

1.1 GENERALITES

1.1.1 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.

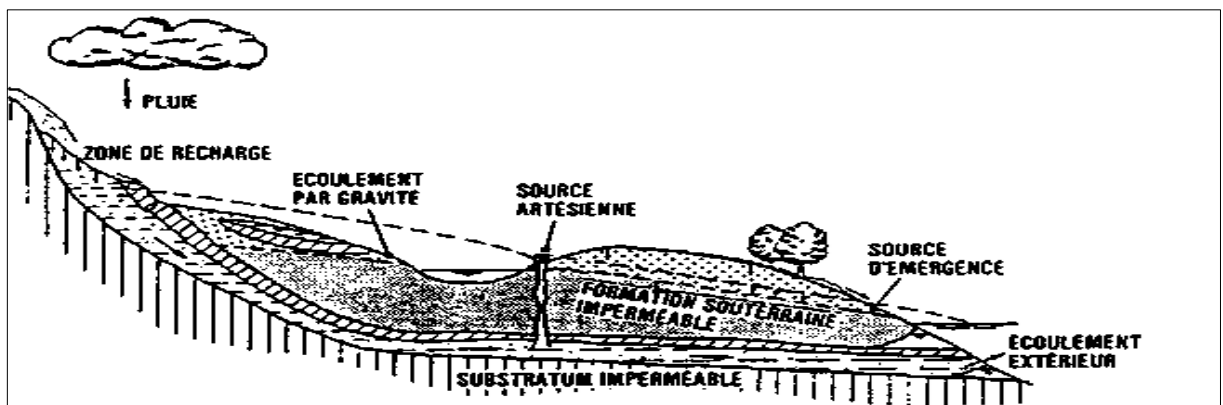


Figure 1-1: types de sources

1.1.2 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.

1.1.3 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.
- 1.1.4 Types de sources souterraines

a) **Quelques définitions**

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.

Nappe d'eau souterraine: ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

Aquifère à nappe libre: se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique de la nappe coïncide avec la surface de la nappe.

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.

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.

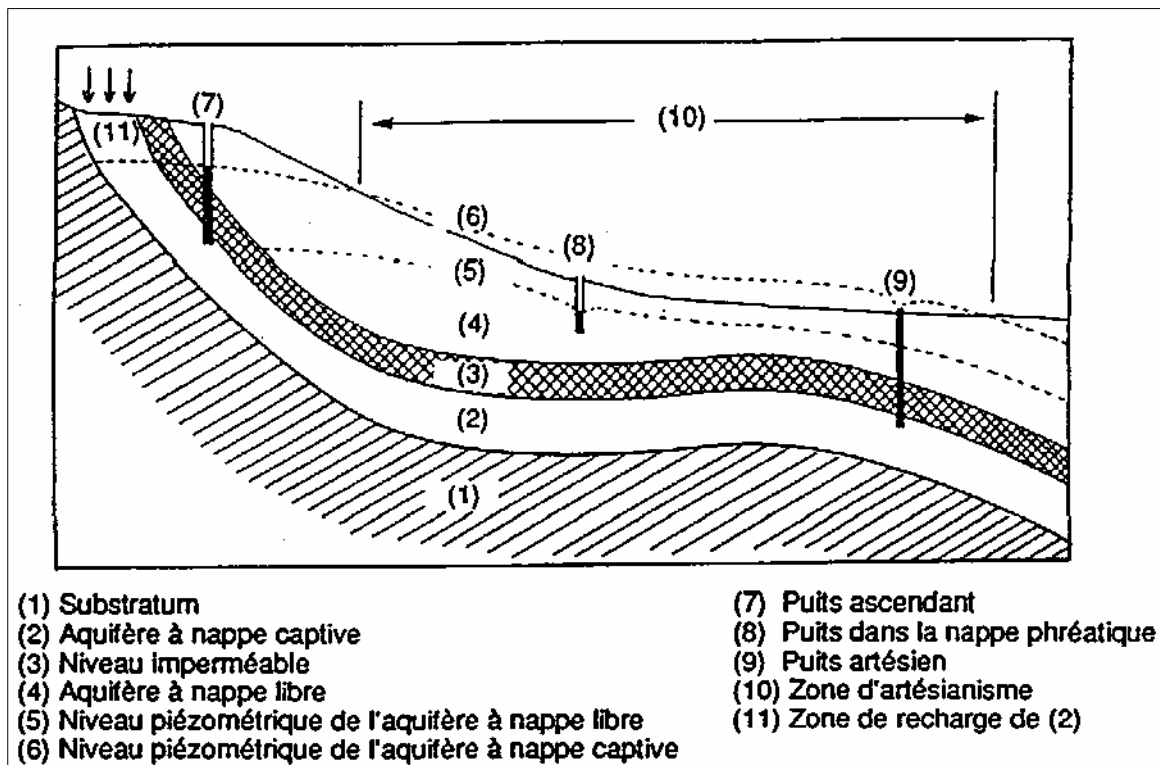


Figure 1-2: types d'aquifères et de nappes

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).

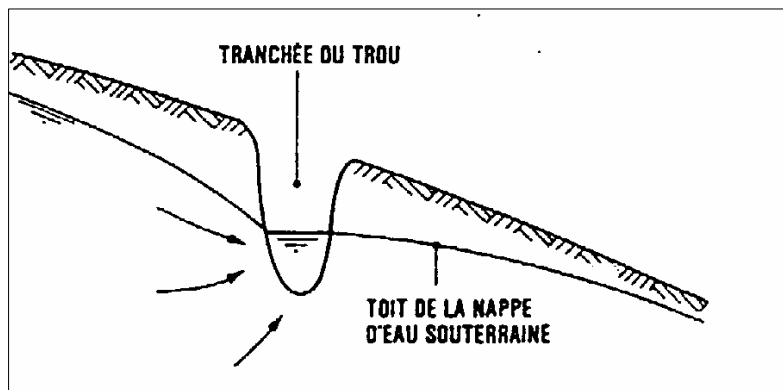


Figure 1-3: source de dépression

b) Source d'émergence à écoulement par gravité

L'écoulement est plus régulier mais les fluctuations de débits sont encore importants. Ces deux types de sources (b+ c), 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.

