

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT AMENAGEMENT
LICENCE AMENAGEMENT

RESEAU ALIMENTATION EN EAU POTABLE

1 partie

Estimation des besoins

Fichier Excel

BRAHAMIA KHALED
2024

1/C'est quoi un réseau VRD

Ce sont des actions qui peuvent, occuper de 30% à 60% de l'emprise de l'opération de construction ou d'urbanisation, ils sont ainsi un objet essentiel dans l'aménagement des espaces collectifs.

Aussi, la (Voirie, Espace vert, Aire de jeu, Aire de stationnement) sont des éléments déterminant de la qualité du cadre de vie mais, aussi du développement de la diversité des activités et par conséquent de l'attractivité.

Dans cette partie du cours nous allons aborder l'un de ces réseaux VRD à savoir le réseau AEP.

Avant de parler des réseaux AEP et Assainissement proprement dit il y a lieu de présenter la raison d'être de ces réseaux.

Aussi, l'objectif de l'adduction en eau potable est de répondre aux besoins, des différents usages : domestique, industriel, arrosage des plantations, lavage et nettoyage des espaces publics, lutte contre les incendies. D'où la nécessité de quantifier ces besoins pour pouvoir définir les caractéristiques de distribution dans la ville étudiée ou future.

1/ Les types de besoins

L'alimentation en eau potable consiste donc à satisfaire la demande en eau potable d'une agglomération. Ils s'agissent principalement de :

- **Les logements collectifs et individuels.**
- **Etablissements scolaires** : écoles, collèges, lycées.
- **Equipements sportifs** : stades, aires de jeux, salle omnisport, terrain de foot, terrain matico.
- **Etablissements sanitaires** : centres de santé, salles de soins, polycliniques.
- **Equipement touristique** et de loisirs : hôtel, Park d'attraction, cinéma.
- **Bâtiments administrative** : APC, DAIRA, tribunaux, sureté de la daïra, garde communale, gendarmerie, centre administrative, protection civile, hôtel de finance,
- **Etablissements commerciaux** : banque, centres commerciaux, PTT, station, boutique, d'essence, station électrique, central à béton, projet relai routier etc,

2/ Estimation des besoins unitaires par catégorie d'usager

.3.1. besoins domestiques

Il s'agit de la population branché au réseau pour les besoins personnels d'alimentation et d'hygiène et autres utilisations.

La consommation domestique moyenne est exprimée en l/j/hab. elle varie en fonction de plusieurs paramètres. Entre autre le niveau de vie.

Les besoins domestiques d'une agglomération sont estimés sur la base :

- Des données statistiques qui concernent la consommation moyenne et son évolution annuelle et le nombre total d'habitants

Dans le cas des agglomération futures le taux annuel d'accroissement de la population est bien nécessaire pour estimer la population future.

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) fixe la consommation domestique minimale à 55 l/j/hab.

On peut admettre une dotation de 40 à 65 l/j/hab. dans le milieu rural et 80 à 120 l/j/hab. en milieu urbain.

Deux facteurs influencent la consommation moyenne :

- La période de l'année : la consommation mensuelle est affectée d'un coefficient correcteur égal à 0,5 en hiver et 1,5 en été
- La période de la journée : le débit évolue dans la même journée (les heures creuses et les heures pleines)

Besoins industriels

Pour la plupart des industries, l'eau est un facteur de production. Elle peut être utilisée comme matière première, ou comme auxiliaire au cours de processus de fabrication.

Les utilisations industrielles de l'eau sont diversifiées et dépendent du type d'industrie et des procédés de fabrication utilisés.

En général, cette consommation est difficile à évaluer, car il existe une grande variation de consommation selon le type d'industrie. Les entreprises du secteur agroalimentaire, par exemple, sont considérées comme de grosses consommatrices d'eau. Parfois, lorsque la demande en eau de certaines industries, par exemples pour les pâtes et papiers, sont trop importantes, la production d'eau pour le procédé industriel est prise en charge par l'industrie elle-même (puits, forages...).

En général, on ne tient compte que des besoins des petites industries, qui consomment de l'eau potable et branchées sur le réseau de la ville.

Dans les zones où le type d'industrie n'es pas défini (futur parc industriel) on prévoit 4,5 l/j/m²).

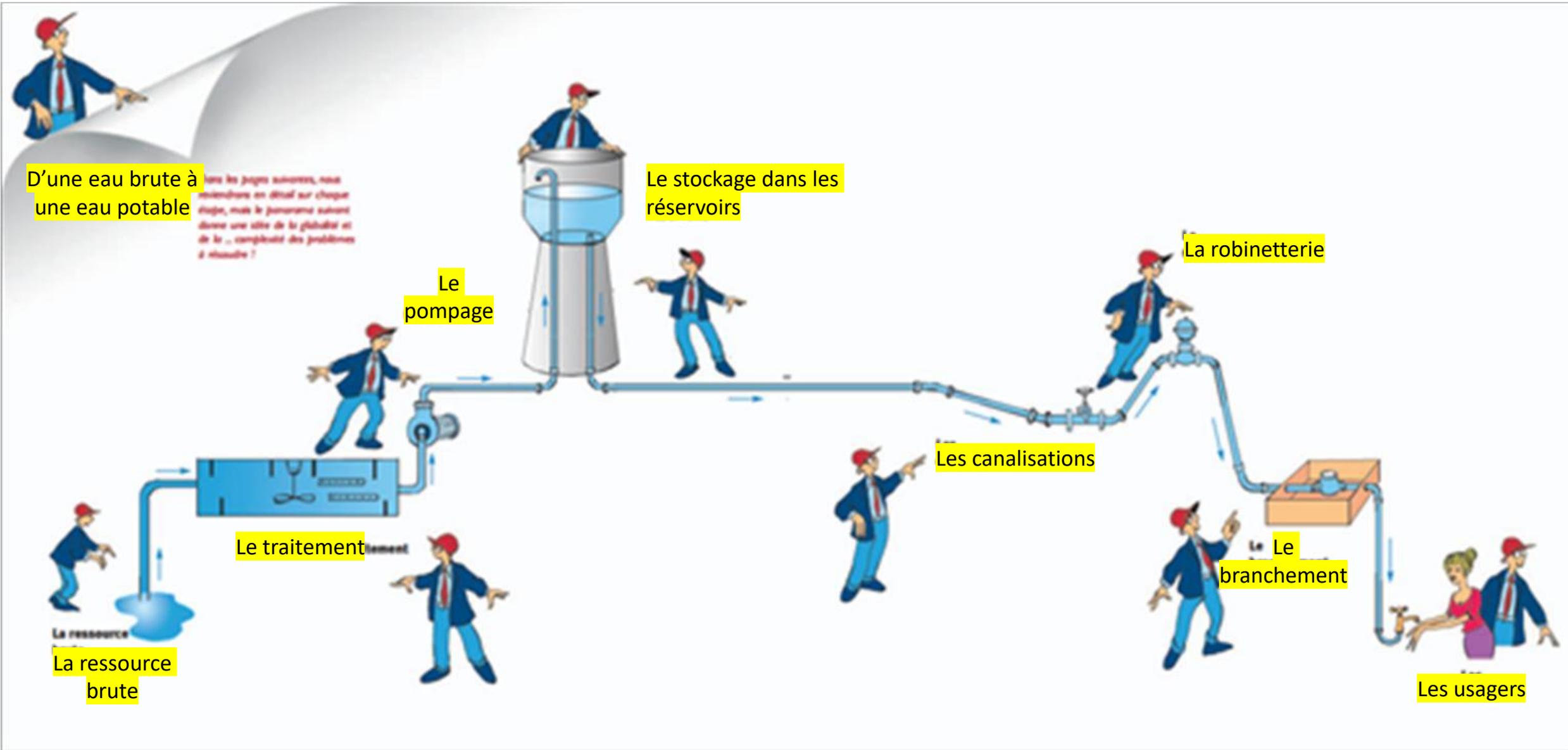
2 partie
C'est quoi un réseau AEP ?

