

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un élément essentiel et vital pour tous les êtres vivants sur terre que ce soit pour les humains, les animaux ou les végétaux. Elle est la source principale et originelle de toute vie et d'après les textes de la bible elle était le premier élément qui fut créé sur terre. Elle peut se présenter dans la nature soit à l'état solide comme la neige ou la glace soit à l'état liquide soit à l'état gazeux selon les conditions de température et de pression qui l'entourent.

L'accès à l'eau potable est donc primordial pour l'être humain et de nos jours l'eau est exploitée par l'homme dans divers domaines et de différentes manières. Actuellement dans toutes les villes urbanisées dans le monde l'eau est distribuée à la population à l'aide d'un réseau de conduites cachées sous terre utilisant comme ressource les eaux superficielles, les eaux souterraines ou l'eau de la mer. La gestion technique de tels réseaux a pour principal objectif de livrer à la population une eau répondant aux normes de qualité, à un prix à la portée de tous et avec une continuité de service satisfaisant. De tels objectifs nécessitent une bonne connaissance du réseau, de ses infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et passe par un entretien suivi et régulier du réseau. Cependant, le plus souvent les exploitants des réseaux d'AEP se trouvent confrontés à la difficulté de connaître avec précision leur réseau compte tenu de sa diversité, de son étendue et de ses difficultés d'accès.

De nos jours la gestion informatisée comme la modélisation du fonctionnement du réseau est devenue indispensable à l'exploitation d'un système d'AEP, en effet avec une base de données complète et précise du réseau la modélisation permet de simuler avec précision le fonctionnement hydraulique du réseau sur une longue durée. Elle permet aussi d'aider les exploitants à anticiper les éventuels problèmes qui peuvent avoir sur le réseau comme les problèmes de manque d'eau engendrés par la vétusté des équipements du réseau ou l'inadéquation de la production et des besoins.

Les systèmes d'information géographique (SIG) à la fois géo référencés par rapport à la position du réseau dans l'espace urbain (plans du réseau) avec des informations relatives aux caractéristiques hydrauliques du réseau et de son comportement dans cet espace peuvent apporter des éclaircissements au fonctionnement du réseau. Les SIG, s'avèrent très efficaces dans une prise de décision mais l'application seule des SIG dans le domaine de la distribution des eaux ne peut soutenir les objectifs visés dans la gestion d'un réseau d'AEP. Ils sont donc plus efficaces en les couplant avec des applications permettant de simuler le fonctionnement du réseau.

Le secteur hydraulique d'Ambatomaro a été choisi pour mettre en évidence l'efficacité de l'application des SIG avec la simulation du fonctionnement du réseau sachant qu'il fait partie actuellement des zones de la ville d'Antananarivo les plus touchées par les manques d'eau fréquentes. Les étapes de cette étude seront détaillées dans ce mémoire et s'articulent comme suit :

- Généralités sur la modélisation et les réseaux d'AEP
- Généralités sur la zone d'étude
- Modélisation du réseau d'AEP du secteur Ambatomaro et propositions de solution aux problèmes d'alimentation en eau dans le secteur
- Devis estimatif et étude d'impact environnemental pour le projet d'installation de la conduite feeder en PVC 125

**PARTIE I- GENERALITES SUR LA MODELISATION ET LES
RESEAUX D'AEP**

Chapitre I- Généralités sur la modélisation d'un réseau d'adduction d'eau potable

I-1- Définition de la modélisation

La modélisation définit l'organisation des principaux éléments du système à prendre en compte. Il est doté d'une finalité qui induit un ensemble d'activités et de fonctions. Le système peut être composé de sous-systèmes qui ont leurs propres finalités, structures et fonctions. La structure est constituée par les composantes et les relations entre ces composantes. (Repetti, 2004)

La modélisation des systèmes est un acte qui peut avoir différentes finalités, à savoir : mieux formuler, identifier et comprendre un problème complexe, étudier le fonctionnement dynamique d'un système pour le faire évoluer ou encore simuler une stratégie d'action (Allain, 2001). La modélisation rend intelligible une réalité, un phénomène perçu complexe (Le Moigne, 2006).

Un modèle hydraulique est une représentation de la réalité d'un système d'AEP c'est-à-dire une simplification de la réalité. C'est aussi une représentation mathématique du réseau d'AEP permettant la simulation de son fonctionnement hydraulique. Il regroupe les différents équipements et ouvrages qui constituent un réseau, à savoir : les conduites, les vannes et appareils de régulation, les pompes, les réservoirs et les interconnexions.

La modélisation constitue une démarche de recherche suivie et approfondie non destructive qui lorsqu'elle est menée dans des meilleures conditions, permet :

- De connaître et comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau en situation actuelle et prochaine dans le cadre d'une étude de diagnostic, afin de déterminer ses points faibles et de planifier les améliorations nécessaires dans le court terme ;
- De coordonner et valider, par les responsables de la distribution, les petits travaux en vérifiant l'adéquation et la consistance.
- Du point de vue exploitation, d'étudier les situations critiques liées à l'indisponibilité d'une ressource, d'ouvrages de pompage ou de stockage, ou d'une conduite maîtresse, ou de rechercher les dispositions les mieux adaptées pour parvenir à un contrôle adéquat de la pression de distribution tout en réduisant les coûts d'exploitation.

D'autre part, de concevoir, dimensionner et planifier les aménagements rendus nécessaires par l'évolution des consommations ou de la réglementation en matière de sécurité (Choux, 1990).

Un modèle est basé sur une représentation schématique du réseau sous forme de nœuds et de tronçons :

- Un tronçon correspond à un élément de conduite de caractéristiques homogènes connecté avec un ou plusieurs tronçons par un nœud. Chaque tronçon est constitué de deux nœuds à ces deux extrémités ;
- Un nœud est une jonction entre deux ou plusieurs conduites. Il peut aussi correspondre à un changement de caractéristiques d'une conduite (changement de diamètre, de type de matériaux, date d'installation...).

