



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE
Projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique

Présenté par

BOUCHAIB Yacine

Thème

*Mise en place d'une méthodologie d'identification de
l'origine des eaux claires parasites permanentes et
apport dans la démarche de réduction des pertes sur les
réseaux d'eau potable*

Proposé par:
Mr.O.NARBEY

Dirigé par :
Mr.O.NARBEY (SEAAL)
Dr.A.BERMAD (ENP)

Promotion : juin 2010
ENSP 10, Avenue Hassen Badi, BP.186 EL HARRACH, ALGER

Remerciements

Je remercie Allah de m'avoir prêté vie, santé et volonté pour achever ce travail.

Je remercie Mr BERMAD pour ses précieux conseils, son soutien et son aide tout au long de ce travail.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés au sein de l'entreprise SEAAL, dont je remercie mon encadreur, Monsieur O.NARBÈY, d'avoir été disponible pour les difficultés rencontrées ainsi que son encouragement dans le travail et surtout les moments d'écoutes et de besoins.

J'adresse ma profonde reconnaissance aux personnels de la SEAAL (Société des eaux et de l'assainissement d'Alger), qui m'ont chaleureusement accueilli et permit d'effectuer ce travail, sans leurs aide, ce travail n'aura jamais avancé. Particulièrement Mme M.LeRoux, Mr HAMMAS, Mr BENDALI et Mme Nassima et le stagiaire LACHI Hacène, qui m'ont aidé et qui ont été présents tout au long de cette période.

Un grand merci à Mr S.ANTEME et aux personnels du bureau d'étude Safège qui méritent ma reconnaissance ainsi que mon respect le plus grand pour tout ce qui ont pu me fournir comme informations.

Je tiens aussi à remercier tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation particulièrement ceux du département d'Hydraulique, de m'avoir donné la chance d'apprendre, et de nous faire partager leurs savoirs, sans eux je ne serais jamais arrivé à ce stade.

Je remercie toutes personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail de près ou de loin.

Je remercie mes parents de m'avoir donné la vie, de m'avoir élevé, instruit, pour tous leurs sacrifices... Les mots s'épuisent sans doute, mais vous comprendrez que tout un univers de paroles ne suffire pour vous dire MERCI.

Dédicaces

Je dédie ce Travail :

À mes très chers parents, que Dieu les protège

À ma sœur,

À mes frères,

À mes nièces, et mes neveux,

À toute ma famille,

À mes chers amis de Meissonnier,

À mes chers amis du lycée technique,

À mes chers amis de polytech,

À mes chers amis hydrauliciens,

À mes professeurs de l'École Nationale polytechnique,

À tous ceux qui m'aiment et qui me portent dans leurs cœurs.

Merci à vous tous

Liste des abréviations :

BVA : *Bassins versants d'assainissement.*

ECPP : *Eaux claires parasites permanentes.*

ECPM : *Eaux claires parasites météoriques.*

ERU : *Les eaux résiduaires urbaines.*

EPR : *Eaux pluviales raccordées.*

EPI : *Eaux parasites d'infiltration.*

EU : *Eaux usées.*

Ts : *Temps sec.*

AEP : *Alimentation en eau potable.*

SP : *Station pompage.*

SIG : *Système d'Information Géographique.*

Liste des figures :

II. Recherche des fuites

Figure II.1 : Détection des fuites au gaz traceur.....	16
Figure II.2 : Représentation schématique des niveaux sonores de l'ensemble des bruits et du bruit de fuite seul, d'une part dans le sol, d'autre part sur la conduite elle-même.....	17
Figure II.3 : Méthode de l'imagerie thermique.....	18
Figure II.4 : Localisation d'une fuite par imagerie thermique.....	18
Figure II.5 : Amplificateur mécanique de type hydrosol.....	20
Figure II.6 : Amplificateur électronique.....	21
Figure II.7 : Recherche des fuites avec un amplificateur électronique.....	22
Figure II.8 : Corrélateur acoustique.....	22
Figure II.9 : Vue d'ensemble du dispositif de recherche.....	23
Figure II.10 : Schéma fonctionnel de l'équipement.....	23
Figure II.11 : Schéma illustrant le traitement pour les accès 1,2 et 3.....	24
Figure II.12 : Enregistreurs de bruits.....	25
Figure II.13 : Positionnement des sondes.....	25
Figure II.14 : Deux enregistrements de bruit.....	26

III. Rendement de réseau et pertes en eau

Figure III.1 : Entrées et sorties d'un système [NRW-Sub-committee].....	31
--	----

IV. Système d'Information Géographique (SIG)

Figure IV.1 : Un exemple d'organisation du SIG en trois couches d'information (infiltration dans le réseau d'assainissement, Réseau d'AEP, zone).....	39
Figure IV.2 : Exemple de représentation des données.....	39
Figure IV.3 : Fiches attributaires d'un point A, superposer sur la conduite B dans la commune.....	40
Figure IV.4 : Organisation des données descriptives et des données géométriques sous MapInfo.....	40
Figure IV.5 : Importer des données.....	43
Figure IV.6 : Numériser à partir d'une photographie aérienne.....	44
Figure IV.7 : Exemple de requête et d'analyse thématique.....	45
Figure IV.8 : Exemple de requête géométrique.....	45

Figure IV.9 : Résultat d'un calcul d'itinéraire.....	46
Figure IV.10 : Données assimilées à chaque point IVP.....	47

V. Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

Figure V.1 : Étages de distribution et bassins versants d'assainissement de la Wilaya d'Alger.....	49
Figure V.2: Exemple de bassins versants côtiers de la Wilaya d'Alger.....	51
Figure V.3: Occupation du bassin versant d'assainissement par l'étage.....	51
Figure V.4: Image générale des (08) bassins sélectionnés.....	52
Figure V.5: Superposition du bassin versant d'assainissement de la commune Eucalyptus et l'étage de distribution Haouch félit.....	53