1/ Les systèmes d'approvisionnement en eau potable (AEP)

Les systèmes d'approvisionnement en eau de l'agglomération, d'une zone industrielle quelconque, doivent assurer la réception d'eau de la source naturelle (superficielle, souterraine), son traitement (s'il y a lieu) et son refoulement vers les consommateurs.

C'est un ensemble de conduites interconnectées fonctionnant sous pression et qui assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter quelques accessoires comme les vannes, les poteaux d'incendie, les compteurs, les ventouses etc.

Schéma générale des principaux éléments d'un service d'eau



Pour assurer ces différentes étapes que doit subir l'eau d'alimentation, certains ouvrages sont à savoir :

a- La prise d'eau : elle assure la réception d'eau de la source naturelle, sa conception varie en fonction de la nature de la source.

b- Les ouvrages d'élévation d'eau : ils trouvent leur justification dans le cas où l'ouvrage de réception d'eau (réservoir de stockage, réseau...) se trouve à une côte supérieure à la côte de la source d'eau, le transit de l'eau se fait par refoulement sous l'influence d'une charge exigée.

c- Les ouvrages de traitement d'eau : il assurent la qualité de la potabilité de l'eau.

d- Conduite d'amenée : C'est la conduite qui transporte l'eau entre la station de traitement et le réservoir de stockage. Le 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).

- e- Réservoir de stockage** : Les réservoirs de stockage ont pour rôle essentiel de :
- **Se substituer** aux adductions et aux ouvrages de captage en cas de pannes ou d'interruption au niveau de la production (fonction de réserve).
 - **Faire face aux modulations** de la demande par rapport aux débits provenant de l'ouvrage de captage (fonction de démodulation).
 - **Assurer la mise en pression** de réseau de desserte, bornes fontaines, et/ou du réseau de distribution (cas de branchements particuliers).
 - **Assurer la régulation** du fonctionnement du groupe de pompage équipant l'ouvrage de captage, cas d'une adduction de refoulement (fonction de régulation).
 - **Permettre une sécurité** en matière de protection contre l'incendie (cas des centres et agglomérations urbaines, équipés de bouches d'incendie).
- f- Réseau de distribution** : Il est constitué par une série de conduites desservant les différents consommateurs l'écoulement de l'eau dans ces conduites se fait le plus souvent par gravité. 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

2/ les différents types des systèmes d'AEP

Les systèmes d'alimentation d'eau doivent être conçus de façon à pouvoir répondre aux besoins des différentes catégories de consommation. Leur classification dépend à la fois du type de consommation que de la source d'approvisionnement :

- **Type de consommation** : les systèmes de distribution d'eau se classifient d'après leur type de fonctionnement, c'est -à-dire en fonction de leur destinée vis-à-vis des différentes catégories de consommation rencontrées au niveau d'une agglomération : **domestique ou potable ; agricole ; industriel etc...**

- **Type de zone d'approvisionnement** : une distinction est faite entre les systèmes d'approvisionnement en eau **des agglomérations urbaines, des agglomérations rurales et des zones industrielles.**

- **D'après les sources d'alimentation en eau** : **les systèmes avec l'utilisation des eaux de surface (fleuves, lacs, retenues, mers, etc...)** ; **les systèmes avec l'utilisation des eaux souterraines et les systèmes combinés.**

Selon la méthode d'approvisionnement en eau : il existe les systèmes **gravitaires**, les systèmes de **refoulement** et les systèmes **mixtes**

3/ les Schémas des principaux systèmes d'AEP

3-1/ Cas des eaux superficielles :

il s'agit de prélèvement des eau de surfaces; rivière, plan d'eau, et retenue de barrage à l'aide d'une prise d'eau et d'une conduite d'adduction (pompage) afin d'achemine l'eau vers un réservoir qui lui-même doit alimenter en continu la station de traitement pour rendre l'eau potable.

Après ce traitement de potabilisation

- L'eau est envoyée à travers le système de distribution vers les consommateurs. Par le biais d'un réservoir
- L'emplacement d'un réservoir d'alimentation est placé en fonction du relief de l'agglomération,