L'image suivante illustre les tronçons de conduites et les nœuds dans un modèle d'un réseau d'AEP :

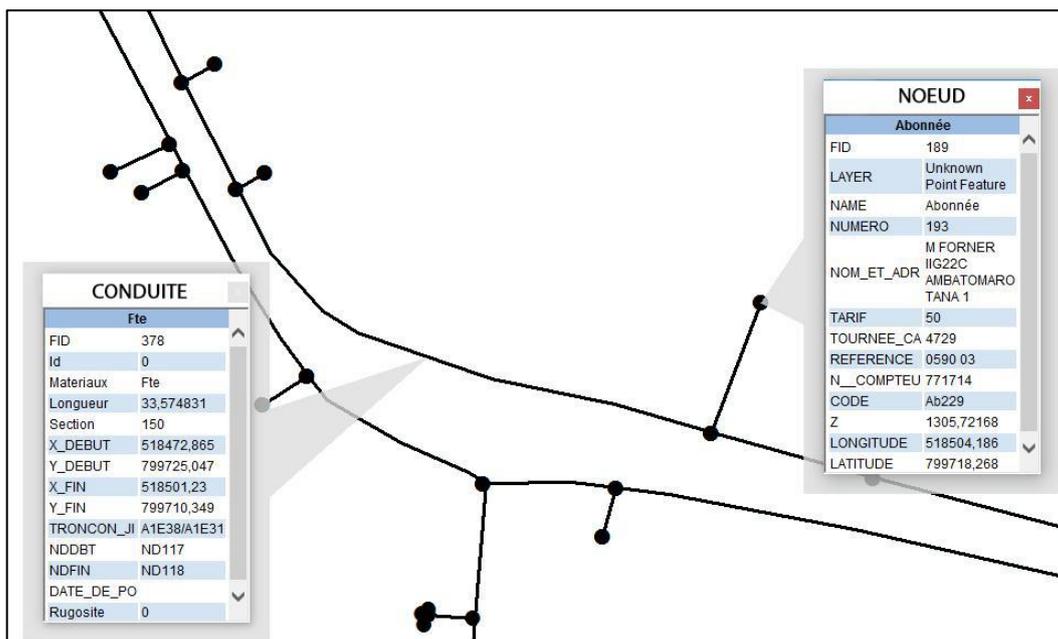


Figure 2: Tronçons de conduites avec les nœuds

Un modèle hydraulique est constitué par une base de données et un logiciel de calcul.

I-1-1- Les bases de données

Il existe de 2 types de données pour la modélisation d'un réseau d'AEP. Il y a les données statiques qui décrivent :

- Le réseau : conduites (Longueur, Diamètre, Rugosité, ...), les coordonnées et l'altimétrie des nœuds ;
- Les ouvrages : pompes, réservoirs, appareils de régulation ;

Ces données constituent le modèle physique.

Ensuite il y a les données dynamiques comprenant :

- Les profils journaliers de consommation des différents usagers considérés (domestiques, industriels, ...)
- Les règles de contrôle et d'asservissement des pompes, des réservoirs, des appareils de régulation, ...

I-1-2- Les logiciels de calcul

De plus en plus de gestionnaires de réseaux d'eau potable utilisent actuellement des outils de modélisation pour pouvoir mieux concevoir, gérer et prévoir l'évolution des ouvrages hydrauliques et la qualité de l'eau distribuée. Il existe de nos jours de nombreux logiciels permettant de modéliser et de simuler le fonctionnement d'un réseau d'AEP qui sont devenus incontournables à la gestion des réseaux d'eau potable comme les logiciels Aquis, Aquadapt, Eau Synergie, Elyxaqua, Epanet, Finesse, Ganet, WaterCad, H2ONet, InfoWorks...

I-1-2-1- Présentation du logiciel WATERCAD

Le logiciel WATERCAD V8i est un programme puissant pourtant facile à utiliser qui aide les ingénieurs à analyser les systèmes de pompage complexes et les réseaux de conduites. C'est une application qui permet aux ingénieurs de mieux comprendre leurs réseaux de pompage et de tuyauterie, leur permettant ensuite de concevoir des systèmes sûrs et économiques.

WATERCAD V8i est basé sur la technologie à l'origine créée par GENIVAR (autrefois Environmental Hydraulics Group Inc.). Il a été ensuite amélioré par des spécialistes dans le domaine de l'hydraulique urbaine avec la collaboration de l'entreprise Bentley.

Le logiciel WATERCAD est un logiciel de simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau, d'un point de vue hydraulique mais également d'un point de vue qualité de l'eau. C'est une application qui permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureaux d'étude font confiance à WATERCAD, un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision. Du contrôle des systèmes de lutte contre les incendies à l'analyse de l'eau, de la consommation énergétique et à la gestion des coûts, WATERCAD aide à analyser, concevoir et optimiser les réseaux de distribution d'eau.

Ce logiciel est assez simple d'utilisation et offre de bonnes performances de calcul. Il permet de calculer les réseaux de distribution d'eau potable, tant en mode statique qu'en mode dynamique. Il donne le débit de chaque conduite, la pression à chaque nœud et la qualité de l'eau. Il permet de simuler divers fonctionnements de réseaux d'adduction et de distribution d'eau potable.

Le module hydraulique utilise un moteur de calcul propre qui permet d'apporter une analyse sur les réseaux d'eau. Il permet également d'effectuer des simulations sur des durées plus ou moins longues pour analyser le comportement dynamique. Les fonctionnements en période de pointe et en consommation moyenne sont différenciés par le changement de la courbe de modulation qui représente le modèle de consommateur. C'est un outil qui permet une gestion globale des transferts d'eau et une simulation de la distribution de pointe.

