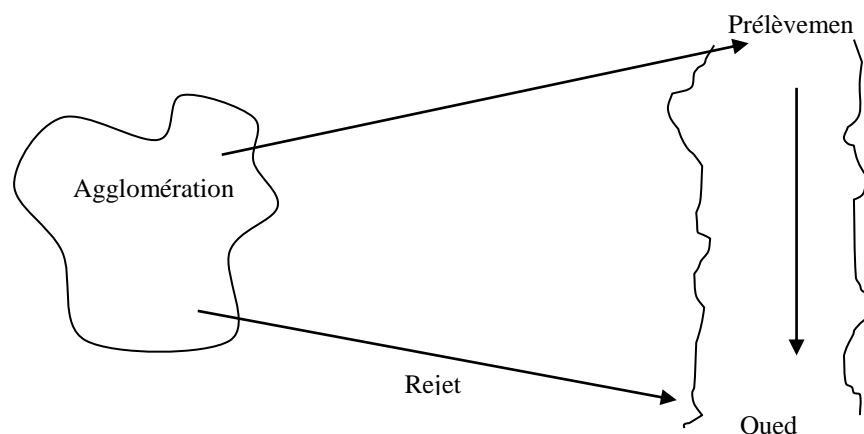


Schéma I.3 Prélèvement à l'amont de la ville

La prise peut être effectuée dans le fond du lit de la rivière surtout lorsqu'on est en régime torrentiel (forte pente, grandes vitesses) et lorsque le transport solide ne contient pas de matériaux fins, qui risquent de colmater la crépine.

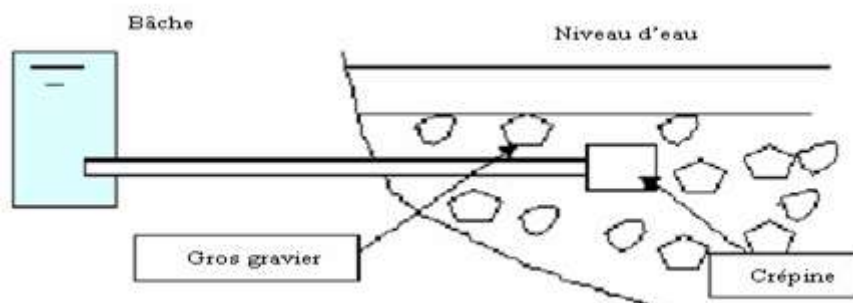


Schéma I.4 Prise d'eau à partir d'une rivière

Les travaux de réalisation de la prise consistent à draguer le fond de la rivière, puis à remplir les alentours de la crépine de prise par des gros graviers.

On peut aussi procéder à la prise d'eau au milieu de la rivière et là on est obligé d'utiliser une estacade pour éviter la détérioration de la prise.

b/ Captage à partir d'un barrage(ou Lac)

On fait recours à la prise à partir d'un barrage lorsque les débits captés deviennent importants. La prise doit se faire à une profondeur où l'eau est de bonne qualité et à une température ne dépassant pas 15°C, car les eaux tièdes favorisent le développement des microbes.

I.2.1.2 Captage des eaux souterraines. L'accès à la nappe peut s'effectuer comme suit :

- Verticalement par des puits.
- Horizontalement par des drains.
- Par combinaison des 2 procédés en utilisant des puits à drains rayonnants.

I.2 Traitement des eaux : Le traitement est presque toujours nécessaire pour obtenir une eau propre à n'importe quel mode de consommation, y compris l'injection directe exceptionnellement pour certains modes de consommation beaucoup moins exigeant sous l'aspect de la qualité (lavage des rues, certains utilisations industrielles).

I.3 Conduite d'amenée : C'est la conduite qui transporte l'eau entre la station de traitement et le réservoir de stockage. Ce transport peut s'effectuer par :

- Gravité : si le niveau de la station de traitement (ou de captage) est supérieur à celui du réservoir (conduite d'adduction).
- Refoulement : si le niveau de la station de traitement (ou de captage) est inférieur au niveau du réservoir (conduite de refoulement).

I.4 Accumulation (Réservoir de stockage) : L'accumulation consiste à remplir des réservoirs pour assurer d'une part une plus grande régularité du débit capté, traité et amené et d'autre part une sûreté d'alimentation lors d'une indisponibilité momentanée des ouvrages précédents. Il y a donc lieu de placer l'accumulation le plus possible des consommateurs.