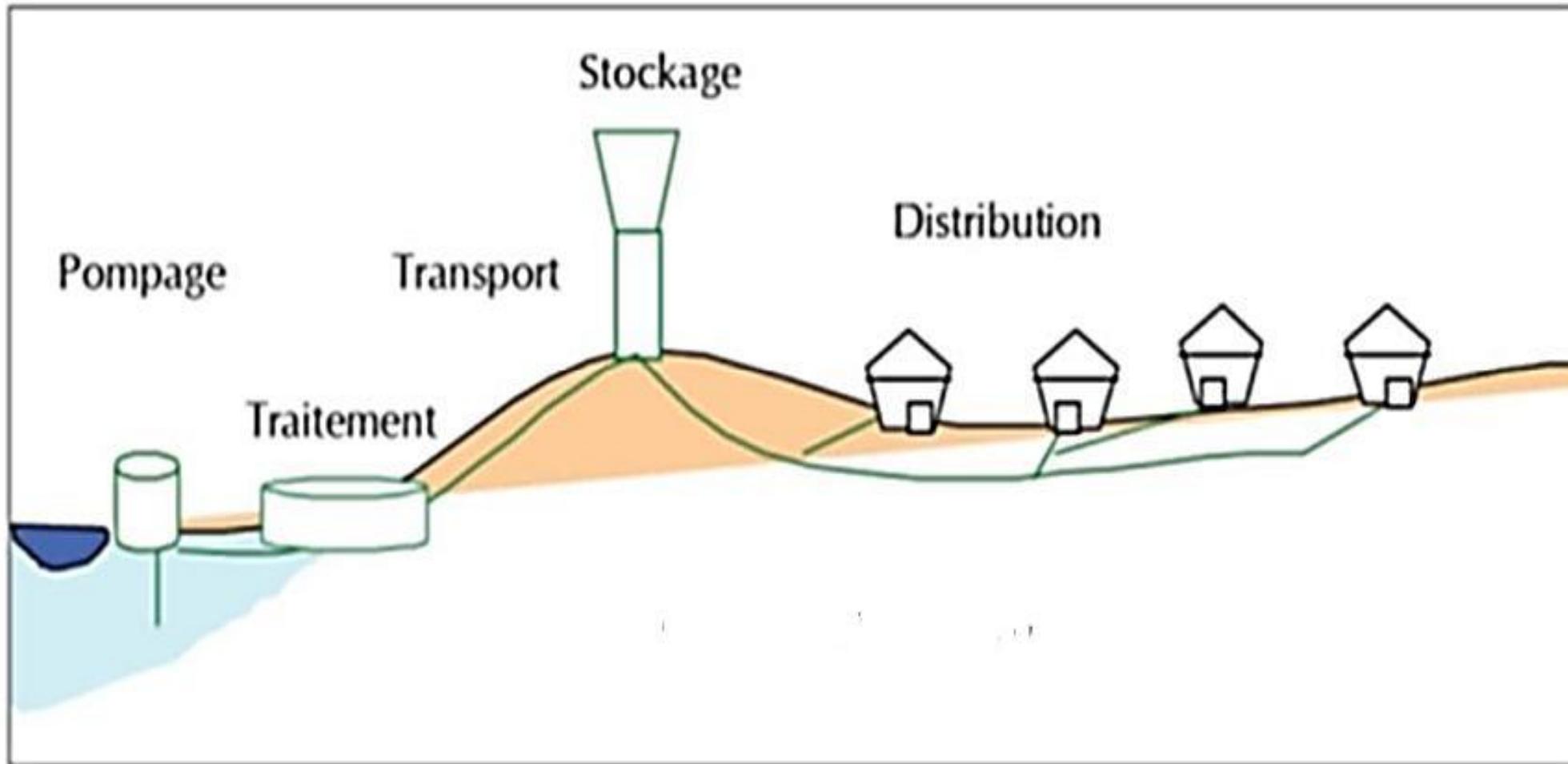


Fig. 1 Schéma d'un système d'alimentation en eau potable (cas des eaux de surface)

<https://www.google.com/imgres?imgurl>

3-2 / Cas des eaux souterraines

Ces eaux provenant des profondeurs. Elles peuvent être employées sans traitement et souvent sans être stérilisées. Dans ce cas, le système de distribution devient très simple par abstraction de la station de traitement par exemple ; c'est -à-dire, que les pompes sont installées dans les puits ou forages, aspirent de l'eau et la refoulent directement vers le réservoir d'alimentation

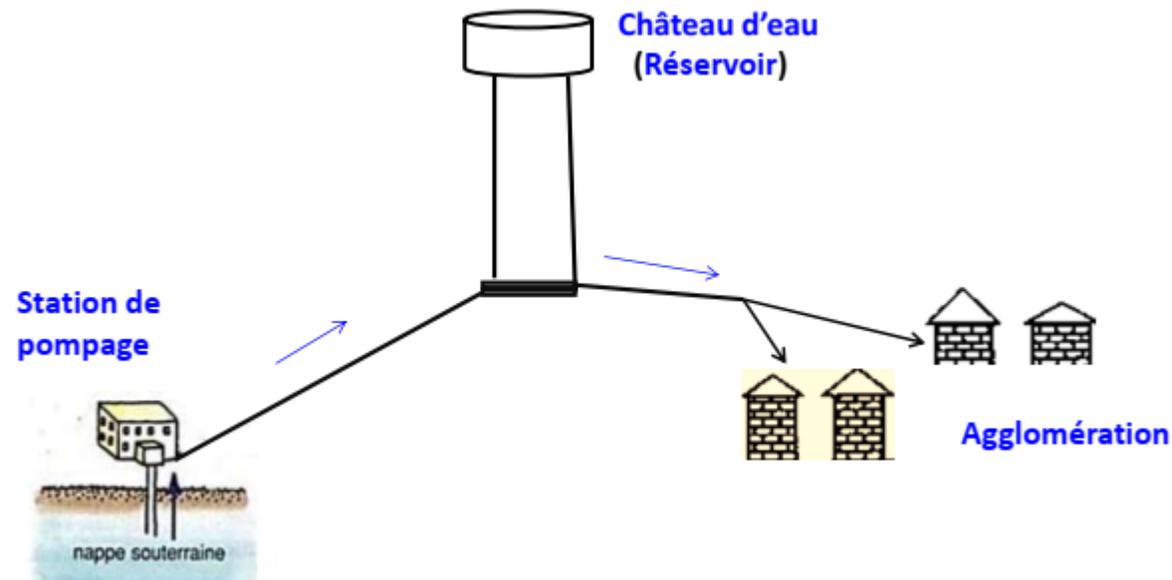


Fig. 2 Schéma d'un système d'alimentation en eau potable (cas des eaux souterraines)

Dans les régions montagneuses, les sources d'eau propres peuvent avoir une nappe d'eau dont la cote surpasse celles du sol de l'endroit d'approvisionnement en eau. L'eau s'écoule gravitairement vers la consommation en passant par un réservoir d'alimentation : le système d'alimentation en eau devient plus simplifié dans ce cas. (Figure 2. 4).