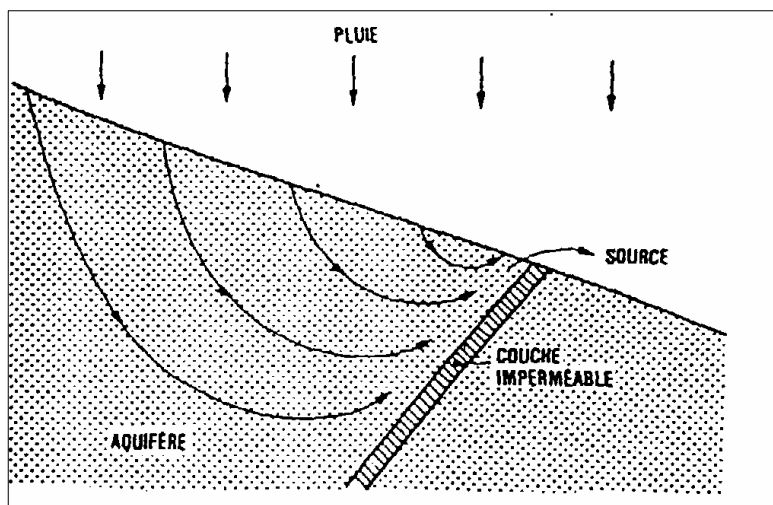


Figure 1-4: source d'émergence

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 1-5 : sources artésiennes (2)

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

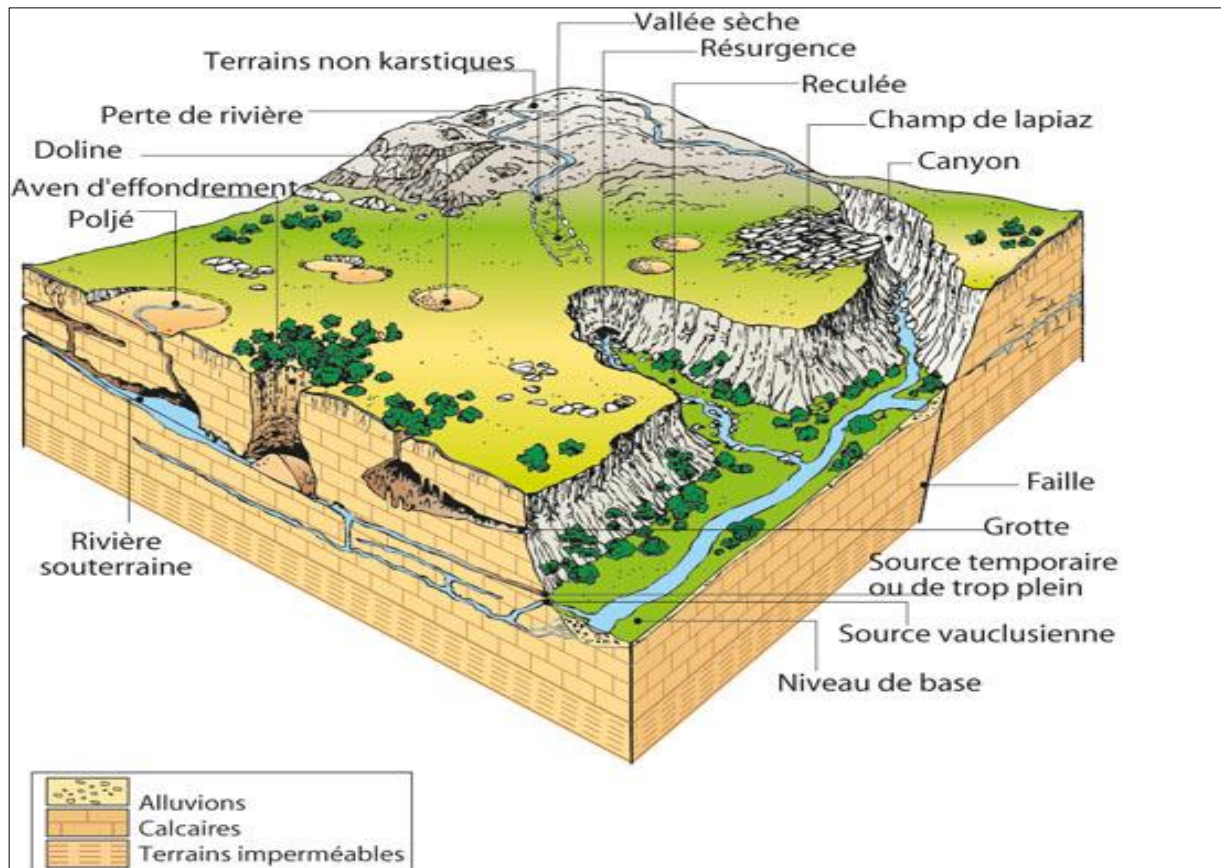


Figure 1-6: résurgence (3)

1.2. Les eaux de surface

- Eaux de rivière
- Eaux de barrage ou lac

La demande en eau douce, croît chaque année de 4 à 5%, tandis que les ressources naturelles restent invariables pour ne pas dire qu'elles diminuent (problème de pollution de plus en plus grand). Cette équation montre que bientôt la demande sera supérieure aux ressources. D'autres solutions sont proposées telles que :

- Le traitement des eaux usées et leur utilisation (au moins à 50%)
- Le dessalement des eaux de mer,

1.3. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont constituées par l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Ces eaux s'infiltrant par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches,

humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé aquifère. La nappe chemine en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois pendant des dizaines voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau.(1)

1.4. Installations de captage

C'est l'ensemble des ouvrages qui permettent de prélever de l'eau à l'état brut au niveau de la ressource en eau. Cette dernière peut avoir diverses origines : une eau de surface telle qu'une rivière, plan d'eau, retenue de barrage ou une eau de profondeur telle qu'un puits ou forage, nappes souterraines.

1.5. Étude du projet et travaux préliminaires.

L'étude d'un projet d'alimentation en eau potable nécessite différentes phases pour un aboutissement correct du projet, ces phases sont :

- Le recueil des données et la reconnaissance du terrain
- Les études préliminaires
- L'avant-projet détaillé
- La phase de réalisation.

Le transport de l'eau de la source jusqu'au point de distribution se fait suivant plusieurs phases comme montré dans la figure 1.1. En fonction du terrain, différents ouvrages ponctuels peuvent être ajoutés comme les stations de pompage ou le réservoir d'équilibre.

