

4. La gestion de l'alimentation en eau potable

I. Les éléments d'un réseau d'alimentation en eau potable

L'alimentation en eau potable (sigle : AEP) est l'ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.

On considère quatre étapes distinctes dans cette alimentation :

- prélèvements - captages (eau de surface ou eau souterraine)
- traitement pour potabiliser l'eau
- adduction (transport et stockage)
- distribution au consommateur

A. Equipements d'un réseau d'AEP :

1-Equipement de la conduite de refoulement ou adduction :

1-1 Débitmètre : Le débitmètre est conçu pour mesurer le débit de fluides, que ce soit des gaz ou des liquides.

1-3 Manomètre : Le manomètre est un instrument de mesure de pression.

1-4 Clapet Anti retour : Un clapet anti retour est un dispositif installé sur une tuyauterie qui permet de laisser passer l'eau dans un sens mais le flux est bloqué si celui-ci vient à s'inverser.

1-5 Robinet vanne : Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide. Les adductions d'eau n'ont que très rarement une pente régulière. Ces variations de pente forment ainsi dans l'adduction des points hauts et des points bas. Car ces changements nécessitent de placer soit des vidanges (point bas) soit des purges d'air (point haut).

1-6 Vidange : L'eau entraîne dans ses turbulences des corps inertes (poussière, sable ou petits cailloux) qui vont se déposer dans les points bas des adductions lorsque la vitesse diminue. La vidange qui permettra de temps à autre, de vider l'adduction en entraînant ainsi l'ensemble des dépôts qui obstruent les tuyaux.

1-7 Ventouse ou purge d'air : La purge ou la ventouse permet l'évacuation de ces gaz vers l'extérieur accumulés dans l'eau pour rétablir un débit normal. La ventouse est actionnée par la simple présence d'air. Elle fonctionne un peu comme un tube d'enfant. Une bille, placée en dessous de la purge, vient boucher l'orifice quand elle est poussée par l'eau (poussée d'Archimède). Si de l'air s'accumule à cet endroit, le niveau d'eau descend et la bille également : l'orifice est alors libre d'évacuer les gaz prisonniers. Les gaz disparus, le niveau de l'eau peut alors remonter et la bille revenir obturer l'orifice de la ventouse.

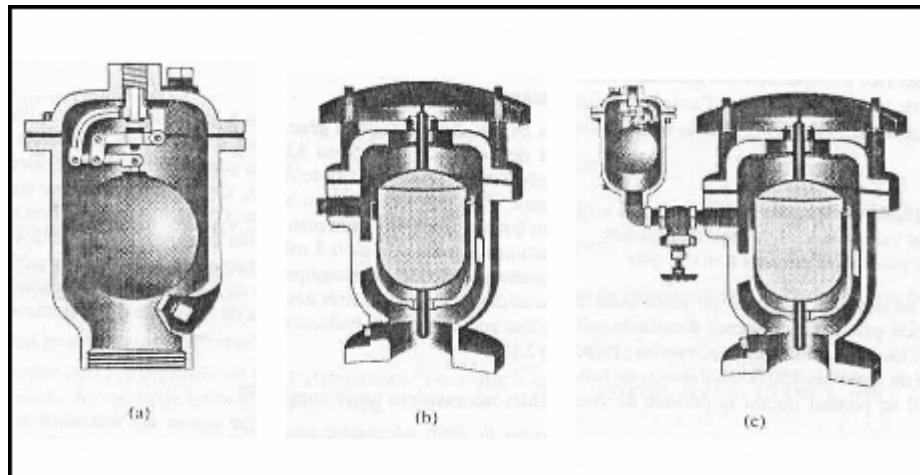


schéma d'une ventouse.

1-8 Vanne de sectionnement : Les vannes de sectionnement est un dispositif permettant le découpage de la conduite de refoulement en tronçons afin d'éviter la vidange de toute la conduite lors des travaux.

2. Equipement de stockage: Les réservoirs d'eau potable

2-a - Rôle des réservoirs : Les réservoirs assurent une interface entre la production et la distribution de l'eau potable. Ils permettent ainsi d'assurer :

- une production continue, et ceci quelles que soient les variations instantanées de la demande ;
- une mise en pression des réseaux ;
- une réserve pour satisfaire :
 - les demandes de pointes périodiques (hebdomadaires, saisonnières, ...),
 - les besoins en cas d'incendie, de dysfonctionnement au niveau de la production ou de l'adduction, de mise en chômage d'un réservoir dans le cas d'infrastructures en comportant plusieurs dans un système interconnecté.