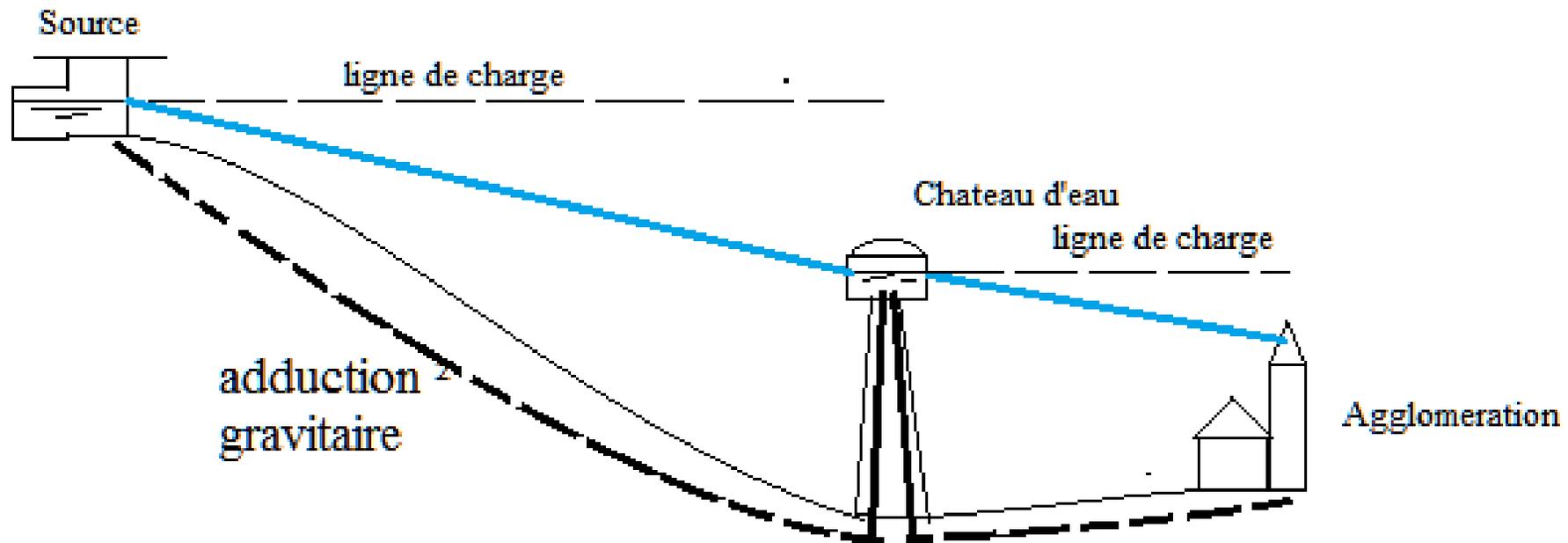


Fig. 3 Système simplifié d'alimentation en eau potable

4/ Les composantes fondamentales d'un système d'AEP :

1. La zone d'adduction
entre les ressources (puits, forages, captage de sources, prises en rivières...) et l'usine de potabilisation (appelée aussi station de traitement). L'eau y est donc brute (non traitée)

2. La zone de transfert
entre l'usine de potabilisation et le réservoir de distribution. L'eau y est traitée, et les débits sont les mêmes que dans la zone d'adduction

3. La zone de distribution
à l'aval du réservoir de distribution

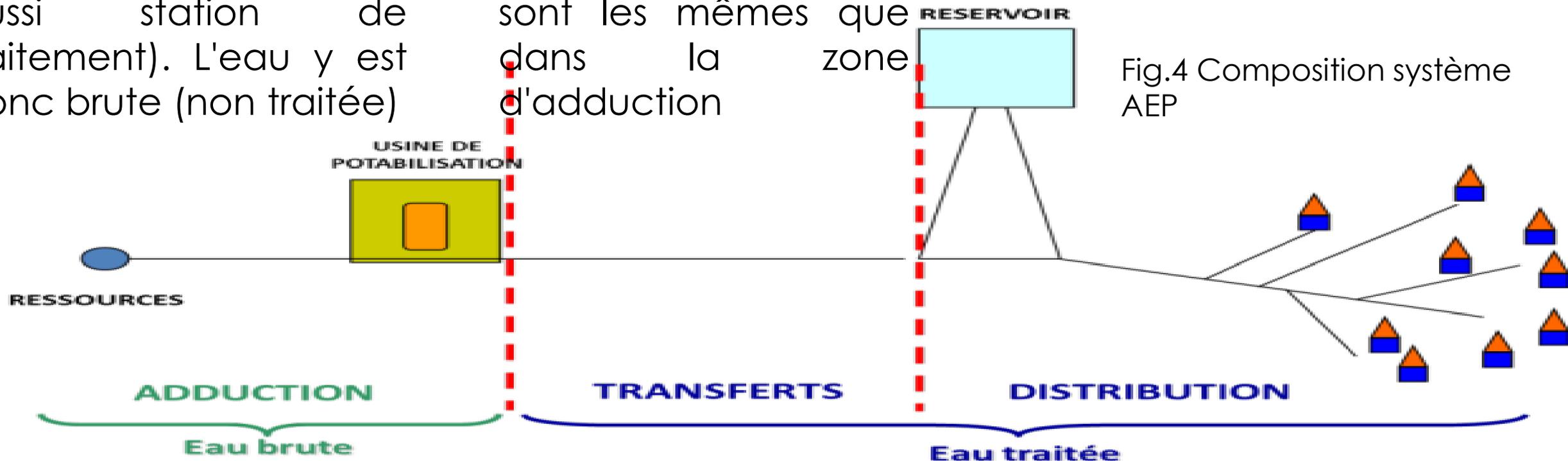


Fig.4 Composition système AEP

Nous n'allons pas présenter la première et la deuxième zone qui sort du cadre de cette matière et se consacrer à et la troisième section la zone de distribution, la zone de stockage (réservoir) et le réseau de distribution d'eau.

4-1/ les système de stockage Il s'agit de réservoirs qui permettent de gérer les pointes de consommation.

Il existe plusieurs types de réservoirs selon :

- La technique de construction (métal, maçonnerie, béton armé ou précontraint) ;
- L'intégration au site (surélevés (fig.5), enterrés ou semi-enterré (fig.6 ci-dessous), etc...);