Démarches pour le calcul du volume consommé sortant du Château d'eau

Figure V.1 : Château d'eau Haouch Felit.....	54
Figure V.2 : Schéma représentatif de la côte y.....	55
Figure V.3 : Mode de fonctionnement du château d'eau.....	56
Figure V.4 : Variation du niveau d'eau dans le château d'eau.....	56
Figure V.5 : Graphe consommation horaire entre (01/11 et 08/11/2009).....	57

VII. Note méthodologique

Évaluation des ECPP à Alger

Figure VII.1 : Campagne de mesure de temps sec - Localisation des points de mesure.....	66
Figure VII.2 : Graphique des débits observés lors d'une campagne de mesure [du 4/11 au 13/11].....	68
Figure VII.3 : Valeurs retenues pour les coefficients de rejet.....	71

VIII. Inspection visuelle des réseaux

Figure VIII. 1 : L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement.....	76
Figure VIII, 2 : Equipe vidéo avec camera non mobile.....	78

IX. Les investigations de terrain sur Ain Taya

Figure IX.1 : Table de données DIAGRAP.....	82
Figure IX.2 : Réseau d'alimentation en eau potable de Ain Taya.....	83
Figure IX.3 : Vidéo enregistrée lors de l'inspection du réseau d'assainissement de Ain Taya.....	84
Figure IX.4 : Les points d'infiltration enregistrés dans les réseaux inspectés.....	85
Figure IX.5 : Superposition des points d'infiltration et étage de consommation.....	86

<u>Figure IX.6</u> : Superposition des points d'infiltrations sur une carte hydrogéologique.....	86
<u>Figure IX.7</u> : Les points d'infiltration enregistrés dans la commune de Baraki.....	87
<u>Figure IX.8</u> : les points d'infiltration enregistrés dans la commune de Ain Taya.....	88
<u>Figure IX.9</u> : Regards signalés par infiltration d'eaux claires parasites.....	89
<u>Figure IX.10</u> : Regards et conduites signalés par infiltration d'eaux claires parasites.....	89
<u>Figure IX.11</u> : Superposition de l'étage de consommation et le réseau d'assainissement.....	90
<u>Figure IX.12</u> : Infiltration sur la conduite aval du regard.....	91
<u>Figure IX.13</u> : Regard signalé par un apport d'eaux claires parasites.....	91
<u>Figure IX.14</u> : Infiltration dans le réseau d'assainissement (Ain Taya).....	92
<u>Figure IX.15</u> : Fuite déjà réparée.....	92
<u>Figure IX.16</u> : Puits pouvant perturber le fonctionnement du réseau d'assainissement.....	93
<u>Figure IX.17</u> : Eau jaillissante pouvant être une source.....	93
<u>Figure IX.18</u> : Recherche des fuites avec un amplificateur électronique.....	94

Liste des tableaux :

II. Recherche des fuites

Tableau II.1: *Avantages et inconvénients des différentes méthodes de recherche des fuites.....19*

Tableau II.2: *Récapitulatif des différents matériels.....26*

III. Rendement de réseau et pertes en eau

Tableau III.1: *Composantes de la perte.....33*

V. Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

Tableau V.1 : *Tableau des bassins présélectionnés.....52*

VI. Notion d'eaux claires parasites

Tableau VI.1: *Classification spatio-temporelle des composantes des eaux claires parasites.....60*

VII. Note méthodologique

Évaluation des ECPP à Alger

Tableau VII.1 : *Evolution démographique dans la Wilaya d'Alger de 1998 à 2025.....64*

Tableau VII.2 : *Evolution des consommations d'eau potable (en m³/j) dans la Wilaya d'Alger de 1998 à 2025 (hors vente en gros aux Wilayas de Boumerdes et Tipaza).....65*

Tableau VII.3 : *Campagne de mesure de temps sec - Liste des points de mesure.....66*

Tableau VII.4 : *Synthèse des résultats de la campagne de mesure de débits de temps sec.....67*

Sommaire :

Introduction générale.....	01
I. L'EAU, défi N^o1.....	03
Entre la sécheresse et les fuites du réseau	06
II. Recherche des fuites.....	14
1. Méthodes de recherche des fuites	15
1.1. Surveillance du réseau	15
1.2. La méthode de quantification	15
1.3. Méthode du gaz traceur.....	16
1.4. Méthode du comptage.....	16
1.5. Méthodes acoustiques traditionnelles (L'écoute au sol).....	16
1.6. Techniques de photographie aérienne (Imagerie thermique)	18
1.7. Autres méthodes	18
1.7.1. Géoradar	18
1.7.2. Radiomagnétotellurique	19
1.7.3. Bouchon de mousse dure en plastique envoyé dans le tuyau et véhiculé par l'eau	19
2. Récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque méthode	19
3. Matériels de recherche des fuites par analyse du bruit	20
3.1. Les amplificateurs mécaniques	20
a/ L'hydrosol	20
b/ L'hydrophone	21
3.2. Les amplificateurs électroniques	21
3.3. Les corrélateurs acoustiques	22
3.4. Les enregistreurs de bruits (enregistreurs de données acoustiques)	24
4. Récapitulatif	26
III. Rendement de réseau et pertes en eau.....	28
1. Les pertes	29
1.1. Pertes réelles (ou Pertes physiques)	29
1.1.1. Fuites sur le réseau primaire	29
1.1.2. Fuites et débordements aux réservoirs de stockage	29
1.1.3. Fuites visibles	29
1.1.4. Fuites invisibles	29
1.1.5. Gaspillages	30
1.2. Pertes apparentes (ou Pertes Clientèle et de Comptage)	30
1.2.1. Usages détournés	30