2- b Différents types de réservoir : Les réservoirs se distinguent en fonction :

- de leur position par rapport au sol (réservoirs enterrés, semi-enterrés, au sol, sur tour) ;
- des matériaux employés (réservoirs en béton armé, métalliques, en Stratifié Verre Résine) ;

- de leur mode de construction, sur site ou en usine (réservoirs préfabriqués) ;
- de leur forme (parallélépipédique, cylindrique, conique, sphérique) ;
- de leur fonction (stockage, reprise pour hauteur de refoulement importante, brise charge pour distribution étagée).

Pour l'alimentation des réservoirs de distribution de quelque importance il est surtout fait appel à des réservoirs en béton armé implantés au sol, semi-enterrés ou enterrés. Les réservoirs sur tour sont de plus en plus abandonnés pour des raisons de coût de construction et de difficultés d'intégration environnementale.

Lorsque les réservoirs ne peuvent être implantés en un point haut du site pour assurer la mise en pression du réseau de distribution, il est fait appel à des stations de pompage dont les moteurs des pompes sont équipés de variateurs de vitesse électroniques afin de maintenir constante la pression de l'eau en tête de distribution quelle que soit la demande, fonction qui est assurée gravitairement par les châteaux d'eau.



Réservoir sphérique



Réservoir conique



Construction d'un réservoir semi enterré

2 -c Capacité des réservoirs: Le volume d'eau à stocker peut être réparti sur un ou plusieurs réservoirs en fonction de l'importance de la collectivité à alimenter. Dans le cas d'un seul réservoir, et en l'absence d'interconnexion avec d'autres systèmes d'adduction/distribution, le réservoir doit être compartimenté pour assurer la continuité de la distribution en cas de vidange pour nettoyage, réparation ou pour toute autre raison.

Paramètres généraux de dimensionnement

- Consommations journalières à l'horizon.
- Répartition journalière de la consommation.
- Fluctuation des consommations en fonction des jours de la semaine, de la saison.
- Fiabilité de la ressource, de la production et de l'adduction.
- Importance de la réserve incendie.
- Possibilités d'interconnexion.
- Rendement du réseau de distribution.

2 -d Aménagement interne des réservoirs: Tout doit être fait pour éviter les zones mortes afin que le renouvellement de l'eau soit le plus homogène possible pour tout le volume.

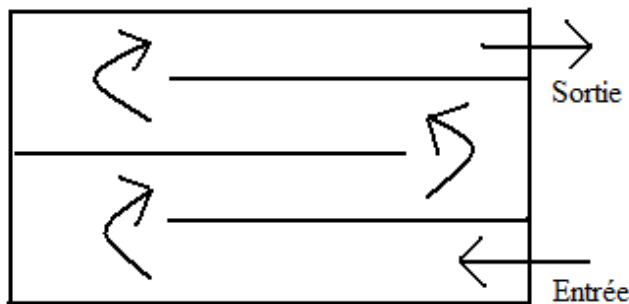


Fig. 2 Chicanes pour réservoir rectangulaire

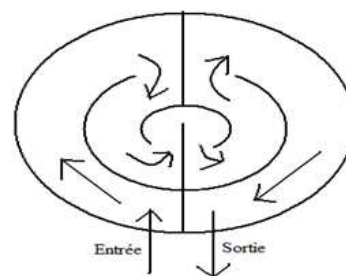


Fig. 3 Chicanes pour réservoir circulaire

Pour les éviter il faut :

- éloigner les points d'arrivée et de départ ;
- créer des chicanes (figures 2 et 3) ;
- casser les angles horizontaux et verticaux par des goussets (15 x 15), ce qui facilite de plus les opérations de nettoyage.
- Les radiers doivent présenter une forme de pente (1 à 1,5 %) afin d'évacuer totalement les eaux lors des vidanges et des opérations de nettoyage via un puisard.

Nota : La réglementation impose une vidange et un nettoyage des réservoirs au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies d'une désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau.

2 -e Equipements des réservoirs: Les réservoirs doivent comporter les équipements suivants :

- dispositifs d'alimentation et de départ ;
- jauges et détecteurs de niveau ;
- trop-plein et vidange ;
- dispositifs anti-intrusion et de contrôle d'accès ;
- évent protégé ;
- robinets de prise d'échantillon en amont et en aval du réservoir.
- trappes d'accès et échelles ;

2 - f Recommandations diverses:

- Limiter l'entrée de la lumière naturelle pour éviter les risques de prolifération d'algues.
- Éviter l'élévation de la température de l'eau par une bonne isolation thermique (talutage, pare-soleil), et ceci pour limiter l'activité biologique et protéger la structure contre les microfissurations.
- Aménager des évacuations pour les eaux pluviales.
- Prévoir des accès au réservoir empruntable par des véhicules en toute saison.

