

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-



جامعة باجي مختار- عنابة

ANNABA

Faculté des sciences de l'Ingéniorat

Département d'Hydraulique

## MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Technique

Filière : Hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

### THEME

**Diagnostic, Méthode de recherche et Réparation**

**des Fuites :**

**Cas du Réseau d'A.E.P de la commune Lac des Oiseaux**

**Présenté par :**

GACEMI Nour El Houda

**Dirigé par :**

Pr AMARCHI Hocine

**Jury de soutenance :**

- |               |     |              |        |                           |
|---------------|-----|--------------|--------|---------------------------|
| - président : | Pr  | BENABDSSELAM | Tamara | U – Badji Mokhtar- ANNABA |
| -Encadreur:   | Pr  | AMARCHI      | Hocine | U – Badji Mokhtar- ANNABA |
| - Examineur : | MCB | DJEDAOUNE    | Amel   | U – Badji Mokhtar- ANNABA |

Promotion : Juin 2020

# DEDICACE

JE DEDIE CE TRAVAIL A MA CHERE MAMAN QUI A  
TOUJOURS CRU EN MOI

*Gacemi nour el houda*

## REMERCIEMENTS

JE TIENS A EXPRIMER TOUTE MA  
RECONNAISSANCE A MON DIRECTEUR DE  
MEMOIRE MONSIEUR AMARCHI HOCINE

JE LE REMERCIE DE M'AVOIR ENCADRER,  
ORIENTER, AIDER ET CONSEILLER.

JE REMERCIE EGALEMENT TOUTE L'EQUIPE  
PEDAGOGIQUE DE L'UNIVERSITE DE BADJI  
MOKHTAR ANNABA.

ENFIN, JE TIENS A REMERCIER LA DIRECTION  
D'HYDRAULIQUE D'ANNABA (MONSIEUR FATHI ET  
MADAME DALEL) POUR LEURS PRECIEUSE  
INFORMATION ET CONSEILS.

# Résumé

Le réseau d'eau potable a pour fonction de base de délivrer de façon continue de l'eau de bonne qualité et avec une quantité suffisante. Néanmoins cette fonction qui paraît simple, demande à l'exploitant de veiller sur le réseau en raison des dégradations qu'il peut subir au cours du temps. Ces dégradations peuvent surgir à différents endroits (sur les organes du réseau et sur les conduites). Les conduites d'eau potable qui constituent la plus grande partie du réseau, doivent assurer:

1. le transport de l'eau avec une pression et un débit suffisants,
2. la fourniture d'eau avec une qualité répondant aux normes en vigueur,
3. la continuité de la distribution.

Ces fonctions peuvent s'altérer dans le temps en raison de l'apparition des fuites qui engendrent des pertes d'eau. Des efforts doivent alors être consentis pour détecter et localiser les fuites. Les fuites engendrent des pertes qui peuvent être de deux types:

-Les pertes en adduction qui surviennent dans le cas où il y a des transferts d'eau très importants, entre la production et la mise en distribution

-Les pertes en distribution qui correspondent à la différence entre le volume d'eau distribué et le volume d'eau consommé.

Mots clés : réseau, eau potable, fuites, diagnostic.

## Abstract

The basic function of the drinking water network is to continuously supply good quality water in sufficient quantity. However, this function, which seems simple, requires the operator to watch over the network because of the damage it may suffer over time. These degradations can arise in different places (on the organs of the network and on the pipes). The drinking water pipes which constitute the largest part of the network must ensure:

1. Transport of water with sufficient pressure and flow
2. The supply of water with a quality that meets the standards in force

### 3. Continuity of distribution.

These functions may deteriorate over time due to the appearance of leaks which cause water losses. Efforts must then be made to detect and locate the leaks. Leaks generate losses which can be of two types:

-The losses in adduction which occur in the case where there are very important transfers of water, between production and distribution.

-Distribution losses which correspond to the difference between the volume of water distributed and the volume of water consumed.

Key Words : network ,drinking water, leaks, diagnosis

## ملخص

تتمثل الوظيفة الأساسية لشبكة مياه الشرب في توفير مياه جيدة النوعية بكميات كافية باستمرار. ومع ذلك ، فإن هذه الوظيفة التي تبدو بسيطة تتطلب من المشغل المراقبة عبر الشبكة بسبب الضرر الذي قد يعاني منه بمرور الوقت. يمكن أن يحدث هذا التحلل في أماكن مختلفة (على أعضاء الشبكة وعلى الأنابيب). يجب أن تضمن أنابيب مياه الشرب التي تشكل الجزء الأكبر من الشبكة ما يلي:

1. نقل المياه بضغط وتدفق كافيين

2. إمداد المياه بجودة تفي بالمعايير المعمول بها

3. استمرارية التوزيع

قد تتدهور هذه الوظائف بمرور الوقت بسبب ظهور التسريبات التي تتسبب في فقد الماء. ثم يجب بذل الجهود للكشف عن التسرب وتحديد موقعه. تتسبب التسربات في خسائر يمكن أن تكون من نوعين:

- خسائر الجمع التي تحدث في حالة وجود تحويلات مهمة للغاية للمياه بين الإنتاج والتوزيع

- خسائر التوزيع التي تتوافق مع الفرق بين حجم المياه الموزعة وحجم المياه المستهلكة.

الكلمات المفتاحية : شبكة ، مياه شرب ، تسريبات ، تشخيص.

# Liste de tableau

# ***Liste des Tableaux***

Tableau II.1 : Moyenne, max et min des Températures mensuelles en (°C) enregistrées à la station d'El Kala (1999-2010) .....	40
Tableau II.2 : Humidité Relative Moyenne mensuelle de l'air enregistré à la station d'El Kala (1999-2010) .....	41
Tableau II.3 : Moyennes mensuelles de la vitesse de la vente enregistrée à la station d'El Kala (1984-1990) .....	43
Tableau II.4 : Nombre de la population et des habitations ainsi que le taux d'occupation par logement de la localité du Lac d'oiseaux .....	44
Tableau II.5 : Le taux de la population disposant d'un piquage d'alimentation en eau potable et celle raccordée au réseau d'assainissement, de la localité du Lac des Oiseaux .....	44
Tableau II.6 : L'agglomération du Lac des Oiseaux .....	45
Tableau II.7 : Agglomération de secteur de l'éducation de la localité du Lac des Oiseaux .....	45
Tableau II.8 : Résultats de calcul de population de future.....	46
Tableau II.9 : La base de calcul la dotation illustrées.....	47
Tableau II.10:Les calculs de débits moyen journalier.....	47
Tableau II.11: Les valeurs de Bmax .....	49
Tableau II.12 : Les calculs de débits max journalier.....	49
Tableau IV.1 : Référentiel de l'IPA.....	69
Tableau IV.2 : Conditions d'application des technique de réparation .....	88
Tableau IV.3 : Etapes de réparation .....	89
Tableau IV.4 : Champs d'utilisation .....	91
Tableau IV.5 : Coûts.....	93

# ***Liste de figure***

# ***Liste des Figures***

Figure I.1 : Cause de l'affaiblissement d'une conduite d'eau Potable.....	21
Figure I.2 : Fuite dans la conduite a causé vieillissement des joints.....	24
Figure I.3 : Une conduite ayant subi de tartre, rouille, calcaire de corrosion interne.....	25
Figure I.4 : Conduite de diamètre 80 mm ayant subi une corrosion externe localisée.....	26
Figure I.5 : Une conduite ayant subi en rupture en fonte .....	26
Figure I.6 : Quelques origines des pertes dans les réseaux d'eau potable .....	28
Figure I.7 : Schéma général d'alimentation en eau potable .....	29
Figure I.8 : Schéma de traitement .....	31
Figure I.9 : Station de pompage .....	33
Figure I.10: Réseau ramifié.....	35
Figure I.11: Réseau maillé .....	36
Figure II.1 : Délimitations administratives des communes de la wilaya d'El Tarf .....	36
Figure II.2 : Température moyenne mensuelle .....	41
Figure II.3 : Humidité moyenne mensuelle .....	42
Figure II.4 : Variation de la vitesse mensuelle du vent .....	43
Figure III.1: Station de pompage Lac des Oiseaux .....	51
Figure III.2 : Dégradation du béton armé .....	52
Figure III.3 : Fissurations .....	52
Figure III.4 : Conduite de distribution en PEHD, DN 160mm/ Conduite de refoulement vers le R1000M <sup>3</sup> , en PEHD.....	54

Figure III.5 : Dégradation de l'enrobage de la conduite en Acier .....	54
Figure III.6 : Conduite PVC à joint DN250 mm Tronçon de la conduite, déterrée .....	55
Figure III.7 : Fuite sur la conduite PVC à joint DN250 mm .....	55
Figure III.8 : La grande partie des regards de vannes de sectionnement nécessitent des travaux de réfection .....	58
Figure III.9 : Des regards de sectionnement se trouvent dans un état de dégradation .....	59
Figure III.10 : Les regards de vanne du réseau d'AEP de la cité Zoubia Mabrouk qui sont réalisés récemment (en 2006) sont en bon état .....	59
Figure IV.1 : Exemple de synoptique de la sectorisation d'un réseau .....	72
Figure IV.2 : Méthode de base de gestion des fuites .....	74
Figure IV.3 : Exemple de représentation de sous-secteurs de quantification nocturne.....	76
Figure IV.4 : Débits mesurés lors d'une opération de quantification Nocturne .....	77
Figure IV.5: Photographie de pré-localisateurs acoustique.....	78
Figure IV.6 : Détection de fuite d'eau par gaz traceur.....	80
Figure IV.7 : Gaz traceur .....	81
Figure IV.8 : Méthode de recherche par caméra infrarouge.....	84
Figure IV.9 : Recherche de fuite d'eau avec colorant de type Fluorescéine.....	85
Figure IV.10: Inspection vidéo par caméra endoscopique .....	86

# **Table de matière**

# ***Table de matières***

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction générale.....17

## Chapitre I : Etude bibliographique

I.1.introduction.....19

I.2.les fuites d'eau.....19

I.2.1.DéfinitiodeFuite.....19

I.2.2.Types de fuite.....19

I.2.3.Cause des fuites.....21

I .2.4.Les facteurs de fuites.....21

I.2.4.1.les facteurs liés à l'exploitation du réseau.....22

I.2.4.2.Les facteurs propres à la canalisation.....25

I.2.4.3.Les facteurs liés à l'environnement de la canalisation.....27

I.2.5.Effets des fuites.....28

I.2.6.Les pertes.....29

I.3.Présentation d'un système d'alimentation en eau potable.....29

I.3.1.Captage d'eau.....31

I.3.2.Le traitement.....31

I.3.3.Les conduites d'adduction.....32

I.3.4.Pompage.....	33
I.3.5.Réservoir et Stockage.....	33
I.3.5.1.Rôle du réservoir.....	34
I.3.5.2.Canalisation.....	34
I.3.6.Les réseaux de distribution.....	36
I.4.Méthodologie de diagnostic.....	36
I.5.Conclusion.....	38

## Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

II.1.Localisation géographique.....	39
II.2.Le climat de région d'étude .....	40
II.2.1.Températures .....	40
II.2.2. Humidité .....	41
II.2.3.Le vent .....	42
II.3.Monographie et situation socio-économique .....	44
II.3.1.Population et habitations .....	44
II.3.2.Equipements et infrastructures .....	44
II.4.Estimation des besoins en eau actuel et future .....	46
II.4.1.Evolution de la population.....	46
II.4.2.Débits moyens journalier .....	46
II.4.3.Besoins des équipements .....	47
II.4.4.Pertes.....	47
II.4.5.Débit maximal journalier.....	48

II.4.6.Débit maximal horaire.....	48
II.5.Conclusion.....	49

### Chapitre 3 : diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable

III.1. Introduction.....	50
III.2.Les stations de pompage.....	50
III.2.1.La station de pompage M'kimen.....	50
III.2.2.La station de pompage Lac des Oiseaux.....	50
III.3.Les ouvrages de stockage.....	51
III .3.1.Diagnostic et vérification de les ouvrages de stockages.....	52
III.4.Diagnostic sur les adductions.....	53
III.5.Les réseaux de distributions.....	56
III.6.Conclusion.....	60

### Chapitre 4 : réduction des pertes d'eau de réseau d'eau potable

IV.1.Introduction.....	61
IV.2.Volume du réseau et indicateurs de pertes.....	61
IV.2.1.Volume de réseau AEP.....	62
IV.2.2.Indicateurs annuels de pertes.....	62
IV.2.2.1.RPQS.....	62
IV.2.2.2.Indicateurs annuels de pertes, IWA.....	64
IV.2.3.Autres indicateurs.....	68

IV.3.Sectorisation.....	70
IV.3.1.Principe de la sectorisation.....	70
IV.3.2.Conception des secteurs.....	70
IV.3.3.Représentation des secteurs.....	72
IV.3.3.1Synoptiques.....	72
IV.4.Actions de lutte contre les fuites.....	73
IV .4.1.Leviers d’actions.....	73
IV.4.2.Recherche active.....	75
IV .4.2.1.Techniques de pré-localisation des fuites.....	75
IV .4.2.2.Techniques de localisation des fuites.....	79
IV .4.2.3.Méthodes modernes.....	84
IV.5.Réparation des fuites.....	87
IV .5.1.Champs d’utilisation.....	88
IV .5.2.Mise en œuvre.....	88
IV .5.3.Sécurité.....	89
IV .6.Régulation des pressions et protection du réseau.....	90
IV .6.1.Réduction de pression.....	90
IV .6.2. Champs d’utilisation.....	90
IV .6.3. Moyens humains.....	92
IV .6.4. Organisation.....	92
IV .6.5.Impacts de l’action.....	92
IV .6.7. Modulation de pression.....	93

Conclusion générale.....94

Bibliographie

# Introduction général

L'Algérie dispose de ressources naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. A l'exception des eaux fossiles du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles sont principalement situées dans le Nord du pays. 90 % de la totalité des écoulements superficiels (estimée à 12,4 milliards de m<sup>3</sup>/an) se trouvent sur la région littorale (7 % de la superficie du territoire), les 10 % restant se partageant entre les Hauts Plateaux et les bassins sahariens.

La demande globale en eau a considérablement et rapidement augmenté. Multipliée par 4 au cours des quarante dernières années, elle dépasse actuellement plus de la moitié du volume des ressources potentiellement mobilisables. A ce rythme, la limite maximum du potentiel hydraulique sera atteinte avant 2050. Dans ce contexte, une forte concurrence se développe entre les grands secteurs d'utilisation, se surajoutant aux déséquilibres de disponibilités de ressources entre les régions, et rendant de plus en plus difficiles les arbitrages de répartition. La part que prend l'alimentation en eau potable s'est considérablement accrue en volume et en proportion. De 16 % de la consommation globale en 1975, elle est passée à 35 % actuellement. Durant la même période, la part de l'eau agricole a chuté de 80 % à 60 %, celle de l'industrie restant égale à 3,5 %. L'alimentation en eau potable a acquis une nette priorité par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau.

L'eau potable représente une ressource essentielle, tant pour la santé humaine que pour le développement de nos entreprises et institutions. L'eau potable requiert un traitement des suivis et des analyse, une certification, elle exige également un entretien sérieux des conduites et des équipements de production et de distribution.

L'eau potable est transportée dans des canalisations fermées et généralement enterrées. Avec le vieillissement - lié aux caractéristiques des canalisations et de leur environnement -, les performances hydrauliques et la qualité d'eau diminuent, les pertes d'eau et les casses augmentent et peuvent provoquer des dégâts important.la réduction des fuites sur les réseaux d'eau potable, constitue un enjeu pour les gestionnaires et s'avère très complexe à gérer, en raison de

L'interaction de différents facteurs .ils sont liés à la canalisation et à l'environnement dans lequel.