Fig.5 réservoir type béton surélevé

UN RESERVOIR D'EAU POTABLE

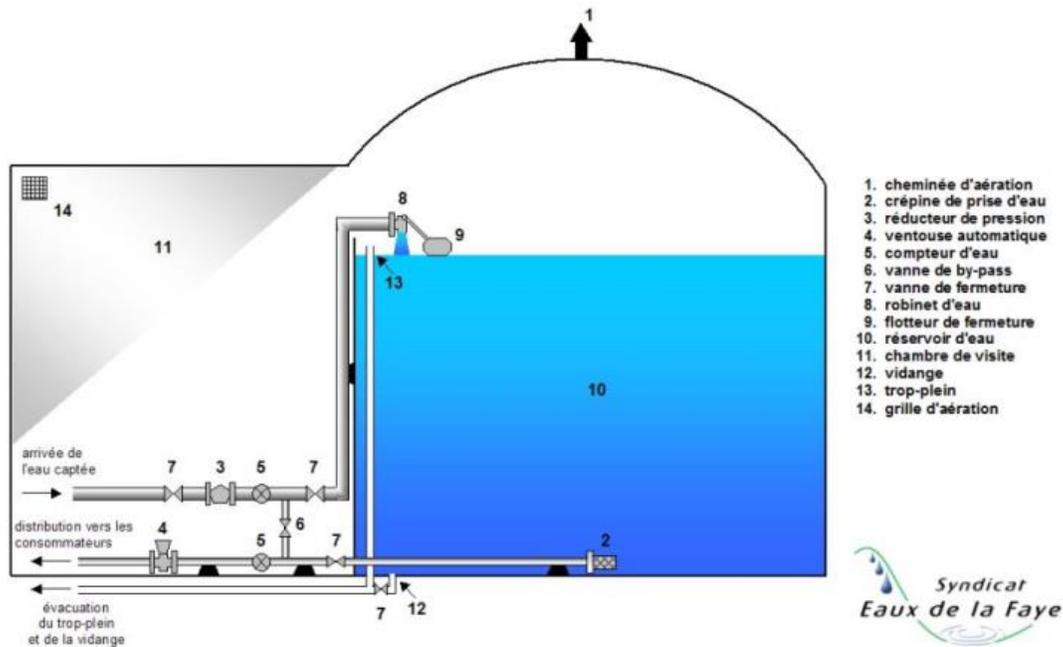


Figure. 15 : Réservoir semi-enterré

Fig.6 réservoir type béton enterrés



Figure. 14 : Réservoir surélevé



Fig.7 réservoir type béton semi enterré



Fig.8 réservoir type béton enterré



Fig.9 réservoir type béton surélevé



Fig.10 réservoir métallique

4-1-1/ Missions des Ouvrages de stockage :

- 1.La mise en pression en tête du réseau
- 2.Servir de tampon entre la production et la demande
- 3.Maintenir une sécurité d'approvisionnement (pérennité du service)

Remarque :

Le réseau doit assurer la défense incendie du territoire : outre son volume nécessaire au service « eau potable », le réservoir doit contenir une réserve mobilisable en cas d'incident.

4-2/Les type de réseau

Globalement l'ossature du réseau AEP est dictée par la trame viaire (càd le réseau routier).

Il existe globalement 3 types de réseau

4-2-1/Le réseau ramifié ou étoilé

Cette ossature est caractérisée par une alimentation à sens unique. Le réseau ramifié, manque de sécurité et de souplesse.

Ce type de réseau est moins utilisé pour les grandes agglomérations.

Réservoir

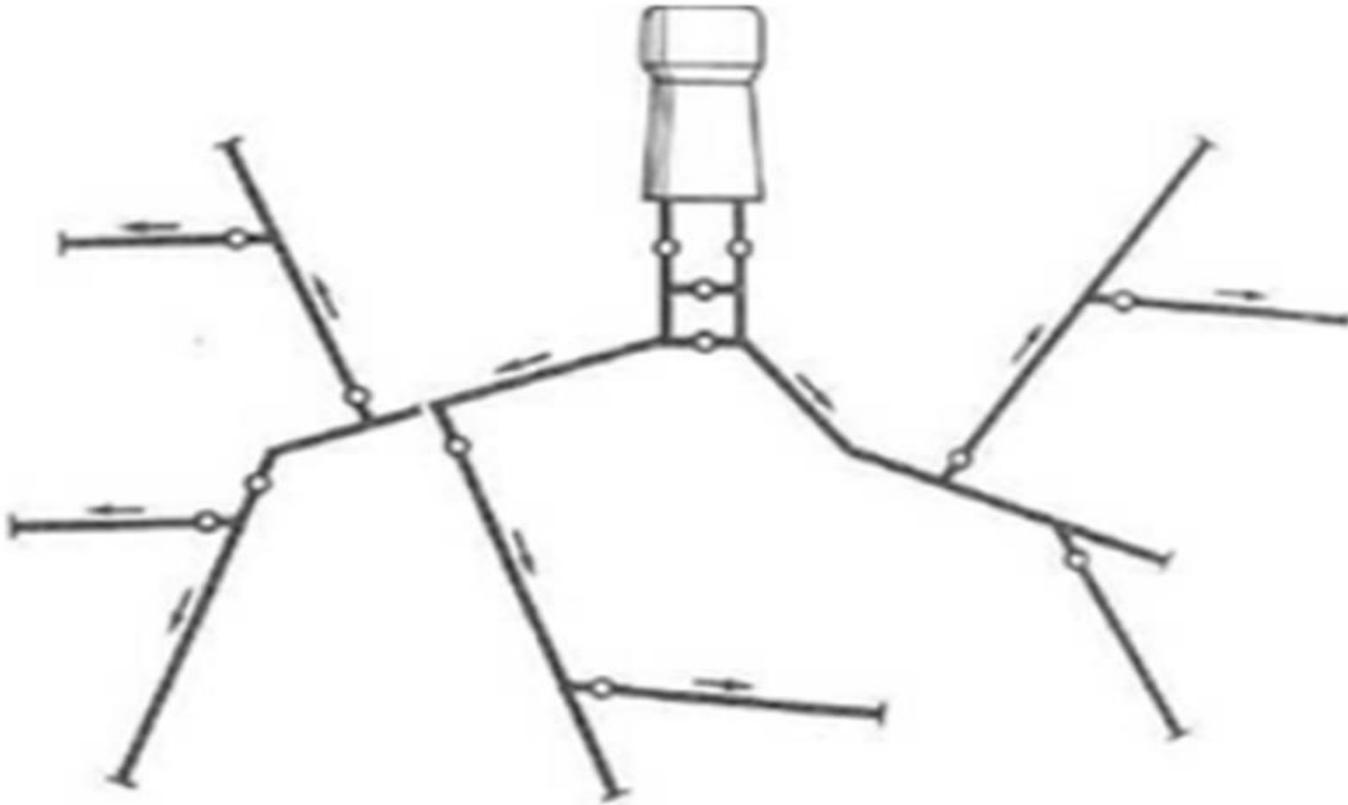


Fig.11 réseau ramifié (Blindou 2004)

AVANTAGES

Maîtrise des sens d'écoulement :
l'hydraulique est maîtrisée sans calculs
ni étude approfondie.

Un réseau ramifié présentant les
longueurs minimales de pose permet
d'avoir un coût d'investissement
minimal. économique

INCONVENIENTS

Une rupture de conduite implique une
interruption de service. en cas de
rupture l'intervention sur la conduite
principale prive d'eau tous les
abonnés à l'aval.