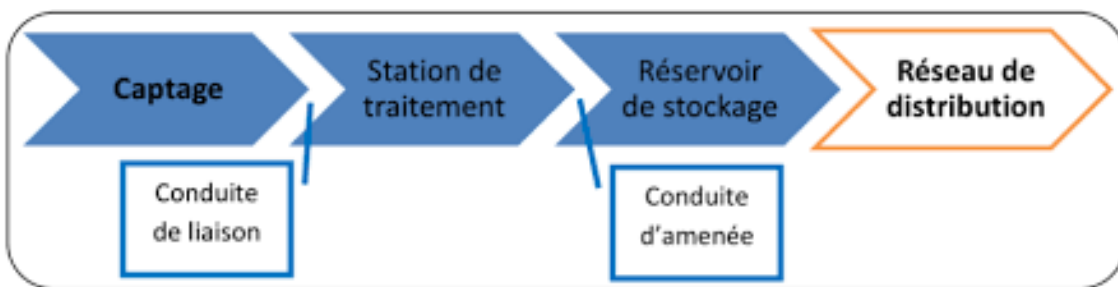


Figure 1.7. Schéma général d'un réseau d'A.E.P

1.5.1. Recueil des données et la reconnaissance du terrain

Le recueil des données nécessite au préalable un scénario d'interventions de manière à ordonner au fur et à mesure de l'avancement, la prise des connaissances et les visites d'ouvrages.

Une visite sur terrain donne une vue globale sur l'agglomération, la répartition des habitants et les infrastructures existantes. Les données et les plans permettent d'établir un état des lieux et de formaliser les hypothèses de départ. Cette opération consiste à collecter l'ensemble de données nécessaire à l'étude pour assurer un bon dimensionnement du réseau, à ce stade, il faudrait déterminer le type de l'étude. Selon que la zone soit nouvelle donc nécessitant un nouveau réseau ou ancienne et l'intervention se fait sur un réseau existant, les principales données sont énumérées ci-dessous :

1. Visite de la zone étudiée et la consultation des plans de construction et de l'urbanisme
2. Type de l'agglomération : urbaine, rurale, semi- rurale
3. Données concernant la ressource, le captage et le mode d'adduction comprenant toutes les sources d'eau potable près de la zone à étudier.
4. Le nombre et la densité des habitants : importante, faible ou moyenne
5. Topographie du terrain, impliquant sa situation dans une zone côtière, montagneuse....
6. Nombre d'habitants actuel et aux différents horizons et leur consommation en eau potable
7. Etudes précédentes faites sur la zone, les caractéristiques de la commune et des réseaux existants. Pour le cas du réseau existant, il faudrait effectuer un diagnostic et déterminer l'état du réseau et de ses ouvrages annexes

1.5.2. Etudes préliminaires

Cette phase comprend les calculs préliminaire tels que :

- 1.5.2.1. Détermination du nombre d'habitants à l'horizon.
- 1.5.2.2. Evaluation des besoins en eau potable.
- 1.5.2.3. Eude des variations du débit.
- 1.5.2.4. Projection du réseau d'alimentation en eau potable sur des plans généralement :
 - Plan demasse 1/2000 ou 1/5000
 - Plan du levé topographique 1/1000 ou 1/2000 ou 1/5000

1.5.3. Avant-projet détaillé.

Dans cette étape le bureau d'étude doit présenter une étude qui comprend :

- Le mode de captage et adduction et le calcul du débit de l'adduction

- Le plan du réseau (débit, pression...etc.).
- Le volume du réservoir.
- Le diamètre de la conduite d'alimentation du réservoir.
- Le dimensionnement des ouvrages annexes
- Le plan de montage du réseau

1.5.4. Phase de réalisation.

Cette phase comprend l'exécution du projet, la pose des canalisations et la projection des différents ouvrages

1.6.EXÉCUTION DES OUVRAGES

L'exécution des ouvrages est une étape importante du projet pour assurer la protection du réseau. Les conduites peuvent être posées de différentes manières d'après le lieu et les éventuels le lieu et les obstacles. Les principales étapes à exécuter pour La réalisation du projet sont :

- Implantation du réseau
- Stockage, vérification et manutention des conduites :

Pour éviter les rayures ou les défauts dans la conduite, il est recommandé de stocker les conduites sur deux rangs maximum et sur un sol stable et d'éviter les chocs avec les extrémités (figure 1.2) , l'élingage est interdit.



Figure 18. Stockage et manutention - Cas des conduites en béton (6)

- Décapage de la couche du goudron ;

- Emplacement des jalons et des piquets ;
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- Aménagement du lit de pose ;
- La mise en place des canalisations en tranché ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- Remblai des tranchés ;

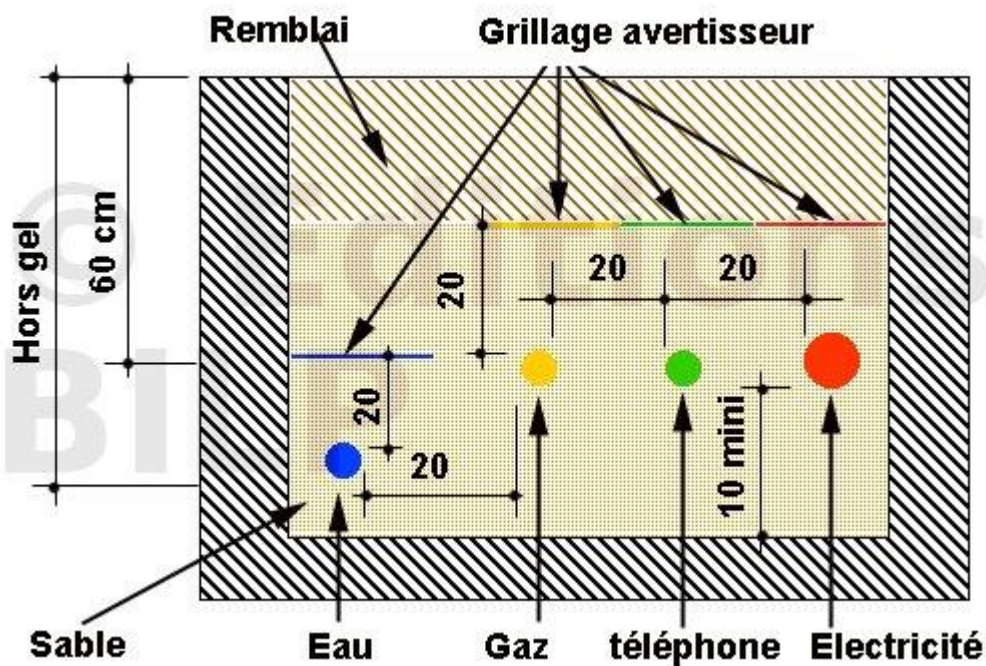
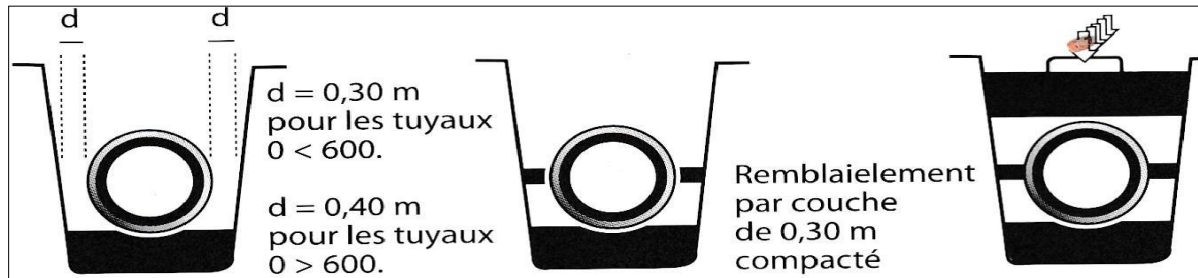