1.2.2. Sous-comptage	30
1.2.3. Pertes de facturation	30
2. Définitions : eaux non facturées et eaux non comptabilisées	30
2.1. Le système concerné	30
2.2. ENF et ENC	31
2.2.1. Les Eaux Non Facturées (ENF)	31
2.2.2. Les Eaux Non Comptabilisées (ENC)	31
3. Les composantes de la perte d'eau	31
3.1. Définitions	31
3.1.1. Volumes introduits	31
3.1.2. Volumes mis en distribution.....	32
3.1.3. Consommation autorisée	32
3.1.4. Consommation autorisée facturée	32
3.1.5. Consommation facturée mesurée	32
3.1.6. Consommations facturées et non-mesurées	32
3.1.7. Consommation autorisée non facturée	32
3.1.8. Consommations autorisées non facturées, mais mesurées	32
3.1.9. Consommations autorisées non facturées et non mesurées	32
4. Calcul des eaux non-facturées (ENF)	33
5. Calcul des eaux non-comptabilisées (ENC)	34
6. Rendement et indices de pertes	34
6.1. Rendement primaire pour un réseau de distribution	35
6.2. Pourcentage de pertes pour un réseau de distribution	35
6.3. Indice linéaire de pertes	35
6.4 Paramètres agissant sur le rendement	36
IV. Système d'Information Géographique (SIG)	37
1. Définition et principes de base	38
1.1. Quelques définitions	38
1.2. Principe général.....	39
1.3. Fonctionnalités des SIG	40
2. Présentation de logiciels SIG	41
2.1. Typologie des logiciels SIG	41
2.2. Présentation de quelques SIG	42
3. Intégrer des données dans un SIG (acquisition et saisie)	43
3.1. Importation et exportation de données	43

3.2. Numérisation de nouvelles couches de données	44
4. Interroger le SIG (analyse)	44
4.1. Analyse des données	44
4.2. Analyse des objets géométriques	45
4.3. Analyse complexe	46
5. Pourquoi utilise-t-on Mapinfo ?	46
V. Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier.....	48
1. Méthodologie	49
2. Critères de choix	50
3. Apport de la présélection dans la démarche des recherches des fuites :	51
4. Résultats de la sélection	51
5. Démarches pour le calcul du volume consommé sortant du Château d'eau.....	54
5.1. Description du château d'eau	54
5.3. Calcul du volume consommé	54
5.3. Résultats	56
VI. Notion d'eaux claires parasites.....	58
1. Définition	59
2. Composantes des eaux résiduaires urbaines	59
3. Origines des eaux claires parasites	61
4. Conséquences des eaux claires parasites	61
VII. Note	
méthodologique.....	62
Évaluation des ECPP à Alger	
1. Méthodologie	64
1.1 Introduction	64
1.2 Données de base	64
1.2.1 Consommations d'eau potable	64
1.2.2 Mesures des débits de temps sec	65
1.2.2.1 Description de la campagne de mesure	65
1.2.2.2 Résultats des mesures de temps sec	67
2. Méthode d'évaluation	68
2.1. Principes généraux	68
2.2. Détermination des ECPP	68

2.2.1. Méthode du débit nocturne	69
2.2.2 Différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout	70
2.2.3 Les modèles de simulation des eaux parasites	71
3. Calcul des débits d'eaux parasites pour le bassin versant Eucalyptus.....	71
3.1 Méthode du débit nocturne corrigé	72
3.2 Différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout	72

VIII. Inspection visuelle des réseaux.....74

1. Principes généraux des inspections visuelles	76
1.1. Objectif opérationnel	76
1.2. Besoins à satisfaire par les inspections visuelles	76
2. Méthodes d'inspection visuelle	77
3. Prescriptions pour l'exécution des inspections visuelles	77
3.1. Mode opératoire général	77
3.2. Moyens	78
3.3 Evaluations	79
3.4. Traçabilité	79
3.5. Rapport	79

IX. Les investigations de terrain sur Ain Taya.....81

1. Présentation de la ville	82
2. Paramètres importants pour le choix des communes (efficacité de la recherche).....	83
3. Information sur la sortie	88
4. Conseil utile pour la réduction de l'espace de travail	88
5. Résultats des sorties terrain :	92

Conclusion générale96

Bibliographie97

Annexes98

Introduction générale :

De nos jours ; la ressource en eau est de plus en plus rare ; notamment dans un pays semi-aride et qui connaît des épisodes de sécheresse comme l'Algérie ; le problème qui se pose, comment préserver cette ressource ?, certes par l'économie de l'eau, cela signifie: résorption des fuites dans les villes, abaissement de la demande par les consommateurs, éco-efficacité dans l'industrie, efficacité de l'irrigation. Nous essayons par ce sujet de mettre en place une nouvelle méthode pour réduire les pertes par fuites, qui repose sur des données collectées dans le diagnostic du réseau d'assainissement (non visitable) et les anomalies d'infiltrations d'eaux claires parasites qui s'introduisent dans ce réseau via des fissures, joints de raccordement non étanches.

Ces eaux claires parasites sont de deux types différents, permanents et météoriques, ces dernières ne sont pas intéressantes pour la recherche des fuites puisqu'elles existent seulement après un épisode pluvieux, par contre, les ECPP permanents existent en continu dans le réseau, mais à vrai dire, ces ECPP ne sont pas originaires que des fuites, puisqu'elles peuvent être des eaux souterraines qui s'introduisent dans le réseau d'assainissement.