Le renouvellement de l'eau n'est
assuré que par la demande à l'aval.
Les longues branches pour des faibles
demandes engendrent donc une
stagnation de l'eau.

4-2-2/Le réseau maillé est le contraire du réseau ramifié, permet, une alimentation dans les deux sens (aller et retour).
En raison de cet avantage il est naturellement plus coûteux.

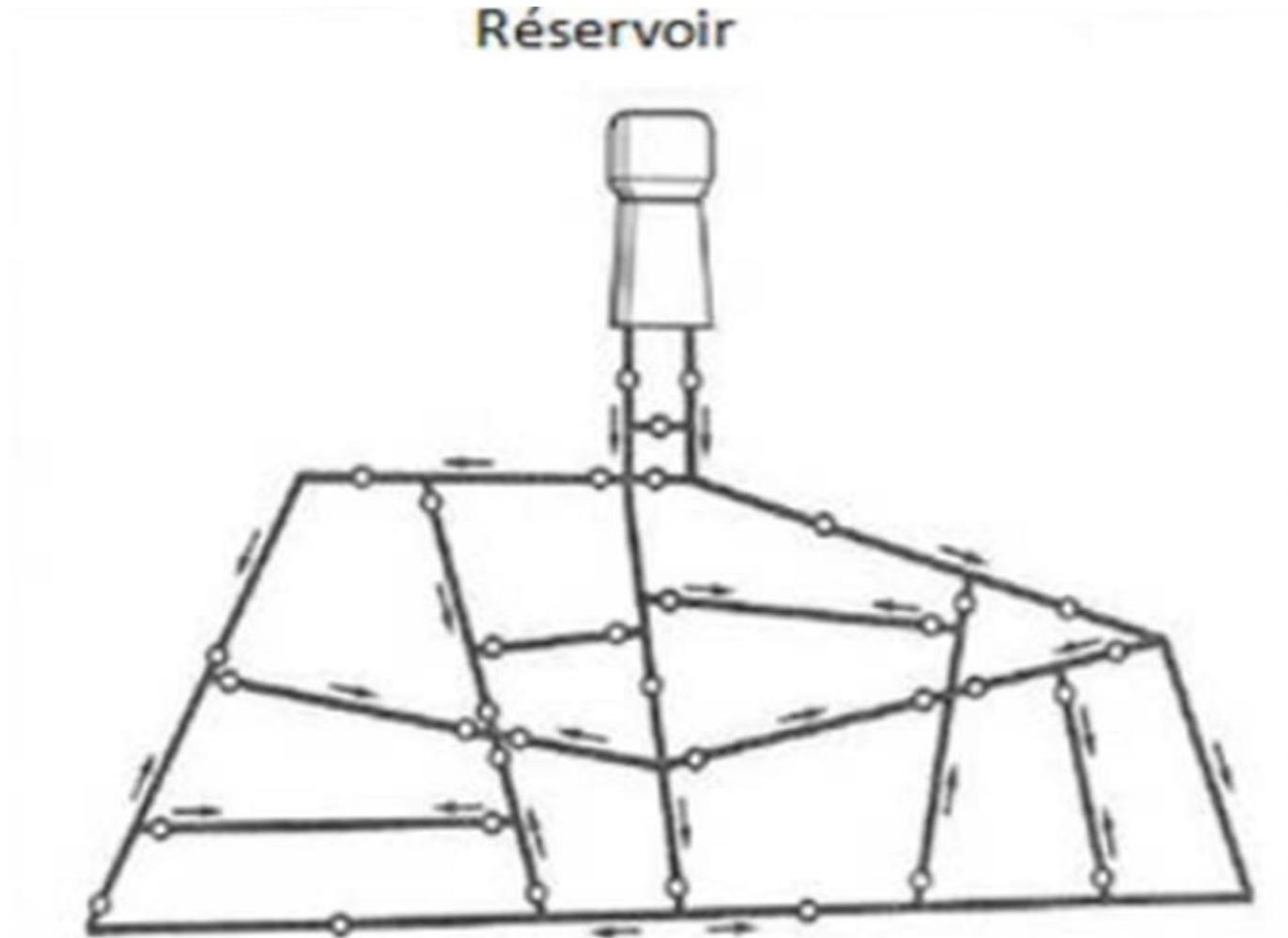


Fig.12 réseau maillé (Blindou 2004)

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<p>Maintien de la distribution en cas de rupture, car le chemin fermé peut être pallié par un autre. L'exploitation est alors plus aisée.</p>	<p>La multiplication des conduites engendre un volume de réseau plus élevé. Ainsi, le temps de résidence global de l'eau est notablement augmenté.</p>
<p>L'eau pouvant se partager sur plusieurs parcours, les débits qui transitent dans les tronçons sont réduits.</p>	<p>Certains tronçons peuvent voir leurs extrémités en équilibre de charge. Ceci implique que le renouvellement de l'eau ne peut se faire que par la demande et non par des transits d'un secteur à un autre. Ceci se caractérise alors par une stagnation locale qui peut provoquer des dépôts et une altération du goût de l'eau.</p>
<p>Les vitesses d'écoulement sont alors plus faibles et engendrent moins de pertes d'énergie (moins de pertes de charge. Ainsi, plus le réseau est maillé, moins il y a de pertes de pression.</p>	<p>Le sens d'écoulement devient parfois difficile à prévoir. Il est fréquent de constater des inversions de sens d'écoulement dans une journée.</p> <p>Le linéaire de réseau étant plus important, le coût d'investissement est plus élevé.</p>

4-2-3/le réseau étagé est possible, dans le cas où la topographie du terrain accuse de trop fortes dénivellations.

il s'agit des réseaux indépendants avec une pression limitée, séparée par des vannes de réduction de pression, (si l'eau provient d'une zone plus élevée), ou des postes de surpression, pour augmenter la pression (si l'eau provient d'une zone plus basse).