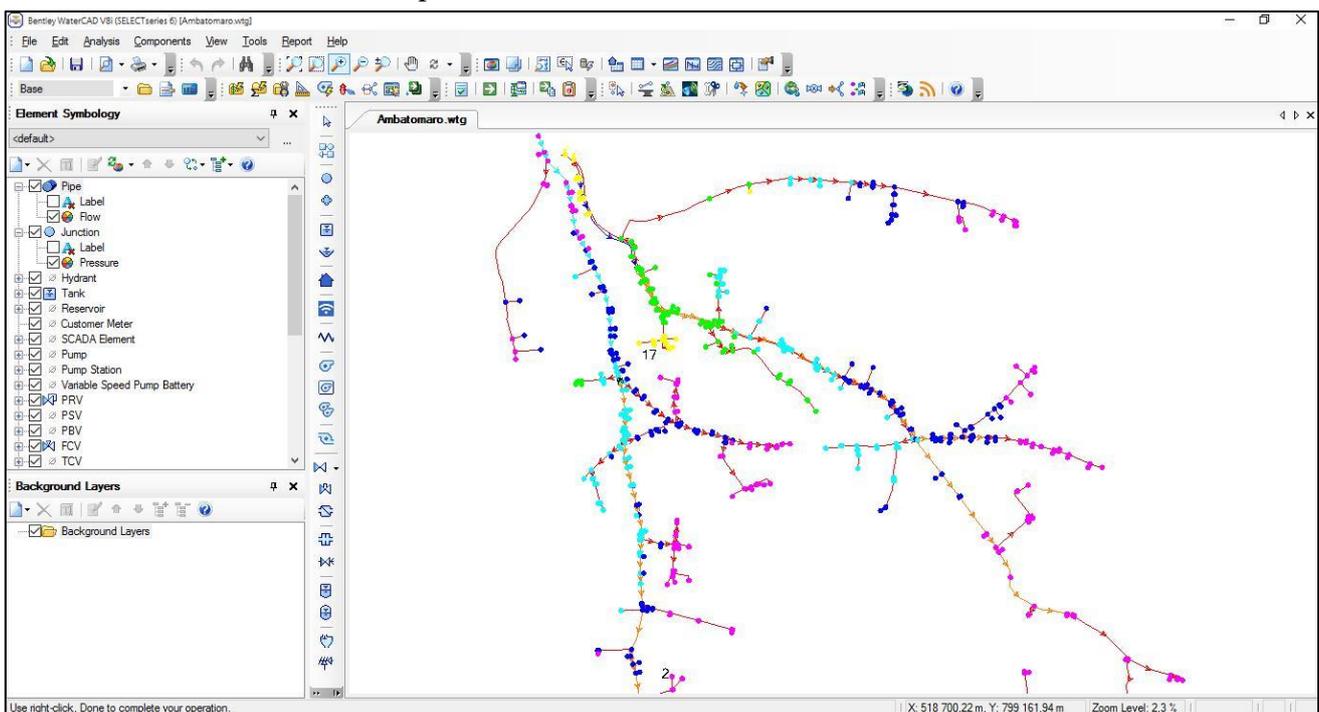


Figure 3: Interface du logiciel WaterCad

Un module qualité permet de modéliser des phénomènes en rapport avec la qualité de l'eau comme le temps de séjour, la diffusion dans le temps et l'espace d'un soluté qui évolue dans le réseau (par exemple le chlore). Des suppléments d'explication concernant le logiciel peuvent être consultés en annexe (Cf. Annexe 1-)

I-1-2-2- Avantages du logiciel

Comparé aux autres logiciels de simulation du fonctionnement d'un réseau d'AEP que les ingénieurs ont l'habitude d'utiliser comme le logiciel EPANET, le logiciel WATERCAD offre une multitude d'outils facilitant l'élaboration d'un modèle et l'analyse des résultats. Par exemple il comporte une fonction permettant d'attribuer les altitudes des nœuds à partir d'une courbe de niveau, il dispose aussi de plusieurs paramètres prédéfinis (type de matériaux des conduites avec les coefficients de rugosité, les coefficients de perte de charge pour différents types de singularité au niveau d'une conduite...).

A part cela, le logiciel peut aussi simuler l'écoulement d'autre type de liquide autre que l'eau comme l'eau de mer, l'éthyle, le glycéline, le mercure... et le logiciel comporte aussi un outil appelé « modelbuilder » permettant d'importer directement les données SIG sous format « shapefile » venant du logiciel Arcgis.

Concernant les résultats, le logiciel dispose un outil permettant de générer automatiquement plusieurs types de courbes facilitant l'analyse des résultats comme des courbes isopièzes, isobars, des courbes de même débits... et ces courbes peuvent être exportées sous format SHP et DWG.

I-2- Les objectifs de la modélisation

La modélisation d'un système d'AEP a 4 grands objectifs :

- La vérification du fonctionnement hydraulique du réseau.
- La détection des zones de faible et de forte pression.
- La simulation des solutions envisageables pour améliorer le réseau dans son intégralité.
- La prévision des extensions à réaliser pour faire face à l'augmentation de la demande en eau.

Afin de mener des études concernant le comportement hydraulique d'un réseau AEP dans diverses conditions, l'utilisation d'un modèle hydraulique informatisé est un des moyens les plus simples et est devenu de nos jours un outil indispensable dans la gestion d'un système d'adduction d'eau potable. Néanmoins, pour obtenir un modèle qui reflète très bien la réalité il est nécessaire de bien connaître toutes les caractéristiques des éléments qui constituent le réseau : ouvrages, pompes, conduites, consommations des usagers...

Après la connaissance de toutes ces caractéristiques les données sont ensuite saisies à l'aide d'un logiciel de modélisation qui effectuera par la suite des séries de calculs. Le modèle obtenu sera ensuite validé à travers des mesures sur terrain avant d'être utilisé pour définir les éventuelles améliorations à faire et aussi pour étudier l'influence des extensions futures.

I-3- Les étapes de la modélisations d'un réseau d'AEP

L'élaboration d'un modèle hydraulique d'un réseau AEP se décompose en 5 étapes présentées ci-dessous :

- Choix du réseau à modéliser,
- Collecte des données nécessaires,
- Campagne de mesures pour le calage du modèle,
- Calage du modèle,
- Utilisation du modèle pour la simulation des propositions d'améliorations.

