

I.1. Introduction:

Le temps et l'assemblage de différents facteurs et phénomènes de nature différente (propres à la canalisation, extérieurs et liés au fonctionnement du réseau) contribuent à la dégradation de la conduite. On dit que le réseau vieillit: ruptures, fuites, dégradations de la qualité de l'eau. La connaissance de tous ces facteurs ainsi qu'une base de données descriptive sur l'ensemble du réseau et son environnement, représente un atout nécessaire pour un bon diagnostic.

I.2. Etapes principales :

- 1- Prise de conscience de la nécessité d'un réseau bien géré (les usagées « en aval », discision politique « en amont ».
- 2- Diagnostic : - connaître la structure physique.
- connaître le fonctionnement du réseau.
- 3- Réhabilitation et rénovation du réseau, recherche des fuites (opération a long terme).
- 4- Bilan après réparation des fuites.
- 5- Schéma directeur optimisation de la gestion, motivation des usagers et du personnel exploitait (opération a moyen ou a long terme).

I.3. Principale causes de pertes d'eau :

- 1- Absence de compteurs ou compteurs défectueux.
- 2- Débordement aux fuites dans les réservoirs.
- 3- Fuites sur les conduites (joins, casses, corrosion).
- 4- Fuites chez l'usager.
- 5- Fuites sur branchements.
- 6- Gaspillage dans les distributions sans compteurs.
- 7- Branchement clandestin.
- 8- Fuites à l'ouverture intempestive de vannes de vidange et de ventouses.
- 9- ouverture intempestive de borne d'incendie.
- 10- Gaspillage a la borne fontaine.

I.4. La traduction des pertes d'eau

Les pertes ont des conséquences importantes :

- 1- Elles crient des basses de pression chez les usagers.
- 2- A l'endroit des fuites, de l'eau polluée peut s'introduire dans le réseau surtout lors de vidange.
- 3- Elles sont les causes de déformation des sols (problème de voiries).
- 4- Elles entraînent des surdimensionnement d'ouvrage, voir des dépenses de renforcement injustifiée, donc de surcout d'investissement.

- 5- Les couts d'exploitation sont également augmente par les dépenses énergétiques supplémentaires et l'utilisation de produits de traitement en surabondance.
- 6- Elles peuvent entraine un arrêt de service on période d'été sievert.

I.5. Quelques valeurs moyennes de consommation :

Lave vaisselle.....	80 l/utilisation.
Lave linge.....	150 l/utilisation.
Chasse d'eau.....	8 l/utilisation.
Lavabo.....	0.25 m ³ /h.
Evier.....	0.7 m ³ /h.
Douche.....	1 m ³ /h.

I.6. Quelques valeurs moyennes des fuites :

Goutte a goutte d'un robinet 6 l/h (50 m³/an).
Fuite chasse d'eau 30 l/h (250 m³/an).
Filet d'eau continu 60 l/h (500 m³/an).
Joint défectueux 3 l/h (25 m³/an).
Feler sur conduite pvc 300 l/h (2500 m³/an).
Fuites branchement 3 m³/an.

1.7. Dysfonctionnement des réseaux d'eau et problématique des fuites :

Le rôle d'un gestionnaire du réseau d'eau potable c'est fournir aux usagers l'eau en quantité suffisante et de meilleure qualité possible ; pour cela il dispose d'installations visible en surface ; comme les stations de traitement, les réservoirs ainsi que des réseaux de canalisations qui sont enfouis dans le sol. Ces installations, une fois construites font l'objet de dégradations dues au temps ou à la corrosion et doivent être surveillées, contrôlées, entretenues et renouvelées. Le temps et l'action des différents phénomènes (le sol corrosif, contrainte mécaniques, surpression, etc) contribuent à la dégradation des canalisations d'un réseau et de ces accessoires. Une combinaison de ces phénomènes va accélérer la détérioration des conduites. L'augmentation du nombre des interventions, des casses observées sur le réseau, ainsi qu'une dégradation de la qualité de l'eau transportée représente des indicateurs du vieillissement du réseau.

1.7.1 Le vieillissement d'un réseau d'eau :**1.7.1.1. Définition du vieillissement d'une conduite d'eau potable :**

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps, celle-ci donnant lieu, soit à certains dommages, soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau, tous ces phénomènes peuvent être regroupés en deux catégories :



Vieillissement des canalisations

1.7.1.1.1. Mauvais fonctionnement hydraulique du réseau engendré par le vieillissement d'une conduite

- **Chute de pression** : Une conduite en service aura un diamètre diminué à cause de l'entartrage ou des protubérances dues à la corrosion.
- **Fuites diffuses** : Dues aux détériorations des joints ou à la corrosion des tuyaux. Une forte augmentation de leur nombre peut avoir une incidence directe sur le réseau et diminuer le rendement.
- **Ruptures** : Dues à l'action combinées de la corrosion sur la conduite et du mouvement de sol (vibration, séisme, travaux divers). Une rupture peut entraîner une intervention sur le réseau de plusieurs heures, pendant laquelle les abonnés sont éventuellement privés d'eau ou bien subissent une chute de pression.

Chacune de ces détériorations engendre en outre certains dommages qui sont :

- Des pertes d'eau, d'où une augmentation de la production;
- Des pertes en énergie (augmentation du temps de pompage);
- Des interventions sur le réseau.