Les réservoirs constituent un maillon important dans les infrastructures d'alimentation et de distribution de l'eau destinée à la consommation humaine et aux autres besoins des collectivités et des industries. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser pour qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable, tant au niveau de la pérennité de leur structure, que de celui de leur disponibilité. En plus des aspects purement fonctionnels les réservoirs doivent faire l'objet d'études architecturale et paysagère pour assurer leur parfaite intégration dans leurs sites d'implantation.

4-Réseau de distribution:

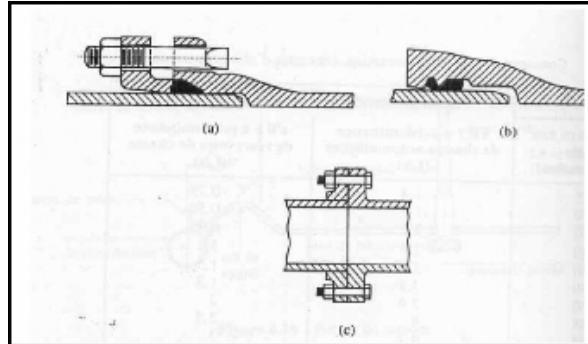
Du réservoir de stockage sort une conduite principale de gros diamètre, suivie d'un ensemble de conduites maîtresses. Sur chacune de ces dernières, sont branchées des conduites de diamètres moindres dites conduites secondaires, tertiaires, etc.

L'ensemble de toutes ces différentes canalisations avec l'ensemble des équipements qui les accompagnent forment le réseau de distribution. C'est l'infrastructure la plus importante du réseau global, car il couvre toute l'agglomération.

Deux géométries de réseau sont possibles : réseau ramifié ou réseau maillé, en fonction de la configuration de l'agglomération.

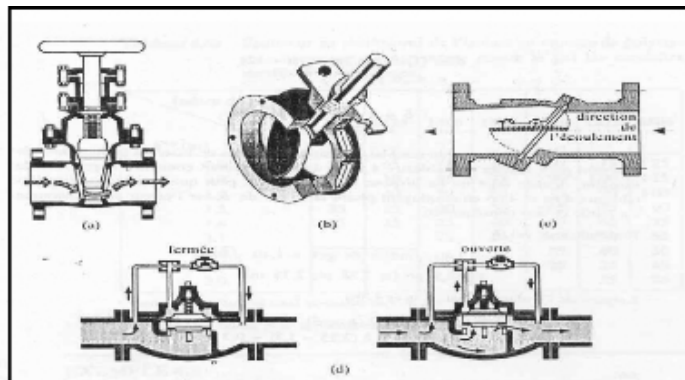
- ✓ **Le réseau ramifié :** il est appelé ainsi car il possède une structure d'arbre. A partir d'une conduite centrale, plusieurs canalisations secondaires, tertiaires, ... etc. sont branchées jusqu'à chaque compteur individuel. Un tel système présente un grave défaut : l'eau circule toujours dans le même sens. Donc, une panne dans la conduite entraîne la perte de service pour tous les usagers situés en aval.
- ✓ **Le réseau maillé :** ce type de réseau est constitué de boucles. Le sens de l'écoulement varie fréquemment selon la demande de certaines conduites. Le nombre d'abonnés non desservis en cas de panne ou de réparation est réduit au maximum puisque l'eau peut atteindre un même point par plusieurs chemins. L'autre intérêt est que la vitesse d'écoulement de l'eau est rarement nulle, ce qui offre l'avantage de maintenir la bonne qualité de l'eau distribuée.

4-1 Les joints : Ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques. Les joints constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse ; tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque des usures mécaniques. L'action des produits chlorés de l'eau et le dessèchement induisent le vieillissement des joints.