I-3-1- Choix du réseau à modéliser

C'est une étape préalable et indispensable afin d'avoir une première vision de la complexité du réseau et aussi pour décider du niveau de détail du modèle en fonction des objectifs visés par la modélisation.

I-3-2- Collecte des données nécessaires

Les données nécessaires pour l'élaboration d'un modèle hydraulique sont constituées par :

- Un plan sur SIG du réseau y compris tous les éléments qui le constituent avec leurs caractéristiques.
- Les altitudes de tous les nœuds du réseau
- Les caractéristiques des pompes si le réseau débute à la source ou dans le cas contraire les valeurs de débits et pressions à l'entrée du réseau
- La consommation journalière des différents types d'utilisateurs considérés ainsi que les profils de consommation pour chaque type d'utilisateur.

I-3-3- Campagne de mesures pour le calage du modèle

Installation de capteurs de débits et de pression sur l'ensemble du réseau et installation de capteur de variation de niveau d'eau dans les réservoirs.

I-3-4- Calage du modèle

Cette étape consiste à ajuster les paramètres hydrauliques du modèle au niveau des points d'installation des capteurs de débits et pression ainsi qu'au niveau des réservoirs. Afin d'obtenir une meilleure corrélation entre les valeurs simulées et les valeurs observées il faut procéder à la modification de certains paramètres du réseau comme la rugosité des conduites, la répartition spatiale de la demande, les profils de demande ou les pertes de charges singulières.

Le modèle sera considéré comme calé :

- Si la différence entre les pressions observées et les pressions simulées est inférieure ou égale à 5% pour cette étude qui est égale à la valeur de l'équidistance des courbes de niveau considérées,
- Si la différence entre la hauteur d'eau observée et simulée dans les réservoirs est inférieure ou égale à 2%,
- Si les erreurs entre les débits minimal et maximal calculés et observés pour la distribution sont de 15%, et de 10% pour les débits de production,

Le calage d'un modèle dynamique, repose principalement sur les possibilités hydrauliques du moteur de calcul (modélisation de systèmes d'asservissement complexes) et sur une bonne répartition spatio-temporelle de la demande.

La rugosité n'est plus l'élément déterminant du calage en situation normale d'exploitation, car les renforcements de conduite réalisés dans de nombreuses collectivités dans les dix à trente dernières années et l'augmentation du maillage nécessitée par des considérations de sécurité de l'alimentation ont conduit à des surdimensionnements ayant pour conséquence des pertes de charges peu importantes dans les conduites.

Le calage des modèles dynamiques est donc plus exigeant puisqu'il s'intéresse non seulement aux écarts entre pressions observées et pressions calculées mais aussi et surtout à la concordance des débits de circulation dans les différentes canalisations de refoulement au départ de chaque ouvrage de pompage et de stockage et dans les conduites stratégiques.

Les étapes d'un calage

Après avoir défini la période sur laquelle portera le calage en fonction des mesures effectuées, le calage des modèles hydrauliques s'opère généralement en 3 étapes :

- En première étape, il faut d'abord procéder au calage des volumes, c'est-à-dire par une bonne restitution de la variation du niveau d'eau dans les réservoirs,
- Ensuite en deuxième étape il faut faire le calage des débits,
- Et enfin en troisième étape il faut effectuer le calage des pressions.

I-3-5- Utilisations du modèle

Une fois que le modèle est calé, il sera alors possible de simuler différentes configurations du réseau et des consommations correspondantes à des optimisations de fonctionnement du réseau ou aux améliorations du réseau pour parer aux éventuelles anomalies du fonctionnement du réseau.

Chapitre II- Les réseaux d'alimentation en eau potable

II-1- Définition d'un réseau d'AEP

Un réseau d'AEP est un ensemble d'installations et d'infrastructures nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielle. Il comporte différents composants tels que les constructions et les installations pour le captage des eaux brutes, le traitement des eaux captées, le transport des eaux après traitement, le stockage et la distribution de l'eau potable vers les différents types de consommateurs.

L'image ci-dessous montre un exemple de réseau d'AEP :

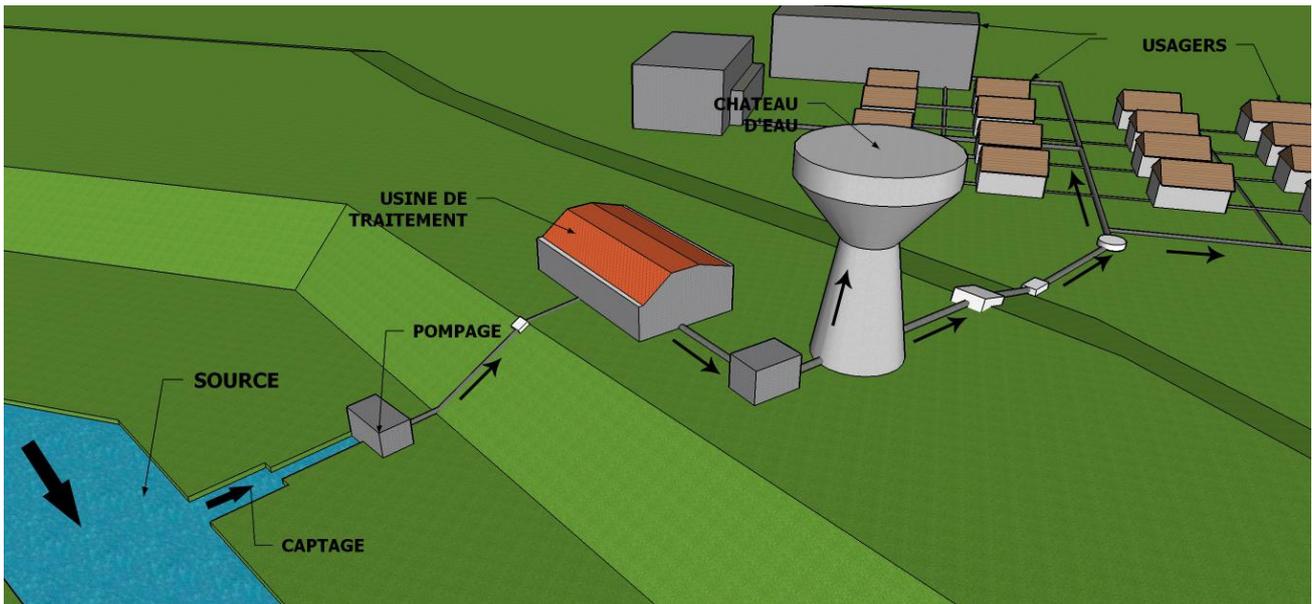


Figure 4: Réseau d'AEP utilisant une rivière comme source

II-1-1- La station de traitement

Une station de traitement est composée par tous les équipements et ouvrages en amont de la distribution, c'est-à-dire par :