1.7.1.1.2. Dommages divers engendrés par le vieillissement d'une conduite :

- **Détérioration de la qualité d'eau:**

On peut distinguer deux types de dommages liés à la dégradation de la qualité de l'eau. Le premier est celui qui engendre le non potabilité de l'eau. Il faut alors élaborer un nouveau traitement rendant cette eau potable. Le deuxième concerne l'augmentation du nombre de plaintes des abonnés dû à une apparence négative de l'eau (odeur, couleur, goût).

- **Fuites diffuses :**

Ces fuites peuvent déstabiliser la conduite en érodant le lit de pose, d'où rupture au niveau des points fragiles du tuyau.

▪ Ruptures :

Elles peuvent avoir des incidences indirectes :

- Inondation : D'où coupure de trafic sur la chaussée concernée, ou dommage chez un particulier.
- Coupure d'eau : Donc dommages causés notamment aux industries ou aux centres de santé.
- Plaintes des abonnés : Chacun de ces dommages engendre des coûts indirects, qui peuvent être souvent nettement supérieurs aux coûts directs de main d'oeuvre pour effectuer la réparation.

Le vieillissement de la conduite ne correspond pas à un seul phénomène ayant lieu sur la conduite mais plutôt à l'action de plusieurs facteurs propres à la conduite et son environnement.

1.7.2. Évaluation du vieillissement d'une conduite :**1.7.2.1. La qualité de l'eau :**

Le phénomène de vieillissement ne peut être quantifié directement, mais à partir des phénomènes par lesquels il se manifeste. La mesure de la dégradation de la qualité de l'eau peut permettre de caractériser l'état de la ou des conduites proche du point de mesure ou de l'endroit où a eu lieu de plainte d'un abonné

1.7.2.2. La diminution de la capacité de transport :

Cette valeur correspond à la diminution du diamètre interne de la conduite ou à l'augmentation de la rugosité. La diminution de la capacité de transport se manifeste :

- Soit par la mise en évidence de l'augmentation des pertes de charges sur le réseau ou sur une partie, cette augmentation est non induite par l'augmentation de la consommation.
- Soit par une comparaison entre des observations (pas assez de pression ou débit au niveau des habitations) et les débits théoriques entendus en certains points du réseau.
- Soit à partir d'échantillons de canalisations prélevés directement sur le réseau, et l'analyse de ces échantillons.

1.8. La problématique des fuites :

Les fuites engendrent des pertes qui peuvent être de deux types:

- Les pertes au niveau d'adduction qui surviennent dans le cas où il y a des transferts d'eau très importants, entre la production et la mise en distribution. L'absence de comptage tant à l'amont qu'à l'aval ne permet pas d'évaluer ces pertes.
- Les pertes en distribution qui correspondent à la différence entre le volume d'eau distribué et le volume d'eau consommé. Elles sont due aux :
 - Fuites au niveau des joints,

- Fuites aux différentes prises de branchement,
- Fuites sur branchements ;
- Cassures des conduites ;
- Erreurs de comptage ;
- Eaux piratées (branchements illicites).

1.8.1. Types des fuites :

On peut distinguer :

- ✓ **Les fuites** : Ce sont tous les évènements entraînant une réparation sur les conduites, les hydrants, les branchements qui sont :
 - Les fuites sur tuyau.
 - Les fuites sur joints.
- ✓ **Les ruptures sur conduites** : Elles représentent les défaillances structurelles du tuyau ou de l'emboîtement dus à une surcharge excessive, une détérioration du lit de pose, un contact avec les autres structures, la corrosion, ou une combinaison entre ces conditions.

La limite entre rupture et fuite n'est pas toujours bien définie ; **une rupture** est une fuite, mais **une fuite** n'est pas obligatoirement une rupture, ces fuites peuvent être visibles ou non. Elles sont classées en deux types :

- **Les fuites diffuses**

- **Les ruptures (défaillances) ou les fuites apparentes**

1.8.1.1. Les fuites diffuses Les fuites diffuses sont mises en évidence lors des mesures bien spécifiques ou lorsque la tranchée d'une conduite est ouverte. Elles n'entraînent pas en général de réparations sur la conduite. Ce sont elles qui en général abaissent le rendement d'un réseau et ne lui permettent pas d'avoir une valeur supérieure à 90% à 95 %. Elles caractérisent, soit une fragilisation du tuyau par de petites ouvertures, soit un mauvais état des joints qui devient alors poreux. On peut les constater de manières différentes :

- Par le constat d'une diminution importante du rendement du réseau ;
- Par une augmentation croissante de la consommation de nuit ;
- Soit par des campagnes de mesures sur terrain, par des techniques de corrélation acoustique. Ce genre de mesure permet de retrouver précisément quelles sont les conduites les plus dégradées.

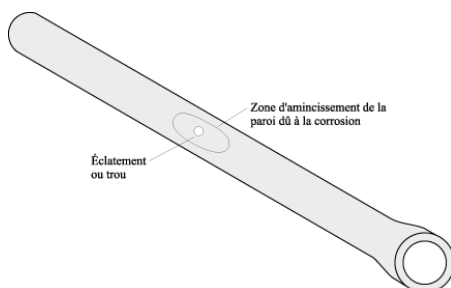
L'état de conduite est alors déterminé par le nombre et la taille des fuites que l'on peut détecter.