4-2 Les vannes : Elles permettent de maîtriser les écoulements dans le réseau, donc de mieux gérer celui-ci. Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés. :

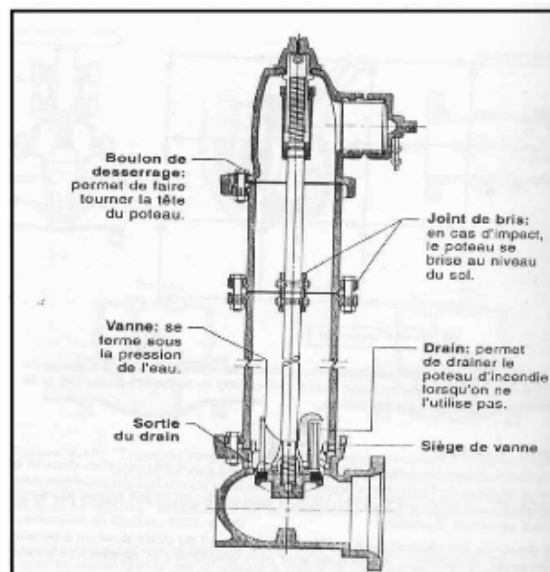
- **Les vannes d'isolement :** permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. On distingue deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.
- **Les vannes à clapets de non-retour :** permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement.
- **Les vannes de réduction de pression :** permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée.



4-3 Les poteaux d'incendie : Ils permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies.

Ils sont reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement dotées d'une vanne d'isolement. Un poteau d'incendie doit comporter au moins deux prises latérales de 65 mm de diamètre et une conduite de 100 mm de diamètre si le débit excède 5000 l/mn ou la pression si est faible.

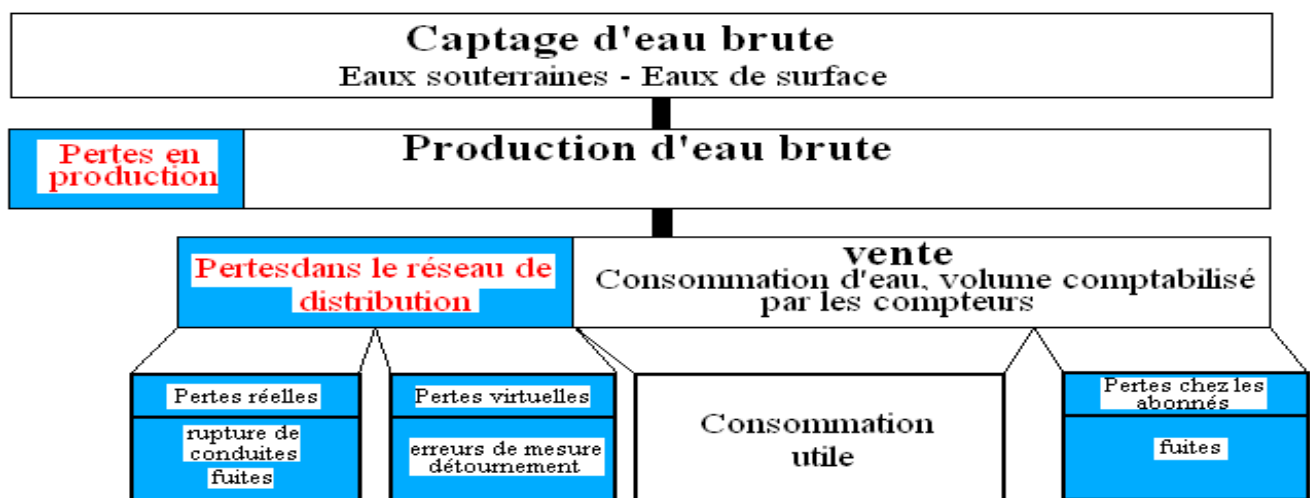
La superficie desservie par un poteau d'incendie dépend du débit nécessaire pour combattre les incendies ; plus le débit est élevé, plus les poteaux sont nombreux et rapprochés.



II. La gestion et la maintenance des ouvrages de transfert et de distribution de l'eau potable

1- **Introduction :** Le déficit en eau potable est dû à un manque dans le volume de production, et aussi à l'état du réseau de distribution. Les pertes d'eau peuvent avoir plusieurs causes : fuites, erreurs de mesure, utilisation publique, piquage illicite, cependant la cause principale est due aux fuites. Les causes des pertes sont : la corrosion, matériaux défectueux, mauvaise installation, une pression d'eau excessive, les coups de bélier, les mouvements de terrain dus à la sécheresse, au gel ou glissement, ainsi que les vibrations et les charges excessives dues à la circulation au dessus des conduites d'eau. La perte économique principale est : le coût de l'eau elle-même, de son traitement et de son transport, il y a aussi l'endommagement du réseau, et le risque d'épidémie.