- Le système de captage
- Le système de relevage
- Les différentes postes de traitement

II-1-1-1- Le système de captage

L'eau, avant d'être traitée puis distribuée dans tous le réseau est prélevé soit par captage des eaux souterraines, soit par captage des eaux superficielles, soit par dessalement des eaux de mer.

Les eaux souterraines peuvent sortir à la surface soit à travers des résurgences ou des sources naturelles, soit à partir des puits ou des forages prenant source dans des nappes d'eau souterraine qui sont alimentées par l'infiltration directe des eaux de pluie ou par l'infiltration des eaux de ruissellement ou d'accompagnement des rivières. Quant aux eaux superficielles, elles peuvent provenir par la prise d'eau au niveau des rivières ou au niveau des retenues d'eau ou des lacs.

Pour le cas d'une rivière, l'installation de la prise nécessite d'abord la connaissance du régime d'écoulement de l'eau, le débit de crue et le débit d'étiage. Par la suite, la prise d'eau sera installée à l'endroit où l'eau brute possède une bonne qualité c'est-à-dire, là où il y a le moins de pollution. L'eau

brute sera donc acheminée jusqu'au système de captage par le biais d'un canal d'amené muni d'un dessableur.

Dans le cas où les eaux de surfaces ne sont pas suffisantes ou ne remplissent pas les normes au niveau de la qualité, il est amené à utiliser les eaux souterraines.

II-1-1-2- Le système de relevage

Après le captage, l'eau est ensuite refoulée vers la station de traitement à l'aide des pompes lorsque celle-ci se situe à un niveau plus élevée du lieu de captage. Dans le cas contraire, le refoulement de l'eau vers la station de traitement se fait par voie gravitaire donc il n'a pas besoin d'installer des pompes.

L'emplacement du système de relevage dépend du type de captage :

- Pour le cas d'un captage d'un puits, le système de relevage est placé juste au-dessus de l'ouvrage
- Pour le cas d'un captage d'une source, si le réservoir est situé près du point de captage la station de pompage est placée à proximité du point d'eau mais si le point d'eau se situe à un endroit plus éloigné du réservoir le choix de l'emplacement de l'usine de relevage nécessite des études spécifiques tenant compte de la topographie du terrain et le choix du type de pompe utilisée.
- Pour le cas d'un captage d'eau de surface, si le point de captage est situé près de la station de traitement, l'usine de relevage est placée à proximité du point d'eau mais dans le cas contraire le choix de l'emplacement de l'usine de relevage nécessite des études spécifiques tenant compte de la topographie du terrain et le choix du type de pompe utilisée.

Le choix du type de pompe utilisé dépend du débit à élever, de la hauteur manométrique totale définie par la formule suivante :

$\text{HMT} = \text{Hauteur géométrique d'aspiration} + \text{Hauteur de refoulement géométrique} + \text{Pertes de charge Totale}$

- La hauteur géométrique d'aspiration est la dénivellation entre le point de captage et l'axe de l'appareil de pompage.
- La hauteur de refoulement est la dénivellation entre l'appareil de relevage et le réservoir ou la station de traitement selon le type de captage.
- Les pertes de charge sont la somme des pertes de charges linéaires le long des conduites d'aspiration et de refoulement et les éventuelles pertes de charge singulières.