I.5 Distribution : La distribution consiste à fournir à chaque instant aux utilisateurs les débits dont ils ont besoin, elle nécessite donc un réseau de canalisations dimensionnées pour le débit maximal susceptible de passer en chaque point. Le système doit assurer la fonction "Transport" du point d'eau mobilisée jusqu'aux points de distribution, ainsi que la fonction "mise en pression" et "stockage", et ce avec une fiabilité suffisante.

I.6 Collecte des eaux pluviales : Les eaux de pluie sont collectées et renvoyées dans la nature, soit directement (et le réseau d'assainissement sera alors dit séparatif) soit conjointement avec les eaux usées (réseau dit unitaire).

I.7 Réseau d'assainissement : Après utilisation, les eaux dites « usées » sont rejetées à un réseau qui doit pouvoir évacuer à chaque instant un débit sensiblement égal au débit consommé, sans aucun risque de reflux vers l'un quelconque des utilisateurs.

I.8 Epuration : Les eaux usées doivent normalement être épurées avant d'être rejetées dans la nature, afin d'éviter à celle-ci une pollution dégradante.

I.9 Rejet : Les eaux normalement épurées sont rejetées dans la nature (le plus souvent oueds, rivières) facultativement, les débits très importants (dus essentiellement aux fortes averses et aux orages) peuvent éliminés du circuit d'épuration sans que cela entraîne une pollution

inadmissible (il s'agit en effet, pendant de courtes durées, d'apports abondants propres qui diluent les eaux usées impures).

I.10 CAPTAGES DE SOURCES

I.10.1 La notion "source"

Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement.

Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain.

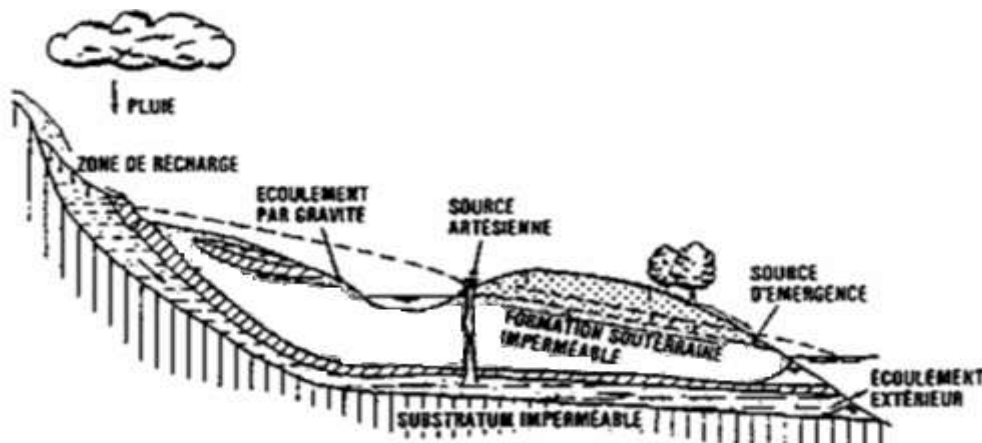


Figure II.1 différents types de sources

I.10.2 Origine de l'eau de source

Selon les conditions géologiques, un sol peut retenir de plus ou moins grandes quantités d'eau. Une fraction de cette eau alimente les sources.

Celles-ci peuvent fournir, dans les cas favorables, une eau potable répondant aux exigences de l'hygiène.

Les eaux de source provenant de roches calcaires fracturées ou d'autres assises fissurées, ne sont souvent pas de bonne qualité.

I.10.3 Valeur des sources

La valeur d'une source est déterminée en premier lieu par :

- son débit d'étiage mesuré durant une période de plusieurs années;
 - la constance de son débit; plus le rapport entre le débit maximum et minimum est petit, meilleure est la qualité de la source;
 - le volume annuel, relevé pendant plusieurs années; la différence de niveau et la distance entre la source et la zone d'alimentation; l'utilisation économique du sol (forêt, agriculture, habitation) dans la zone du bassin d'alimentation jusqu'au captage, ainsi que l'épaisseur et les caractéristiques de la couche supérieure filtrante de ce bassin; les caractéristiques physiques, chimiques, microbiologiques et bactériologiques de l'eau.