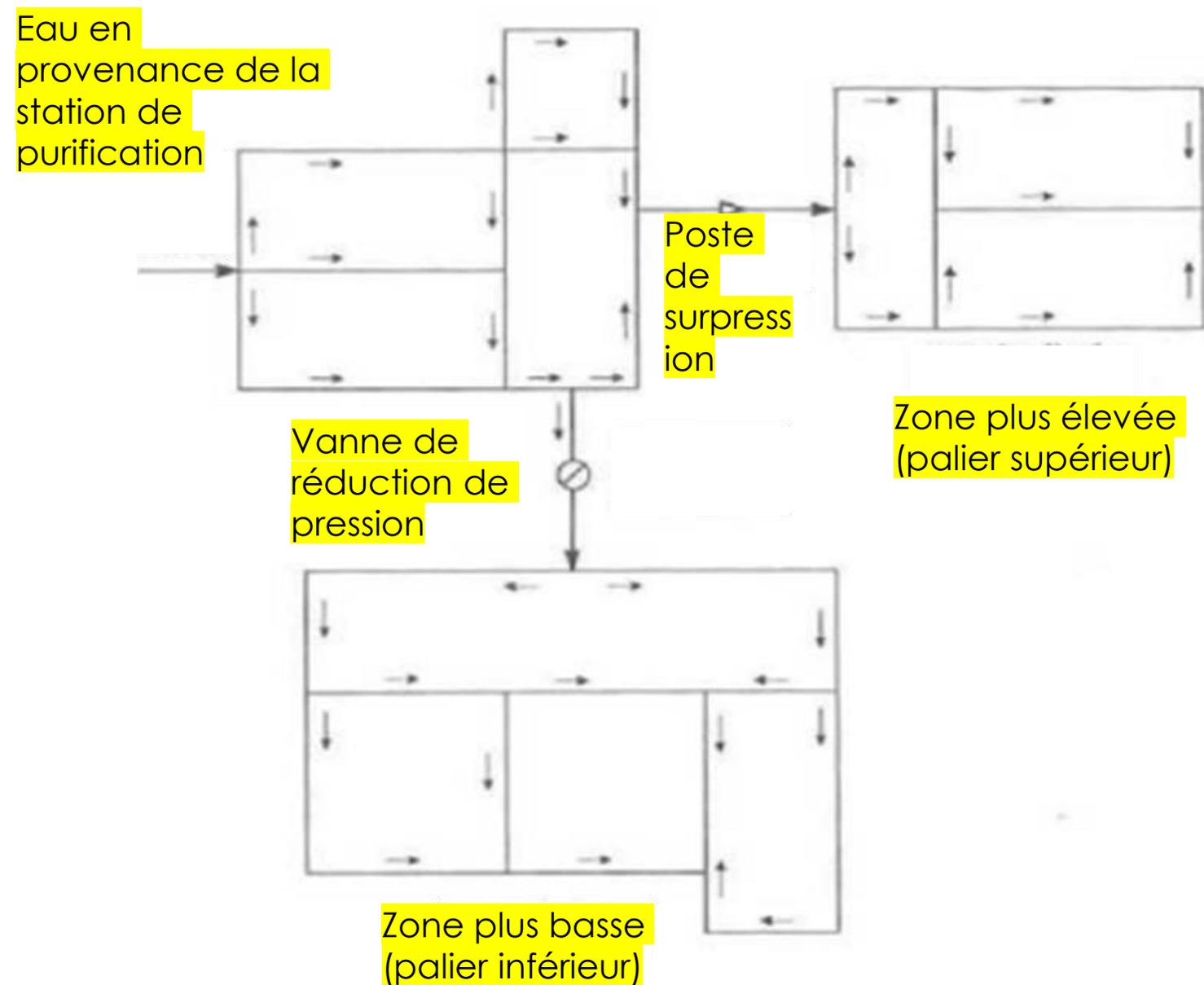


Fig.13 réseau étagé (Blindou 2004)

4-2-4/ le réseau mixte.

C'est un réseau intermédiaire comportant à la fois les deux types cités plus haut. Il offre globalement les mêmes avantages hydrauliques que le réseau maillé. Cependant grâce à la réduction des pièces spéciales utilisées au niveau des intersections telles que les croix et les Tés, on aboutit généralement à des coûts de construction moins élevés que précédemment.

5/ Réseaux et sous-réseaux

Les réseaux sont de plus en plus divisés en sous-secteurs. Les raisons peuvent être multiples.

Il y a deux types de partition :

- Partition hydraulique : l'objectif est alors d'avoir des zones de pression homogènes
- Partition d'exploitation : pour les besoins de l'exploitation afin de maîtriser par comptage les flux entrants et sortants, pour déterminer une variabilité spatiale de la demande et des fuites

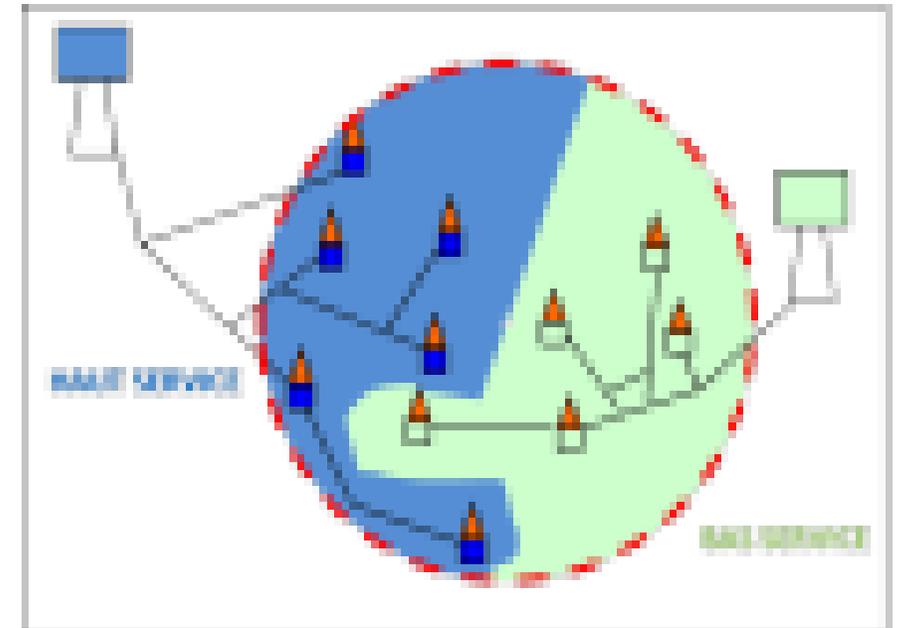
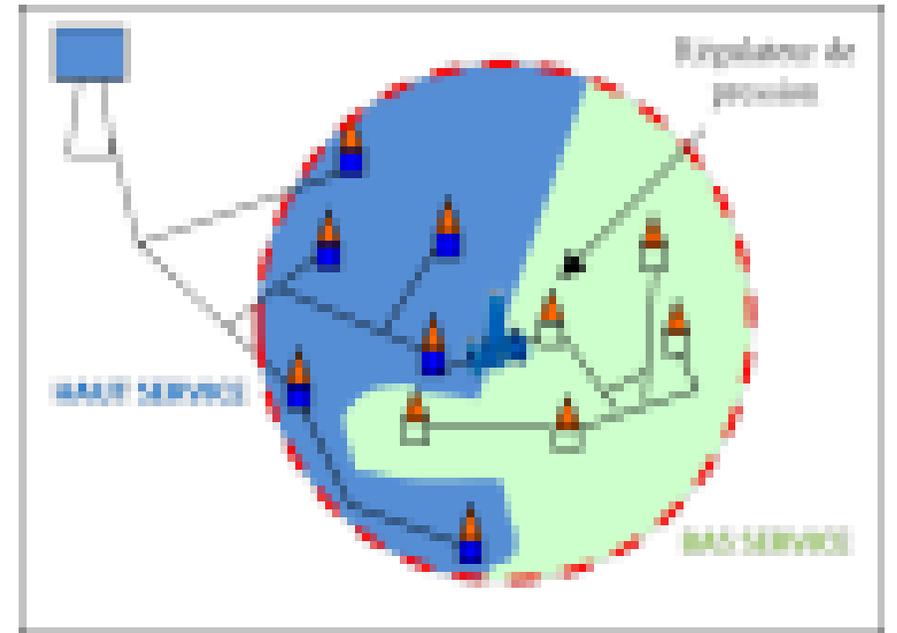
5-1/ Partition hydraulique