1.8.1.2. Les ruptures (défaillances) ou les fuites apparentes

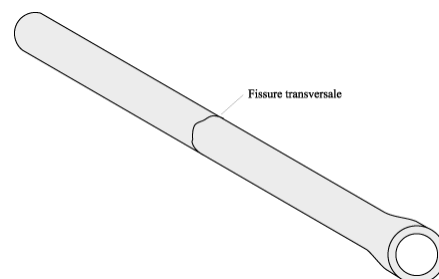
Ces fuites (ruptures) qui entraînent automatiquement des interventions sur le réseau, on l'appelle par la suite **défaillance**. Elles sont mise en évidence, soit parce qu'elles entraînent, au niveau de la chaussée, une inondation plus au moins importante, soit parce que l'on constate une augmentation brutale de la consommation de nuit. Dans ce cas on peut trouver l'endroit de la rupture avec précision ou de la fuite avec un jeu de vannes. Ces casses caractérisent un mauvais état de la conduite et une certaine fragilisation ; elles peuvent avoir lieu à la suite d'une corrosion dans le temps de la conduite reliée à un mouvement de sol ou une augmentation de la pression interne. Elles correspondent soit à une diminution de la paroi de la conduite, soit à la formation de trous. En général ces ruptures sont différentes selon le diamètre. En fonction du diamètre et du type de défaillances, **les ruptures transversales** ont lieu surtout sur les petits diamètres alors que les gros diamètres subissent plutôt **des ruptures longitudinales ou des piquages**. Elles peuvent également concerner les fuites au niveau des joints (pour les diamètres plus élevés) qui, en fonction de leurs importances, deviennent apparentes.



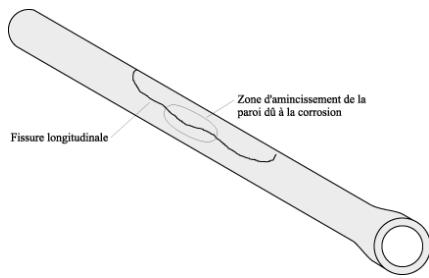
Une conduite ayant subi une rupture



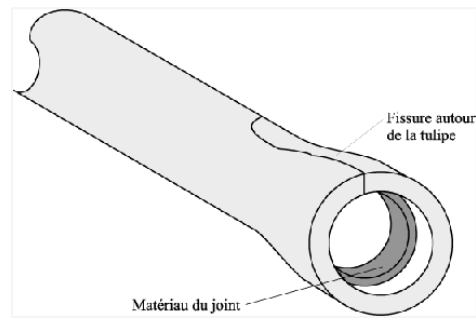
Différents types de ruptures des conduites d'eau potable (Eclatement)