I.10.4 Types de sources souterraines

10.4.1 Quelques définitions

1. **Aquifère:** massif de roches perméables comportant une zone saturée suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre l'écoulement d'une nappe souterraine et le captage de l'eau.
2. **Nappe d'eau souterraine:** ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.
3. **Aquifère à nappe libre:** se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique de la nappe coïncide avec la surface de la nappe.
4. **Aquifère à nappe captive:** se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique se situe au-dessus de la surface de la nappe. Il est limité par deux formations imperméables.
5. **Nappe et puits artésiens:** une eau souterraine est dite artésienne lorsque sa surface piézométrique se situe au-dessus du niveau du sol ; dans ce cas, l'eau déborde naturellement des puits.

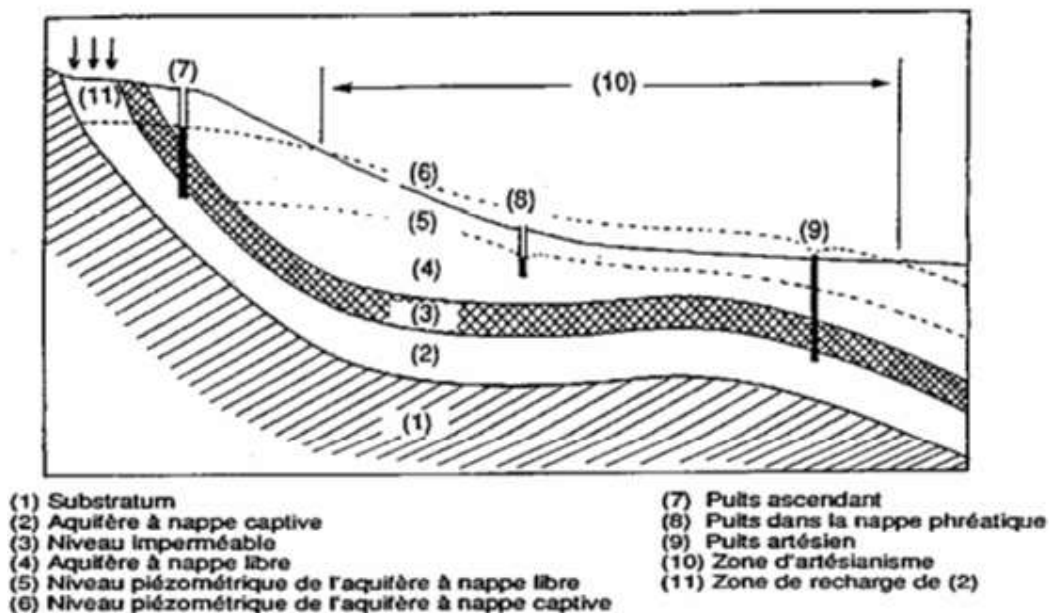


Figure II.2 coupe transversale d'aquifères et de nappes

a) Source de dépression à écoulement par gravité

On est en présence généralement de petits débits pouvant encore se réduire en période sèche ou lors d'un abaissement du toit de la nappe (ex: excavations importantes pour travaux de génie civil).



Figure II.3 Source de dépression

b) Source d'émergence à écoulement par gravité

L'écoulement est plus régulier mais les fluctuations de débits sont encore importantes.

Ces deux types de sources, alimentées par des nappes libres, sont sujets à des variations de la qualité de l'eau (turbidité, température...) et les risques de contamination directe ne sont pas à négliger.

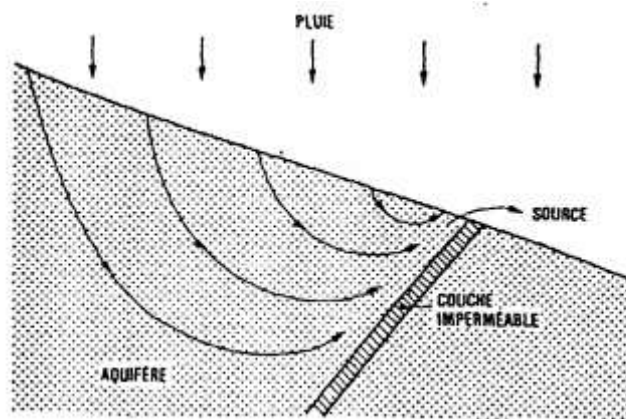


Figure II.4 Source d'émergence

c) Source artésienne d'émergence ou de fissure

L'eau est évacuée à l'extérieur sous la pression de la nappe. Le débit est souvent important et l'on ne constate que peu, voire pas de fluctuations saisonnières.