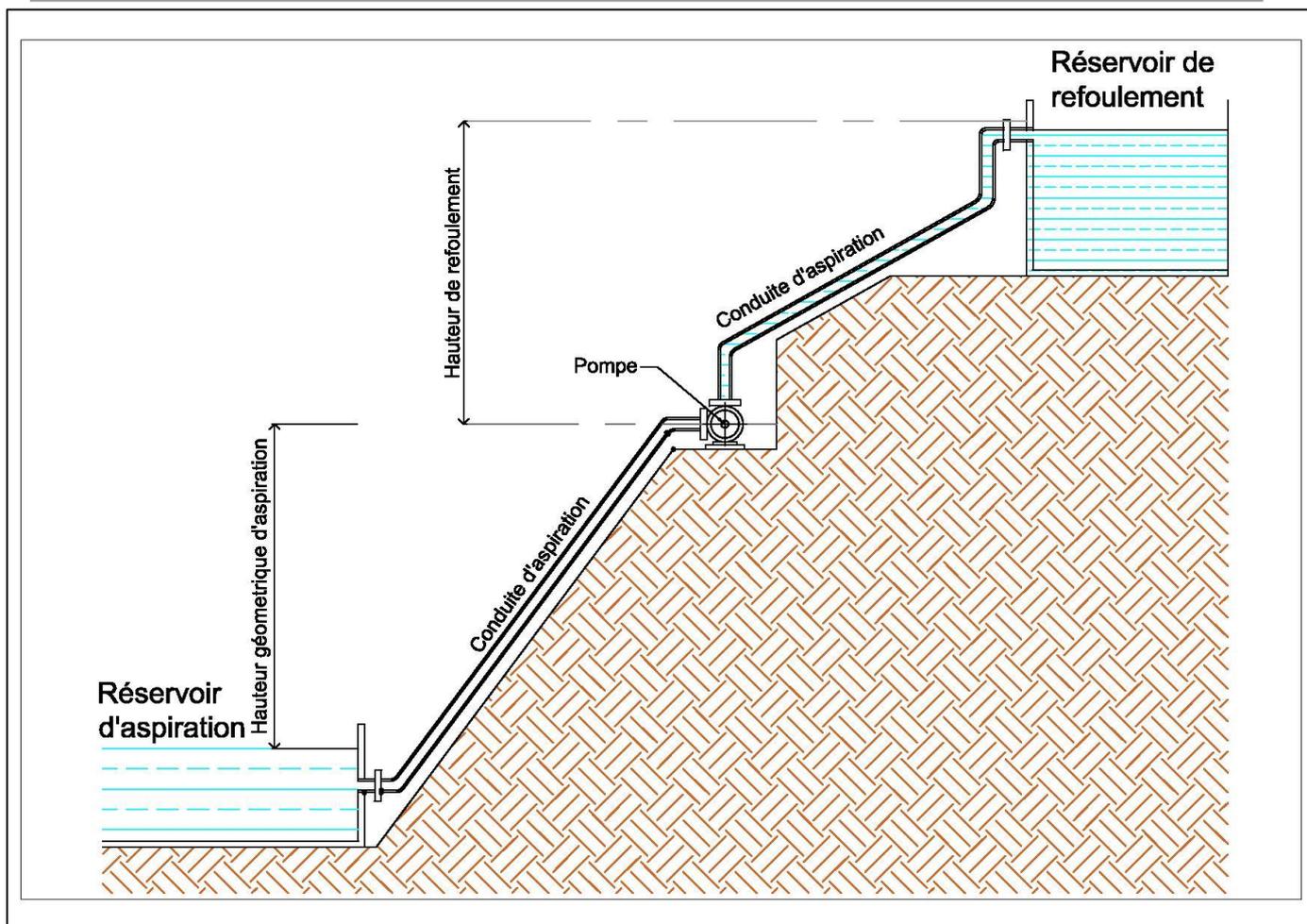


Figure 5: illustration d'un système de captage

II-1-1-3- Les postes de traitement

L'eau captée sera ensuite soumise à divers processus de traitement plus ou moins élaboré selon la qualité de la source d'approvisionnement. En effet dans le cas d'une source souterraine de bonne qualité, une désinfection seule peut produire une eau potable qui pourrait satisfaire les normes en vigueur. Par contre, une eau provenant d'un lac ou d'une rivière nécessite un traitement complet.

Tout d'abord, toute utilisation d'eau de surface nécessite, avant son captage, une étude aussi complète que possible et, cela, aux différentes époques de l'année. La composition de l'eau sera, surtout, examinée du point de vue turbidité, pouvoir colmatant, degré hydrotimétrique, pH, teneur en matières organiques et en Escherichia Coli. L'étude portera également sur les affluents amonts qui alimentent la rivière, le barrage ou le lac. Elle sera effectuée au minimum sur un cycle climatique complet et, même, sur plusieurs années. – DUPONT, 1979

Ensuite pour que l'étude soit complète, il faut effectuer des observations sur les différentes caractéristiques du plan d'eau exploité comme : les débits, les hauteurs maximales atteintes pendant les périodes de crue, les dangers des pollutions qui peuvent provenir des rejets des déchets des exploitations industrielles en amont de la prise envisagée.

Le processus de traitement complet pour le cas des eaux de surface se fait en 4 étapes :

- La coagulation et floculation
- La décantation et filtration
- La stérilisation

- La neutralisation

Les deux premières étapes constituent la phase de clarification qui consiste à débarrasser l'eau brute de ces particules colloïdales et en suspension en les retenant à leur passage dans une masse filtrante, après un traitement approprié.

- **Coagulation et floculation**

La coagulation consiste à ajouter du sulfate d'alumine $[Al_2(SO_4)_3]$ dans l'eau afin d'obtenir des floes de particules colloïdales. Cette opération s'effectue dans un flash mixeur permettant l'agitation de l'eau et favorise le grossissement des particules, c'est la floculation. En plus du sulfate d'alumine, il est aussi possible d'ajouter de la chaux $[Ca(OH)_2]$ afin de corriger le pH initial de l'eau, pour obtenir un pH admissible entre 7,2 à 7,4 (norme OMS) et afin d'avoir une meilleure floculation.

- **Décantation et filtration**

La décantation est la phase où les gros floes se déposent au fond du décanteur. Après la décantation l'eau passe ensuite par la phase de filtration qui vise à éliminer à l'aide des bassins filtrants les floes non décantable. Un bassin filtrant est composé par une ou plusieurs couches de sable calibré qui retiennent les matières en suspension. Les filtres doivent être nettoyés périodiquement pour éviter le colmatage des orifices ou buselures au fond du bassin par lesquelles passe l'eau filtrée.

- **La stérilisation**

La stérilisation a pour objectif de rendre l'eau filtrée bactériologiquement pure et exempte de micropolluants en ajoutant des oxydants comme le chlore, l'ozone, grâce à des installations adaptées. Cette étape s'applique aussi bien aux eaux de surface qu'aux eaux souterraines.

D'après la norme de l'OMS, la dose de chlore ajoutée devrait être calculée de façon à obtenir un taux de chlore résiduel à la sortie d'usine égal à 1 mg/l et aux robinet des usagers, il devrait être compris entre 0,5 et 0,6 mg/l.

- **La neutralisation**

Afin d'amener une eau potable de bonne qualité jusqu'aux domiciles des usagers on fait passer l'eau stérilisée à la phase de neutralisation. En effet avant d'arriver jusqu'aux usagers l'eau est en contact avec les matériaux constituant les conduites de distribution qui sont souvent entartrées. En plus, le temps de séjour de l'eau dans le réseau de distribution peut avoir une durée très variable allant de quelques heures jusqu'à plusieurs jours.

De ce fait, il faut prévoir un ou plusieurs traitements particuliers avant la distribution de l'eau comme les traitements nécessaires pour la neutralisation de l'eau avec un teneur en CO_2 agressif, les procédés permettant la déferrisation de l'eau, l'adoucissement de l'eau, ainsi que les traitements préventifs contre l'entartrage des conduites de distribution.