Figure 1.9. Pose et remblais des conduites en béton

1.6.1. Forces appliquées sur les conduites.

Les conduites sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai ;
- La pression résultante des charges permanentes de surface ;
- La pression résultante des charges roulantes ;

- La pression hydraulique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- Le poids physique de l'eau véhiculée ;
- Le tassement différentiel du terrain ;

1.6.2 Vérification des canalisations

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur :

- L'aspect et le contrôle de l'intégrité ;
- Les quantités ;
- Le marquage en cas de défaut ;

Les conduites sont posées sans brutalité sur le sol ou dans le fond des tranchées et ne doivent pas être roulées sur des pierres ou sur le sol rocheux, mais sur des chemins de roulement.



Figure 1. 10. Schéma représentant des travaux de pose en cours d'exécution

1.7.CAPTAGE DES EAUX DE SURFACE

Les systèmes d'alimentation en eau se composent de :

- La prise d'eau : elle réalise le captage d'eau dans une source
- Les ouvrages d'élévation d'eau assurent l'amenée de l'eau à la station de traitement et dans un réseau de distribution appelée aussi station de pompage
- la station de traitement : elle traite l'eau
- les conduites de refoulements d'eau et les réseaux de distribution
- les ouvrages d'accumulation : château d'eau et réservoirs

1.7.1.Schéma de distribution des eaux potables

L'eau de source entre dans la prise d'eau(1) et se dirige vers le tuyau gravitaire(2) jusqu'au puits de rive (3).L'eau est aspirée par les pompes vers la première station de pompage(4) et est refoulée vers la station de traitement (5), la station de traitement possède des filtres(6). Ensuite, l'eau filtrée passe dans un réservoir d'eau propre traitée (7). Cette eau est aspirée par la deuxième station de pompage (8), à l'aide de la conduite de refoulement (9), cette eau passe dans le réservoir surélevé (10).Le réseau de distribution(11) alimentera l'agglomération(12).

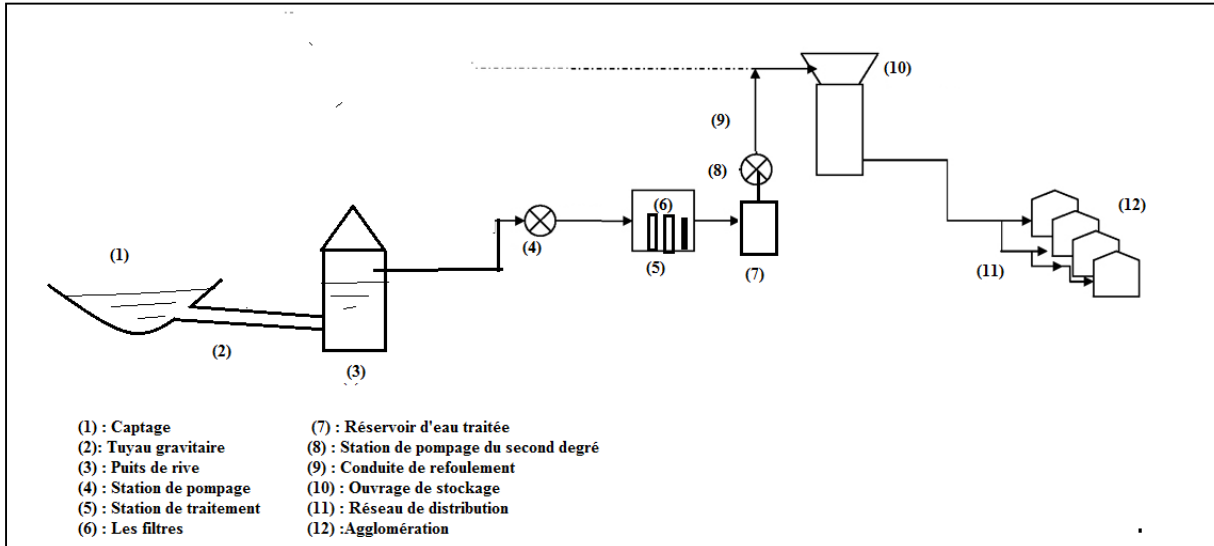


Figure 1.11. Schéma d'alimentation en eau potable : source superficielle

1.7.2.Prise d'eau d'une rivière

Une prise d'eau de surface (Figure 1.12) représente une structure permettant de capter l'eau naturelle (l'eau dite brute) du lac ou de la rivière dans lesquelles on l'a immergée, dispositif de captage (pompe). On doit l'installer là où l'eau brute est de la meilleure qualité possible, c'est-à-dire aussi loin que possible de toute source de pollution ; on doit ainsi éviter de la placer en aval d'un émissaire d'égout, même si celui-ci déverse l'effluent d'une station d'épuration.