Fissure transversale



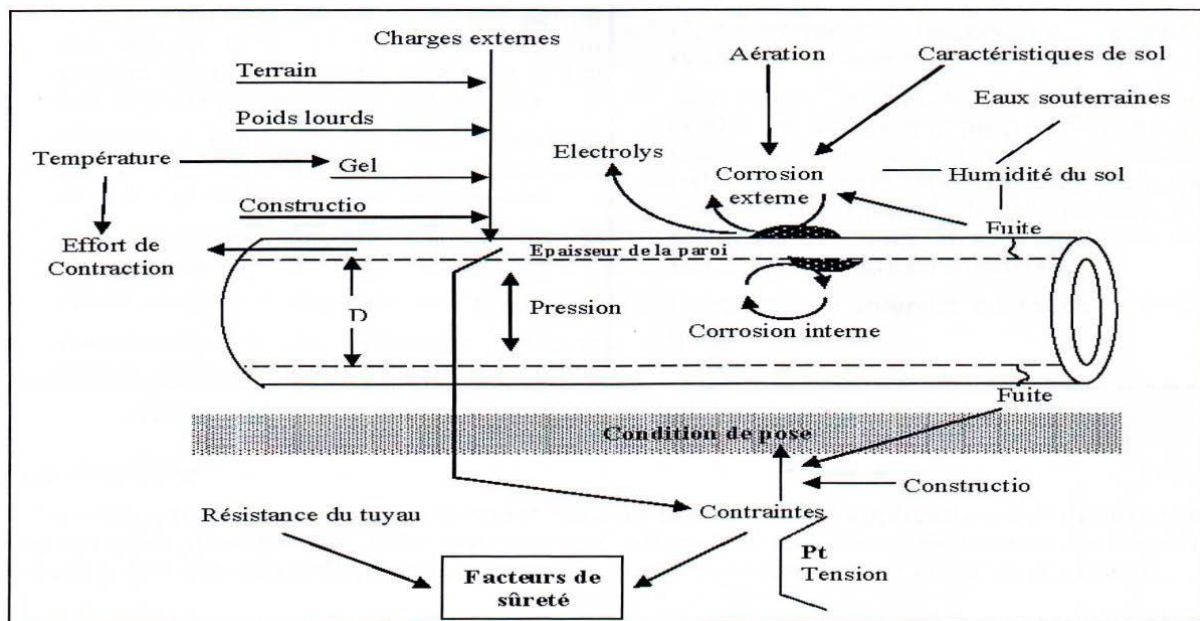
Fissure longitudinale



Fissure autour de la tulipe et joint

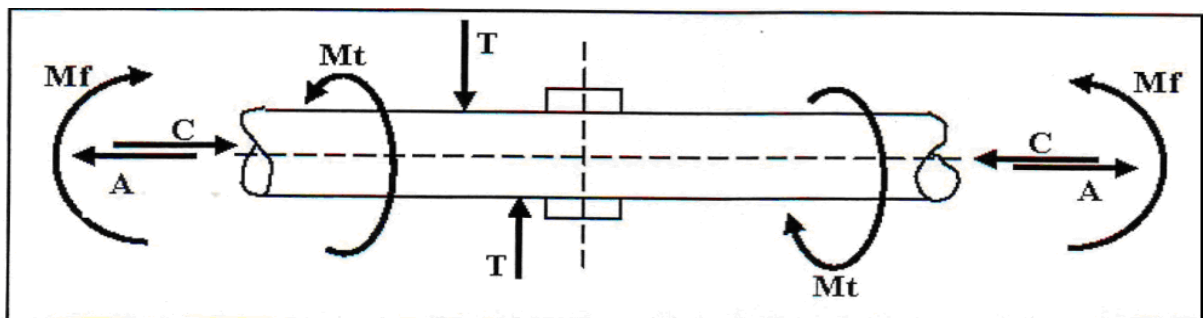
1.9. Causes des fuites Les fuites peuvent être dues aux plusieurs facteurs. Ils peuvent être répartis en groupes:

- Les éléments propres au type de la canalisation
- Les éléments liés à l'exploitation des réseaux
- Les éléments extérieurs aux réseaux.



Causes de l'affaiblissement d'une conduite d'eau potable

1.9.1. Les différentes contraintes qui agissent sur une canalisation :



Contraintes subis par une conduite d'eau potable

Mf : moment de flexion susceptible de provoquer une courbure de la canalisation.

Mt : moment de torsion susceptible de tordre la canalisation autour de son axe.

T : contrainte de cisaillement.

A : effort de traction axiale.

C : contrainte de compression. Ces contraintes peuvent être variées à cause de :

- * mouvement violent ou lent du sol,
- * transmission directe excessive de charges accidentelles en surface,
- * travaux de voiries.

1.9.2. Les éléments influençant l'apparition des fuites :

1.9.2.1. Les éléments propres à la canalisation :

La durée de vie d'une conduite dépend de son matériau constructif, de ses dimensions (diamètre, épaisseur de la paroi), de ses résistances aux efforts internes et externes qui s'y appliquent et du processus de corrosion qui se développe. * le diamètre ; * le matériau ; * le type de joint ; * La corrosion interne.

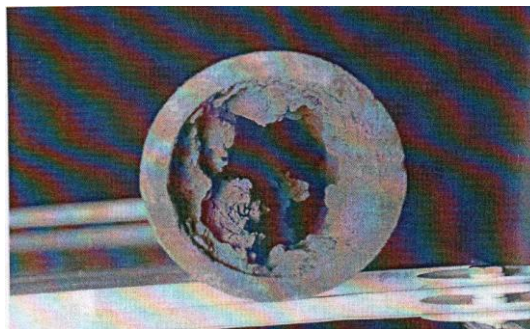
A- Le diamètre Le diamètre peut jouer un rôle important dans le mécanisme d'apparition des défaillances. Ainsi un petit diamètre est plus sensible aux efforts de traction. Les tuyaux de diamètre inférieur à 100mm ont presque toujours des ruptures transversales.

B- Le matériau Tout matériau de canalisation d'eau potable doit se conformer à certaines spécifications de telle sorte qu'on évite de détériorer la qualité de l'eau transportée et retarder au maximum le vieillissement du réseau.

C- Le type des joints Les joints sont conçus pour relier des tronçons de tuyaux. Ils doivent être placés entre des tuyaux alignés pour éviter leur détérioration prématurée.

D- la corrosion interne La corrosion est toujours le résultat de la présence simultanée de deux agents : le métal et le milieu corrosif qui est l'eau dans le cas de la corrosion interne. La corrosion interne est régie par nombreux facteurs:

- La vitesse de l'eau peut avoir une influence sur les zones de dépôt ;
- Quand le PH d'équilibre n'est pas atteint, l'eau est alors agressive favorisant cette corrosion qui est particulièrement importante pour les tuyaux en acier ;



Conduite subit une corrosion interne

Les principales conséquences de la corrosion interne sont la modification des diamètres des canalisations, la dégradation de la qualité de l'eau transportée et les capacités hydrauliques de la conduite.

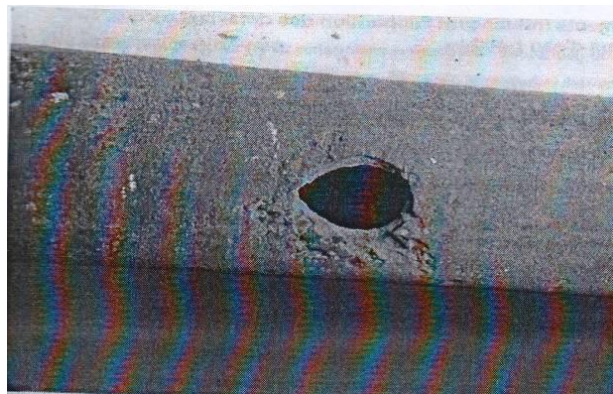
1.9.2.2. Les éléments extérieurs aux réseaux :

Les facteurs liés à l'extérieur de la canalisation sont :

A. La corrosion externe :

Elle correspond à l'échange d'ions entre le sol et la paroi de la conduite et peut avoir diverses origines:

- **Les courants vagabonds :** Ils sont générés par les installations électriques alimentées en courant continu, peuvent augmenter les risques de corrosion des canalisations. Ainsi une part importante de ces cas courants peut emprunter comme chemin de retour la canalisation en tant que conducteur, ce qui provoque une corrosion au niveau des points de sortie des courants.
- **L'hétérogénéité par contact :** Elle a lieu au niveau des raccords de canalisation de matériaux différents, ce qui peut entraîner une différence de potentiel importante et peut induire une pile de corrosion par contact. Pour interdire le passage du courant, il faut isoler les conduites au niveau des raccords.
- **L'hétérogénéité de surface :** Est la conséquence du non respect des conditions de pose. Un choc lors de pose, peut provoquer une altération surfacique ou une discontinuité locale et création d'un phénomène de pile électrique.
- **L'hétérogénéité du sol :** Lorsqu'une canalisation traverse des sols différents, il peut se créer une pile géologique dans laquelle la paroi de la canalisation se trouvant dans le terrain.