II-1-2- Les réservoirs d'eau potable

Les réservoirs d'eau potable tiennent une place très importante dans un réseau de distribution d'eau potable car ils permettent d'abord, de faire face aux variations de la demande en eau des utilisateurs, ensuite d'assurer le volume d'eau nécessaire pour la protection incendie et enfin de faire face aux éventuelles pannes dues au défaillance de l'un des éléments du réseau à l'amont du réservoir.

Donc le rôle principal des réservoirs est d'harmoniser la demande et la production sachant que la demande est une donnée qui varie beaucoup selon les besoins de la population, alors que pour que l'exploitation d'un réseau d'AEP soit à la fois économique et efficace il faut que la production soit maintenue constante.

Ainsi pour dimensionner un réservoir d'eau potable il faut tenir compte des éléments suivants :

- **La réserve d'équilibre** qui est le volume d'eau nécessaire pour répondre à la demande en eau lorsque celle-ci dépasse la consommation journalière maximale.

- **La réserve incendie** qui est la réserve nécessaire pour lutter contre un incendie pouvant se produire lors de la journée de consommation maximale.

- **La réserve d'urgence et la réserve de production**

La réserve d'urgence sert à alimenter la population lors d'une panne provoquée par le bris des conduites principales ou la défaillance des pompes de refoulement.

La réserve de production sert pour l'approvisionnement de la population lorsqu'un problème au niveau du fonctionnement de l'usine de traitement se produit.

La réserve minimale lors de la période de consommation maximale est la somme de la réserve d'équilibre et la réserve d'incendie.

II-1-3- Le système de distribution

En adduction d'eau potable il existe deux types de système de distribution :

- Distribution par gravité
- Distribution par refoulement

II-1-3-1- Distribution par gravité

Pour un système de distribution par gravité le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération. Il se présente aussi lorsque l'eau est d'abord refoulée vers un réservoir de stockage intermédiaire pour être ensuite transporter de façon gravitaire vers le réservoir qui alimente une ville se situant à une altitude plus basse.

II-1-3-2- Distribution par refoulement

Pour le cas d'un système de distribution par refoulement le point de captage se situe à un niveau inférieur à celui de réservoir de stockage. L'eau captée et traitée sera alors refoulée directement jusqu'aux usagers à l'aide d'une station de pompage et à travers une conduite de refoulement.

II-1-4- Le réseau de distribution d'eau potable

Un réseau de distribution est constitué par l'ensemble des conduites à partir du ou des réservoirs de stockage jusqu'aux consommateurs et sur lesquelles les branchements qui alimentent les abonnés sont piqués.

Les réseaux de distribution peuvent être classés comme suit :

- Les réseaux ramifiés
- Les réseaux maillés
- Les réseaux étagés

Un réseau ramifié est constitué par des conduites qui ne comportent aucune alimentation en retour. Ce type de réseau est plus économique mais il manque de sécurité et de souplesse en cas d'accident sur une conduite principale qui priverai d'eau tous les abonnés se situant en l'aval.

Par contre pour les réseaux maillés, une alimentation en retour est possible pour éviter les problèmes de coupure au niveau des conduites principales néanmoins l'installation de ce type de réseau est plus couteux.

Au cas où la topographie de la région est constituée par de très forte dénivellations il faut créer des zones indépendantes les unes des autres concernant le niveau de la pression. De ce fait, on installe entre ces zones soit des vannes de réduction de pression si l’eau provient d’une zone plus élevée soit des surpresseurs si l’eau provient d’une zone plus basse.