Pour l'année 2008, le schéma directeur d'alimentation en eau potable évaluait les pertes physiques d'eau potable du système de distribution à près de 240 000 m³/j (hors pertes sur la vente en gros de 30 000 m³/j aux Wilaya de Boumerdes et Tipaza).

Ces fuites d'eau potable génèrent sans aucun doute une part significative des apports d'eaux parasites au réseau d'assainissement, en plus de ça, cette eau dilue les affluents d'eaux usées et réduit la capacité hydraulique disponible dans les réseaux et les ouvrages de station d'épurations.

Donc, réduire ces ECPP est bénéfique sur le plan de conservation de la ressource en eau, et augmente la durée de vie des systèmes d'AEP et assainissement et même les stations d'épurations.

Face à ce problème, le bureau d'étude Safege a essayé de quantifier l'apport d'eaux claires parasites, et cela principalement par une campagne de mesures par temps sec du débit d'eaux usées à l'exutoire des grands collecteurs d'Alger (18 points permanents sur 2 mois) durant la période (novembre décembre 2008),

Cette étude a révélé que la part d'eaux parasites dans les débits de temps sec mesurés s'élève à 56%.

$$Q_{ECPP}/Q_{TS\text{moyen-mes}}=0,56$$

Autrement dit, par temps sec et sur les bassins versants ayant fait l'objet de mesure, plus de la moitié des volumes acheminés par le réseau d'assainissement est composé d'eaux claires parasites.

Sur la base de ce rapport, j'ai travaillé pour essayer de mettre en place une méthodologie d'identification de l'origine des eaux claires parasites permanentes et apporter dans la démarche de réduction des pertes sur les réseaux d'eau potable, et pour cela j'ai dû passer par plusieurs étapes ; la première et la plus essentielle, c'était la collecte des données (tableau IVP, bassins versants d'assainissement, étages de distribution, zonage, etc.) qui n'a pas été facile, une partie de ces données était au format SIG et ne nécessite qu'un convertissage au format désiré (MapInfo), mais d'autres non, comme c'est le cas du tableau d'IVP qui était sous format Excel , donc j'ai mis chaque point d'anomalies d'infiltration dans sa position géographique sur le réseau, tout en gardant les informations associées (météo, commune, débit, etc.), cette étape qui était la plus importante, puisqu'elle nous a conduit à faire des analyses multicritères, et ce travail a été ponctué par l'attribution des méthodes ayant pour but d'aider la recherche des fuites.

Les méthodes précédemment citées ayant pour but d'aider la SEAAL, premièrement à prioriser les bassins pour la recherche des fuites, et d'utiliser les données d'IVP pour faire des campagnes de recherches plus efficaces que d'habitude avec un gain de temps important.

Chapitre I

L'EAU, défi N°1

Quand on écrit sur l'eau, le meilleur conseil à suivre est d'éviter les chiffres, sinon, c'est la bouteille à l'encre. Chaque source d'information a ses combinaisons. Ce " maquis inextricable " n'est heureusement pas spécifique à l'Algérie.

La difficulté à évaluer les ressources en eau, par exemple, existe dans tellement de pays qu'elle a mérité une mention spéciale dans l'Agenda 21.

Mais les chiffres sont incontournables. Tous les rapports des experts internationaux qui travaillent sur l'eau et l'assainissement, en regorgent. Le Sommet de Johannesburg, qui s'est tenu du 28 août au 2 septembre 2002, pour faire le point dix ans après Rio, en a cités les plus frappants, ceux qui montrent la misère des "damnés de la terre " : 1,4 milliard d'individus, dont la plupart vivent en Asie et en Afrique, n'ont pas accès à une eau potable de qualité et la moitié de la population du globe ne dispose pas d'infrastructures d'assainissement ; un pays sur cinq souffrira du manque d'eau d'ici 2030 ; 300 millions de personnes, en Afrique, ne sont pas reliées à un système d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées, ce qui explique pourquoi, sur ce continent près d'un habitant sur deux souffre de maladies liées à la pénurie ou au manque d'eau assainie ; près de 6000 enfants meurent chaque jour, dans le monde, de maladies parce qu'ils n'ont accès ni à l'eau potable, ni à un assainissement adéquat, ni à une bonne hygiène .

C'est en référence à cette situation que 2003 a été déclarée Année internationale de l'eau douce. Au sommet du G8 à Evian, en juin 2003, les Grands de ce monde ont inscrit l'eau parmi les points essentiels de leurs travaux. Les Nations unies se sont fixé comme objectif de diviser par deux, en 2015, le nombre de personnes dans le monde qui n'ont pas accès à l'eau potable et à des installations sanitaires.

Cet intérêt pour l'eau est déjà ancien. On le trouve dans les documents de la Conférence de Stockholm en 1972. Il a motivé ensuite plusieurs rencontres internationales, d'abord, à Mar del Plata, en Argentine (en 1977) puis à Dublin (1992), avant que le Forum mondial de l'eau ne commence son rite trisannuel (Marrakech-1997, La Haye-2000 et Kyoto-2003). Les engagements des Nations unies au Sommet du Millénaire, la déclaration de Bonn (2001) et le plan dégagé par le Sommet de Johannesburg (2002) expriment le même intérêt pour l'eau.

Les experts avaient proclamé sur tous les tons que le 21^{ème} siècle sera celui de "l'or bleu ", appellation consacrée aux marchés de l'eau. En Algérie, les premières années 2000 ont été celles de l'eau, comme ressource. Elle a rempli les discours anciens et les colonnes de la presse qui ne lui a jamais consacré autant d'espaces.

On a pu, ainsi, apprendre que le ratio entre les ressources renouvelables en eau et la consommation est, pour l'Algérie, de 500 m³/hab/an. C'est l'indicateur de la pénurie d'eau. Pour les spécialistes, si la ressource naturelle en eau tombe à moins de 1000 m³/hab en année moyenne, elle devient une ressource rare. En 1962, à l'indépendance, ce ratio était de 1500 m³/hab/an.