Conduite subit une corrosion externe par courant vagabonds

B. Les mouvements de sol et le trafic :

Il faut considérer le poids des voitures, des camions et leur fréquence de passage qui, en fonction de l'épaisseur et du type de sol qui recouvrent la conduite ainsi que du type de chaussée en surface (rigide ou souple), génèrent des problèmes de fatigue et de surcharge.

C. Les charges du terrain :

Sous l'appellation charges des terrains, on considère le poids des terres au-dessus de la conduite (d'où l'importance de la profondeur de pose de la canalisation). Ce poids variera d'un site à un autre en fonction de la teneur en eau et du type de matériaux constituant le sol.

1.9.2.3. Les éléments liés à l'exploitation des réseaux :

Les éléments liés à l'exploitation du réseau sont:

• La vitesse de l'écoulement

Une demande croissante en eau aura lieu une conséquence de l'augmentation de la vitesse de l'écoulement ce qui introduit une corrosion et génère des contraintes mécaniques excessives. A l'inverse une diminution ou décroissante aura pour conséquence relative des temps de séjour de l'eau dans les conduites, ce qui favorise la sédimentation et l'amorce de nouvelles formes de corrosion. La vitesse de l'eau dans les conduites doit être de l'ordre de 3m/s.

• La pression

Il faut que la pression chez l'utilisateur ne dépasse pas 4 bars. Au-delà de cette valeur, il y a risque d'apparition de désordres. A l'inverse la pression minimale à l'entrée doit être 1 bar.

• La température de l'eau

Le risque de la température se traduit dans les branches mortes du réseau, où l'eau peut stagner. Une rapide diminution de la température peut alors entraîner une contraction de la canalisation. Et une augmentation des contraintes longitudinale de traction. D'où une fragilisation des tuyaux.

• Les manoeuvres sur réseau

Le phénomène du coup de bélier est très violent et est dû à la circulation d'une onde de pression ou dépression dans les conduites suite à l'ouverture ou fermeture brusque d'une vanne; ou la coupure de l'alimentation en électricité ce qui engendre une coupure de pompage brusque. Ce phénomène peut fragiliser dangereusement les conduites.

1.10. Les manifestations des fuites :

Les symptômes des fuites peuvent être multiples tels que:

- ✓ Le non concordance des volumes mesurés sur les compteurs ;
- ✓ L'anomalie dans la distribution, bruits anormaux sur les réseaux ;
- ✓ L'affaissement des terrains ;
- ✓ La présence de végétation anormalement développée ;
- ✓ Les terrains humides par temps sec ;
- ✓ L'arrivée de l'eau claire dans les égouts ;
- ✓ La baisse anormale du niveau d'eau dans le réservoir ;

- ✓ L'humidité anormale sur la chaussée.

I.11. Campagne de mesures :

Une campagne de mesures doit être réalisée en certains points du réseau choisis judicieusement.

I.11.1. Localisation des points de mesure :

La sectorisation d'un réseau d'eau potable est basée sur la mesure des volumes mis en distribution sur chacune des zones définies. On utilise essentiellement des mesures de débit, de pression et des mesures de niveau.

L'implantation des points de mesures sera au minimum la suivante :

→ Débit :

- En sortie de captage, forage,....
- En sortie des points de stockage (réservoirs, château d'eau,...)

→ Niveaux :

- Réservoirs

→ Pression :

- En bout de réseau, points bas, points hauts,...

I.11.2. Démarche pour la campagne de mesures :

Des appareils enregistreurs de pression (data logger par exemple) seront installés sur les « x » points pendant une journée (minimum 24 heures) en utilisant les équipements divers du réseau : ventouse, vanne, bouche d'incendie branchement particulier, robinet extérieur, ...

Les niveaux des réservoirs et les débits des différentes ressources seront mesurés et enregistrés pendant la période de mesure (minimum une semaine).

Les débits et éventuellement la pression seront aussi mesurés sur les « x » points nodaux du réseau pendant une semaine au minimum.

L'analyse des résultats sera effectuée zone par zone, les données seront classées au minimum par heure.

Cette campagne de mesure se déroulera sous la responsabilité d'un ingénieur spécialisé et un agent de la collectivité assistera à sa réalisation.