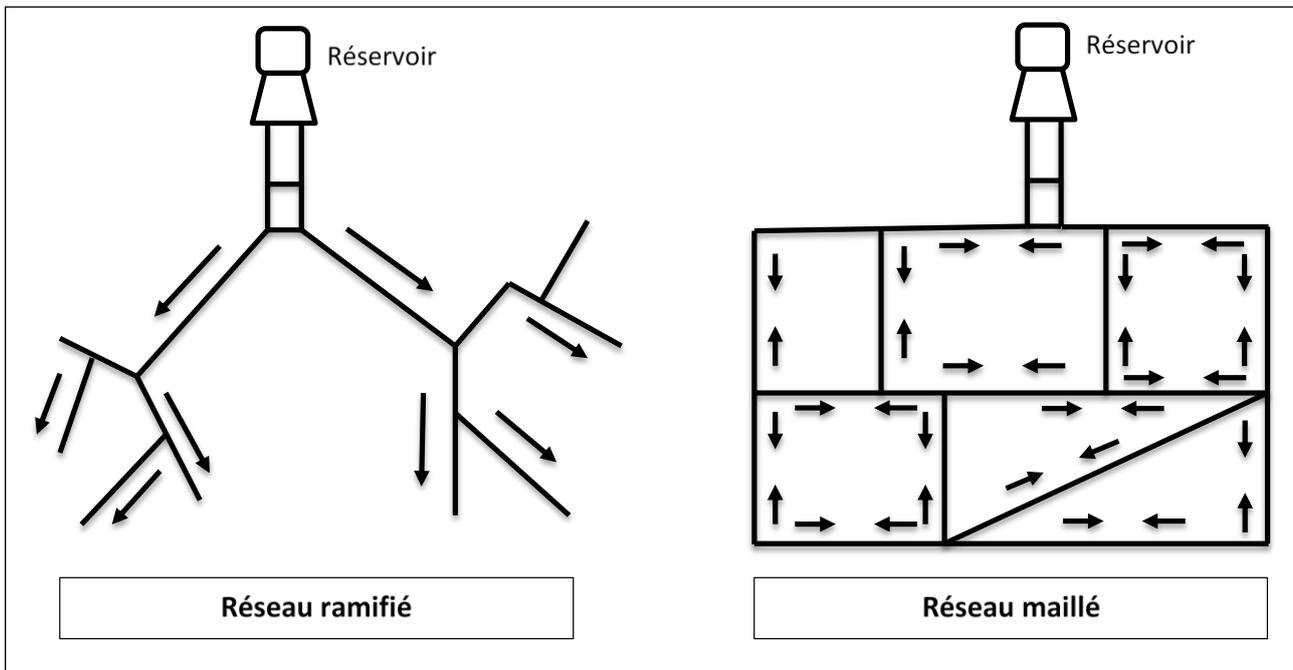


Figure 6: Illustration d'un réseau ramifié et d'un réseau maillé

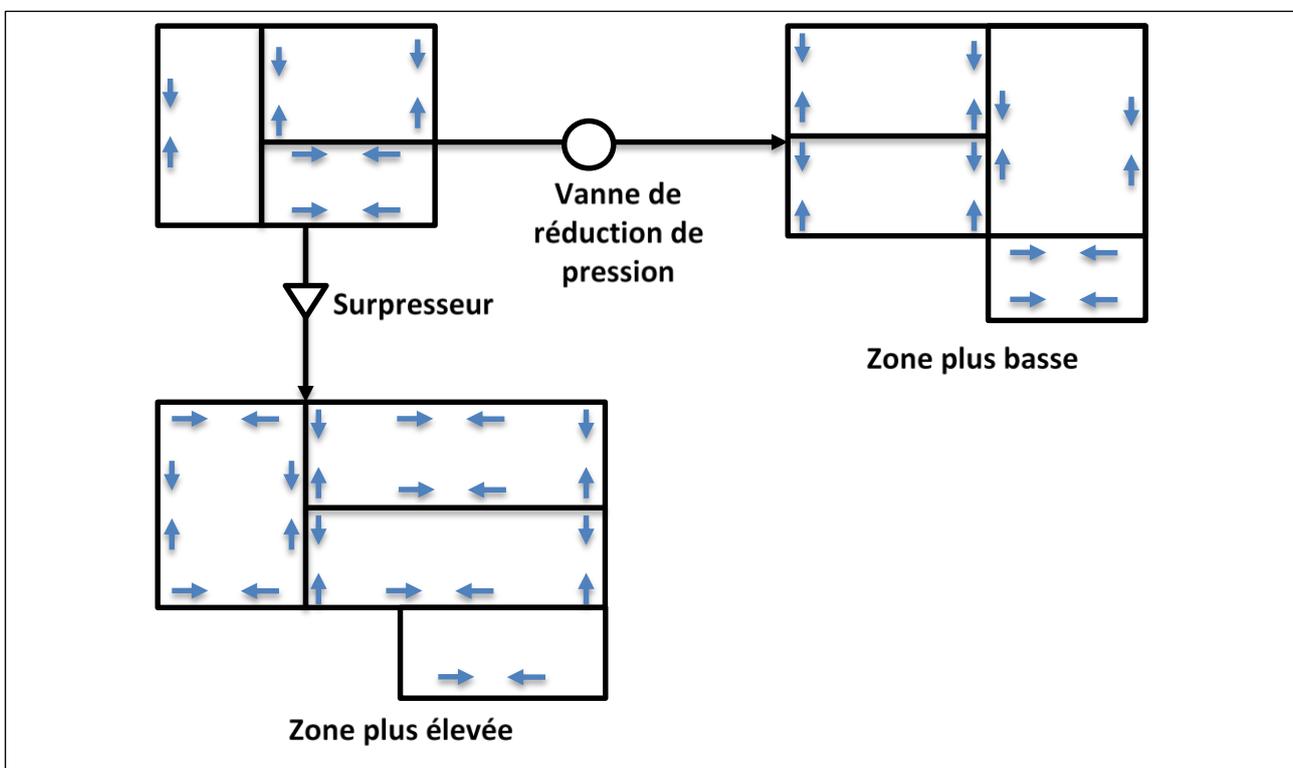


Figure 7: Illustration d'un réseau étagé

Un réseau de distribution est composé par trois types de conduites selon l'importance du quartier à desservir :

- D'abord il y a les **artères** qui représentent les conduites partant des réservoirs pour transporter l'eau dans tous le réseau par le plus court chemin.
- Ensuite il y a les **conduites de services** qui sont alimentées par les artères et acheminent l'eau vers les branchements des abonnés.
- Et enfin il y a les **branchements** qui est la partie située entre le compteur des abonnés et les conduites de services.

II-2- Sectorisation des réseaux d'AEP

La sectorisation d'un réseau consiste à diviser le réseau d'AEP en plusieurs « sous-réseaux » appelés secteurs où les débits mis en distribution sont suivis par un système de comptage des débits entrants et sortants. La sectorisation permet d'obtenir des données à des échelles spatiales et temporelles plus fines et facilite la recherche et la localisation des fuites. Elle permet aussi de hiérarchiser les actions à mettre en œuvre lors des interventions de dépannage.

Un secteur est délimité par :

- Des extrémités d'antennes ;
- Des vannes fermées ou vannes frontières ;
- Des appareils de comptage de débits et pression.

II-3- Cartographie d'un réseau d'AEP à l'aide d'un SIG

La cartographie d'un réseau est l'ensemble des études et opérations intervenants à partir d'une connaissance approfondie des réseaux et l'établissement des cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que leurs utilisations.

La cartographie d'un réseau d'alimentation en eau potable nécessite une parfaite connaissance du réseau, des éléments qui le constituent et de son fonctionnement.

Elle permet de :

- Acquérir une connaissance descriptive et fiable du réseau
- Géo localiser les différents ouvrages constituant le réseau,
- Visualiser les réseaux d'eau potable avec différentes configurations et à différente échelle,
- Cartographier et analyser géographiquement les données du réseau,
- Disposer d'un véritable système d'aide à la décision, implantation d'ouvrages, interventions sur les réseaux
- Lancer des requêtes de recherches et des analyses thématiques
- Générer des statistiques et des plans à échelles voulues....
- Faire le suivi des dysfonctionnements du réseau,
- Programmer la distribution d'eau potable selon les résultats de calcul et les différents scénarios de distribution....