Ces sources sont très bien adaptées aux objectifs d'alimentation en eau potable puisque leur aquifère est bien protégé contre les contaminations par la couverture imperméable.

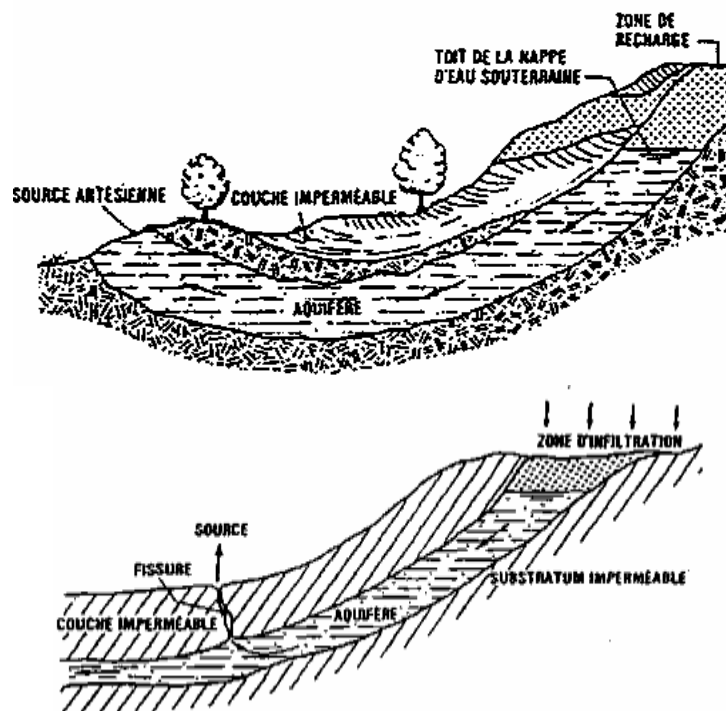


Figure II.5 Sources artésiennes

d) les Résurgences

Dans les milieux fissurés et dans les régions où l'altération karstique a profondément entaillé les massifs calcaires, le réseau hydrographique superficiel et le réseau souterrain sont en relation permanentes par un jeu de pertes et de résurgences.

Leur eau ne donne pas de garanties (sans traitement préalable) pour une eau de consommation.

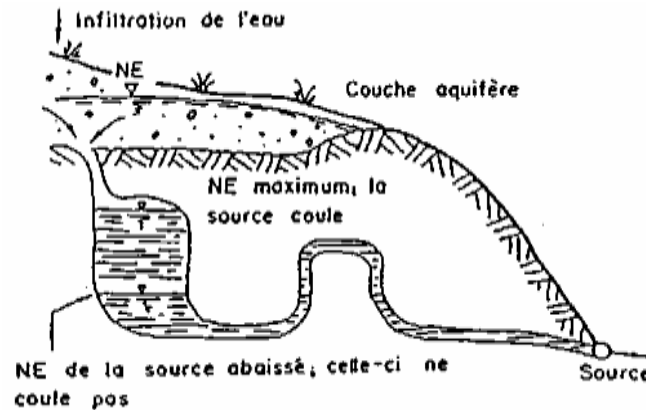


Figure II.6 Résurgence

I.10.5 Eaux de surface

Elles se composent d'eaux de rivières et d'eaux lacustres. Un traitement préalable est indispensable avant leur consommation.

I.10.6 Prospection et recherche des sources

La prospection et le captage des eaux souterraines est du domaine de l'hydrogéologue. Une collaboration avec ce spécialiste est nécessaire.

Les types de recherche et prospection sont les suivants :

- Observations in situ
- Télédétection, photos aériennes et structures du sol hydrogéologie,
- Géologie, lithologie et pétrographie (étude des roches), tectonique (traite
- La structure de l'écorce terrestre)
- Géophysique : méthodes électriques, électromagnétiques, gravimétriques,
- Sismiques
- Forages, puits, tranchées.