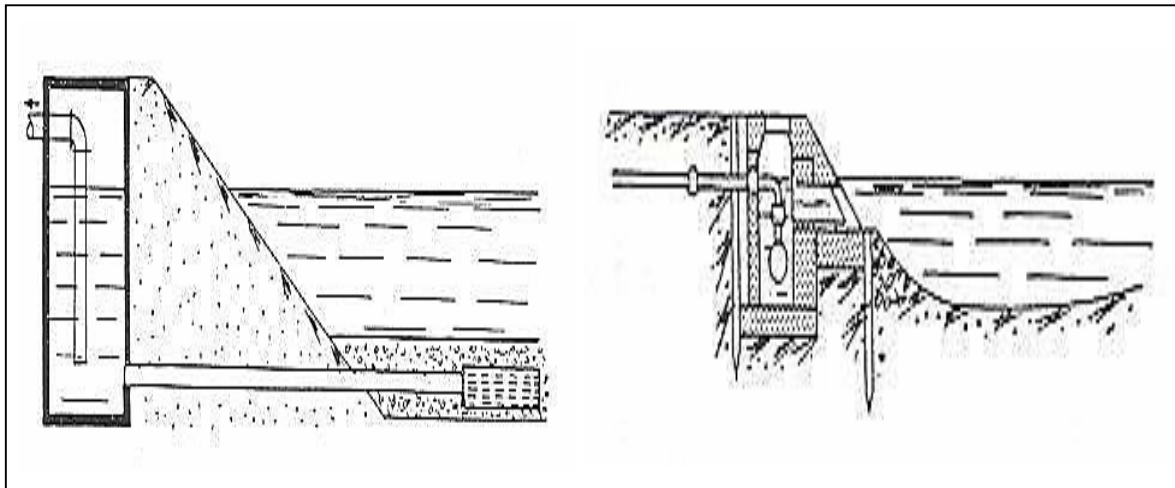


Figure 1.12. Aménagement des prises d'eau

La prise d'eau peut être effectuée :

- soit dans le fond du lit après dragage et remplissage avec de gros graviers autour de la crépine d'aspiration.
- soit sur la berge, à une profondeur convenable, dans le but d'éviter d'une part, l'influence de la sédimentation du fond du lit, et d'autre part, la présence éventuelle d'hydrocarbures,

a. Prise d'eau dans les berges d'une rivière

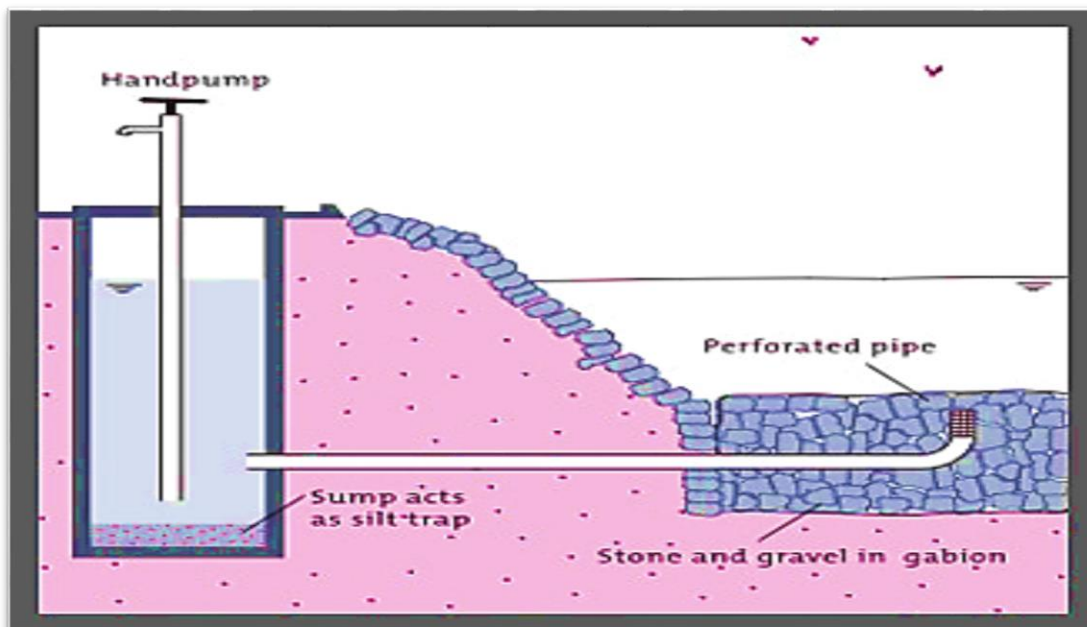


Figure 1.13 . Prise en rivière par l'intermédiaire d'un puisard (5)

Si le débit est important, la prise est effectuée dans la berge jusqu'à la crépine d'aspiration.

Si le débit est de moindre importance, l'une des dispositions indiquées dans la figure 1.14 peut être utilisée

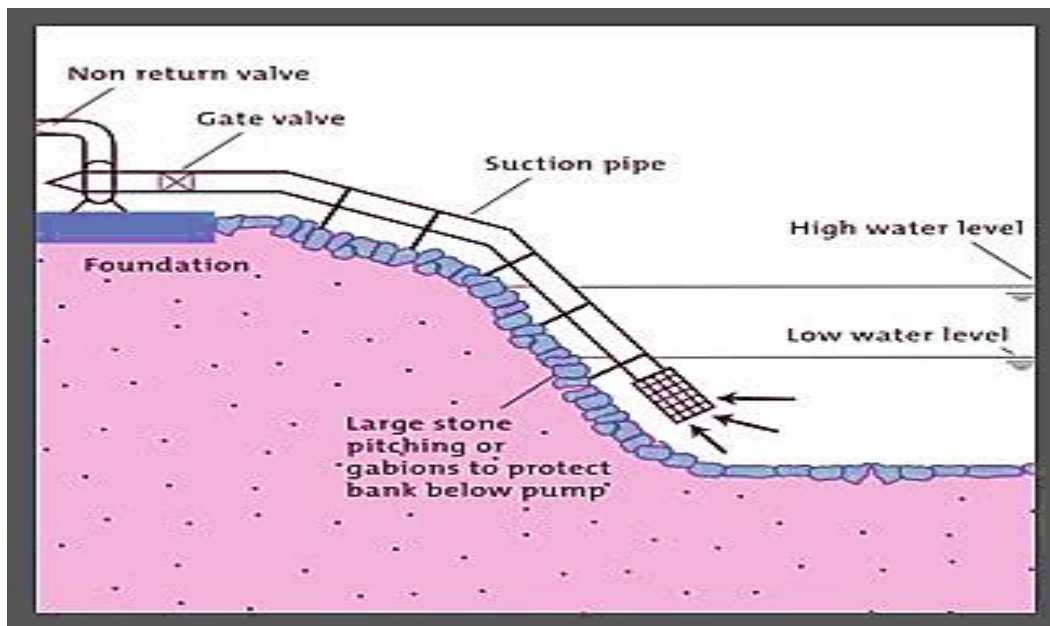


Figure 1. 14. Prise en berge (5)

b. Prise d'eau sous le lit d'une rivière

La prise s'effectue par une crépine de grande dimension placée dans une tranchée remblayée par la suite avec du gravier