Dans l'étude qui suit nous allons faire un diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la région de lac des oiseaux, le but de cette étude est de trouver des solutions possibles au problème des fuites d'eau

Le travail a été scindé en quatre chapitres

Chapitre 1 : Etude bibliographique

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

Chapitre 3 : diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable

Chapitre 4 : réduction des pertes d'eau de réseau d'eau potable

# Chapitre I : Etude Bibliographique

## I.1.Introduction :

Un réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP), constitué de canalisations et d'ouvrages, se dégrade plus ou moins rapidement en fonction de différents paramètres. Ces derniers sont liés à la nature des conduites, de l'eau captée et de l'environnement. Le temps et ces paramètres contribuent à la dégradation de la conduite. Avec l'âge, le réseau subit des ruptures, des fuites, et des dégradations de la qualité de l'eau. Ainsi, la connaissance de tous ces facteurs et la description de l'ensemble du réseau permettent d'analyser l'état de celui-ci et de prévenir les causes de sa dégradation.

La réalisation d'un diagnostic d'un réseau AEP permet d'établir une analyse fine Des réseaux d'adduction et de distribution afin de pérenniser la production et la distribution de l'eau.

## I.2.Les fuites d'eau :

### I.2.1.Définition de Fuite :

Ce sont des pertes physiques de quelques quantités d'eau, mais qui n'empêchent pas le fonctionnement normal du réseau.

Les fuites sont généralement localisées dans les joints, les vannes, les raccordements, les points de jonction entre deux éléments ou dans le corps même de la conduite.

### I .2.2.Types de fuite :

-les fuites : ce sont tous les événements entraînant une réparation sur les conduites, les branchements,

- les fuites sur tuyau

- les fuites sur joints

- les fuites sur conduites

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 visible ou non.

Elle donc classées en deux types :

-les fuites diffuses

-les fuites apparentes

**\*Les fuites diffuses :**

Les fuites diffuses sont dues à une fragilisation du tuyau à cause de la corrosion qui se traduit par de petites ouvertures et à la détérioration des joints qui deviennent poreux. Une forte augmentation de leur nombre peut avoir une incidence directe sur le réseau et diminuer le rendement.

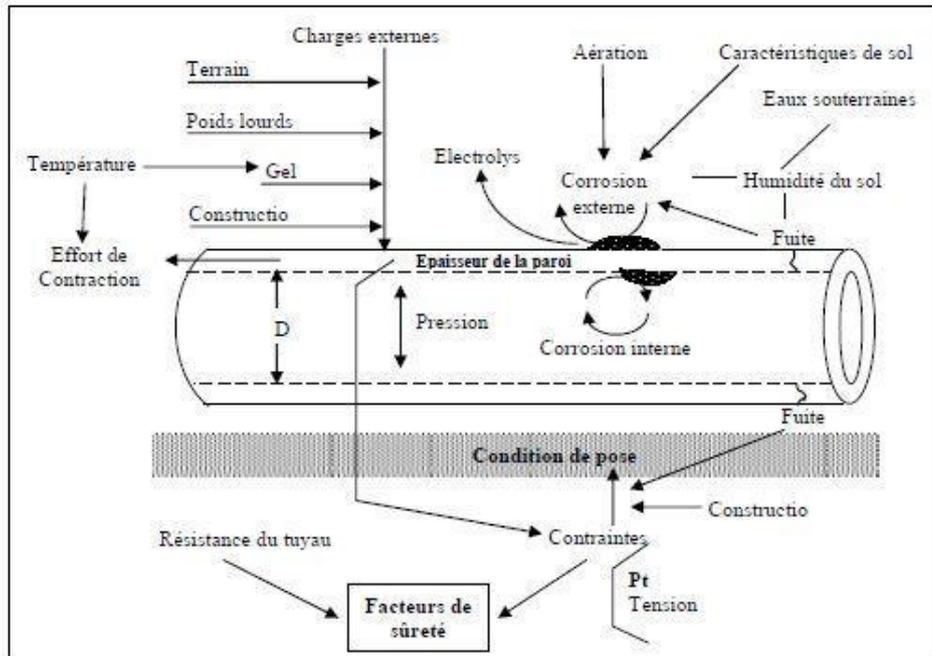
**\*Les défaillances ou fuites apparentes :**

Ces fuites sont celle qui entraîne automatiquement une intervention sur le réseau.

Elles sont mises en évidence parce qu'elles entraînent une inondation importante sur la chaussées. Ces fuites sont dues à l'action combinées de la corrosion sur la conduite et des Mouvements du sol (séisme, travaux,...).

**I .2.3.Cause des fuites :**

- Rupture ou mauvaise étanchéité des conduites
- Joints détériorés ou mal exécutés
- Corrosion
- Glissements de terrains
- Excès de pression



**Figure I.1:** Cause de l'affaiblissement d'une conduite d'eau potable

## I .2.4.Les facteurs de fuites :

Les fuites peuvent être dues à plusieurs facteurs. Ils peuvent être répartis en trois groupes :

- Les facteurs liés à l'exploitation du réseau
- Le facteur propre à la canalisation
- Le facteur liés à l'environnement dans lequel se trouve la canalisation

### I .2.4.1.les facteurs liés à l'exploitation du réseau :

#### a) La vitesse d'écoulement :

-les pratiques de consommation des clients sont considérées comme un facteur lié à l'exploitation du réseau.

-la vitesse de l'eau dans les conduites doit être de l'ordre de 3 m/s.

#### b) La pression :

La pression disponible varie entre 2 et 10 bars suivant le réseau. Toutefois, il est admis que la pression maximale chez l'utilisateur ne doit pas dépasser 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 de 1 bar .par exemple : pression excessive, variation de pression, coup de bélier.

#### c) La température de l'eau :

En général, la température de l'eau dans le réseau varie très peu, même dans des régions à périodes de froid importantes. Le risque le plus important de variation de température a lieu dans les branches mortes du réseau, où l'eau peut stagner.

#### d) La nature de l'eau :

La nature de l'eau peut être un facteur très important de corrosion interne de la canalisation.

Des indirections eau-conduite peuvent se traduire simultanément par une dégradation de la qualité de l'eau et par une corrosion de l'état intérieur des conduites, de nombreux facteurs physiques, chimiques, électrochimiques et biologique peuvent être à l'origine de la dégradation et de corrosion interne, simultanément ou successivement (Agressivité naturelle).

#### e) La variation des conditions d'exploitation :

Une augmentation de la charge hydraulique peut avoir lieu, suite à une modification du régime hydraulique, telle que le passage d'une adduction gravitaire à une alimentation sous pression ou la réduction de section due à une réhabilitation de canalisation, ( la densité des accessoires de robinetterie, de fontainerie et de branchement, ....).

### I.2.4.2.Les facteurs propres à la canalisation :

La durée de vie d'une canalisation dépend de son matériau constructif, de ses dimensions (diamètre, épaisseur de la paroi,.....) de sa résistance aux efforts internes et externes qui s'y appliquent et du processus de corrosion qui se développe.

Les facteurs propres à la canalisation sont :

#### a) Le diamètre :

Les diamètres nominaux des conduites en fonte ou en béton sont généralement les diamètres intérieur alors que les diamètres nominaux des conduites en en PEHD ou en PVC sont généralement les diamètres extérieurs.

Donc, 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 100 mm 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'il évite de détériorer la qualité de l'eau transportée et au maximum le vieillissement du réseau.

#### c) Le type de joints :

Les joints sont conçus pour relier des tronçons de tuyau ils doivent être placés entre des tuyaux alignés pour éviter leur détérioration prématurée.

Un joint peut être :

- coulé au plomb
- soudé
- collé
- verrouillé
- mécanique
- automatique

Donc, il existe différents type de joint. Les joints les plus utilisés pour relier les conduites enfouies dans le sol sont les joints mécaniques.



**Figure I.2** : Fuite dans la conduite a causé Vieillesse des joints

d) La corrosion interne :

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

Si l'équilibre calco-carbonique de l'eau n'est pas atteint, il se produit soit une diminution d'épaisseur de la paroi de la canalisation (eau agressive), soit une diminution de la section de la canalisation (eau incrustante).



**Figure I.3** : une Conduite ayant subi de tartre,rouille, calcaire de corrosion interne

#### I.2.4.3. Les facteurs liés à l'environnement de la canalisation :

##### a) La corrosion externe :

La corrosion externe est également le résultat de la présence simultanée de deux agents : le métal et le milieu corrosif qui est le sol dans le cas de la corrosion externe. Elle peut avoir plusieurs origines :

-les courants vagabonds sont générés par les installations électriques alimentées en courants continus.

-l'hétérogénéité par contact a lieu au niveau des raccordements de canalisation de matériaux différents, ce qui peut entraîner une différence de potentiel importante et peut induire une pile de corrosion par contact.

-l'hétérogénéité de surface est la conséquence du non-respect des conditions de pose. Un choc lors de la pose, peut provoquer une altération surfacique ou une discontinuité locale et la création d'un phénomène de pile électrique.

-l'hétérogénéité du sol concerne les canalisations qui traversent des sols de compositions chimiques différentes.



**Figure I.4 :** Conduite de diamètre 80 mm ayant subi une corrosion externe localisée



**Figure I.5 :** Une conduite ayant subi en rupture en fonte

## b) Les mouvements de sol et le trafic :

Sous l'appellation 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), fatigue et génèrent des problèmes de fatigue et de surcharge.

## c) Les charges des terrains :

Sous l'appellation charges des terrains, on considère le poids des terre aux dessus de la conduite (d'où l'importance de profondeur de pose de la canalisation).par exemple : remblai, acidité et stabilité des sols.

## d) Les conditions et le lit de pose :

Le choix du matériau technique de raccordement de remblai utilisé et le soin apporté lors de la pose ont une incidence primordiale sur le vieillissement des canalisations.

Il est tout d'abord nécessaire de choisir un matériau de canalisation adapté à la nature des terrains. (Soin apporté à la réalisation des travaux).

## e) L'influence des travaux avoisinants :

Des travaux ne concernant pas obligatoirement la distribution d'eau ne peut détériorer la canalisation. Ainsi un creusement de tranchée contenant déjà une conduite d'eau potable peut soit la casser directement à cause d'une manœuvre accidentelle, soit déstabiliser le lit de pose et provoquer des glissements, écrasements, déboitements ou ruptures.

### *I.2.5.Effets des fuites :*

- Risque de dégradation de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau polluée
- Perturbation de la circulation suite aux inondations
- Risque de retour d'eau
- un gaspillage de la ressource en eau
- une déstabilisation du lit de pose
- problème de sécurité, lié aux dysfonctionnements des structures qui peuvent se trouver à proximité

-une coupure d'eau, donc dommages causés aux industries ou aux centres de santé

-une perte financière directe (investissement et frais d'exploitation inutiles redevances de prélèvement trop élevées, volumes non facturés ...)

### I.2.6.Les pertes :

Dans un réseau, on distingue deux types de pertes et leurs causes sont diverses, Les pertes techniques : elles sont dues :

- au débordement des réservoirs dues soit mauvais fonctionnement du flotteur ou de la vanne de vidange

- Aux fuites sur conduites et branchements particuliers engendrées par les casses et leurs différentes causes

- Aux fuites sur robinets, vannes et colliers dues à un mauvais serrage des joints, des presses étoupe des vannes et des colliers de prise

Les pertes administratives : ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées.

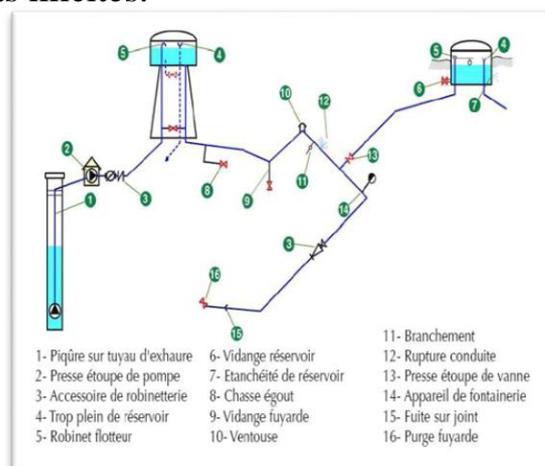
On citera :

- La consommation des organismes publics

- La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs

- Absence de compteurs chez les abonnés

- Pertes par branchements illicites.

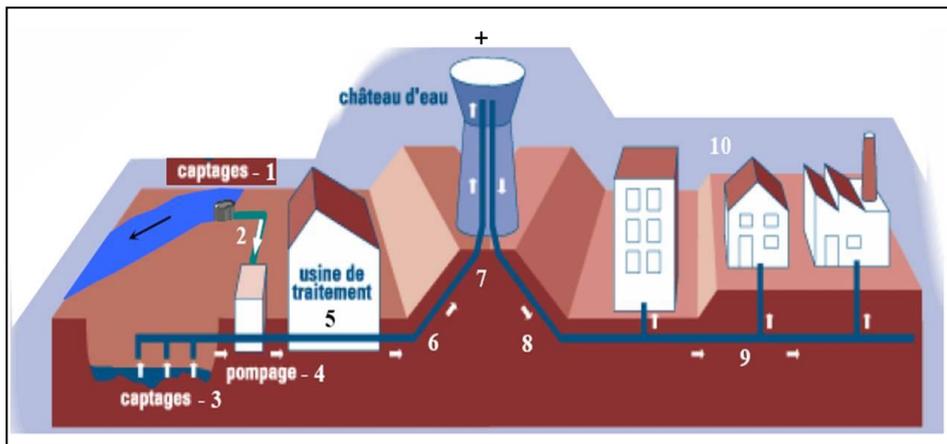


**Figure I.6:** Quelques origines des pertes dans les réseaux d'eau potable

### I.3.Présentation d'un système d'alimentation en eau potable :

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est composé d'un ensemble d'infrastructures et d'installations nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau potable d'une zone urbaine et Industrielle.

Le système d'AEP comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage (1, 3). Au traitement (5). Au transport (2, 6, 8), au stockage (7) et au Distribution de l'eau potable (9) chez les différents consommateurs (10).



**Figure I .7:** Schéma général d'alimentation en eau potable

#### I.3.1.Captage d'eau :

On distingue :

##### a) Captage des eaux de surface :

L'eau destinée à être traitée puis distribuée dans les réseaux publics peut être prélevée par prise d'eau dans les rivières, dans des retenues d'eau, ou dans des lacs.

Lorsque la source d'eau est une rivière, la prise d'eau ne doit qu'après avoir une connaissance Du maximum d'information relative aux régimes d'écoulement des eaux et aux débits.

Une prise d'eau de surface représente une structure qui permet de capter l'eau naturelle (l'eau brute) du lac ou rivière dans laquelle on a émergée le dispositif de captage (pompe de captage).

On Doit :

\*L'installer là où l'eau brute est de la meilleure qualité possible.

\*Eviter de la placer en aval d'un émissaire d'égout, même si celui-ci déverse l'effluent d'une station d'épuration.

La prise d'eau peut être effectuée soit :

\*Dans le fond du lit après dragage et remplissage avec de gros graviers autour de la crépine d'aspiration.

\*Sur la berge à une profondeur convenable, dans le but d'éviter d'une part, l'influence de la sédimentation du fond du lit, et d'autre part, la présence éventuelle d'hydrocarbures ou de mousses à la surface de l'eau.

Les débits des cours d'eau - y compris les débits de crue (débit maximum) et, surtout les débits d'étiage (débits minimaux) qui permettent d'évaluer si la quantité d'eau dont on dispose est suffisante, il faut en outre connaître les niveaux de l'eau correspondant aux divers débits d'un cours d'eau afin de déterminer à quel niveau installer la prise d'eau.

### **b) Captage des eaux souterraines :**

En l'absence d'eau de surface en quantité suffisante et de qualité acceptable, on doit tenter d'utiliser les eaux souterraines. Les eaux souterraines peuvent être prélevées par des puits ou des forages dans des nappes d'eau souterraine. Ces eaux sont captées soit :

\*A leur source

\*Au cœur de la nappe

\*Dans le gisement pour les eaux circulant en terrains fissurés.

Parfois, on sera amené à capter les eaux circulant à grande profondeur. Les procédés de captage varient selon la configuration du site.