Sa baisse est significative : 720 m³/hab./an en 1990, 680 m³/hab./an en 1995, 630 m³/hab/an en 1998 et 500 m³/hab/an en 2002. En 2020, on prévoit qu'il descendra à 420 m³/hab/an et en 2025 à 300 m³/hab./an (si on ne compte qu'avec les eaux de surface, ce ratio sera de 200

m³/hab/an.).

Les études commandées par les pouvoirs publics en En 1980 - début 1990 avaient placé l'horizon de rupture entre l'offre et la demande à 2016-2020.

Celle-ci est intervenue bien plus tôt, en 2000, ce qui prouve que la nouvelle politique de l'eau initiée en 1995, n'a pas eu tous les résultats escomptés.

Parmi les pays du Maghreb (Algérie, Tunisie, Maroc), c'est en Algérie que les niveaux de mobilisation des ressources sont les plus faibles (moins de 31 % des eaux de surface et 32 % des eaux souterraines) ; en Tunisie(450 m³/hab/an) presque l'ensemble des ressources mobilisables est déjà mobilisé (90% des eaux souterraines et plus de 70% des eaux de surface) ; le Maroc se trouve dans une situation intermédiaire (presque 70% des eaux de surface et souterraines mobilisés).

La situation hydrique de l'Algérie n'est pas une surprise pour un pays semi-aride qui connaît des épisodes de sécheresse - une donnée inéluctable - et des phases humides. Sur les 100 milliards de m³ de précipitations totales, la pluie efficace, répartie en écoulement et alimentation des eaux souterraines, en constitue 15 %. Les oueds ont un régime irrégulier allant du filet d'eau, qui désespère, à la crue, qui inonde. Les experts ont eu à souligner la forte variation spatiale de la pluviométrie qui passe de 2000 mm sur les hauts reliefs côtiers à moins de 100 mm au Sahara, avec des écarts notables entre les régions oranaise, moins arrosée, et constantinoise, Les foyers algériens qui ont eu la chance, en 2003 et 2004, d'avoir de l'eau au robinet tous les jours, doivent remercier le ciel qui a généreusement arrosé le pays, du moins sa partie Nord, avec des niveaux records en certains points du littoral.

Les malchanceux qui n'ont de l'eau qu'une fois tous les cinq jours ou qui subissent des coupures dont la durée dépasse parfois les trois semaines, ne comprennent pas pourquoi ils ne bénéficient pas des effets de la pluie.

De l'aveu des responsables algériens, les insuffisances dans la gestion de la ressource-eau et des infrastructures y sont pour beaucoup.

Mais, il n'y a pas que cela. La croissance démographique et le développement économique, combinés à l'aspiration au mieux-être qui se traduit par une forte poussée de l'urbanisation, concentrée sur le littoral, ont entraîné de plus grands besoins en eau. Or, les ressources disponibles sont compromises par des conditions climatiques défavorables, des défaillances dans la gestion de cette ressource et une pollution urbaine, industrielle et agricole qui dégrade la qualité de l'eau.

Le PNAE-DD a résumé en trois points les tares du système de gestion de l'eau en Algérie :

1- les ressources sont limitées et de faible qualité, parce que c'est l'offre qui domine et la gestion de la demande n'est pas favorisée par une tarification adaptée.

2- la gestion irrationnelle des infrastructures engendre d'importantes déperditions de ressources (taux de fuite atteignant 50 %).

3- des quantités abondantes d'eaux sont rejetées non traitées. La conclusion du PNAE-DD est pessimiste : le problème de l'allocation des ressources aggravé par celui de leur qualité (taux d'épuration quasiment nul), laisse envisager une grave crise de l'eau. En janvier 2002, un rapport présenté en Conseil des ministres a confirmé ce tableau alarmant. Les potentialités en eau ont été évaluées à 16 milliards de m³ par an (9 milliards en eaux de surface, 7 milliards en eaux souterraines dont 5 milliards au sud).

Les volumes mobilisables à long terme sont estimés à 12 milliards de m³ par an et les volumes mobilisés à 5,9 milliards de m³ : 2,2 milliards de m³ à l'aide des barrages et 3,7 milliards de

m³ à partir des nappes dont 2 milliards au nord et 1,7 milliards au sud. Mais, du fait de la sécheresse¹⁴ qui a duré quelque 25 ans, on dit que les potentialités globales ont été réduites de 50 % et le potentiel des ressources mobilisables de 20 %.

Que faire ? Une seule vraie solution : économiser l'eau. Cela signifie : résorption des fuites dans les villes, abondance de la demande par les consommateurs, éco-efficacité dans l'industrie, efficacité de l'irrigation. Nous en sommes loin. Les fuites sur les réseaux sont très importantes. Aucune norme n'impose l'installation d'équipements sanitaires – robinet, chasse, douche - ou d'appareils ménagers, à faible consommation d'eau, qui répondent aux critères d'efficacité et d'économie et il est très rare que les programmes d'habitat intègrent la contrainte de la rareté de l'eau en prévoyant de façon volontaire, ce type d'équipements. Pire : les réparations et l'entretien domestiques des installations et canalisations sont toujours négligés, même quand les pertes d'eau sont énormes. Dans l'agriculture, la pratique de cultures et l'utilisation de techniques d'irrigations qui consomment peu d'eau ne sont pas entrées dans les habitudes. Le prix du m³ d'eau distribué aux agriculteurs, 1DA de 1998 à 2005, n'incite pas à l'économie de cette ressource. Des l'industrie, enfin, le recyclage des eaux n'est pas généralisé. Les projets de développement ne prennent pas en compte les lieux de pollution des réserves d'eau en particulier dans les zones de champs captant.