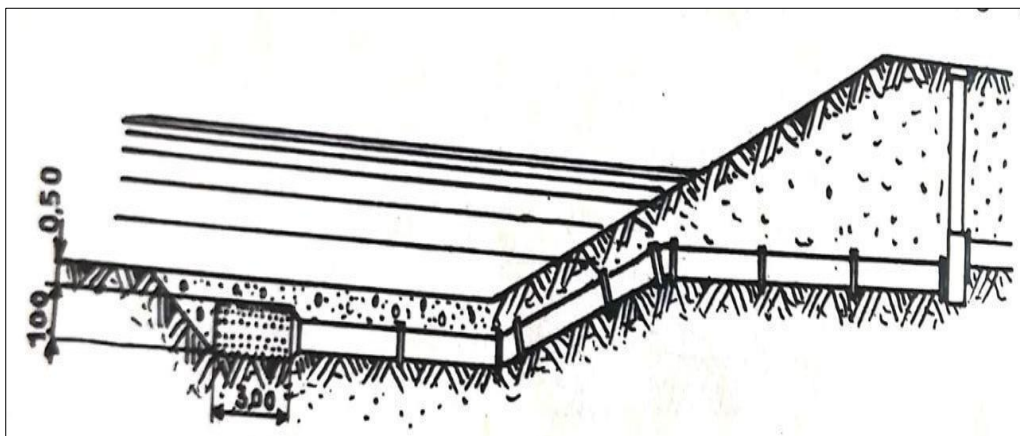


Figure 1. 15. Prise d'eau sous le lit d'une rivière

1.7.3. Aménagement de source

La définition simple d'une source est la suivante : endroit où une nappe d'eau sort du sol toute

seule. Cette eau est souvent bonne à boire. Mais cette eau peut être polluée à sa sortie du sol. Afin d'éviter un tel danger, on doit aménager la source. Trois grands types d'aménagements de sources peuvent être envisagés dans un contexte nécessitant le recours à des techniques à faible coût :

- un aménagement très simple ;
- un aménagement avec un réservoir ;
- un aménagement avec un réservoir et filtre ;

a . Aménagement simple de source



Figure 1. 16. Schéma d'aménagement simple d'une source

L'aménagement simple de source doit débiter par un nettoyage de l'endroit où l'eau sort du sol. Il faut :

- Faire une tranchée horizontale sur plusieurs mètres pour rechercher l'eau un peu plus loin ;
- Remplir la tranchée de gros cailloux pour que l'eau circule facilement ;
- Reboucher la tranchée ;
- À l'extrémité, sceller un tuyau par lequel l'eau s'écoulera. Le tuyau doit être scellé dans un mur fait en ciment, en parpaing ou en pierre ;
- Le sol, à l'endroit où le tuyau sort, doit être nivelé et recouvert de cailloux pour éviter qu'il y ait formation d'un borbier ;
- Réaliser une rigole qui évacue au loin l'eau sale.

b. Aménagement avec réservoir.

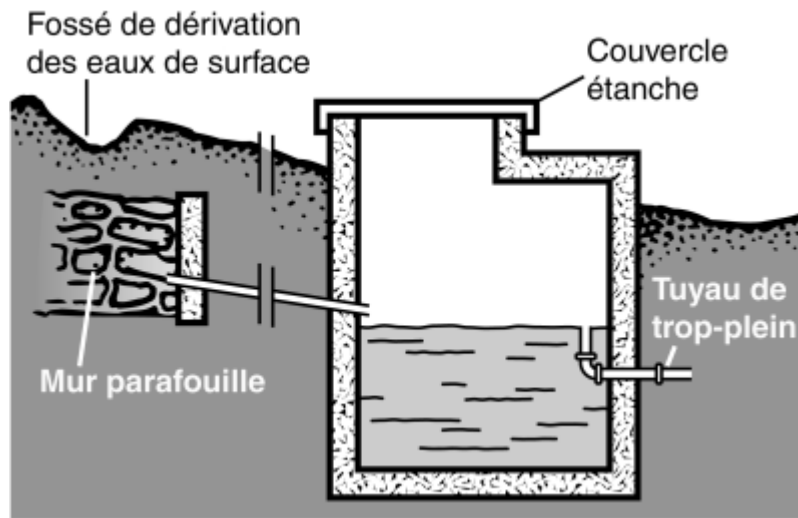


Figure 1. 17. Schéma d'aménagement avec réservoir

Il est nécessaire de construire une chambre maçonnée qui permet de récupérer et de stocker l'eau de la source. L'aménagement extérieur est identique à celui de l'aménagement simple.

c. Aménagement avec réservoir et filtre.