Une aquifère est une couche de terrain perméable qui contient un volume d'eau.

### I.3.2. Le traitement :

La qualité de l'eau brute est variable suivant son origine et suivant les saisons. Pour la rendre potable, elle subit un traitement avant distribution il peut s'agir d'une usine complexe pour les eaux de surface (dégrillage,

Oxydation, coagulation, floculation, décantation, filtration ou de traitement plus simple.

Elimination de composés indésirable comme le fer ou le manganèse pour les eaux souterraines dans tous les cas une désinfection permet de se prémunir contre le risque bactériologique.

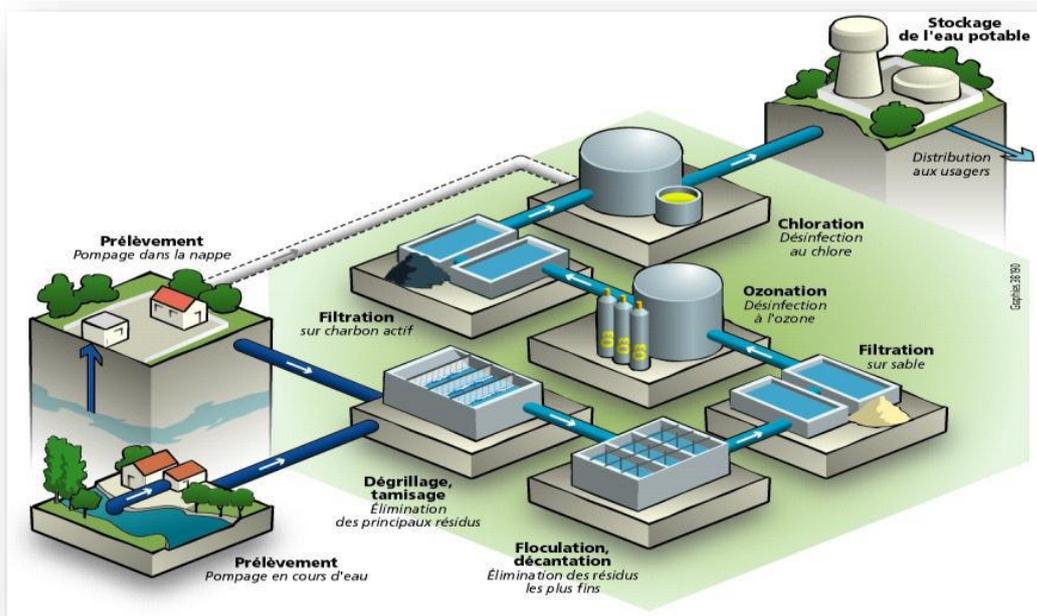


Figure I.8 : schéma de traitement

### I.3.3. Les conduites d'adduction :

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation.

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

**a)Adduction gravitaire :** L'écoulement de l'eau est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure celle du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravité d'où son nom

**b) Adduction par refoulement :** Quand la source se trouve à un niveau bas par rapport au point d'arrivée, l'acheminement de l' eau d'un point à l'autre se fait à l'aide de pompes.

**c)Adduction mixte :** C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter

\*Le tracé doit être le plus court possible

\*Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparait la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes ;

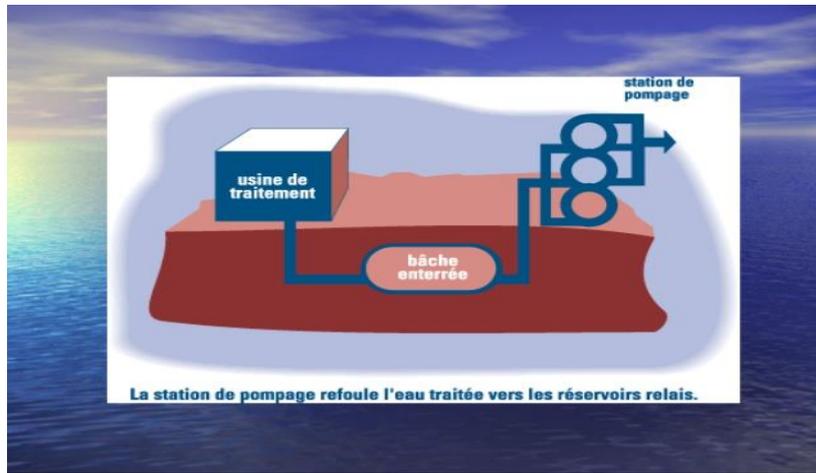
\*Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;

\*Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux.

### I .3.4.Pompage :

Dans un système de distribution d'eau potable, l'eau peut être pompée a plusieurs occasions entre la ressource et le traitement pour l'acheminer vers un réservoir ou pour desservir directement certains usager.

Le bâtiment d'une usine élévatoire ou station de pompage doit comporter.



**Figure I.9: station de pompage**

### I.3.5. Réservoir et Stockage :

L'eau est stockée dans des réservoirs situés.

Les réservoirs ont été créés pour satisfaire les besoins en eau de la population à toute heure de la journée, avec une pression suffisante pour n'importe quel point de la zone de service et particulièrement les points élevés et les plus éloignés.

#### I .3 .5.1. Rôle du réservoir :

\*Les réservoirs sont des ouvrages qui permettent aux heures de pointe les débits maximaux demandés.

\*De plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies.

\*En cas d'accident sur la conduite d'adduction l'eau stockée dans le réservoir permet de satisfaire la demande en eau potable des différents consommateurs.

\*Ils assurent la régularité de l'apport d'eau et de la consommation variable dans la journée ainsi que la pression dans le réseau de distribution

Après l'usine de traitement et généralement après un pompage Ils peuvent être sur tour enterrés ou semi enterrés (les bâches enterrées ou semi enterrés et les châteaux d'eau.

Le château d'eau a deux fonctions :

\*Stocker l'eau potable arrivant de l'usine de traitement 24 h sur 24

\*alimenter les abonnés construit sur un point haut dominant les habitations l'eau coule du réservoir grâce à la gravité

Ils permettent :

- de garantir la pression au robinet du consommateur
- d'adapter l'offre en eau à la demande des usagers
- de sécuriser l'approvisionnement en cas d'incidentes pollutions de la ressource.

### I .3 .5.2.Canalisation :

La distribution de l'eau potable jusqu'au consommateur s'effectue par un réseau souterrain de canalisations d'adduction (destinées au transport des gros débits) et le réseau de distribution (assurant la desserte vers tous les utilisateurs) .

### I .3.6.Les réseaux de distribution :

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

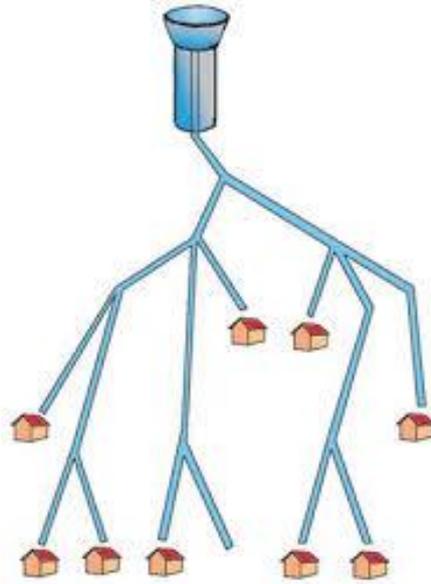
Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles.

On distingue plusieurs types de réseaux, à savoir : **les réseaux ramifiés, maillés, étagés** et **les réseaux à alimentation distinctes**. Leur classification se fait en se basant sur la topographie du terrain (terrain accidenté, différence d'altitude importante) et l'occupation du sol. Ces réseaux peuvent être alimentés à partir d'un ou plusieurs réservoirs.

#### **a)Réseau ramifié :**

On les appelle grâce à leur structure arborisante sont fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales.

Dans le réseau ramifié les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés d'aval.



**Figure I.10** : réseau ramifié

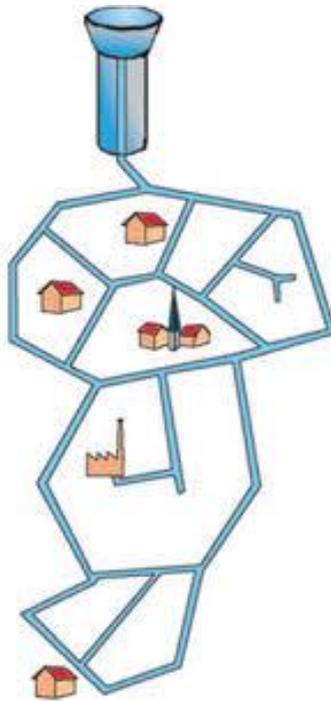
### **b) Les réseaux maillés :**

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation.

Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation (disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées).

Le réseau maillé permet, au contraire de réseau ramifié, une alimentation en retour, donc d'éviter l'inconvénient du réseau ramifié. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés d'aval. Il est, bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié.



**Figure I.11 : réseau maillé**

**c) Réseau étagé :**

Avec le réseau étagé, il est possible, de constituer des réseaux indépendants avec une pression limitée aux environs de 40 mètres.

**d) Réseau à alimentations distinctes :**

Les réseaux à alimentations distinctes distribuent, l'un, l'eau potable destinée à tous les besoins domestiques, et l'autre, l'eau non potable réservée aux usages industriels et aux lavages et arrosage des rues et plantations. Ces réseaux ne se justifient que dans les installations extrêmement importantes. A notre connaissance, seul Paris, dispose d'un réseau à double alimentation.

**I.4.Méthodologie de diagnostic :**

Le diagnostic a pour but d'appréhender le fonctionnement des réseaux permet ainsi d'établir une liste de préconisations et d'améliorations à apporter en vue de satisfaire les besoins futurs en termes de quantité et de qualité de l'eau .

La méthodologie de diagnostique s'établit en quatre phases :

#### a) Phase enquête et recueil de données :

Elle consiste à :

- réaliser une analyse fonctionnelle des composants du réseau ;
- réaliser une analyse systématique des défaillances pour chaque élément maintenu
- Etablir des fiches d'interventions
- Constituer une base de données historique des évènements
- Projections futures.

#### b) Phase analyse de données :

Dans cette phase, on procède au traitement des données brutes à l'aide de la mise en œuvre d'une politique de maintenance optimisée.

-Le traitement des données : il a pour objectif de déterminer le taux de défaillance et la fiabilité par application de modèles mathématiques. Il permet aussi de déterminer les coûts pour les différents types de maintenance.

-L'aide à la mise en œuvre d'une politique de maintenance optimisée : elle permet de mesurer l'efficacité des actions décidées, les écarts entre la prévision et les résultats, d'aider et de guider l'exploitant vers la maintenance la mieux adaptée.

#### c) Analyse et détermination des paramètres du diagnostic :

Cette phase permet de choisir le personnel et le matériel nécessaire pour les différents types de maintenance. Pour cela, on utilise les résultats obtenus par la phase précédente.

#### d) Estimation des coûts :

Cette phase consiste à faire l'estimation des dépenses nécessaire pour l'application d'un type de contrôle. La recherche d'une optimisation du coût global et la meilleure valorisation du patrimoine conduisent à trouver un équilibre entre les ouvrages neufs et les travaux de conservation.

## I.5.Conclusion :

Ce chapitre comporte trois parties principales. Nous allons d'abord décrire les fuites dans un réseau d'A.E.P, leurs causes et leurs effets. La seconde partie portée sur le système d'alimentation en eau potable. Enfin, la dernière partie explique les méthodes de diagnostic des réseaux d'A.E.P.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

### II.1. Localisation géographique :

La commune du Lac des Oiseaux fait partie de la Daïra de Bouteldja, appartenant à la Wilaya d'El-Taraf au dernier découpage administratif de l'an 1984.

Le chef-lieu de commune est situé à 45 Km, respectivement à l'Ouest et à l'Est des villes d'El-Kala et celle d'Annaba.

La quasi-totalité de la localité en étude est cernée entre la route nationale (R.N 44), reliant Annaba à El-Taraf, au Nord et l'AutoRoute Est-Ouest, en cours de réalisation, au Sud.

Administrativement, la commune de Lac des Oiseaux est limitée par : (Figures N°01 et 02)

Au Nord : La commune de Berrihane.

Au Sud: La commune de Cheffia.

A l'Est : La commune de Bouteldja.

A l'Ouest: La commune de Ben M'Hidi.



**Figure II.1** : Délimitations administratives des communes de la Wilaya d'El Tarf

## II.2. Le climat de région d'étude :

### II.2.1. Températures :

D'une manière générale, la région d'étude est située dans le méditerranéen avec une température maximale dépassant les 30°C au mois d'août. Elle est caractérisée par un climat humide.

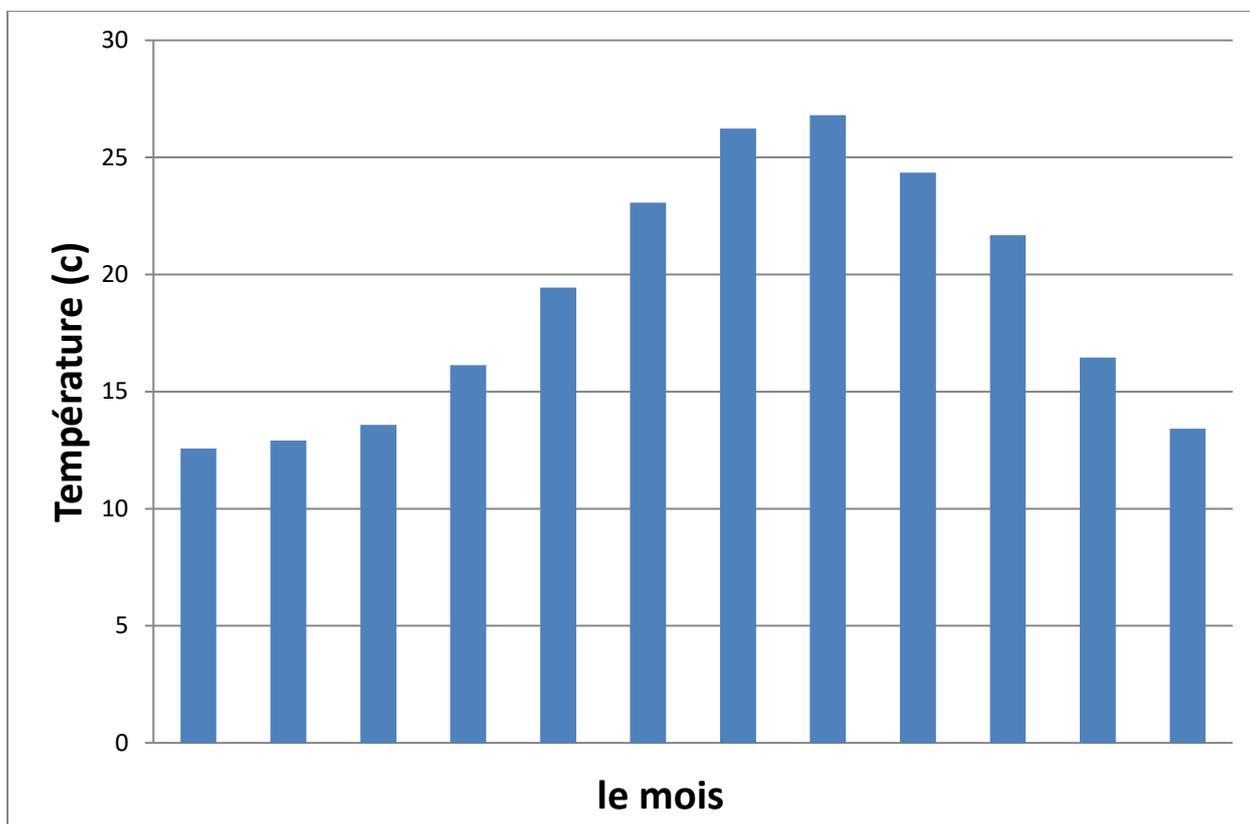
Les températures les plus basses sont naturellement enregistrées en mois de décembre atteignant les 6°C au niveau de la mer, elles descendent très rarement à 0°C. En effet ; les mois les plus froids sont décembre et janvier, alors que juillet et août, représentent les mois les plus chauds, ou la température dépasse les 30 °C.