2- **La problématique des pertes d'eau dans le réseau de distribution :** La production et la distribution de l'eau potable engendrent d'importantes dépenses qui couvrent les coûts de captage et d'acheminement. Les pertes d'eau peuvent être réduites mais pas supprimées totalement. Donc seulement une partie de l'eau potable arrive jusqu'au consommateur, et par conséquent facturée. La figure ci dessous présente les domaines de pertes. L'importance des pertes d'eau est liée à la conception des installations mais surtout au fonctionnement de celles-ci. La maintenance des installations joue un rôle primordial dans la réduction de ces pertes. La réalisation et l'exploitation des systèmes d'adduction et de distribution de l'eau potable nécessitent d'énormes moyens financiers publics car ces coûts ne peuvent pas être couverts par le prix de l'eau.



Pertes d'eau dans les systèmes d'AEP

Figure 4.1 : Pertes d'eau dans les réseaux d'AEP

3- Avantages d'une diminution des pertes d'eau :

- **Economie d'énergie :** La mobilisation et le transport de l'eau potable représentent environ 90% de la consommation d'énergie d'une entreprise de distribution d'eau, d'où le besoin de diminuer le volume distribué en diminuant les pertes d'eau.
- **Economie d'eau :** En diminuant les pertes d'eau on préserve nos ressources naturelles qui deviennent de plus en plus rares.
- **Economie d'argent :** En diminuant les pertes d'eau, on réduit les dépenses occasionnées par la mobilisation et le transport de l'eau potable (frais de réalisation et frais d'entretien).
- **Economie de produits chimiques :** La réduction des pertes d'eau réduit le volume d'eau traitée, donc réduit la consommation des produits chimiques servant au traitement des eaux brutes. Surtout quand on sait que ces produits doivent souvent être importés et payés en devises comme par exemple l'ozone, le chlore etc.
- **Avantages pour la santé de la population :** L'eau contaminée est à l'origine de quatre cinquième des maladies dans le tiers monde et d'un tiers des décès dans le monde entier. La réduction des pertes d'eau grâce à la localisation des fuites et la réparation rapides des dommages dans le réseau de distribution contribuent à garantir la santé de la population.
- **Avantages écologiques liés à une diminution des pertes en eau :** Du point de vue écologique, il convient de limiter autant que possibles les interventions dans les ressources naturelles en eau ou l'équilibre de la nature. En diminuant les pertes d'eau on limitera les interventions dans l'équilibre naturel.

4- Description sommaire de la méthodologie de réhabilitation d'un réseau d'AEP :

4 - 1 **Elaboration du SIG :** La méthode consiste à rassembler l'ensemble des informations liées au réseau de distribution sous un seul et unique document qui est le SIG (Système d'Information Géographique), car les données graphiques mais aussi

les données alpha numériques peuvent être rassemblées ce qui facilitera le suivi et la gestion de notre réseau. Les différentes informations sur le réseau seront collectées et introduites sur une interface graphique qui est le fond de plan. Ainsi le réseau d'AEP peut être représenté et associé aux données collectées où les différentes composantes du réseau seront définies.

4 - 2 Sectorisation : Une fois le SIG réalisé, on procède au découpage du réseau en secteurs indépendants les uns par rapport aux autres. Ces secteurs seront soumis à un autre découpage en sous secteurs où il sera, par la suite, plus facile d'effectuer un diagnostic physique et hydraulique.

4 - 3 Etablissement du modèle mathématique : En parallèle à la réalisation du SIG, on procède à l'établissement d'un modèle mathématique qui permettra d'avoir une idée sur le fonctionnement du réseau et de prévoir des solutions aux différents problèmes qui peuvent survenir car une fois le modèle calé il peut donner des résultats plus au moins identiques à ceux du réseau.

Après avoir réalisé toutes ces étapes on procède au diagnostic physique et hydraulique du réseau sachant qu'on aura les résultats du modèle mathématique comme référence.

5 - Types et origines des pertes en eau

5 - 1 - Introduction : On désigne par pertes en eau, le volume total d'eau qui, lors de son utilisation par l'homme, est perdu soit au niveau de la production de l'eau, soit dans le réseau de distribution, soit chez le consommateur, soit par captage et piquage illicites. C'est donc l'écart entre le volume d'eau prélevé et le volume d'eau consommé ou facturé. La majeure partie de ces pertes est enregistrée au niveau du réseau et chez les usagers et non au niveau du captage ou des conduites d'adduction. Une quantité non négligeable est perdue sous forme de **gaspillage** qui est considéré comme une consommation excessive et inconsidérée qui pourrait être facilement évitée.