Pour mettre un terme à la pénurie d'eau, les ministres qui se sont succédé à la tête de ce secteur ont fixé tous les horizons qui se présentaient à leur vue.

Dans les années 1990, c'était 2000. Cette échéance est passée et oubliée mais le problème persiste : pour une grande partie de la population, la distribution d'eau a connu des coupures, organisées par le plan ORSEC ou fortuites pour diverses raisons. Alors, de nouveaux horizons ont été ciblés, l'un proche, trop proche même, à 2005, l'autre pas très lointain, à 2020, et un troisième, intermédiaire, 2013, qui pourrait être le bon puisqu'il correspond au plan décennal (2004-2013) qui découle d'une stratégie nationale de développement économique et social envisagée par le gouvernement.

Côté barrages, les années algériennes se suivent mais ne se ressemblent pas. Par exemple, 2003 et 2002, c'est la pluie et le beau temps. Keddara peut en témoigner : en avril 2003, avec un taux de 100 %, ce barrage bat son record de remplissage après avoir pulvérisé, un an avant, dans l'autre sens, le record qui le mit, pour la première fois, carrément hors service parce qu'il n'avait plus d'eau à donner aux Algérois.

Entre la sécheresse et les fuites du réseau :

En matière de distribution d'eau, rien ne surprend les Algériens habitués aux coupures en toutes saisons. Les perturbations ont commencé à la fin des années 1960, d'abord exceptionnelles, puis, au fil des ans, plus fréquentes.

A partir du début des années quatre-vingts, elles sont devenues un phénomène quotidien touchant l'ensemble du pays. La capitale et les grandes villes se voient appliquer un plan ORSEC, imposé par le déséquilibre entre l'offre et la demande en eau, une première fois en 1994, puis réintroduit en 1997 et en 2001. Il consiste en un programme de restriction qui limitent la distribution d'eau à un jour sur trois, ou plus, exception faite du mois de ramadan.

Si on devait réclamer en un seul mot le plan Orsec, " interdiction " serait le plus indiqué. Qu'on en juge : pas d'arrosage des jardins, pelouses et espaces verts, pas de lavage des chaussées et trottoirs, pas de remplissage des piscines privées, fermeture des stations de lavage de voitures, pas d'installation de suppressions sur les réseaux d'AEP. Il suspend "

toutes les réalisations de travaux de fonçage de puits, forages et toutes modulations des installations existantes destinées à augmenter les débits prélevés ".

Enfin, il réglemente l'usage de l'eau pour les besoins industriels, bain, douches et construction. Mais les contrevenants n'ont rien à craindre, La police des eaux créée pour faire respecter ces mesures, ne peut pas remplir sa mission, elle n'a jamais réellement existé. Les scènes de lavage à grande eau des façades extérieures de bâtiments publics ou des véhicules de responsables d'entreprises sur les chantiers, contraires aux dispositions du Code de l'eau, n'ont pas cessé.

Point noir du système, les fuites d'eau dans les conduites d'adduction et de distribution enlèvent tout crédit aux discours sur la rareté de la ressource.

Dans le nord du pays, une proportion importante de l'eau produite et distribuée se perd dans les réseaux et n'arrive pas au consommateur.

Et le ministre des Ressources en eau de se plaindre : " Plus on donne de l'eau, plus on a de problèmes ", faisant allusion aux fuites qui prennent de l'ampleur chaque fois que les quantités distribuées sont augmentées. Au ministère, une cellule de crise fait le point. Le ministre annonce pour 2004 une opération de rénovation des réseaux qui prendra 7 à 8 ans et nécessitera un budget de 1,5 milliard de dollars. La priorité sera donnée aux villes côtières qui seront desservies en eau dessalée pour laquelle il n'est pas question de tolérer les déperditions, le m³ coûtant autour de 0,70 euro. Le ministère a décidé de contrôler les travaux de raccordement faits par les particuliers et par les coopératives immobilières qui utilisent des tuyaux en plastique non conformes. En même temps, les organismes habilités à effectuer les raccordements sont sommés de répondre rapidement à la demande des nouveaux logements. Le ministère des Ressources en eau compte sur le partenariat avec Odeo Suez pour résoudre le problème des fuites d'eau à Alger. La coopération entre l'ADE et l'Agence spatiale algérienne devrait permettre de détecter par satellite les fuites dans les grandes villes.

L'eau qui fuit dans les réseaux n'est payée par personne, n'étant pas consommée, elle n'est pas facturée. Tout comme, d'ailleurs, l'eau qui ne passe par un compteur et qui est consommée par ceux que l'on appelle les "abonnés non identifiés " dont les branchements sont qualifiés d'illicites parce qu'ils n'ont pas été effectués par les services habilités. Les responsables reconnaissent que personne ne sait où vont 53% de l'eau distribuée, la facturation ne couvrant que 47% de celle-ci. Ils seraient décomposés en 27%, fuites entre les barrages et le réseau, 14%, fuites à l'intérieur du réseau, et 12% qui correspondent au vol de l'eau par 600.000 foyers dont 107.000 à Alger. Ce n'est pas un mal proprement algérien. Dans nombre de grandes villes, notamment en Afrique et en Amérique du sud, plus de 60% de l'eau des réseaux disparaît dans la nature, alors que ce taux est de 2% au Japon et de 8% à Singapour. A Saragosse (Espagne), 50% de l'eau qui entre dans le réseau n'est pas facturé. Dans certaines villes espagnoles, on perd jusqu'à 80% d'eau. Le volume d'eau perdu dans la capitale kenyane, Nairobi, à cause des fuites et des raccordements illégaux, pourrait répondre à tous les besoins de Mombassa, 2^{ème} ville du pays. Au Caire, en 2000, près de la moitié de l'eau potable disparaissait sous la surface ou échappait aux facturations des services publics du fait des "détournements sauvages " et des fuites dues à la vétusté des réseaux, aux ruptures de canalisations provoquées par les travaux d'électricité et de gaz ainsi qu'aux défauts d'installation comme la pose de tuyaux sans joints adéquats.