Les valeurs des températures, moyennes, minimales et maximales mensuelles, enregistrées à la station météorologique d'El-Kala, durant la période d'observations, allant de 1999 à l'an 2010, sont illustrées dans le tableau N° 01, ci-après :

**Tableau II .1:** Moyenne, max et min des températures mensuelles en (°C)  
Enregistrées à la station d'El-Kala (1999-2010)

Mois	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
T.Min	9.18	9.15	10.53	12.23	15.59	18.85	21.56	23.06	19.60	17.10	12.70	10.02	14.97
T.Max	16.25	16.58	17.88	20.63	23.73	27.33	30.41	31.10	28.67	26.02	20.25	16.93	23.00
T.Moy	12.57	12.91	13.58	16.13	19.44	23.07	26.23	26.81	24.35	21.68	16.46	13.41	18.90

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)



**Figure II.2:** Température moyenne mensuelle

### II.2.2. Humidité :

La région d'étude est caractérisée par un taux d'humidité relativement élevé, ses fluctuations sont très faibles durant toute l'année. En effet ce facteur oscille entre 75.1 % en janvier et 65.5 % courant le mois de juillet.

Les valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle de l'air, enregistrées à la station d'El-Kala, durant la période d'observation, allant de 1999 à l'an 2010, sont illustrées dans le **tableau N° 02, ci-après :**

**Tableau II.2:** Humidité Relative Moyenne mensuelle de l'air  
Enregistrées à la station d'El-Kala (1999-2010)

Mois	Jan	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
Humidité H%	75.1	71.6	71.1	70.2	70.2	68	65.5	67.7	70.4	69.2	70.1	74.2	69.7

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

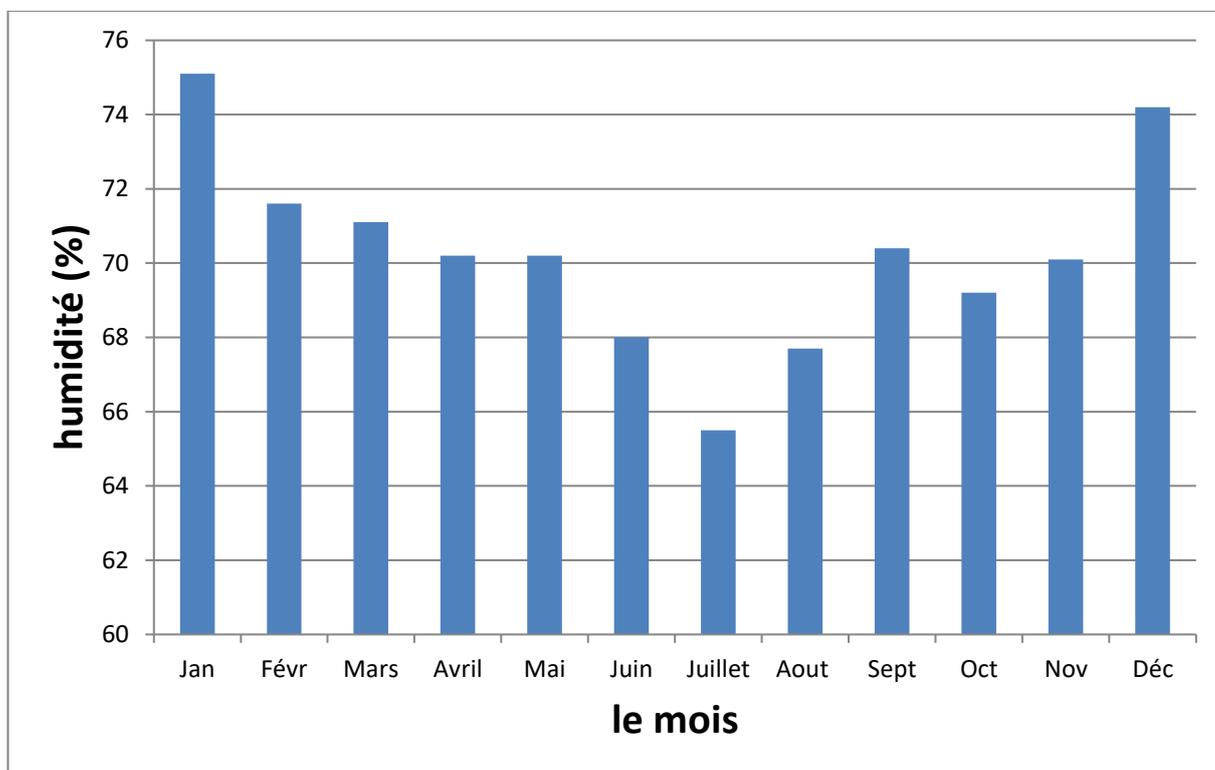


Figure II.3: Humidité moyenne mensuelle

### II.2.3.Le vent :

Le vent est également l'un des facteurs les plus caractéristiques du système ou encore l'équation complexe « Climat », il a un double effet, sur les précipitations et les températures, d'où il active l'évaporation.

Les vents N – W, sont les plus violents dans la région, ils avoisinent une moyenne de 03 m/s. Ces vents N – W, sont souvent liés aux pluies d'équinoxes qui apportent les précipitations les plus importantes, venues de l'Atlantique.

Les vents S – E et parfois S – W, sont dus généralement aux siroccos provenant du Sahara. Ils sont chauds et plus fréquent pendant le mois d'Août.

Les valeurs des moyennes mensuelles des vitesses du vent, enregistrées à la station d'El-Kala, durant la période d'observations, allant de 1984 à 1990, sont illustrées dans le tableau N° 03, ci-après :

**Tableau II.3 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent Enregistrées à la station d’El Kala (1984–1990)**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyen
Vitesse Moyenne	2.65	3.05	3.72	3.75	3.78	3.58	3.45	3.55	2.60	2.18	2.21	2.20	3.05

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

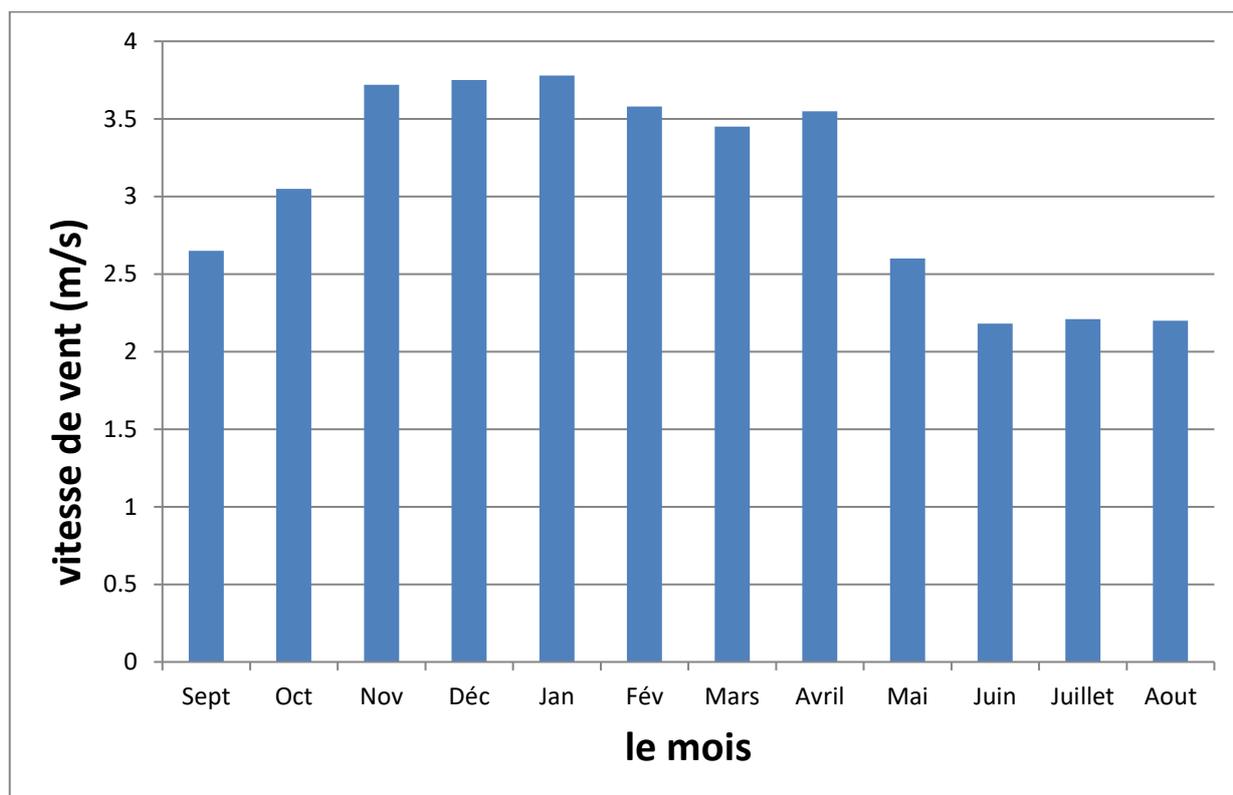


Figure II.4 : Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent

## II.3.Monographie et situation socio-économique :

### II.3.1.Population et habitations :

Le nombre de la population et des habitations ainsi que le taux d'occupation par logement de la localité du Lac des Oiseaux, sont insérés dans **le tableau N°04, ci-après :**

Agglomérations	Population (recensement de 2008)	Constructions	Occupation par logement (Nombre d'habitants par logement)
Agglomération chef-lieu	4200	807	05

(Source : A.P.C de Lac des Oiseaux).

### II.3.2.Equipements et infrastructures :

#### a)Secteur des ressources en eau :

Le taux de la population disposant d'un piquage d'alimentation en eau potable et celle raccordée au réseau d'assainissement, de la localité du Lac des Oiseaux est illustré dans **le tableau N°05.**

Agglomérations	Population	Taux de piquage en A.E.P	Taux de raccordement aux réseaux d'assainissement
Agglomération chef-lieu	4200	95%	96%

(Source : A.P.C de Lac des Oiseaux).

b) Secteur de la santé publique :

En matière des infrastructures de santé publique, l'agglomération du Lac des Oiseaux, dispose d'une polyclinique et un centre de santé, comme l'illustre **le tableau N°6**

Agglomérations	Population	Nombre de polyclinique	Nombre de centres de santé
Agglomération chef- lieu	4200	01	01

(Source\_: A.P.C de Lac des Oiseaux).

c) Secteur de l'éducation:

Le secteur de l'éducation de la localité du Lac des Oiseaux, compte deux (02) écoles primaire, regroupant 529 élèves, deux (02) CEM, enseignants 651 élèves et un Lycée de 555 élèves (**Voir les tableaux N°7**) :

Agglomération chef-lieu	Education 1 <sup>er</sup> cycle	
	Ecole primaire	Elèves
	Chabi saifia	363
	Talhi lakhdar	166

Source : (A.P.C de Lac des Oiseaux).

Agglomération chef-lieu	Education 2 <sup>er</sup> cycle	
	CEM	Elèves
	CEM 1	302
	CEM 2	351

Source : A.P.C de Lac des Oiseaux).

Agglomération chef-lieu	Education 3 <sup>er</sup> cycle	
	LYCEE	Elèves
	Thamer kaddour	555

(Source\_: A.P.C de Lac des Oiseaux).

## II.4.Estimation des besoins en eau actuel et future:

### II.4.1.Evolution de la population:

Pour la détermination du nombre d'habitants à différents horizons, il a été procédé à l'application de la relation des accroissements géométriques, qui s'écrit comme suit :

$$P_n = P_0 * (1 + t)^n$$

Avec :

$P_n$  : Population future

$P_0$  : Population actuelle.

$t$  : Taux d'accroissement (2.15 %).

$n$  : Nombre d'années projetées

Les résultats de calcul sont illustrés dans **le tableau N°8 ci-dessous**.

Horizon	2008	2012	2020	2025	2040
Population	4200	4573	5421	6030	8296

### II.4.2.Débits moyens journalier :

La norme de dotation unitaire journalière se situe aux alentours de 150 l/j/hab. Néanmoins, le dimensionnement du réseau à l'horizon projeté se fera sur la base d'une dotation de 200 l/j/hab.

Le débit moyen journalier est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy/j}} = \frac{N \times D}{1000}$$

Avec :

$Q_{\text{moy/j}}$  : Débit moyen journalier ( $M^3/j$ ).

N : nombre d'habitants (hab.).

D : Dotation (L/j/hab.).

On peut prendre comme base de calcul les dotations illustrées dans **le tableau N°9, ci-après** :

Population	Dotation (L/j/h)
P < 2000	125
2000 < P < 20.000	150 - 200
20.000 < P < 100.000	200 - 300
P > 100.000	300 - 400

#### II.4.3. Besoins des équipements:

Compte tenu des quantités d'eau prévues pour l'alimentation d'équipements, ces besoins sont aussi, situés entre 15% et 30% de la consommation domestique moyenne journalière. Dans notre cas ces besoins sont de 30 %.

#### II.4.4. Pertes:

Compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25 % de la consommation moyenne journalière.

Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25 % à 35 de la consommation moyenne journalière.

Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent l

Horizons	Nombre d'habitants	Dotation	Besoins domestiques	Besoins d'équipements	Besoins total	Perte	Qmoy
	Hab	l/j/hab	M <sup>3</sup> /j	M <sup>3</sup> /j	M <sup>3</sup> /j	M <sup>3</sup> /j	M <sup>3</sup> /j
2008	4200	150	630	189	819	163,8	982,8
2012	4573	150	685,95	205,79	891,74	178,35	1070,09
2020	5421	150	813,15	243,95	1057,1	211,42	1268,52
2025	6030	150	904,5	271,35	1175,85	235,17	1411,02
2040	8296	150	1244,4	373,32	1617,72	323,54	1941,26

**Tableau II.10** : les calculs de débits moyen journalier

Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre de 20 %.

#### II.4.5. Débit maximal journalier :

Le débit maximal journalier est donné par la relation usuelle ci-après :

$$Q_{\max/j} = Q_{\text{moy}/j} \times K_{j_{\max}}$$

Avec :

$Q_{\max/j}$  : Débit maximal journalier (M<sup>3</sup>/j).

$Q_{\text{moy}/j}$  : Débit moyen journalier (M<sup>3</sup>/j).

$K_{j_{\max}}$  : coefficient de variation maximale journalière (1.2 à 1.5)

Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy}h} = Q_{\text{moy}j} / 24 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$Q_{\text{moy}h}$ : débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h

$Q_{\max j}$ : débit maximum journalier en m<sup>3</sup>/j

#### II.4.6. Débit maximal horaire :

Ce débit correspond à un débit de consommation pendant l'heure la plus chargée, il est donné par la formule suivante :

$$Q_{\max h} = Q_{\text{moy}h} * FPh$$

Où :

$Q_{\max h}$  : est le volume maximal horaire consommé au cours de la journée la plus chargée de l'année.

$Q_{\text{moy}h}$  : est la consommation horaire moyenne pendant la même journée.

$FPh$  : facteur de pointe horaire appelé aussi coefficient horaire.