Des différences importantes d'altitude mènent à des pressions importantes dans les zones basses.

En effet, le réservoir impose une altitude de l'eau et une topographie basse donnera ainsi des pressions élevées.

Aussi le réseau sera partagé en quelques zones dont les pressions seront similaires : une zone associée à chaque réservoir indépendant ou des zones dont la pression est contrôlée à l'entrée par des régulateurs de pression.

On parlera souvent de bas, moyen et haut service, par exemple.



5-2/ Partition d'exploitation

Cette partition est appelée sectorisation. Les points de passage d'un secteur à l'autre sont équipés en comptage.

Ainsi il est aisé d'une part de faire un bilan de flux en entrée et en sortie et d'autre part de déterminer le volume d'eau mis en distribution sur le secteur étudié. Une comparaison avec les volumes vendus aux clients permet alors d'estimer les volumes d'eau perdus.

Ces sectorisations apparaissent dans des politiques de réduction des fuites.



D'après Felt (2006)

6 / Conception d'un réseau de distribution AEP

Pour la conception d'un réseau de distribution, il est nécessaire de tenir compte de certains facteurs :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs.
- Le relief

6-1/ Le système d'adduction

Adduction gravitaire

L'adduction est dite gravitaire lorsque la source est située à une altitude par rapport au site à alimenter. Elle s'effectue, soit par aqueduc, soit par conduite forcée, soit en charge.



6-2/ Adduction par refoulement

L'adduction par refoulement est conçue lorsque le captage est situé à un niveau inférieur à celui du réservoir de distribution. L'eau est acheminée vers le réservoir de stockage à l'aide de pompes.

Selon le type de système choisi il s'en suit une série de calculs sur les caractéristiques hydrauliques des conduites en charge des dimensions des conduites etc.



7/ Capacité de stockage :

La capacité du réservoir est calculée en fonction d'une consommation journalière moyenne et augmenté d'une réserve d'incertitude égale à 120 m^3 .

Le calcul dépend du régime de variation de l'alimentation du réservoir $Q_a(t)$:

- soit une adduction continue à débit horaire constant égal à **$a (= Q_{j\max}/24)$**
- soit un pompage nocturne (par ex. durée 10h: de 20 à 6h) de débit horaire égal à **$2.4a$**
- soit un pompage variable durant les 24 heures de la journée.

La variation horaire de la consommation dépend de l'importance de l'agglomération.

Les valeurs adoptées sont généralement 1.5 pour une très grande, entre 2 et 2.5 pour une ville moyenne et pouvant atteindre 3.5 pour une petite ville.

Selon l'importance de l'agglomération, il faut alors choisir un régime de variation de l'alimentation et en déduire le volume du réservoir.

Valeurs des coefficients horaires en fonction du nombre d'habitants

Le volume total du réservoir est la somme de l'ensemble des volumes ;

V_u : Volume utile (m³)

V_s : Volume de : sécurité (m³)

V_{inc} : Volume d'incendie (m³)

$$V_t = V_u + V_s + V_{inc} \quad (120 \text{ m}^3)$$

$$V_s = 12 \% (V_u + V_{inc})$$

heures	< 10.000	10000<Np<50000	50000<Np<100000	Np>100000
1-0	1	1.5	3.35	3
2-1	1	1.5	3.25	3.1
3-2	1	1.5	3.3	3.1
4-3	1	1.5	3.2	2.6
5-4	2	2.5	3.25	3.5
6-5	3	3.5	3.4	4.5
7-6	5	4.5	3.85	4.5
8-7	6.5	5.5	4.45	4.1
9-8	6.5	6.25	5.2	4.9
10-9	5.5	6.25	5.05	5.6
11-10	4.5	6.25	4.85	4.8
12-11	5.5	6.25	4.6	4.7
13-12	7	5	4.6	4.4
14-13	7	5	4.55	4.1
15-14	5.5	5.5	4.75	4.2
16-15	4.5	6	4.7	4.65
17-16	5	6	4.65	4.4
18-17	6.5	5.5	4.35	4.1
19-18	6.5	5	4.4	4.5
20-19	5	4.5	4.3	4.5
21-20	4.5	4	4.3	4.3
22-21	3	3	4.2	4.8
23-22	2	2	3.75	4.5
24-23	1	1.5	3.7	3.3

Les volumes de réservoirs les plus utilisés sont :

250; 500; 1000; 1200; 1500; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000; 7500; 10000; 12000; 15000 et 20 000 m³.

Bibliographie

ELMEDDAHI Yamina 2022 *Polycopié du cours ALIMENTATION EN EAU POTABLE* Licence LMD Hydraulique Université Hassiba Benbouali de Chlef Faculté de Génie Civil et d'Architecture Département d'Hydraulique.

LOUBARDI Samir Mr. LOUGHRAICHI Rachid 2015, CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE ET DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIN EL IBEL (W) DJELFA département hydraulique Université Abderrahmane MIRA de Bejai

SALEH ABDELKERIM ABDERAMANE 2016 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE D'EL HADJAR département hydraulique Université Badji Mokhtar –ANNABA

KARSENTY GÉRARD 2005 guide pratique des VRD et aménagements extérieurs 320 p éd Eyrolles

REDJAL Omar VRD et réseaux divers UNIVERSITE CONSTANTINE 3 SALAH BOUBNIDER Institut de Gestion des Techniques Urbaines (G.T.U) Département Techniques Urbaines et Environnement (T.U.E)

http://ressources.unit.eu/cours/engees/GEMeue2module4HUpartie1/co/Publications_web.html