En Algérie, M. Boumediene Maamar, directeur général de l'ADE, affirme que la solution à ce problème passe par un comptage précis de la consommation à l'aide de compteurs de

meilleure qualité que les anciens.

Pour la ville d'Oran, l'ADE veut doter les compteurs de puces électroniques pour en faire le relevé à distance.

Les responsables de l'ADE sont décidés à lancer une action d'identification des branchements clandestins et des forages illicites. Ils attendent du partenaire privé qui s'engagerait dans la gestion et la distribution des ressources en eau, la prise en charge du risque de gestion de la clientèle qui représente les impayés, et qu'il éponge les pertes si, toutefois, il réussit à constater les fraudes commerciales à grande échelle, localisées dans les stations de lavage, les bains maures, les cafeterias, les nouveaux commerces, installés dans le secteur informel, et les forages exploités notamment dans les zones industrielles, et toute activité susceptible d'utiliser illégalement d'énormes quantités d'eau, loin du contrôle de l'état, sans oublier les particuliers qui placent en dérivation du compteur des citernes de 500 et 1000 litres.

Au total, les pertes dans le réseau de distribution et les branchements et piquages illicites correspondent, à l'échelle nationale, à un volume estimé à 1 milliard de m³ par an qui est, évidemment, non facturé.

Pour rattraper ces "manques à gagner" et rétablir l'équilibre financier des entreprises publiques de l'eau, les autorités sont tentées d'agir sur les tarifs, fixés par décret, afin de couvrir à terme le coût réel de l'eau. Le consommateur supporterait ainsi les surcoûts. Dans les conditions actuelles, ce serait peine perdue : même quand les compteurs sont en place et qu'ils sont relevés régulièrement, la facture envoyée aux clients n'est pas acquittée par tous. Parmi les mauvais payeurs figurent une bonne partie des établissements publics.

Au niveau national, en 2003, sur les 2.420.000 abonnés, 650.000 étaient au forfait pendant que 700.000 à 800.000 autres étaient inconnus (piquages illicites). Jusqu'en juin 2003, les créances de l'ADE s'élevaient à 16 milliards de DA se répartissant comme suit : 9,5 milliards de DA pour les ménages, 4,4 milliards pour les administrations et 1% collectivités locales, 1,2 milliard pour les services et commerces, et 0,78 milliard pour le tourisme. A la même période, pour Alger, ces créances étaient de 3,5 milliards de DA.

Aucune contrainte sérieuse n'oblige personne à payer sa facture d'eau. Il est très rare que l'eau soit coupée pour non paiement. On peut ne pas payer et être servi comme les autres tout comme on peut ne pas recevoir d'eau alors que l'on paie régulièrement. Au plus fort de l'application du plan ORSEC, les responsables des entreprises publiques qui distribuaient l'eau à Alger et dans les grandes villes, semblaient tirer fierté de cet égalitarisme original en affirmant qu'il n'y a pas de privilégiés dans la distribution, "c'est 1j/3 pour tous". A ceux qui prétendaient le contraire, l'explication donnée est déroutante : "certaines vannes sont anciennes et ne ferment pas bien, elles laissent passer l'eau". La preuve qu'il n'y a pas de "trafic" disaient-ils, "c'est le chef du gouvernement qui supervise la distribution de l'eau". On a même laissé entendre que, pour Alger, le Président de la république suivait de très près les choses.

Dans le régime ORSEC, on pouvait classer les ménages selon la fréquence de distribution de l'eau. Il y avait le cas général : 1j/3 et 1j/5 ou même 1j/10, pas seulement dans les zones d'habitat épars ou enclavées, mais y compris dans la capitale et les grandes villes ou leurs banlieues. Hors plan ORSEC, il y a deux grands cas particuliers : ceux qui reçoivent l'eau en permanence et ceux qui n'ont presque jamais d'eau au robinet. Ces deux situations extrêmes relèvent, pour les uns, du bonheur d'avoir près de chez soi un forage ou un puits, et pour les autres, du malheur d'habiter aux étages supérieurs des immeubles ou dans des quartiers

défavorisés par la configuration des réseaux.

Dans les situations de rationnement, ceux qui ont l'eau au robinet ne sont pas plus heureux. Pour eux, tout se résume dans cet acronyme, " ORSEC " et dans une épreuve, celle du jerrican. Les étrangers seraient surpris d'entendre le tintamarre provoqué par le remplissage et l'utilisation de l'eau à une heure tardive où, chez eux, faire le moindre bruit peut être assimilable à un tapage nocturne et passible d'une amende si le voisin s'en plaint.

Ils seraient certainement ahuris aussi de voir comment chacun met en application un " contre-plan ORSEC " qui désorganise complètement le réseau public : piquages illicites sur les conduites principales et forages de puits non autorisés dans les campagnes, piquages directs sur les colonnes montantes en milieu urbain avec utilisation de supprimeurs pour éviter de dépendre de la pression dans les canalisations. Chacun s'est débrouillé comme il pouvait pour installer, chez lui, un vrai petit château d'eau qui lui épargnerait les aléas du service public. Les citernes sont installées n'importe comment, dans les jardins, sur les terrasses, ou à l'intérieur même des appartements, avec de sérieux risques d'accidents. Dans la périphérie des villes, les habitations individuelles sont dotées, sans autorisation, de puits avec motopompes pour remplir d'une eau non traitée citernes et bâches pouvant contenir jusqu'à 5000 litres chacune. Si toutes ces installations ne suffisent pas, les vendeurs d'eau par citernes lactées ne se feront pas attendre.