Le coefficient de pointe horaire est alors défini par la relation suivante

$$FPh = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$$

$\alpha_{max}$  : tient compte des conditions locales comme le degré du confort des maisons ainsi que le régime de travail, elle est comprise

Entre  $1,2 < \alpha_{max} < 1,4$ , pour notre cas, il a été adopté un Coefficient :  $\alpha_{max} = 1,3$

$\beta_{max}$  est une fonction étroite du nombre d'habitant de la ville, comme ressortie sur le **tableau N°11** ci-dessous :

Population	< 1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
B max	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15

Horizons	Q moyj	Kj	Q maxj	Q moyh	$\alpha_{max}$	$\beta_{max}$	FPh	Q maxh
	M <sup>3</sup> /j	/	M <sup>3</sup> /j	M <sup>3</sup> /h	/	/	/	M <sup>3</sup> /h
2008	982,8	1,30	1277,64	40,95	1,3	1,5	1,95	79,85
2012	1070,09	1,30	1391,12	44,59	1,3	1,48	1,92	85,61
2020	1268,52	1,30	1649,08	52,86	1,3	1,45	1,82	96,21
2025	1411,02	1,30	1834,33	58,79	1,3	1,39	1,81	106,41
2040	1941,26	1,30	2523,64	80,86	1,3	1,37	1,78	143,93

**Tableau II.12** : les calculs de débits max horaire

## II.5.Conclusion

Dans ce chapitre, nous rappellerons la présentation de notre zone d'étude géographiquement et climatologiquement de Lac des Oiseaux (Lot 04) Ensuite, nous consacrons à l'estimation des besoins domestiques en eau de la région.

## Chapitre III diagnostic de réseau d'AEP

### III.1. Introduction

Ce chapitre explique l'étude de diagnostic des équipements et infrastructures de distribution de la localité du Lac des Oiseaux., avec toutefois le recensement : de Points d'eau (Sources, forages ...etc.) Ouvrages de stockages, Infrastructures de pompage, Conduites d'adductions, Réseaux de distributions.

L'objectif visé par ce diagnostic, consiste en la vérification de l'état actuel de tout le système d'alimentation en eau potable de la localité du Lac des Oiseaux, permettant l'aboutissement aux différentes défaillances de fonctionnement de ce système.

### III.2. Les stations de pompage:

#### III.2.1. La station de pompage M'kimen :

Elle est conçue pour refouler les eaux du réservoir 2000 M<sup>3</sup> vers le réservoir 1000M<sup>3</sup> de lac oiseaux. Deux pompes sont fonctionnels en alternance, avec un temps de fonctionnement de 17<sup>h</sup> /24<sup>h</sup>

#### III.2.2. La station de pompage Lac des Oiseaux :

Cette station alimente le réservoir 500 M<sup>3</sup> du Lac des Oiseaux, elle dispose d'une seule pompe, de type NVA 80, avec un temps de fonctionnement de 17<sup>h</sup>/24<sup>h</sup> .



**Figure III.1 :** Station de pompage Lac des Oiseaux

Après diagnostic et vérification de station de pompage M'kimen : nous avons remarqué L'absence de plaques signalétiques pour ces pompes a fait obstacle pour la connaissance des caractéristiques de ces dernières, à savoir le débit pompé, la H.m.t, le rendement et la puissance électrique.

### III.3. Les ouvrages de stockage

\*Réservoir 1000 M<sup>3</sup>, du Lac des Oiseaux, réalisé en 2001. Cet ouvrage permet de desservir l'agglomération de M'kimen et le réservoir 500 M<sup>3</sup>, alimentant le Lac des Oiseaux

\*Réservoir 500 M<sup>3</sup> de Lac des oiseaux, réalisé en 1979, permettant l'alimentation de, la cité VRA, la cité Boudebza Omar, la cité Harbi Boudjema, la cité Kherabi Laid ainsi que la cité Sidi Nacer.

\*Réservoir Tampon 2000 M<sup>3</sup>, de M'kimen inférieur (destiné pour l'alimentation de la ville d'Annaba), il est alimenté par la batterie de forages alimentant Annaba, à l'aide de la conduite de refoulement DN 1000 mm venant de la station de pompage de Hanichet. qui à son tour alimente la station de pompage de M'kimen à l'aide d'une conduite par gravitation de DN 200 mm, en fonte.

### III .3.1.Diagnostic et vérification de les ouvrages de stockages

Après l'enquête nous avons remarqué :

\*Le réservoir 1000 M<sup>3</sup>, en béton armé, circulaire et semi enterré, réalisé en 2001 se trouve en bon état, à l'exception de quelques interventions, recommandées dans le reportage photographique, en annexe et ce pour une meilleure sauvegarde

\*Le réservoir 500 M<sup>3</sup>, en béton armé, circulaire et semi enterré, est réalisé en 1979, présente des anomalies, qu'il est impératif de les prendre en charge dans l'immédiat, à savoir :

- Des fissures au niveau des parois
- Dégradation du béton armé de la chambre des vannes
- Etat très dégradé des conduites d'amené, vidanges et distribution
- Le réservoir est mal clôturé



**Figure III.2 : Dégradation du béton armé**



**Figure III.3 : Fissurations**

### III.4.Diagnostic sur les adductions :

Les conduites d'adductions permettant le transfert d'eau pour desservir la localité du Lac des Oiseaux sont :

\*Une conduite en Fonte DN 200 mm, qui relie le réservoir 2000 M<sup>3</sup> d'Annaba et la Bâche 30 M<sup>3</sup>, de la station de pompage Mkimen.

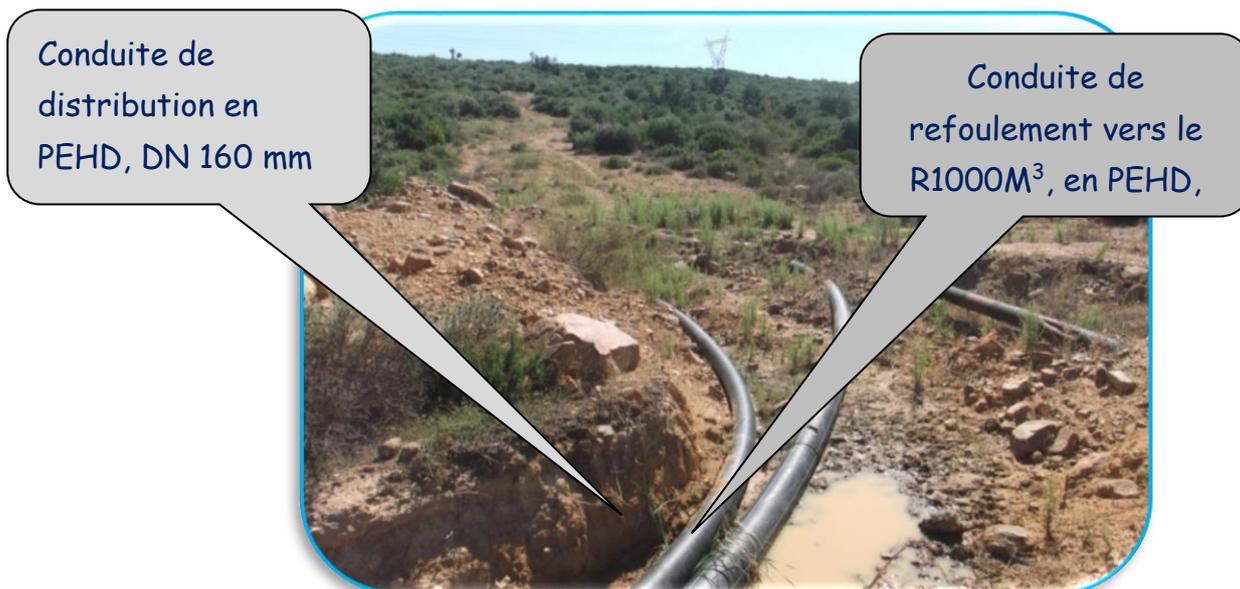
\*Une conduite en acier enrobé, de DN 250 mm, dont un tronçon a fait objet de rénovation par le PEHD, de DN 250 mm, PN 16 bars et de longueur 500 ml, au niveau de la traversée de l'emprise de l'Auto-route, Est-ouest. Cette conduite alimente le réservoir 1000 M<sup>3</sup>, par refoulement de la station de pompage M'kimen.

\*Une conduite en PVC à joint, de DN 250 mm, dont un tronçon de 450 ml, a également fait objet de rénovation par le PEHD, de DN 250 mm, PN 16 bars au niveau de la traversée de l'emprise de l'Auto-route, Est-ouest. Cette conduite transfère l'eau par gravitation du réservoir 1000 M<sup>3</sup> du Lac des Oiseaux au réservoir 500 M<sup>3</sup>, aussi du Lac des Oiseaux.

\*Une conduite en PEHD, de DN 160 mm, reliant la station de pompage du Lac des Oiseaux au réservoir 500 M<sup>3</sup>, du Lac des Oiseaux.

Après diagnostic physique des réseaux il y'a lieu de signaler ce qui suit:

La partie de la conduite de refoulement en PEHD DN 250 mm, reliant la station de pompage de M'kimen au réservoir 1000 M<sup>3</sup> du Lac des Oiseaux se trouve en plein air.



**Figure III.4 : Un tronçon de l'autre partie de la conduite de refoulement en acier DN 250 mm, reliant la station de pompage de M'kimen au réservoir 1000 M<sup>3</sup> du Lac des Oiseaux, nécessite une intervention en urgence de réfection.**



**Figure III .5 : Quelques tronçons la conduite d'adduction par gravitation, en PVC à joint, de DN 250 mm, reliant le réservoir 1000 M<sup>3</sup> au réservoir 500 M<sup>3</sup>, nécessitent des interventions en urgence de réfection**



**Figure III.6 :** Conduite PVC à joint DN250 mm Tronçon de la conduite, déterrée



**Figure III .7 :** Fuite sur la conduite PVC à joint DN250 mm.

### III.5. Les réseaux de distributions:

Les réseaux de distributions d'eau potable du chef-lieu de la commune de Lac des Oiseaux, totalise 11 723.00 ml, de diamètres variant de 40 mm à 160 mm. Il est de type ramifié, conçu à grande partie en PVC, 10 140.00 ml, soit 86.45 % (réalisé en 1991) et en PEHD pour linéaire de 1 583 ml, soit 23.55 % (réalisé en 2006 et quelques tronçons en 2012) et enfin quelques tronçons acier galvanisé, réalisé au début des années 1990.

Cette agglomération est alimentée par les deux réservoirs de Lac des Oiseaux R1000 M<sup>3</sup> et R500 M<sup>3</sup>, ainsi que les deux conduites Bouglez et Bourdim DN 600 mm comme suit :

Le réservoir 1000 M<sup>3</sup> alimente la cité M'kimen et le réservoir 500 M<sup>3</sup> de Lac des Oiseaux.

Le réservoir 500 M<sup>3</sup>, de Lac des oiseaux permet d'alimenter les cités suivantes :

-La cité Boudebza Omar.

-La cité Kherabi Laid.

-La cité Sidi Nacer.

-La cité Harbi Boudjema.

-La cité VRA.

La conduite de Bourdim assure l'approvisionnement de :

-La cité Lounaïssia.

-la cité boulevard Lac des Oiseaux.

Les réseaux de distribution de l'agglomération de chef -lieu de Lac des Oiseaux a fait l'objet de réalisation au début des années 1990, il est conçu en majorité en PVC, de type ramifié avec quelques tronçons en PEHD et acier galvanisé.

-Le réseau en PVC et acier galvanisé est réalisé en 1991.

-Le réseau en PEHD est réalisé en 2006.

Une partie en PEHD, réalisée courant cette années 2012, non encore en service.

Le détail de chaque cité en matière d'approvisionnement en AEP, se fait comme suit :

-La Cité VRA :

Le réseau de distribution de la cité VRA est conçu au début des années 1990, en PVC, avec des diamètres variant entre DN 63 mm et DN 110 mm est de type ramifié.

-La Cité Harbi Boudjema:

Le réseau de distribution de cette cité réalisé en 1991, est aussi conçu en PVC avec un diamètre de 63 mm, il est de type ramifié.

-Les Cités Kherrabi Laid et Boudebza Omar:

Les réseaux de distribution des cités Kherrabi Laid et Boudebza Omar, sont aussi réalisés en 1991, ils sont conçus en PVC, avec un diamètre de 63 mm et aussi ramifié.

-La cité Lounaïssia:

Ce réseau de distribution est conçu par deux types de matériaux :

En acier galvanisé à l'intérieur des cités collectives, réalisé en 1991. Ce réseau souffre d'un grand problème de corrosion.

En PVC, en dehors des cité collectives, auquel s'ajoute un seul tronçon en PEHD ; de diamètres variant entre DN 40 mm et DN 90 mm. Egalement de type ramifié et en service depuis les débuts des années 1990.

-La Cité des 20+30 logements (Labidi Messaoud):

Le réseau de distribution de cette cité est conçu en 1991, avec du PVC et dont les diamètres varient entre DN 63 mm et DN 110 mm, il est aussi de type ramifié.

-Les Cités Sidi Nacer et Zoubia Mabrouk:

Les réseaux de distribution de ces deux cités sont conçu en PEHD, en 2006 et 2012. Les diamètres varies entre 40 mm et 160 mm est ils sont de type ramifiés.

Le diagnostic sur terrain de ces réseaux a permis d'avancer les conclusions suivante :

**Figure III .8** : La grande partie des regards de vannes de sectionnement nécessitent des travaux de réfections, dans le but de remédier au nombre de fuites importantes et d'écarter tout risques d'épidémies.



**Figure III .9** : Des regards de sectionnement se trouvent dans un état de dégradation très avancé et sans tampons. Ces derniers nécessitent des reprises totalement.



**Figure III .10** : Les regards de vanne du réseau d'AEP de la cité Zoubia Mabrouk qui sont réalisés récemment (en 2006), sont en bon état ; néanmoins des opérations de remplacement des tronçons en PEHD se trouvant à l'intérieur des regards par des manchons en font



**\* Après diagnostic physique des réseaux, il y'a lieu de signaler:**En matière de fuites, elles sont considérables, dont la majorité sont enregistrées au niveau des raccordements des accessoires et particulièrement au niveau des vannes de sectionnements. Ceci concerne les réseaux conçus en PVC .

La majorité de vannes de sectionnement sont conçues par système de bouche à clé.

### III.6.Conclusion

D'après les enquêtes et les sorties sur terrain pour faire le diagnostic du réseau D'AEP de lac de oiseaux il a été constaté que quelques conduites du réseau sont anciennes et en mauvais état avec des fuites considérables dans la région. Cela nécessite une réparation urgente :

Réparer en urgence la conduite de refoulement en acier DN 250 mm et la conduite de refoulement en PEHD DN 250 mm, qui fuient en calculant les nouvelles dimensions des tronçons des conduites à remplacer

Réparer quelques tronçons la conduite d'adduction par gravitation, en PVC à joint, de DN 250 mm

Rénover des raccordements, des accessoires et des vannes ceci concerne les réseaux conçus en PVC .

## Chapitre IV : réduction des pertes d'eau de réseau d'eau potable

### IV.1. Introduction :

La desserte de la population en eau potable, est assurée par des systèmes qui prélèvent l'eau dans le milieu naturel (superficiel ou souterrain), la transportent si besoin vers des unités de traitement pour en garantir, la potabilité, la stockent et la pompent lorsque c'est nécessaire, puis la distribuent à chacun des usagers par un réseau de canalisations souterraines. Au cours de ces différentes étapes, une partie de l'eau prélevée est utilisée pour assurer le bon fonctionnement des systèmes (lavage des unités de traitement, nettoyage des réservoirs et des canalisations, etc.), une partie est soustraite pour des usages annexes ou illicites (défense incendie, lavage de voirie, vols d'eau, etc.) et une partie s'échappe par des fuites au niveau des ouvrages ou des canalisations. Il en résulte que le volume d'eau finalement disponible pour les usagers est inférieur à celui qui a été extrait des ressources en eau.

De plus, une partie de l'eau n'est pas prise en compte par les instruments de mesure (absence de comptage ou comptage imprécis).

Il n'existe pas de définition universelle de ce que recouvrent les pertes. En effet, certains volumes sont ou non pris en compte selon que l'on adopte une approche environnementale, technique ou commerciale et selon que l'on s'intéresse à tout ou partie du système d'alimentation en eau potable. Il est donc nécessaire de définir conventionnellement ce que recouvrent les volumes de pertes.

### IV.2. Volume du réseau et indicateurs de pertes :

Par essence, les pertes des réseaux d'eau potable ne sont pas directement mesurables. Ainsi, pour en évaluer l'importance, des indicateurs sont mis en place. La présente fiche met en évidence les volumes qui entrent en jeu dans le bilan annuel d'un réseau et les principaux indicateurs de pertes connus.