I.10.7 Etude du projet et travaux préliminaires

10.7.1 Choix de l'emplacement du captage

Pour le choix de l'emplacement du captage, la collaboration d'un géologue est indispensable, même si les points d'émergence de l'eau sont connus.

10.7.2 Quantité et qualité de l'eau

Les recherches sur la quantité et la qualité de l'eau doivent se faire dans chaque cas. Les débits et températures de l'eau seront mesurés et la turbidité sera observée au moins chaque mois pendant au minimum un an.

Pour juger de la qualité de l'eau au vu des résultats analytiques, il faudra tenir compte non seulement des conditions météorologiques extrêmes (pluies orageuses, précipitations de

longue durée, fonte de la neige, etc.) mais aussi de l'influence éventuelle de l'exploitation agricole du sol (engrais naturels et chimiques) dans le bassin d'alimentation, y compris la zone de captage.

10.7.3 Situation et environnement

Lors de l'étude du projet de captage, il faudra prendre en considération les conditions locales dans le bassin d'alimentation et la zone du captage : proximité et genre de bâtiments, projets de construction, présence de cours d'eau ou d'eaux usées, dépôts de toute nature et autres causes de pollution possible, nécessité d'une zone de protection, etc..

10.7.4 Méthodes de captage

Les modes d'exploitation de l'eau ont évolué au cours du temps. Initialement, l'adduction gravitaire était privilégiée, et reposait sur le captage direct de sources situées à une altitude supérieure aux zones d'alimentation, ou sur des systèmes de tranchées ou de galeries drainants des nappes superficielles (éboulis, alluvions).

Les puits assuraient surtout une production locale, à l'aide de pompes aspirantes de surface.

Le développement des méthodes de forage et des dispositifs de pompage a ensuite permis de puiser dans des nappes toujours plus profondes et d'accéder à des structures hydrogéologiques plus complexes.

a- Captage de sources

Pour le cas d'un exutoire karstique très concentré issu d'une grotte, le captage se fait par un prolongement bétonné du lit de la rivière souterraine, souvent après construction d'un petit barrage (retenue).

Lorsque l'émergence provient d'une fissure ou d'une zone de fissures très localisée, le type de captage dépend directement des caractéristiques locales. Il sera suffisamment encastré dans le rocher, après dégagement de sa couverture meuble et de sa frange d'altération (Figure II.7).

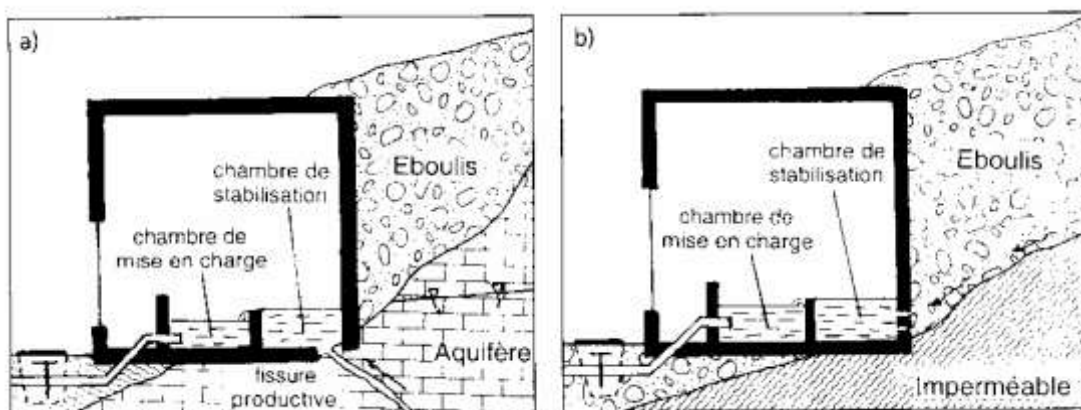


Figure II.7 Chambre de captage

Si l'eau provient d'un matériau hétérogène, le captage sera totalement fermé et pourvu de barbacanes à la base de sa paroi amont. Il est descendu jusqu'au substratum imperméable afin d'éviter des fuites sous son radier.

b- Tranchées drainantes et galeries drainantes

Lorsque la zone d'émergence est diffuse et longe le contact entre l'aquifère et son substrat imperméable sur une distance plus ou moins longue, il est nécessaire de reconcentrer les débits en recoupant le maximum de filets d'eau. On utilise alors les techniques de tranchées drainantes ou galeries drainantes.