5 - 2 - Origines techniques des pertes dans le réseau : La majeure partie des pertes dans les réseaux de distribution sont d'origines techniques. Elles peuvent être dues aux ruptures de conduite ou bien à des dommages au niveau de différents types de matériaux.

Les ruptures de conduites peuvent être dues:

- à des erreurs de planification.
- à des erreurs d'installation .
- à des erreurs d'opération .
- à des défauts de matériaux .
- à un assèchement du sol.
- au gel .
- au vieillissement.
- à l'action de tiers.
- aux dommages au niveau de différents types de matériaux de conduite.

5 - 3 - Méthodes de lutte contre les pertes :

5 - 3 . 1 - Localisation du réseau : Pour connaître la constitution exacte du réseau, on doit procéder à des fouilles. Pour limiter ces fouilles, on utilise plusieurs matériels de localisation des pièces constituant le réseau.

5 - 3 . 1 . a - Détection des masses métalliques : Le détecteur de masses métalliques permet de localiser les pièces métalliques du réseau. Ses avantages sont les suivants :

- Localisation jusqu'à 1,5 m de profondeur.
- Seuls des objets ferromagnétiques sont détectés.
- Les petits objets tel que les clous, les fragments ne sont pas prise en compte par l'appareil.



Figure3.4 : Détecteur des masses métalliques



Figure3.5 : Détecteur des conduites métalliques

5 - 3 . 1 . b - Détection des canalisations :

5 - 3 . 1 . b . 1 - Conduites métalliques : Pour la localisation des conduites métalliques on utilise un capteur de champ magnétique, ce dernier détecte le courant électrique traversant la conduite.

5 - 3 . 1 . b . 2 - Conduites non métalliques : La détection des conduites non métalliques se fait par localisation acoustique. Il s'agit d'appliquer des vibrations qui seront transmises le long des conduites et remonteront à la surface où elles seront localisées.



Figure3.6: Détecteur des conduites non métalliques

5 - 3 . 2 - Détection des fuites : Une fois la localisation du réseau effectuée, on procède à la détection des fuites.

5 - 3 . 2 . a - Pré localisation : Le matériel utilisé pour cette étape est le **corrélateur acoustique** qui est un système d'enregistrement du bruit par échantillonnage, il permet d'éliminer les bruits aléatoires et de ne garder que les bruits constants pour les filtrer puis les enregistrer.

Les données sont transférées des capteurs en une fois vers le PC. Les données sont ensuite traitées par un logiciel aboutissant au positionnement des fuites.

- Avantages du corrélateur acoustique :

- Faible coût.
- Possibilité d'identifier plusieurs fuites en quelques minutes.
- Corrélation de jour ou de nuit.
- Mise en place des capteurs le jour pour une corrélation nocturne- Supprime le travail de nuit.
- Localisation des fuites sur les conduites principales et les branchements (métalliques et non métalliques).
- La fonction de mesure de vitesse permet d'éviter les erreurs sur la nature et le diamètre des canalisations.
- Possibilité d'une surveillance permanente et à distance via réseau GSM.
- Peut mesurer d'autres paramètres tels que la pression et le coup de béliers.