## IV.2.1 Volume de réseau AEP :

Pour établir le bilan annuel du fonctionnement d'un réseau d'eau potable, il est nécessaire de distinguer les différents volumes qui entrent en jeu en fonction de leur nature ou de leur destination. Ces volumes résultent de comptages, d'estimations ou sont obtenus par différence. Dans les diagrammes ci-après, l'ensemble de la surface représente le volume annuel introduit dans le réseau et la zone bleutée le volume concerné par la légende.

$V_i$  : Volume introduit dans le réseau,  $V_i = V_{\text{prod}} + V_{\text{imp}}$  avec  $V_{\text{prod}}$  volume produit et  $V_{\text{imp}}$  volume importé

$V_{\text{NC}}$  : Volume non compté,  $V_{\text{NC}} = V_i - V_{\text{exp}} - V_{\text{cc}}$

Avec  $V_{\text{exp}}$  Volume exporté et  $V_{\text{cc}}$  Volume consommé comptabilisé

$V_d$  : Volume mis en distribution,  $V_d = V_i - V_{\text{exp}}$  avec  $V_i$  Volume introduit dans le réseau et  $V_{\text{exp}}$  Volume exporté

$V_{\text{ca}}$  : Volume consommé autorisé,  $V_{\text{ca}} = V_{\text{cc}} + V_{\text{cnc}} + V_s$  avec  $V_{\text{cc}}$  Volume consommé comptabilisé et  $V_{\text{cnc}}$  Volume consommé non compté

$V_P$  : Volume de pertes,  $V_P = V_i - V_{\text{exp}} - V_{\text{ca}}$  avec  $V_i$  Volume introduit dans le réseau et  $V_{\text{exp}}$  Volume exporté et  $V_{\text{ca}}$  Volume consommé autorisé

## IV.2.2. Indicateurs annuels de pertes :

### IV.2.2.1. RPQS :

En France, la réglementation sur le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) prévoit trois indicateurs de pertes :

- le rendement du réseau de distribution,  $R$  ;
- l'indice linéaire des volumes non comptés,  $ILV_{\text{NC}}$  ;
- et, l'indice linéaire de pertes en réseau,  $ILP$ .

### a) Rendement du réseau, R :

« Le rendement du réseau est obtenu en faisant le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable et, d'autre part, le volume produit augmenté des volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable. Le volume consommateurs sans comptage et le volume de service du réseau sont ajoutés au volume comptabilisé pour calculer le volume consommé autorisé. Le rendement est exprimé en pourcentage. »

$$R = (V_{ca} + V_{exp}) / (V_{prod} + V_{imp})$$

- $V_{ca}$ , Volume annuel consommé autorisé
- $V_{prod}$ , Volume annuel produit
- $V_{exp}$ , Volume annuel exporté (ou vendu)
- $V_{imp}$ , Volume annuel importé (ou acheté)

### b) Indice linéaire des volumes non comptés, ILVNC :

« L'indice linéaire des volumes non comptés est égal au volume journalier non compté par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Le volume non compté est la différence entre le volume mis en distribution et le volume comptabilisé. L'indice est exprimé en m<sup>3</sup>/km/jour. »

$$ILVNC = V_d - V_{cc} / 365 \times L = V_{NC} / 365 \times L$$

- $V_d$ , Volume annuel mis en distribution
- $V_{cc}$ , Volume annuel consommé comptabilisé
- $V_{NC}$ , Volume annuel Non Compté
- $L$ , Longueur du réseau de distribution hors branchements

### c) Indice linéaire de pertes en réseau, ILP :

« L'indice linéaire de pertes en réseau est égal au volume perdu dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Cette perte est calculée par différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé. Il est exprimé en m<sup>3</sup>/km/jour. »

$$ILP = \frac{V_d - V_{ca}}{365 \times L} = \frac{VP}{365 \times L}$$

- V<sub>d</sub>, Volume annuel distribué
- V<sub>ca</sub>, Volume annuel consommé autorisé
- VP, Volume annuel de Pertes-
- L, Longueur du réseau de distribution hors branchements

### IV.2.2.2. Indicateurs annuels de pertes, IWA :

Au niveau international, l'International Water Association (IWA) préconise une batterie d'indicateurs pour mesurer la performance des services d'alimentation en eau potable. Parmi d'autres, deux indicateurs de pertes sont préconisés :

- Water losses per connection (pertes par branchement)
- Infrastructure Leakage Index, ILI (indice de fuites structurelles).

#### a) Water losses per connection :

Water losses per connection, traduisible par « pertes annuelles par branchement » rapporte le volume annuel de pertes défini pour l'ILP français, au nombre de branchements du réseau. Il est exprimé en m<sup>3</sup> par branchement et par an. Son utilisation est préconisée lorsque la densité de branchement (nombre de branchement rapporté au linéaire des canalisations principales) est supérieure à 20 branchements par kilomètre ; dans le cas contraire, l'équivalent de l'ILP est préconisé (en m<sup>3</sup> par an et par kilomètre).

$$WLC = \frac{VP}{Nb}$$

- WLC, Water losses per connection

- VP, Volume de pertes
- Nb, Nombre de branchements

## b) Infrastructure Leakage Index, ILI :

Infrastructure Leakage Index (ILI) qui peut être traduit par « indice de fuites structurelles » est un indicateur de performance adimensionnel défini comme le rapport entre CARL et UARL (tels qu'ils sont définis ci-après et après conversion dans la même unité). Il est largement utilisé à l'échelle internationale depuis plus de 10 ans pour évaluer le niveau de pertes des réseaux d'eau potable. Par définition, ILI doit avoir une valeur supérieure ou égale à 1. Plus la valeur de ILI est proche de 1, plus le niveau des pertes réelles est proche des pertes incompressibles donc meilleure est la performance.

$$ILI = \text{CARL} / \text{UARL}$$

- CARL, Current Annual Real Losses
- UARL, Unavoidable Annual Real Losses

- Unavoidable Annual Real Losses, UARL:

Le concept d'Unavoidable Annual Real Losses (UARL) que l'on peut traduire par « pertes réelles annuelles incompressibles » découle de travaux menés notamment par Allan Lambert. L'hypothèse centrale de ce concept est de considérer que pour tout réseau en bon état et exploité dans les règles de l'art, il existe un seuil minimal de pertes en dessous duquel on ne peut descendre dans des conditions économiquement acceptables. Allan Lambert propose une méthode d'évaluation de l'UARL d'un réseau en fonction de la longueur des canalisations principales, du nombre et de la longueur des branchements et de la pression moyenne de service.

### Hypothèses :

- \*Infrastructures en bon état
- \* Politique active de recherche des fuites

\* Réparation rapide des casses et fuites

\*Pression : 50 mètres de colonne d'eau (mce)

$$U_{ARL} = (18 \times L_m + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

- Uarl, litres/jour

- Lm, Longueur du réseau hors branchements, km

- Nc, Nombre de branchements

- Lp, Longueur des branchements de la voirie au compteur, km

- P, Pression moyenne de service, mce

• Current Annual Real Losses, CARL :

Current Annual Real Losses (CARL) peut être traduit par « pertes réelles annuelles ». L'évaluation de CARL dans le respect des standards préconisés par l'IWA diffère de l'évaluation des pertes intervenant dans le calcul de l'ILP. L'équation suivante approche les « pertes réelles annuelles » avec des volumes au sens de la réglementation française

$$VP - (V_{cv} + V_{sc}) = CARL$$

- VP, Volume de Pertes

- Vcv, Volume consommé volé

- Nc, Nombre de branchements

- Vsc, Volume résultant du sous-comptage des compteurs domestiques.

### IV.2.3. Autres indicateurs :

Une étude menée par Irtsea (ancien Cemagref) pour le compte du Syndicat Mixte d'Etudes pour la Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde (SMEGREG) a montré<sup>4</sup> que l'Indice Linéaire des Volumes Non-Comptés (ILVNC) est très fortement lié à la densité d'abonnés D (Nombre d'abonnés par rapport au linéaire du réseau). La relation issue de régressions linéaires passant par l'origine, bâties sur de nombreuses données collectées à l'échelle nationale et agrégées par classe est la suivante :  $ILVNC = 0.150 \times D$

Cette étude a par ailleurs montré que pour les services ayant une densité d'abonnés faible, les pertes incompressibles sont, en moyenne, supérieures aux pertes réellement constatées ce qui permet de conclure que la méthode IWA d'évaluation des pertes incompressibles n'est pas pertinente pour les services ruraux français.

Exprimer l'indice linéaire de pertes en fonction de la densité d'abonnés revient à rapporter le volume de perte au nombre d'abonnés. Un nouvel indicateur de pertes est alors défini : l'Indice de Pertes par Abonnés (IPA), exprimé en m<sup>3</sup> par abonné et par jour, il permet de réaliser une première appréciation du niveau de perte indépendamment des autres caractéristiques du réseau.

$$IPA = VP / 365 \times N$$

- IPA, Indice de pertes par abonné
- VP, le Volume de Perte
- Na, le nombre d'abonnés

Un référentiel de l'IPA a été proposé pour les réseaux français dont la densité d'abonnés n'excède pas 45 abonnés par kilomètre.

Niveau de pertes faible	$IPA \leq 0.08$
Niveau de pertes modéré	$0.08 < IPA \leq 0.15$
Niveau de pertes élevé	$0.15 < IPA \leq 0.29$
Niveau de pertes très élevé	$0.29 < IPA$

**Tableau IV.1** : référentiel de l'IPA

**Remarque** : les volumes utilisés sont entachés d'erreurs de mesure ou d'estimation qui vont se répercuter sur les indicateurs de pertes. Pour interpréter correctement les valeurs des indicateurs la quantification des erreurs est nécessaire. Cette étape est réalisée par le biais du calcul d'incertitude exposé dans la fiche 1-3. Les incertitudes permettent de poser un intervalle dans lequel les valeurs des indicateurs sont valides pour un niveau de confiance préalablement choisi.

## IV.3.Sectorisation :

### IV.3.1.Principe de la sectorisation :

Dans une perspective de réduction des fuites dans les réseaux d'eau potable, les informations annuelles à l'échelle du service ne suffisent pas. La sectorisation offre la possibilité d'obtenir des données à des échelles spatiales et temporelles plus fines, ce qui facilite la recherche et la localisation des fuites et permet une hiérarchisation des actions à mettre en œuvre.

La sectorisation consiste à diviser le réseau d'AEP en plusieurs « sous réseaux » appelés secteurs pour lesquels le suivi des débits mis en distribution est effectué par comptage des débits entrants et sortants. Les systèmes récents sont entièrement télé-gérés et permettent un rapatriement et un stockage des mesures en continu avec des pas de temps horaires voir infra horaires.

### IV.3.2.Conception des secteurs :

Physiquement, un secteur est une sous-partie connexe du réseau délimitée par :

- des extrémités d'antennes ;

- des vannes fermées ;

- des comptages.

- Toutes les communications ouvertes avec les ouvrages (stations de pompage, réservoirs, ...) et avec des secteurs voisins doivent être équipées de comptage. Lorsque l'eau peut potentiellement circuler dans les deux sens, les comptages doivent être à double sens. Les éventuels ouvrages de stockage interne au secteur (bâches de reprises par exemple) doivent également être équipés de comptages.

-La conception d'une sectorisation doit composer avec des aspirations contradictoires. Le désir d'obtenir un niveau fin de pré-localisation des fuites incite à multiplier les secteurs. A l'inverse, la volonté de disposer d'un système aisé à exploiter et d'un coût raisonnable incite à limiter le nombre d'appareils de mesure et donc de secteurs. Pour arbitrer ce compromis, il convient de prendre en compte deux contraintes incontournables :

-La configuration hydraulique du réseau : la configuration des secteurs doit prendre en compte les infrastructures (réservoirs, stations de pompage). Elle est contrainte par la délimitation des UDI (Unités De Distribution) et des zones de pression. La sectorisation peut parfois conduire à des modifications du fonctionnement hydraulique du réseau (démaillage notamment), il faut alors s'assurer que la nouvelle configuration peut en permanence satisfaire les objectifs du service.

– La mesurabilité du débit de nuit : les appareils de comptage (compteurs et débitmètres) mesurent les volumes avec une certaine précision. Dans certains cas, notamment lorsque le débit du secteur est calculé à partir de plusieurs comptages, l'incertitude d'évaluation du débit du secteur peut être considérable tandis que le débit nocturne à mesurer est d'autant plus faible que le secteur est petit. Il convient donc d'adapter la taille du secteur pour que le débit nocturne soit mesurable. Usuellement, pour satisfaire cette contrainte, le nombre d'usagers des secteurs est compris entre 500 et 3 000.

Au-delà de ces contraintes, la sectorisation doit tendre à satisfaire :

– ***L'homogénéité des secteurs*** : pour faciliter l'interprétation des indicateurs et la compréhension de leurs évolutions ;

– ***L'adaptabilité aux évolutions*** : en vue de créer ou modifier des secteurs en raison des évolutions de la demande sans tout remettre en cause ;

– ***La facilité d'exploitation*** : les systèmes mis en place doivent répondre à une logique commune et être compatibles entre eux, leur complexité doit être proportionnée aux capacités du service ;

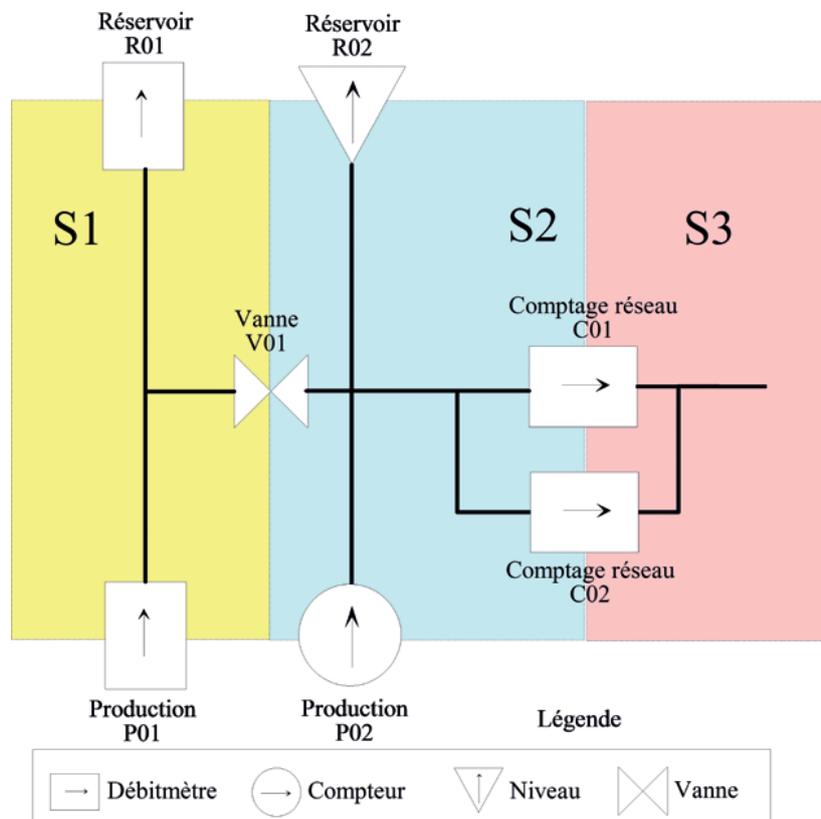
– ***Un coût modéré.***

### IV.3.3.Représentation des secteurs :

#### IV.3.3.1Synoptiques :

Les secteurs sont représentés schématiquement par les synoptiques afin de mettre en évidence les communications entre les secteurs et éviter ainsi les erreurs dans les équations bilans. Pour construire le synoptique, il est proposé de :

- Distinguer les types de comptage, débitmètre, compteur ou mesure de niveau ;
- Représenter par une flèche le sens conventionnel positif de comptage ;
- Représenter en partie basse les productions avec un débit entrant dans le réseau ;
- Représenter en partie haute les stockages avec un débit sortant du réseau
- Nommer chaque secteur et chaque comptage par un identifiant court et sans équivoque.