Pour les tranchées, le terrassement se fait avec une pente longitudinale élevée, puis on remblaie avec un matériau drainant propre, après mis en place d'un caniveau et d'une canalisation crépinée en partie inférieure.

Les galeries ont l'avantage d'être visitables en tout temps. L'eau est recueillie par les systèmes de barbacanes ouvertes à la base de leur paroi amont.

L'ouvrage de collecte est encastré dans le terrain imperméable, parallèlement au versant, sur une longueur suffisante pour éviter les fuites latérales (Figure II.8).

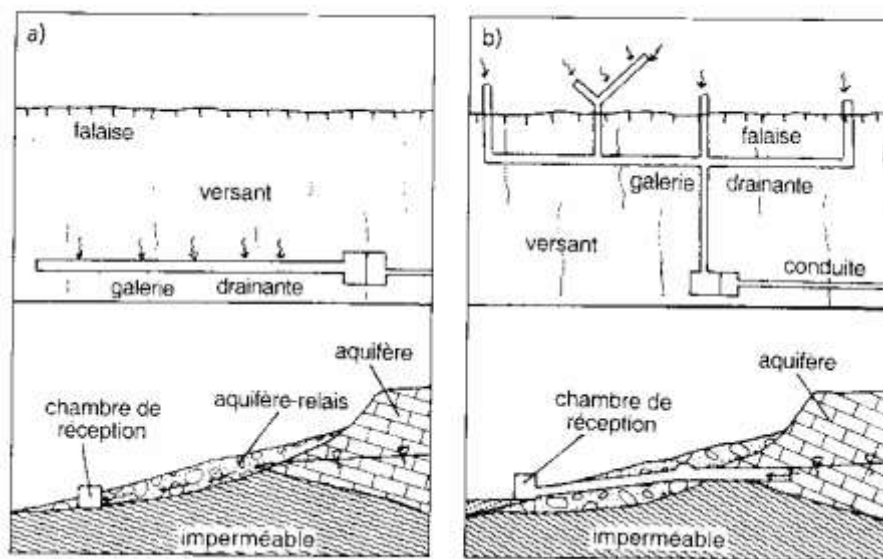


Figure II-8: tranchées drainantes

Le drainage du massif aquifère peut être complété par des auréoles de drains subhorizontaux, forés depuis une chambre terminale de la galerie (Figure II-8.b).

c- Puits et puits à drains rayonnant

Un puits est un ouvrage de captage qui s'enfonce verticalement dans une nappe phréatique. Son diamètre varie de 1 à 5-6 mètres, et sa profondeur varie de quelques mètres ou quelques dizaines de mètres, et parfois la centaine de mètres en terrain rocheux.

Dans la paroi périphérique du puits, des barbacanes sont ouverts, de la traversée de la zone noyée jusqu'au substratum imperméable afin de solliciter toute l'épaisseur de la nappe et d'améliorer la productivité de l'ouvrage (Figure II.9a). On prend soin de disposer un massif de gravier jouant le rôle de filtre à sable en périphérie de la zone de captage, lorsque les conditions le permettent et de protéger la partie supérieure de l'ouvrage contre les entrées d'eau superficielles par une cimentation annulaire.

Lorsque la puissance (capacité) de la zone perméable est limitée, il est fréquent que le puits soit foncé avec un cuvelage étanche jusqu'au terrain imperméable, puis que des drains horizontaux rayonnants soient forés dans la tranche la plus productive.

Chaque drain est obturé par une vanne ce qui facilite l'épuisement de l'ouvrage durant l'exécution des travaux (Figure II.9b).