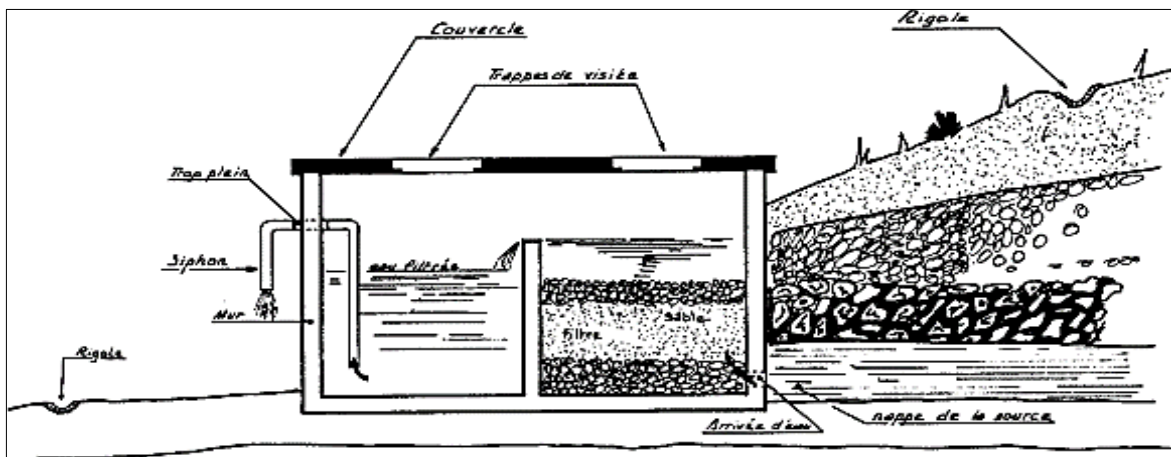


Figure 1.18. Schéma d'aménagement avec réservoir

Cet aménagement comprend une chambre maçonnée divisée en deux parties, une partie qui contient le filtre en gravier et en sable et une autre partie qui constitue le réservoir. La sortie de l'eau est identique aux aménagements précédents. A travers une conduite, l'eau est amenée dans un puits de rive pour le stockage et la décantation des dépôts, par la suite, cette eau est aspirée pour être dirigée vers la station de traitement.

1.8. CAPTAGE DE L'EAU DE FOND

1.8.1 Schéma de captage des eaux souterraines

L'eau est prélevée du puits ou du forage à l'aide d'une pompe (station de pompage). Dans ce cas, l'eau est plus propre le puits constituant une réserve naturelle protégée après l'analyse des eaux et que les services concernés se soient assurés de leurs potabilité. Ceci implique des économies dans la station de traitement. Le même procédé est suivi que ci-dessus.

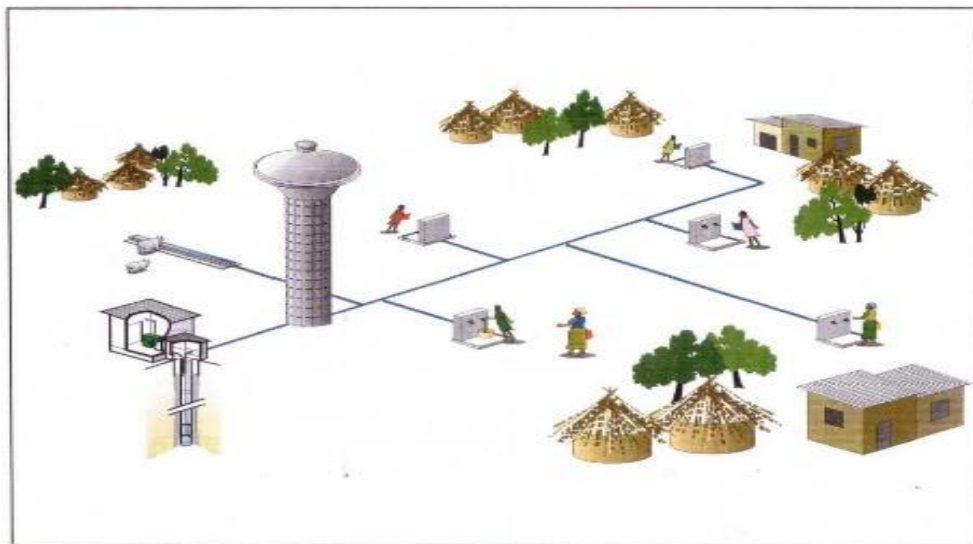


Figure 1.19. Schéma d'alimentation en eau potable : source souterraine

En règle générale, les eaux devront être captées dans leur gîte géologique, l'ouvrage de captage d'une source devra aller rechercher l'eau dans la roche même. Il y'a plusieurs types de nappes

1. Nappe d'ordre géologique :
 - a. Les nappes alluviales (milieu poreux superficiel),
 - b. Les nappes en milieu fissuré (carbonaté ou éruptif),
 - c. Les nappes en milieu karstique (carbonaté),
 - d. Les nappes en milieu poreux (grès, sables).
2. Nappe d'ordre hydrodynamique :
 - a. Les nappes alluviales, volumes d'eau souterraine contenues dans des terrains alluviaux, en général libres et en relation avec un cours d'eau;
 - b. Les nappes libres, volumes d'eau souterraine dont la surface est libre, c'est à dire à pression atmosphérique. Une nappe libre est comprise dans un aquifère qui comporte, au-dessus de la zone saturée en eau, une zone non saturée ;
 - c. Les nappes captives, volume d'eau souterraine isolée de la surface du sol par une formation géologique imperméable, à pression supérieure à la pression atmosphérique. Leur surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère qui les contient. L'eau qui y circule très lentement et sous pression, est protégée des pollutions potentielles de la surface, s'il n'y a pas de communication avec la surface ou d'autres nappes (soit naturellement par failles ou soi provoquée par des forages).

NB :

Nappe captive: nappe d'eau souterraine circulant entre deux couches de terrains imperméables Nappe libre : nappe d'eau souterraine circulant sous un sol perméable. Les ressources souterraines sont évaluées à 1.8 milliards de m³ dans le Nord de l'Algérie. Les potentialités du Sud sont estimées à 60000 milliards de m³. Ces dernières sont difficilement exploitables et renouvelables ; et 4 à 5 milliards de m³ sont exploitables annuellement

1.8.2 Captages des eaux souterraines

L'eau souterraine est contenue dans ce qu'on appelle les « aquifères ». Un aquifère est une formation géologique, ou une partie de celle-ci, constituée d'un matériau perméable capable de stocker des quantités importantes d'eau. Les aquifères peuvent être constitués de différents matériaux : sables et graviers non consolidés, roches sédimentaires perméables telles que les grès ou calcaires, roches volcaniques et cristallines fracturées, etc.

Les eaux souterraines sont (naturellement) rechargées par l'eau de pluie et la fonte des neiges ou par l'eau qui fuit à travers le fond de certains lacs et rivières. Elles peuvent également être rechargées lorsque les systèmes d'approvisionnement en eau fuient et que les cultures sont irriguées avec plus d'eau que nécessaire. Il existe également des techniques pour gérer la recharge des aquifères et augmenter la quantité d'eau d'infiltration dans le sol. Le captage des eaux souterraines se fait en creusant un puits ou un forage

1.8.2.1 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 tous le temps. L'eau est recueillie par des 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 (Fig. a).