**Figure IV.1** : Exemple de synoptique de la sectorisation d'un réseau

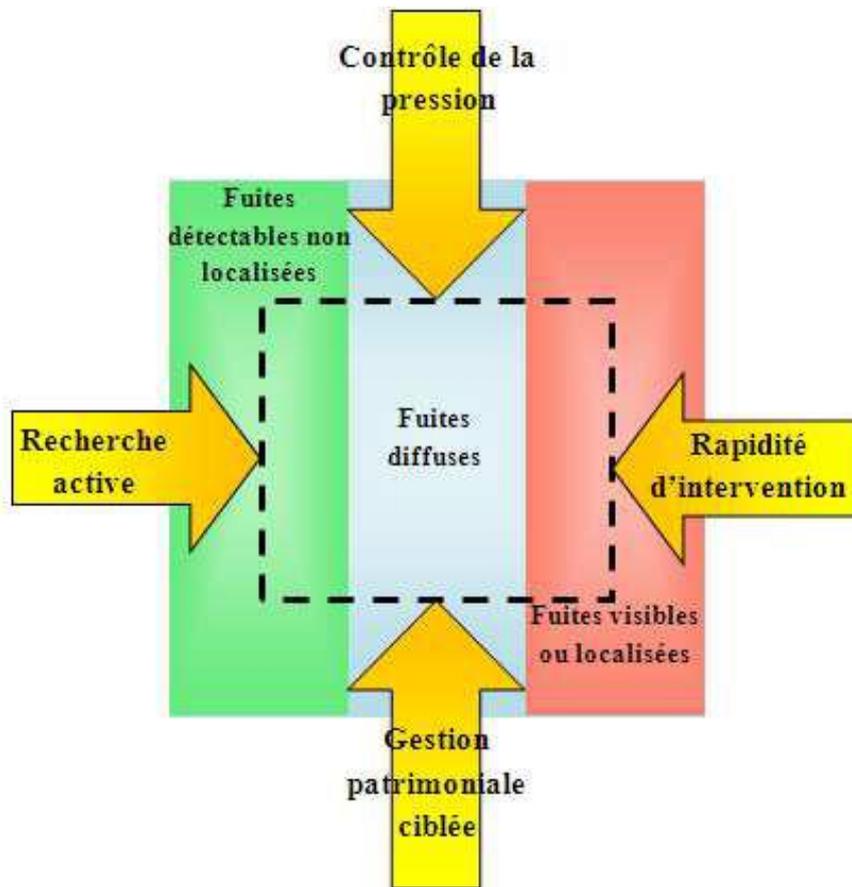
## IV.4.Actions de lutte contre les fuites :

Plusieurs familles d'interventions peuvent être mobilisées pour réduire les fuites, elles agissent sur différents facteurs qui influencent le volume de fuite. Ainsi, leurs domaines d'application et leur efficacité dépendent du contexte du réseau et de la nature des fuites.

### IV .4.1.Leviers d'actions :

Plusieurs types d'actions sont possibles pour lutter contre les fuites, toutes ont leur intérêt et leur efficacité respective dépend de la configuration du secteur et du type et de l'ampleur de ses fuites. Quatre leviers principaux de réduction des fuites peuvent être distingués :

- La rapidité d'intervention : ce type d'action concerne les fuites visibles ou localisées, il s'agit de limiter au maximum le temps d'écoulement de la fuite dès lors qu'elle est localisée, la réalisation pratique de l'intervention fixe une limite à la possibilité de réduction de cette durée
- La recherche active des fuites : il s'agit de détecter, de localiser des fuites qui ne sont pas visibles afin de limiter leur temps d'écoulement à l'état non localisé. Les campagnes de recherche active des fuites peuvent être déclenchées de façon systématique selon une certaine fréquence ou guidées par les évolutions des débits de pompages ou de sectorisation
- Le contrôle de la pression : il ne s'agit plus là de réduire la durée des fuites mais leur débit, en réduisant la pression lorsque cela est possible ou en la modulant pour corriger les variations de pertes de charges liées aux variations de la demande. Le contrôle de la pression permet également limiter la fréquence d'apparition des fuites.
- La gestion patrimoniale ciblée : certaines canalisations, branchements ou autres organes du réseau, connaissent une fréquence élevée d'apparition des fuites, leur réhabilitation ou leur renouvellement permet de limiter le nombre de fuites et donc les volumes perdus La figure ci-après illustre le synoptique des quatre leviers d'actions et la figure ci-dessous en donne la formulation mathématique ainsi que la contribution de chacune des variables dans l'action de lutte contre les fuites.



**Figure IV.2** : Méthode de base de gestion des fuites

## IV.4.2.Recherche active :

De nombreuses fuites sont invisibles à la surface et seule une recherche active permet de les localiser. Un panel de techniques variées est utilisé pour pré-localiser puis localiser les fuites.

### IV .4.2.1.Techniques de pré-localisation des fuites :

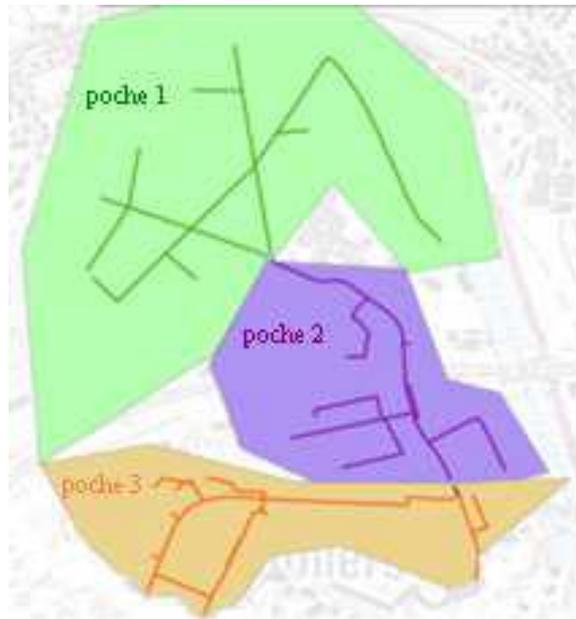
#### a)Quantification nocturne :

Il s'agit de pousser plus loin de façon ponctuelle la sectorisation du réseau pendant la période nocturne, lorsque l'essentiel du débit transitant dans le réseau correspond à des fuites (en général entre 2 h et 5 h).

Cette technique, très efficace, permet de quantifier des fuites à partir de 0,5 m<sup>3</sup>/h. Elle consiste à diviser le secteur en plusieurs sous-secteurs de façon séquentielle<sup>1</sup>. Le secteur doit être judicieusement choisi, les vannes localisées et fonctionnelles et les appareils de mesure en état de marche.

#### b) Etude des plans et des vannes du secteur :

Une fois le secteur choisi, des sous-secteurs sont délimitées par des jeux d'ouverture / fermeture de vannes, Ils sont conçus pour limiter les coupures d'eau des usagers, lorsque cela est possible, des réalimentations provisoires sont prévues. La journée précédant la campagne de recherche nocturne, toutes les vannes sont repérées et leurs manœuvrabilités vérifiées.



**Figure.IV.3** : Exemple de représentation de sous-secteurs de quantification nocturne

c) Mise en place des appareils de mesure :

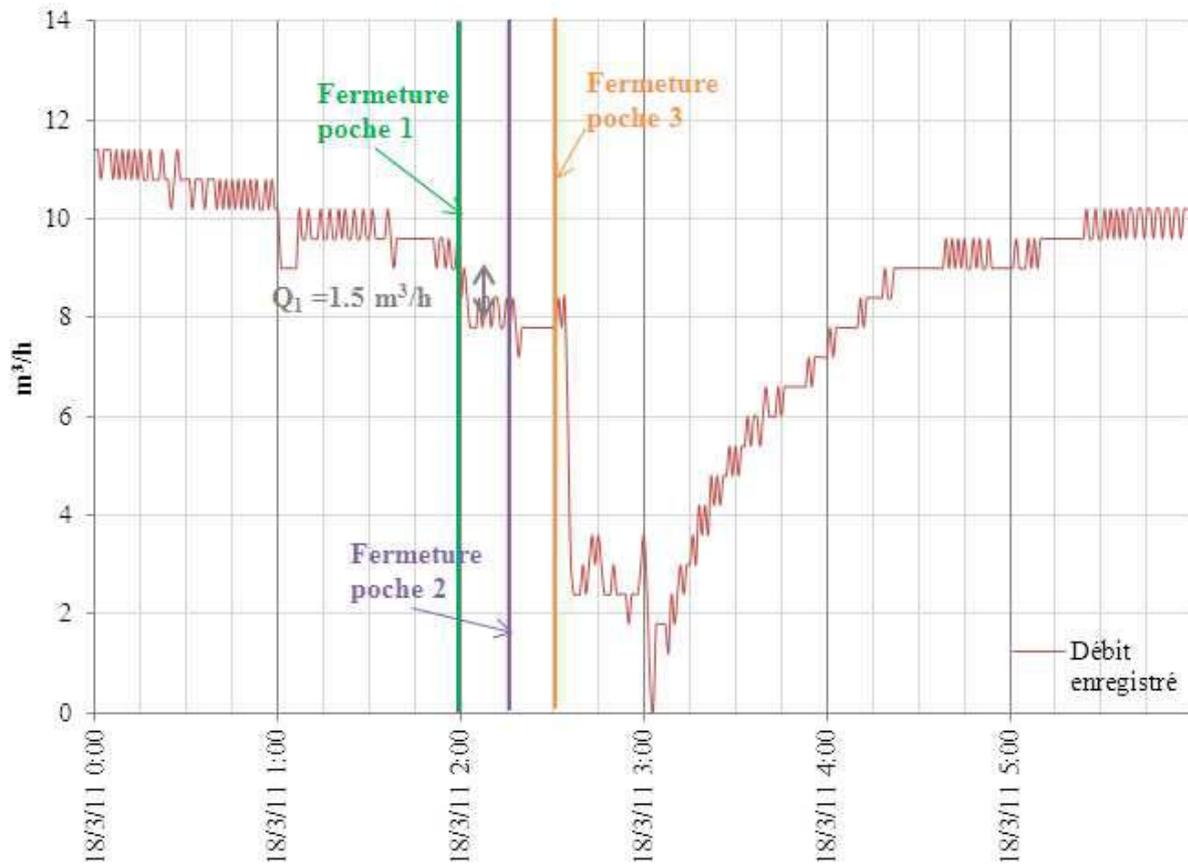
La zone à étudier ne doit avoir qu'un seul point d'entrée muni d'un compteur ou d'un débitmètre afin de pouvoir suivre l'évolution du débit. Le débit en entrée du secteur étudié doit être connu avec précision et les appareils de mesure doivent être munis d'un afficheur pour suivre le débit en temps réel. Des débitmètres à insertion sont installés en entrée du secteur le cas échéant.

d) Organisation durant la nuit de la campagne :

Deux agents, au moins, sont nécessaires sur le terrain. Un agent ferme successivement les vannes selon un programme établi et à intervalle régulier (souvent 15 minutes) pendant qu'un autre suit l'évolution du débit au niveau du compteur. Environ 8 sous-secteurs peuvent ainsi être étudiés sur une nuit de campagne comportant deux heures de recherche effective.

### e) Analyse des résultats :

L'analyse des débits permet de quantifier les fuites au sein de chacun des sous-secteurs.



**Figure IV.4 :** Débits mesurés lors d'une opération de quantification nocturne

## f) Pré-localisation acoustique :

La pré-localisation acoustique est réalisée au moyen d'enregistreurs de bruits placés sur des éléments fixes du réseau (hydrant, bouche à clef, ...). Le champ d'écoute peut varier de 50 à 200 mètres en fonction des matériaux de la conduite.

Les appareils enregistrent les caractéristiques de bruit :

Amplitude et/ou largeur du signal. Les données sont relevées soit directement sur le pré-localisateur, soit à distance par un système centralisé. L'analyse des bruits permet d'identifier la présence d'une fuite dans la zone de portée du pré-localisateur.

Cette technologie présente l'intérêt de pouvoir être mise en œuvre sans perturber la distribution, elle trouve notamment son application dans les secteurs très maillés ou la mesure des débits nocturne n'est pas possible. Les pré-localisateurs acoustiques peuvent être utilisés en campagne ou à poste fixe.



**Figure IV.5** : Photographie de pré-localisateurs acoustiques

## IV .4.2.2. Techniques de localisation des fuites :

Pour gagner du temps lors de la recherche de fuite, il est important de savoir où chercher, c'est du bon sens ! Avec le temps, le souvenir du tracé de vos canalisations peut devenir flou. Heureusement, il existe aujourd'hui plusieurs techniques permettant de cibler leurs tracés, la recherche de fuite devient ainsi rapide et efficace.

Les spécialistes de la recherche de fuite savent retrouver le tracé des canalisations enterrées avec un appareil de détection électromagnétique. Cet équipement permet à notre technicien de créer un champ magnétique, à l'aide d'un câble électrique chargé en courant faible. Ce câble est par la suite placé dans l'une des extrémités de la conduite.

### a) Méthode de recherche à grande échelle :

Elle consiste à calculer la différence entre le volume introduit dans le réseau et le volume consommé et comptabilisé. Une différence de volume permet de soupçonner des fuites d'eau dans l'un des secteurs du réseau.

La méthode fréquemment utilisée pour la délimitation de la zone de la fuite est l'isolement des tronçons soupçonnés de fuite et la pose de compteurs en amont et en aval de ceux-ci. Il reste ensuite à détecter la localisation exacte de la fuite par l'utilisation de méthodes plus fines.

### a) Méthode du gaz traceur :

Le procédé de la recherche de fuites d'eau par gaz traceur (l'azote hydrogéné) permet de localiser la plupart de fuites sur les réseaux enterrés et même les micro-fuites. Cette recherche de fuite d'eau est aussi appelée la recherche non destructive sur canalisations enterrées.

Injection d'un gaz inoffensif dans la conduite afin de déceler les petites fuites, méthode idéale pour les conduites de petits diamètres, notamment après le compteur d'eau mais utilisable aussi pour les essais de pression et les recherches de fuites sur les réseaux d'adduction d'eau potable, un gaz traceur inodore, insipide et non dangereux pour la santé, du type SF6(l'hexachlorure de soufre) ou le RH6(mélange d'azote et d'hydrogène).

\*Avantage :

-facilite le repérage du gaz en surface.

\*Inconvénients :

-demande des investissements très onéreux.

\*Matériel utilisés dans cette technique :

Le GASENA 5 H2 est un développement vonRoll hydro pour la détection de fuite par gaz traceur (mélange hydrogène/ azote). Il réagit immédiatement à la moindre quantité d'hydrogène (0 – 3000 ppm) et ne présente que de très faibles interférences avec les autres gaz inflammables.

C'est un avantage décisif pour cette méthode de détection de fuites, car cela minimise les erreurs d'interprétation causées par les émissions de la circulation, des décharges et autres.



Figure IV.6 : Détection de fuite d'eau par gaz traceur



**Figure IV.7 : Gaz traceur**

### c) Méthode du comptage :

Une fraction des pertes est due aux sous comptage, d'où la nécessité de bien gérer les compteurs au niveau de la production et de distribution (chez les abonnés).

Le relevé est une opération réalisée selon une fréquence généralement fixée dans le cahier des charges du service des eaux (une à deux fois par an en général, une fois par mois pour les gros consommateurs).

Le releveur se rend l'abonné et enregistre l'index figurant sur le compteur. Cette consommation est très différente des consommations habituelles, ceci peut être un indicateur de présence de fuite sur le branchement.

Avantage :

- permet la détection des fuites sur les branchements.

Inconvénients :

- pose la problématique de l'exactitude des relevés et la fiabilité des compteurs.