Moyens mise en œuvre**Les moyens humains**

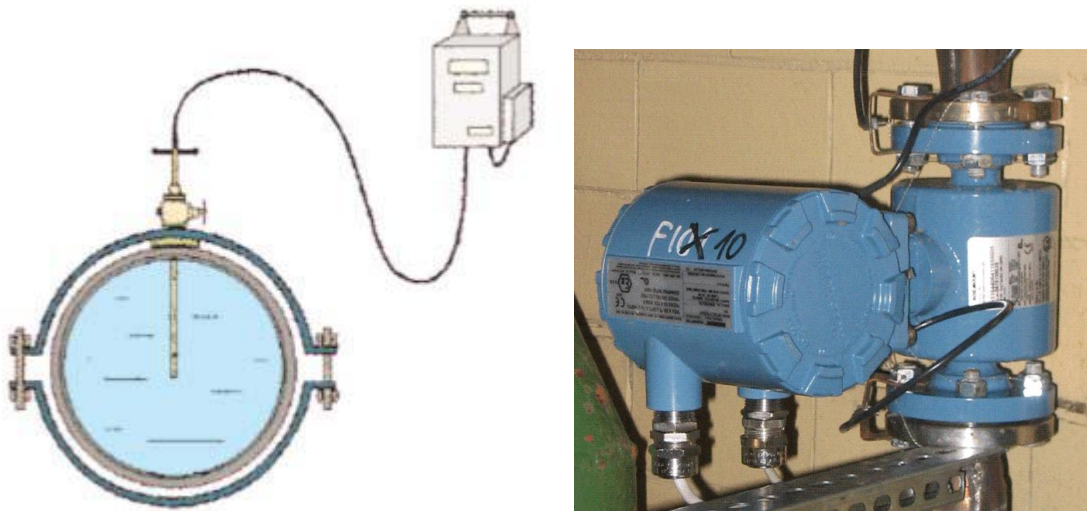
Le personnel doit avoir des compétences techniques dans différents domaines: l'hydraulique, l'électricité, l'électromécanique et l'électronique.

Le nombre d'agents composant l'équipe d'intervention dépend de l'importance du réseau, de la complexité de ses équipements et du budget annuel accordé au service.

Les moyens de mesure des débits

Les mesures et analyses de débit sont généralement effectuées à l'aide de débitmètres. Un débitmètre est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide (liquide ou gazeux). Selon le niveau du débit et la nature du fluide, le principe du débitmètre adapté est très variable:

- certains sont basés sur la mesure de la vitesse du fluide comme les anémomètres ; on utilisera dans ce cas un tube de Pitot, un débitmètre à turbine, un débitmètre à ultrasons.
- on peut également utiliser la mesure de la perte de charge (perte de pression) ou pression différentielle entre un repère en amont et un repère en aval, ceci à l'aide d'une plaque à orifice, d'une tuyère (comme dans le cas d'un débitmètre à tube de Venturi), d'un débitmètre électromagnétique, d'un débitmètre à effet vortex, ou d'un débitmètre à diaphragme, il existe aussi le débitmètre massique. Enfin, on peut utiliser le fluide pour entraîner quantitativement des dispositifs mécaniques mobiles : débitmètre à pistons, débitmètre à rotors, débitmètre à turbine.



Débitmètre électromagnétique

Les moyens de mesure des pressions

Lorsque le diagnostic intègre la modélisation du réseau, des mesures de pression sont associées aux mesures de débit et de niveau pour le calage du modèle mathématique. Les mesures de pression permettent toujours d'améliorer la connaissance du réseau.

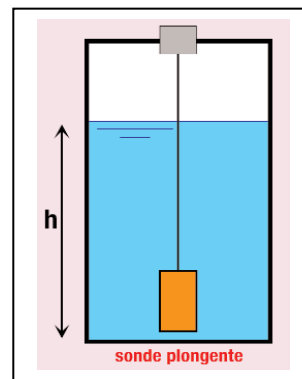
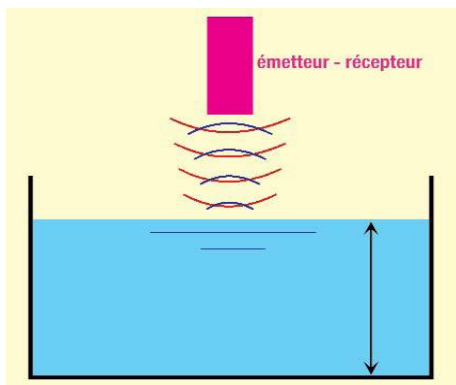
Les enregistreurs de débit-pression sont des appareils servant à stocker les valeurs des débits ainsi que celles des pressions acquises par les capteurs. Les enregistreurs de débit et pression sont très utiles pour le contrôle de ces deux paramètres notamment pour les domaines touchant les réseaux de distribution d'eau.



Enregistreurs débit-pression

Les moyens de mesures des niveaux d'eau

Ces mesures permettent d'observer la variation du volume des réservoirs, et donc de compléter les données sur les débits. Elles sont généralement mises en place sur tous les réservoirs et les bâches de stockage. On utilise des sondes à ultrasons ou des capteurs de pression. Ce type de mesure nécessite de connaître avec précision les dimensions des cuves et en particulier la variation du volume en fonction du niveau.



VEGABAR 66

Le VEGABAR 66 est un capteur de pression hydrostatique pendulaire pour la mesure de niveau dans des forages ou puits de sondage. L'élément de capteur est une cellule de mesure CERTEC® complètement encapsulée et équipée d'une membrane céramique arasante résistante à l'abrasion.

Les moyens de recherche des fuites

Les fuites proviennent essentiellement d'une mauvaise étanchéité des canalisations et de leurs accessoires. Les facteurs de risques sont multiples. Parmi les principales causes de fuites, on retiendra :

- les conditions de pose : choix des matériaux, techniques de raccordement, soin apporté à la réalisation des travaux,
- la nature du terrain : remblai, acidité et stabilité des sols,
- la qualité de l'eau : agressivité naturelle,
- les conditions hydrauliques : pression excessive, variation de pression, coup de bélier, air dans les conduites,
- l'âge des conduites,
- l'environnement du réseau : circulation automobile, chantiers, courants vagabonds,...
- la densité des accessoires de robinetterie, de fontainerie et de branchements,
- les variations de température : gel, dégel.