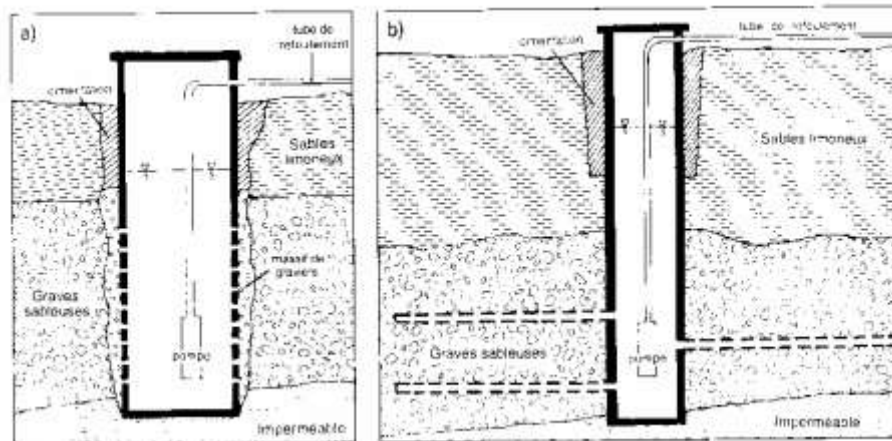


Figure II.9: Types de puits

d- Forages d'eau

Les forages se caractérisent par leur petit diamètre (< 1 m et généralement compris entre 0,2 et 0,5 m), en comparaison avec leur profondeur qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres, rarement au-delà de 1000 mètres (hormis en géothermie et en exploitation pétrolière).

Cette technique donne l'accès à toutes les nappes souterraines, aussi bien libres que captives.

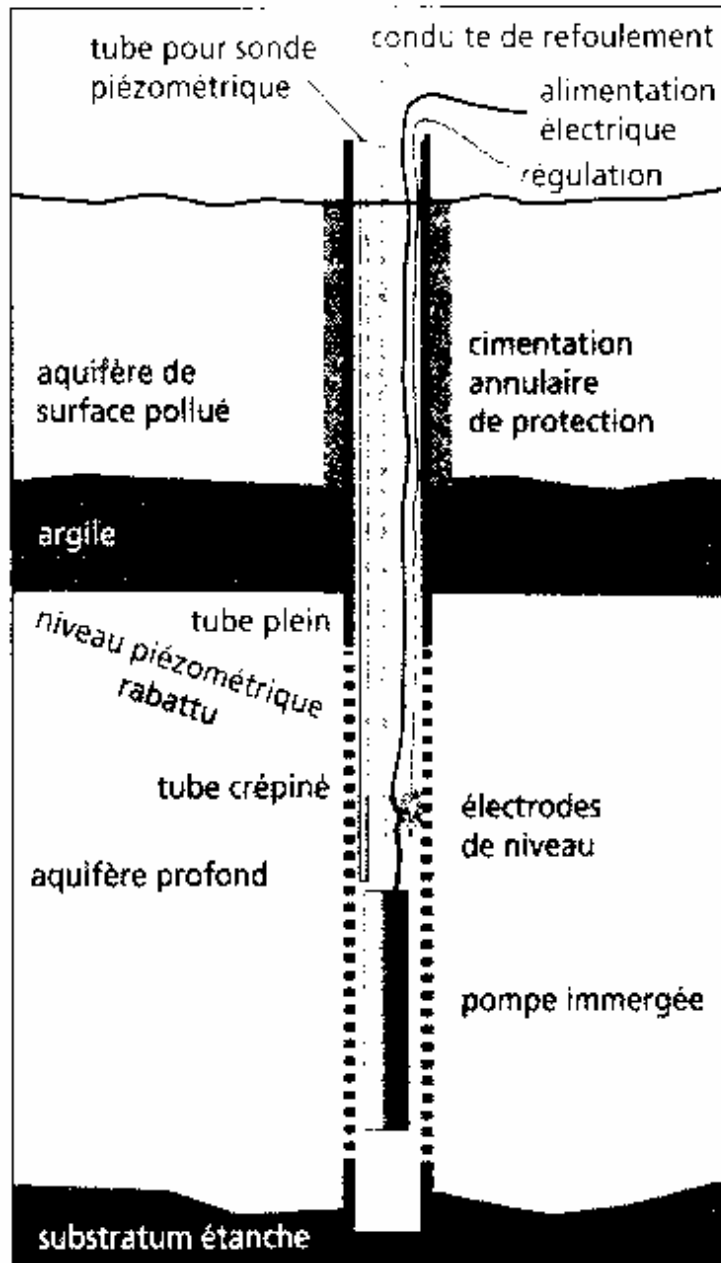


Figure II.10 Exemple de forage d'eau