#### d) Méthode de sectorisation :

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en un ou plusieurs sous-réseaux pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire. Un réseau de distribution peut être divisé en plusieurs niveaux de sectorisation en fonction de sa taille. Les fonctions de chaque niveau sont les suivantes :

-1er niveau : suivi annuel des volumes mis en distribution et des incidents sur réseau, Indicateurs techniques calculés à ce niveau ;

-2ème niveau : quantification des résultats d'une campagne de recherche de fuites, suivi permanent des volumes mis en distribution et débits nocturnes (lorsque pertinents) à l'aide de la télégestion, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites ;

-3ème niveau : aide à la pré-localisation des fuites par manœuvre des vannes et observation de la variation du débit.

#### e) Méthode de quantification :

Cette méthode mise en œuvre par des sociétés spécialisées, consiste à mesurer en continu le débit de consommation à l'intérieur d'une maille. Après avoir isolé du réseau quelques certaines de maitres de conduites et vérifié l'étanchéité des vannes, on réalimente le quartier par des tuyaux souples à partir d'un hydrant extérieur à la maille. L'alimentation s'effectue via un camion de quantification équipé d'appareils de mesures : débitmètre et manomètre enregistreurs. Le débit consommé dans la maille est analysé avec précision (5 mesures par seconde) et sa valeur minimum représente le « débit de perte » de la maille : fuite, consommation permanente, usage public, ... cette méthode s'utilise de jour, sans interruption de la distribution

Le débit alimentant le tronçon étudié est donné par la formule ci-dessous :

$$Q_t = Q_c + Q_f + \dots$$

Avec :

$Q_t$  : débit enregistré,

$Q_c$  : débit consommé,

$Q_f$ : débit de fuite.

La méthode de quantification comporte plusieurs phases :

-analyse le réseau et effecteur un bilan des volumes : à partir des plans existants, l'équipe de recherche analyse la structure et le fonctionnement du réseau,

-schématiser le réseau, pour réaliser efficacement les recherches, il est nécessaire d'établir un schéma fonctionnel du réseau : comportant essentiellement les points de comptage, les canalisations, les vannes qui seront numérotées,

-découper le réseau en secteur de recherche : le découpage du réseau se fait à partir du schéma fonctionnel établi. Chaque secteur est décomposé en réseau ramifié,

\*Avantage :

-permet une meilleure connaissance du réseau,

-permet de réparer les grosses fuites.

\*Inconvénients :

-ne permet pas la localisation précise de fuite,

-ne peut être utilisée que la nuit.

### IV .4.2.3.Méthodes modernes :

Plusieurs méthodes modernes sont actuellement employées dans la recherche des fuites. On citera :

#### a)Recherche de fuite d'eau par thermographie infrarouge :

La thermographie infrarouge est utilisée pour visualiser les variations de température et les pertes de chaleur de vos canalisations. Cette méthode de recherche de fuite est très efficace pour les circuits de chauffage, les planchers chauffants ou les radiateurs. Cette méthode peut également s'appliquer si vous souhaitez visualiser l'emplacement de vos canalisations avant le percement du sol pour travaux, notamment lorsque vous disposez d'un chauffage au sol.

Les pertes de chaleur, la présence d'humidité ou les fuites d'eau dans vos canalisations sont identifiées grâce aux variations de couleurs des images thermiques .Cette méthode peut également s'appliquer pour des contrôles d'isolation, la recherche de ponts thermiques ou pour repérer des points de connexion électrique.



**Figure IV.8** : Méthode de recherche par caméra infrarouge

## b) Recherche de fuite d'eau avec colorant

*\*Détection de fuite avec Fluorescéine:*

La fluorescéine est un colorant qui sert de traceur. Il est fréquemment utilisé pour la recherche de fuites d'eau car au contact de l'air il devient fluorescent, d'une couleur jaune/vert. Il permet de repérer ainsi des fuites d'eau par infiltration ou des joints qui ne seraient plus étanches. La Rhodamine B de couleur rouge/orange vif peut être utilisée en complément pour détecter une seconde fuite d'eau sur une même canalisation.

Ces colorants n'ont aucun effet néfaste sur l'environnement, ils peuvent être utilisés sur tous types de canalisations, ils ne tachent pas les éléments de plomberie et se nettoient facilement à l'eau.



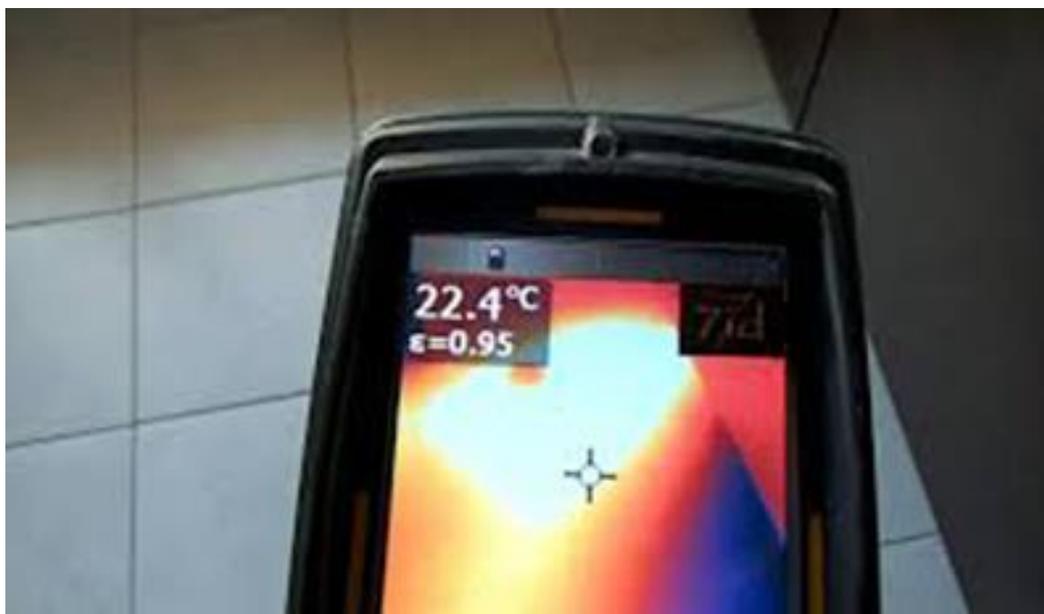
**Figure IV.9** : Recherche de fuite d'eau avec colorant de type Fluorescéine

### c) Détection de fuite d'eau par inspection vidéo :

L'inspection vidéo par caméra de canalisation est utile lorsque les autres procédés n'ont pas fonctionné ou en cas de fuites intermittentes par des raccords fuyards, des écrasements, des rétrécissements, des racines obstruant le conduit.

Connaitre l'état des canalisations ainsi que leur repérage est très utile et évite bien souvent de futurs problèmes de dégâts des eaux comme des canalisations d'évacuations bouchées.

Cette exploration des canalisations sera accompagnée de photos et de vidéos envoyés sur notre serveur pour que vous les ayez en tout temps.



**Figure IV .10:** Inspection vidéo par caméra endoscopique

## IV.5.Réparation des fuites :

Lorsqu'une fuite est localisée, une réparation peut permettre de rétablir l'étanchéité d'un élément de canalisation défectueux, sans pour autant générer des travaux de renouvellement importants. Selon le type de dommage, on choisira généralement soit de poser un manchon autour de l'élément défaillant, soit de découper et de remplacer la partie endommagée. Les fuites de type goutte-à-goutte au niveau des pompes et des vannes peuvent souvent être supprimées simplement en resserrant les boulons sur la bague du joint.

Enfin, il existe d'autres techniques de réparation spécifiques aux canalisations visitables comme l'étanchement d'un joint fuyard (joint AMEX ou par bourrage d'un produit élasto- plastique).

Si une protection cathodique est présente sur la conduite à réparer, une attention particulière sera portée au maintien de la continuité électrique, en particulier au droit de la réparation. Ainsi, si elle n'est pas garantie par la boulonnerie de la réparation, des shunts doivent être mis en place au besoin.

D'autre part, afin de prévenir certains phénomènes de corrosion dus à la nature des sols ou aux phénomènes de courants vagabonds, il peut être pertinent de prévoir la mise en place de protections telles que des bandes, des manchettes de protection ou une protection cathodique (à courant imposé ou par anodes sacrificielles).

## IV .5.1.Champs d'utilisation :

**Tableau IV.2** : Conditions d'application des techniques de réparation

Conditions d'application des techniques de réparation		
Technique	Pose de manchons sans découpe	Découpe - remplacement
Diamètre du tuyau	Petit à moyen	Tous
Type de dommage	Casse ou fissure circonférentielle  Trous  Piqûres de corrosion	Casse importante  Fissure longitudinale  Emboîture de joint trop endommagée  Branchement défectueux

Le choix de la technique et des pièces de réparation tiendra également compte de la qualité du matériau de la conduite, de la nature des sols et de la proximité éventuelle d'ouvrages pouvant être à l'origine de ces désordres (courant vagabond, poinçonnement, couple galvanique, etc.).

## IV .5.2.Mise en œuvre :

Les règles de mise en œuvre et d'installation énoncées par les fabricants doivent être scrupuleusement respectées, sous peine de devoir ré-intervenir rapidement : mise en place des pièces, couple de serrage, etc.

Etape de réparation		
Technique	Manchon	Découpe - remplacement
Accès à la fuite	Réalisation d'une fouille permettant de dégager la portion de conduite fuyarde	
Isolement du tronçon	Selon l'importance de la fuite et la pression du réseau	Oui
Préparation	Nettoyage de la surface externe	Non
Rinçage, purge et désinfection	Seulement si pression insuffisante durant la réparation	Oui
Contrôle de la réparation	Essai d'étanchéité de la réparation Contrôle de l'efficacité de la réparation (absence de fuite[s] sous-jacente[s]) : indicateurs de fuite négatifs (débit de référence, pression, niveau de bruit, etc. revenus à leur niveau d'avant la fuite).	

**Tableau IV.3 : Etapes de réparation**

#### IV .5.3.Sécurité :

Les réparations des conduites en béton avec âme d'acier ou en amiante-ciment nécessitent de faire appel à un spécialiste et/ou de prendre des précautions de sécurité.

Ces interventions sont considérées à juste titre comme des travaux dangereux car souvent exposés aux risques liés à la circulation routière, à la présence de nombreux réseaux souterrains situés à proximité de la conduite à réparer, aux éboulements des terrains saturés en eau. Elles sont souvent réalisées dans l'urgence car certaines fuites peuvent affecter fortement la distribution en eau.

## IV .6.Régulation des pressions et protection du réseau :

### IV .6.1.Réduction de pression :

Une pression élevée dans le réseau fragilise les conduites et augmente le débit des fuites existantes. En effet, le débit d'une fuite est directement lié à la valeur de la pression. À titre d'exemple, la fuite à travers un orifice circulaire est proportionnelle à la racine carrée de la pression.

La pression de service d'un réseau doit être supérieure à la pression minimale souhaitée (pression de confort de l'utilisateur usuellement fixée à 2 bars). Dans bien des configurations, la pression de service est supérieure à cette valeur et peut atteindre plus de 10 bars. La réduction de pression consiste donc à réduire la pression du réseau tout en assurant une valeur minimale de service en tout point, y compris lorsque la demande est maximale. Cette réduction de pression peut se faire sur la totalité du réseau, sur un secteur ou une antenne, voire uniquement chez les abonnés. Pour ce faire, on utilise un réducteur de pression qui permet, à partir d'une pression variable à l'amont, de maintenir une pression inférieure et constante à l'aval.

### IV .6.2. Champs d'utilisation :

Deux technologies de régulateurs de pression existent :

- les régulateurs à ressort (vanne à régulation mécanique) ;
- les vannes de régulation à commande hydraulique.

**Tableau IV.4 : Champs d'utilisation**

Condition d'utilisation	Vanne à régulation mécanique Réducteur de pression	Vanne à régulation hydraulique Hydro stabilisateurs
Connaissance du réseau	Connaissance détaillée du réseau, du/des point(s) critique(s), connaissance des débits et des pressions	
Pression	Pression dépassant la pression minimale requise au point critique et en période de pointe	
Diamètre des appareils	Inférieur à 300 mm	Tout diamètre
Caractéristiques des solutions	Fonctionnement simple Robuste  Gamme de débits plus réduite	Possibilité d'adjoindre des fonctionnalités complémentaires ou de les modifier (changement du ou des pilotes) Peu de pertes de charge à pleine ouverture Régulation plus précise et hystérésis à débit nul plus faible
Installation	Regard adapté, filtre, vanne de garde amont et aval, ventouse éventuelle	

### IV .6.3. Moyens humains :

Contrôle de la pression dans le secteur et maintenance de la vanne, au moins une fois par an. Si les besoins ou la configuration du réseau évoluent, la modification de la consigne s'effectue manuellement.

### IV .6.4. Organisation :

Les principales étapes à réaliser pour mettre en place l'action sont :

- l'étude du réseau et du potentiel de réduction de pression ;
- le choix du/des lieux (x) d'installation de la /des vanne(s) et le dimensionnement adapté aux conditions de débits et de pressions ;
- l'installation des vannes, le réglage et la mise en route.

### IV .6.5. Impacts de l'action :

Si la pression minimale au point critique est bien respectée, la pression fournie au consommateur est théoriquement suffisante même si elle peut être inférieure à la pression qu'il avait précédemment. De même, la pression reste à tout moment suffisante pour préserver la qualité de l'eau vis-à-vis des intrusions. Il est important de prendre en compte la défense incendie ou tout autre débit exceptionnel dans la mise en place de l'action.

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (appareil, génie civil)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

**Tableau IV.5 : Coûts**

#### IV .6.7. Modulation de pression :

Les pertes de charges dans le réseau croissent en même temps que le débit qui transite, de telle sorte qu'elles sont généralement moins fortes en période nocturne lorsque la demande est faible. Ainsi, lorsque le système est conçu pour garantir une pression suffisante en tout point et à tout moment, la pression en période de faible demande est excédentaire, y compris au point critique. Il est donc envisageable de réduire la pression de desserte quand la demande est faible, on parle de modulation de pression. En pratique, il s'agit de mettre en place des stabilisateurs avals dont la consigne de pression varie selon une commande. Les systèmes d'asservissements peuvent être une horloge, une mesure de débit sur la canalisation qui porte le dispositif, ou une mesure de pression en un point critique.

## Conclusion générale

La gestion optimale des services de distribution d'eau potable implique la fourniture permanente aux abonnés d'un produit de qualité irréprochable, au meilleur coût.

Evaluer les performances des réseaux de distribution, détecter les Risques de fuites d'eau, évaluer leur importance et procéder à leur élimination sont des tâches essentielles qui incombent aujourd'hui au distributeur d'eau.

Le vieillissement du réseau va entraîner, des perturbations comme les fuites Différents facteurs, provoquent des fuites facteurs internes (matériau, diamètre, la résistance à la corrosion du matériau, ...), externes (le sol, le mouvement des sols...) et liés à l'exploitation du réseau (débit, pression, vitesse).

L'état souvent défectueux d'installations anciennes non renouvelées et mal entretenus qui oblige à des travaux de réhabilitation importante que les gestionnaires communaux n'arrivaient pas à assurer, une absence de personnels d'exploitation et d'encadrement qualifiés constituent les principaux obstacles à une amélioration rapide de l'efficacité de l'eau. Les rendements des réseaux de distribution comprennent les pertes physiques plus pertes commerciales (eau non comptabilisé, branchement illicites...)

Nous devons améliorer rapidement la gestion technique des installations dans le but de réduire les pertes d'eau. Nous devons mener, dans le cadre de plans annuels, des actions de réparation et remplacement de conduites d'adduction et de distribution, remplacement de vannes, remplacement et mise en place de compteurs ...les mesures de réduction des pertes gaspillages sont d'autant plus nécessaires et importantes.

# Bibliographie

- Guide Onema 2012 office national de l'eau et des milieux aquatique.
- Bonnin, J. (1982). Aide-mémoire Hydraulique urbaine. France: Édition Eyrolles.
- Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP par Gueddouj et Ouaret Université Béjaia-ingénieur 2002