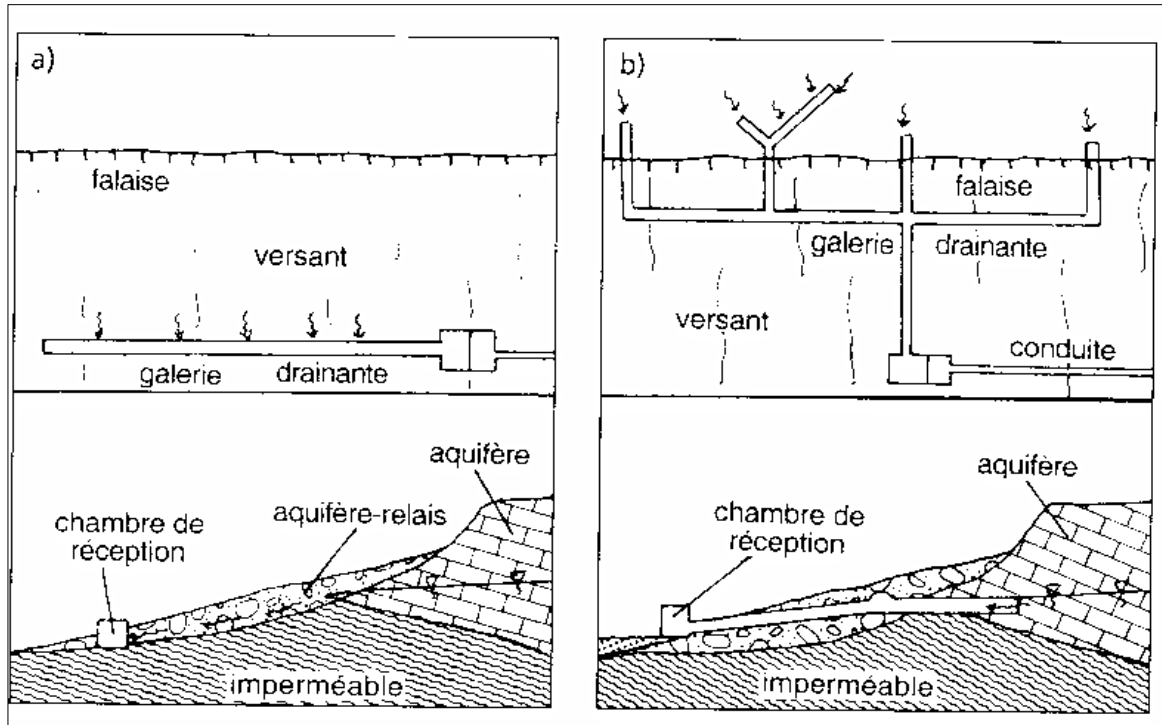


Figure 1.20 : tranchées drainantes

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

1.8.2.2 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 (Fig. a). 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 (Fig. b).

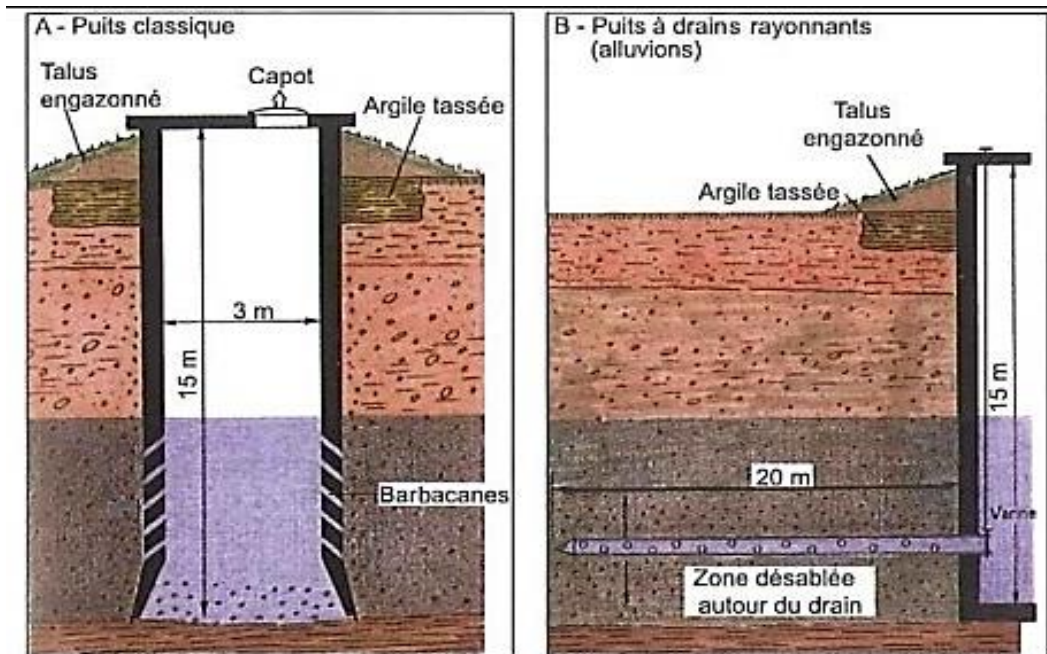


Figure 1.21: types de puits (4)

1.8.2.3 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.

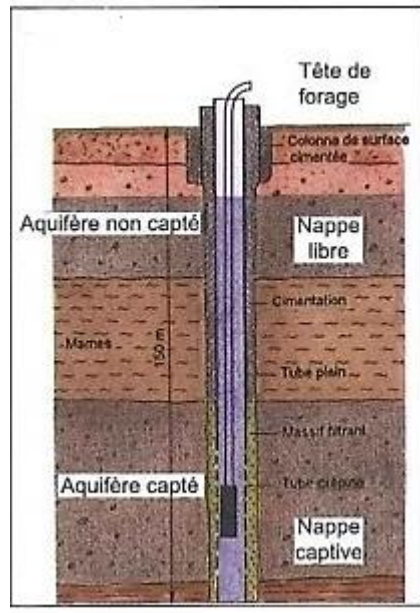


Figure 1-22 : exemple de forage d'eau (4)