La localisation des fuites

Pour localiser précisément les fuites, on utilise différentes méthodes mises en œuvre, en général, par étapes successives. A partir d'un secteur jugé douteux (cf. étape précédente du diagnostic), on essaye d'identifier le tronçon fuyard (pré localisation) puis on détermine la position précise de la fuite (localisation).

Les outils et les méthodes mis en œuvre sur le terrain sont basés soit sur la quantification, soit sur des approches acoustiques.

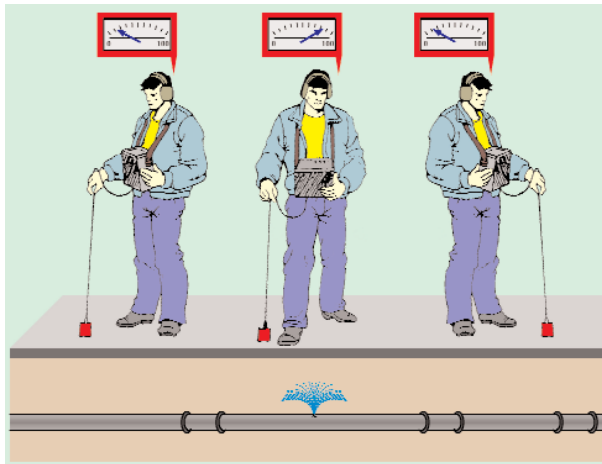
L'eau sous pression qui s'échappe par une défectuosité de la conduite génère des vibrations acoustiques. Ces bruits, dont la fréquence varie de quelques hertz à quelques kilohertz selon les caractéristiques de la fuite et de la canalisation, se propagent à grande vitesse à la fois sur la conduite (sur de longues distances) et dans le sol (sur des distances de quelques mètres le long du tracé de la conduite). Il s'agit donc d'écouter, d'enregistrer et d'analyser ces bruits.

La localisation précise des fuites**• Les amplificateurs électroniques**

Ces détecteurs, beaucoup plus sensibles que les amplificateurs mécaniques sont composés de trois éléments principaux : un capteur (microphone), un récepteur (traitement du signal) et un signal de sortie.

Le capteur "microphone" transforme les vibrations mécaniques en courants électriques de faible intensité. Ces signaux sont amplifiés et traités électroniquement par le boîtier récepteur.

Deux sorties (galvanomètre ou barre graphe et casque) permettent à l'opérateur d'apprécier le bruit de fuite.



CONSEQUENCES ASSOCIEES A LA DEGRADATION DU RESEAU

L'apparition de dégradations ponctuelles ou récurrentes témoigne d'une défaillance dans le réseau de distribution d'eau. Les répercussions sont variées et peuvent entraîner risques sanitaires ou simples désagréments auprès des abonnés, ruptures, percements, fuites, ...

Il est donc primordial d'avoir une connaissance de l'ensemble de ces phénomènes pour pouvoir prétendre à une identification précise sur le terrain.

1. Dégradation de la qualité de l'eau

1.1. Phénomène de corrosion

La corrosion touche entre le quart et la moitié des canalisations, en particulier les anciennes canalisations en fonte grise et en acier non revêtues.

1.1.1. Corrosion interne :

Liée à la qualité de l'eau et à ses différentes caractéristiques la corrosion interne peut provenir :

- du pH, du taux d'oxygène dissous, de l'écart par rapport à l'équilibre calcocarbonique ;
- de l'oxydation d'ions ferreux en ions ferriques

principalement avec une eau douce, acide ou désaérée. Une coloration noire de l'eau



Photographie n°1. Conduite de diamètre 80 mm ayant subi des dépôts ferriques de corrosion interne

est liée à la présence de manganèse.

Ce phénomène, qui génère une eau rouge et des dépôts, est fréquemment constaté sur les conduites en fonte grise et en acier non revêtues.

- du développement d'un biofilm bactérien sur les parois affectant inévitablement tous les types de conduites.

De plus, la corrosion des conduites et la formation de dépôts sont favorisées :

- par une stagnation de l'eau dans le réseau, notamment dans les conduites en antenne, les zones soumises aux variations saisonnières importantes de population et les canalisations surdimensionnées
- par une turbidité et des concentrations en ions métalliques élevées.

Des risques de contamination sont à craindre lorsque le biofilm se développe ou lorsqu'une plus forte consommation de chlore est enregistrée.

Ces phénomènes de corrosion interne peuvent entraîner une diminution du diamètre intérieur de la paroi liée à l'existence de dépôts et une fragilisation de la structure interne de la canalisation.

1.1.2. Corrosion externe :

La corrosion externe correspond à un échange d'ions entre le sol et la paroi de la conduite, avec des origines diverses telles que :

- les courants « *vagabonds* » du sol, générés par la proximité d'installations électriques en courant continu (voies de chemin de fer, tramways, ouvrages miniers,...), augmentent les risques de corrosion des canalisations métalliques qui sont d'excellents conducteurs.