Figure3.7: Capteurs enregistreurs

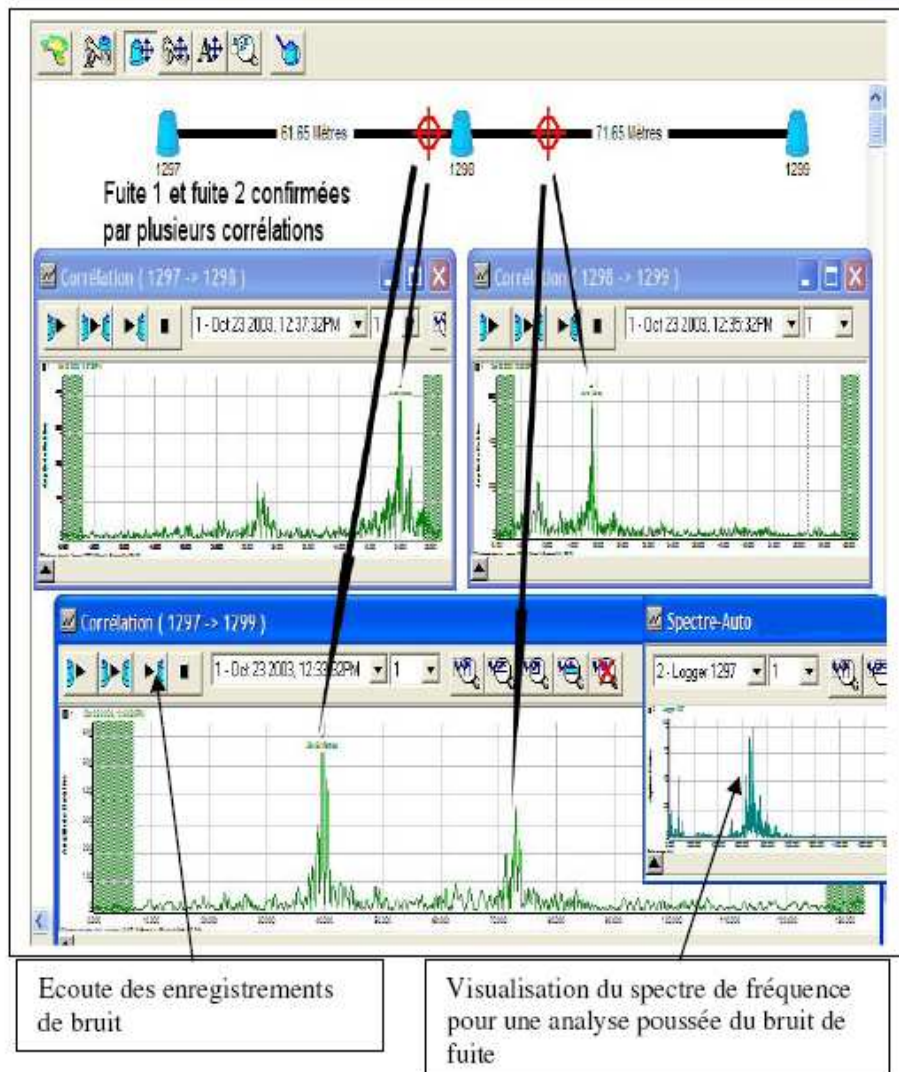


Figure3.8: Schématisation graphique de l'emplacement de la fuite

Les pics schématisés sur les graphiques représentent l'emplacement exact (par rapport aux enregistreurs) des fuites sur les conduites.

5 - 3 . 2 . b - Localisation des fuites : Des capteurs enregistrent le bruit de la fuite qui sera transmis au corrélateur par liaison radio. A partir de la différence de temps que met le bruit de la fuite pour arriver au capteur par rapport à l'autre, on obtient un écart de temps de propagation. Avec cette valeur, on peut déterminer la position de la fuite.

Avantage du procédé :

- La détermination de l'emplacement de la fuite est indépendante de l'interprétation humaine.
- Peut d'influence des bruits extérieurs, de ce fait l'utilisation du jour est possible.
- Possibilité de la réception des données via le réseau GSM.

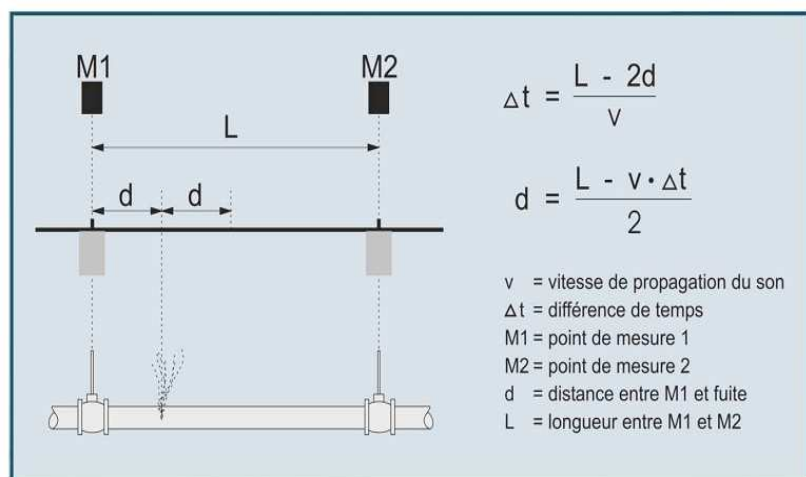


Figure3.9: Détermination de la position de la fuite



Figure3.11: Appareil d'écoute au sol



Figure3.10: Corrélateur acoustique

5 - 3 . 2 . c - Confirmation de l'emplacement de la fuite : A cette étape on peut déterminer avec exactitude la position de fuite par écoute du sol, le matériel utilisé est l'appareil d'écoute de sol. L'appareil d'écoute au sol est conçu pour amplifier les bruits produits par les fuites d'eau s'échappant des conduites enterrées.