En l'absence de protection, le phénomène de corrosion externe est accéléré ;

- l'hétérogénéité du sol : plus la texture du sol est fine, plus il retient l'eau et plus la corrosion est importante.
- l'hétérogénéité de surface : lors de mauvaises conditions de pose des canalisations, une partie de la pellicule superficielle d'oxyde peut être enlevée, entraînant une discontinuité et la création d'un phénomène de pile électrique;
- l'hétérogénéité de contact : la présence de différents métaux, soit au niveau des raccordements de canalisation, soit au niveau des colliers et des vannes des branchements peut aussi générer des phénomènes de pile électrique.

En outre, le phénomène de corrosion peut interagir avec d'autres faits gênants - l'entartrage, la prolifération et fixation bactérienne dans les réseaux - qui aggravent souvent l'attaque des matériaux.



Photographie n°2. Conduite de diamètre 80 mm ayant subi une corrosion externe localisée

1.2. Phénomène d'entartrage (précipité)

Le transport d'une eau incrustante peut provoquer un entartrage des conduites. La formation de ces dépôts calcaires a des conséquences internes sur la qualité de l'eau et sur son écoulement par réduction de la section utile de la conduite.

1.3. Les phénomènes biologiques

L'eau traitée produite dans les stations de traitement d'eau potable par le réseau jusqu'aux usagers n'est jamais stérile. On parle d'ailleurs de désinfection et non de stérilisation

Un certain nombre de microorganismes est introduit dans le réseau (pour les germes totaux, le niveau guide est par exemple de 10 germes / ml pour un dénombrement à 37° C) :

→ d'une part, parce que les procédés physico-chimiques classiques de traitement ne permettent pas d'assurer une élimination totale des microorganismes ;

→ d'autre part, parce que diverses situations d'exploitation en usine peuvent conduire à des relargages (mauvais rinçage des filtres, distribution des premières eaux produites par la filtration après lavage...).

A l'intérieur du réseau, ces bactéries qui ont été seulement blessées ou stressées par les opérations de traitement de l'eau, peuvent se réanimer ou se réparer en fonction de paramètres tels que la température, les nutriments présents et bien sûr le temps.

Par ailleurs, dans le réseau, certains points offrent des voies d'entrée à la contamination par des microorganismes. C'est le cas des réservoirs où l'eau est en contact avec l'air, et où les orifices mal protégés peuvent permettre le passage de poussières ou d'insectes apportant des contaminations.

Les interventions sur le réseau (réparations, branchements), les fuites (en cas de dépression) et les accidents tels que des retours d'eau ou des cassures peuvent également être responsables de l'introduction de microorganismes dans le réseau.

La biomasse libre dans le réseau se fixe sur les parois des canalisations, qu'elle soit morte ou vivante et constitue un premier support pour le développement de couches supérieures plus actives. Si ces organismes rencontrent des conditions ambiantes satisfaisantes, le développement du biofilm peut avoir lieu.

On peut définir simplement le biofilm comme l'ensemble des micro-organismes et de leur sécrétion macroléculaires présents sur la surface interne de la conduite. Le biofilm est cependant, un système dynamique où s'installe une chaîne alimentaire complexe (cf schéma cidessous).

Cet habitat est le lieu privilégié de métabolisme, reviviscence (à partir d'une spore, par exemple), croissance et mort (avec un recyclage des nutriments).

2. Défaillances du régime hydraulique

2.1. Diminution de la capacité de transport

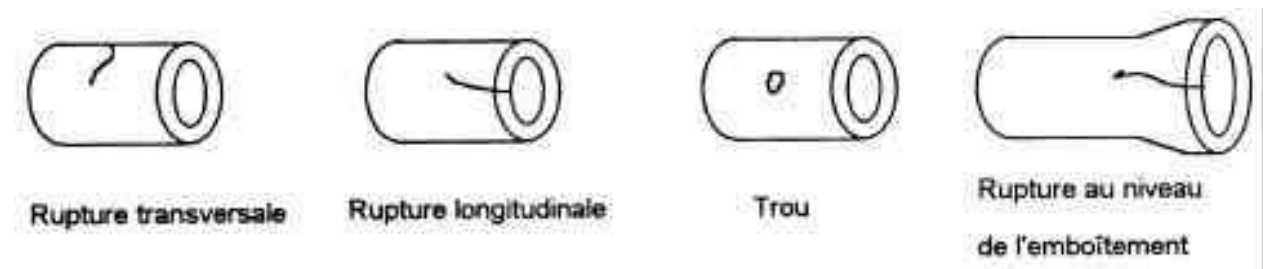
La réduction du diamètre et/ou l'augmentation de la rugosité réduisent les capacités hydrauliques du réseau.

Cette défaillance est engendrée par l'entartrage calcaire sur les conduites sans revêtement interne, mais aussi par l'apparition de protubérances corrosives, responsables également de chutes de pression.

2.2. Fuites

Les ruptures de canalisations peuvent être provoquées par :

- une action combinée de la corrosion sur la conduite et de mouvements de sols ;
- une augmentation de la pression interne ;
- une action violente dans le tuyau : coup de bélier, par exemple.



Ces ruptures de conduites peuvent occasionner des dommages plus ou moins sévères, tels que :

- inondations chez un particulier ou perturbations du trafic routier ;
- coupure d'eau ;
- déstabilisation du lit de pose ;
- plaintes des abonnés.

Chacune des défaillances hydrauliques, évoquées précédemment, engendre inéluctablement :

- un accroissement de la production ;
- des pertes d'énergie par l'augmentation des temps de pompage ;
- des interventions sur le réseau.