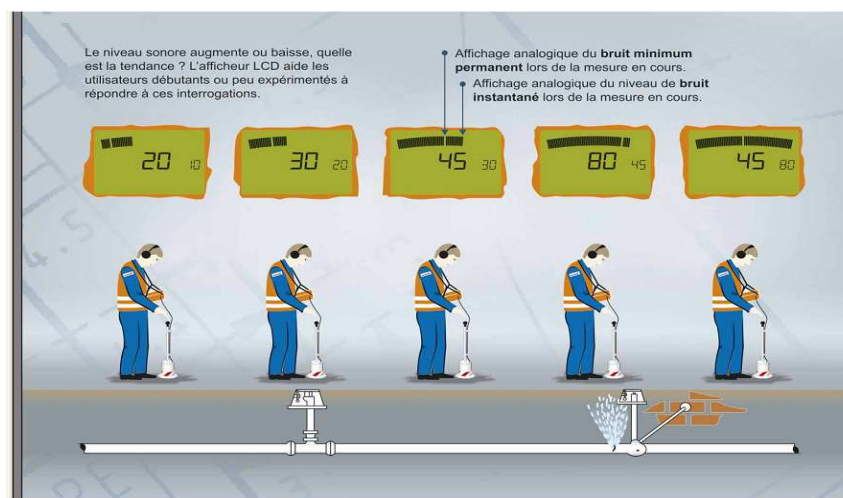


Figure3.12: Utilisation de l'appareil d'écoute au sol

6 - Conclusion : Les différentes étapes de recherche de fuites expliquées dans ce chapitre ainsi que la diversité du matériel de recherche de fuites présentent une bonne alternative de lutte contre les pertes, et cela en rendant la détection et la réparation des fuites non apparentes possible, ainsi la lutte contre les pertes ne sera pas limitée aux fuites apparentes qui sont généralement plus faciles à détecter donc à réparer, d'où le volume perdu sera moins important du fait qu'elles seront réparées en quelques heures seulement après leurs apparitions.

Une sensibilisation du consommateur peut s'avérer bénéfique dans la mesure où ce dernier sera appelé à vérifier l'état du réseau domestique (des campagnes de vérification des réseaux internes peuvent être éventuellement proposées aux abonnés).

Le problème des fuites dans les réseaux d'adduction et de distribution d'eau (potable dans notre cas) était et continue à être subi comme une fatalité, car c'était une tâche impossible à réaliser pour les fuites non apparentes qui sont les plus fréquentes. La proportion des fuites peut atteindre 80% du débit produit. La réparation, une fois la localisation faite est chose facile.

Cette nouvelle technologie pourrait faire économiser à notre pays 465 Mm³ par an soit 13.500.000.000 DA par an si l'on prend le chiffre donné par le ministre des ressources en eau lors de l'interview publiée dans le quotidien El Watan le 09-08-2007 et en considérant une moyenne de pertes de 40% au niveau national et en la ramenant à 15% seulement.

Cette méthode exige un personnel hautement qualifié et en nombre suffisant afin de résoudre les différents problèmes liés aux réseaux d'AEP du pays.

7 - Bibliographie

- 1- Hassani IMEDJDOUBEN et Mohamed SARI AHMED, Etude de diagnostic et de réhabilitation du réseau d'AEP de la ville de Blida, Mémoire de fin d'études, Faculté de Génie Civil, USTHB, 2007.
- 2- Klaus-P. Gilles. Rolf G. Niemeyer. Bernard Riggers, 1996 « Réduction des pertes d'eau sur les systèmes d'alimentation en eau potable des pays en voie de développement ».
- 3- Agence de l'eau SEINE-NORMANDIE 1994 « Diagnostic des réseaux d'eau potable ».
- 4- Site internet : www.wikipedia.org
- 5- Site internet : <http://neveu.pierre.free.fr/enseign/aeraulique>
- 6- Site internet : <http://www.thermexcel.com/french/index.htm>
- 7- Site internet : <http://www.dmap.co.uk/utmworld.htm>
- 8- Site internet : <http://www.jeconomiseleau.org/sectorisation.pdf>
- 9- Site internet : http://www.civil.usherbrooke.ca/cours/gci410/Epanet_fr.pdf