Evidemment, tout cela est en violation de la réglementation sur l'eau.

Mais les autorités tolèrent d'autant plus qu'il y a une " bonne raison " de laisser faire : l'eau est un besoin vital, or l'Etat, principal opérateur dans ce domaine, n'est pas en mesure de répondre aux exigences du Code de l'eau qui consacre le principe du droit d'accès à cette ressource pour tous.

Paré de cette justification majeure, le ministre des Ressources en eau, Abdelmadjid Attar, pouvait dévoiler son credo : " pas de répression, il faut d'abord donner de l'eau ". A ceux qui en doutaient, il martèlera plus tard : " L'eau est un bien de la collectivité nationale. L'Etat continuera à distribuer l'eau à tout le monde. C'est un service public." En fait, c'est la préoccupation du Président de la République : " l'accès à l'eau pour tous, équitablement et sans discrimination ".

Sur les balcons, la parabole qui permet de voir comment les choses se posent ailleurs, côtoie la série de jerricans pleins et la citerne dangereusement suspendue. C'est très pratique pour les vendeurs d'eau par citernes tractées. A l'aide de tuyaux reliés à des motopompes, ils font arriver l'eau jusqu'aux balcons et, éventuellement la cuisine ou la salle de bains.

Ces marchands ambulants interviennent là où le réseau public de distribution est défaillant ou inexistant. On peut les rencontrer dans les cités-dortoirs nouvellement habitées ou près des chantiers de construction.

Ils exercent ce métier très lucratif le plus normalement du monde : ils achètent l'eau chez les propriétaires de puits et la revendent. Ils sont si nombreux qu'il leur faut, pour être servis, passer de longues heures dans les files d'attente devant les sources.

A Oran deuxième ville du pays, frappée par une crise de l'eau depuis longtemps, les services hygiène ont pris acte des réalités. Plutôt que suivre le formalisme de la loi et interdire la vente de l'eau, ils contrôlent les sources pour surveiller sa qualité. Donc cette ville, plus de 200 vendeurs d'eau ont été agréés, ils sont détenteurs d'une carte qui les autorise à vendre l'eau et d'un numéro qui identifie leur citerne. Une bonne répartition du "marché " entre les vendeurs permet aux biologistes de savoir d'où provient l'eau et où elle est distribuée et, en cas d'épidémie de maladies à transmission hydrique, de localiser rapidement la source du mal,

sauf quand les colporteurs concernés sont clandestins ou s'il s'agit d'une contamination accidentelle. Une grande partie de ces vendeurs d'eau s'approvisionnent d'une dizaine depuis illicites où le risque de pollution est avéré à cause de la présence de fosses septiques et de l'absence de contrôle de la quantité de l'eau. En mai 2003, un journaliste a noté que sur 148 colporteurs contrôlés dans cette ville par les biologistes, seuls 33 avaient leurs cartes. Il a relevé qu'aucune amélioration n'avait été enregistrée en matière d'entretien des réservoirs et des citernes des colporteurs.

A la qualité incertaine de l'eau, s'ajoutent des prix pratiqués bien plus élevés que ceux du réseau public. L'unité des transactions est le litre et non pas le mètre cube. A Oran, la citerne de 3000 litres qui était cédée à 350 DA est passée, en juin 2002, à 800 DA puis à 1200 DA, selon les quartiers à desservir et les distances à parcourir. Le rythme d'approvisionnement par foyer est, en moyenne, de 2 citernes tous les 15 jours.

Dans la banlieue d'Alger, à Cheraga en juin 2002, les colporteurs vendaient 800 DA la citerne de 600 litres. A raison de 10 à 15 livraisons, ils pouvaient gagner jusqu'à 10.000 DA par jour. Pour le chef de famille sans eau, cet approvisionnement revient plus cher que le loyer de son habitation.

Mais c'est le prix à payer pour éviter, après l'école, aux enfants, les longs trajets, le plus souvent à pied, sous une pluie battante ou un soleil de plomb, pour atteindre le point d'eau le plus proche, au lieu de réviser leurs cours ou de se reposer.

La corvée du jerrycan est inévitable lors des longues coupures qui interviennent pour diverses raisons. Par exemple, quand, la fourniture d'énergie n'étant pas payée, la Sonelgaz, entreprise publique de distribution d'électricité, coupe le courant à l'entreprise de distribution d'eau, publique elle aussi. Pas d'électricité, pas d'eau : la part d'énergie entre pour 40 % dans le coût de l'eau. Autre cas, invraisemblable celui-là : à Djelfa, on a soupçonné une collusion d'intérêts entre des employés de l'entreprise publique de distribution d'eau et des vendeurs d'eau privés. Les premiers provoqueraient la rupture d'alimentation sous des prétextes fallacieux (pannes de pompes, puits fermés pour cause de pollution..) pour faciliter aux seconds l'accaparement du " marché ". Le correspondant d'El Khabar à Djelfa parle carrément de l'existence d'une mafia de l'eau et en donne pour preuve le sabotage d'un puits " public " qui avait été rouvert sur décision du wali. Dans cette ville, certains propriétaires de puits ne respecteraient pas les programmes de distribution pour permettre aux vendeurs d'eau d'occuper le marché.

Dans le discours officiel, les causes des coupures d'eau égrenées comme un chapelet, entremêlent ce qui est " indépendant de notre volonté " et ce qui en dépend absolument : la sécheresse, le gaspillage des ménages, sourds aux comparés de sensibilisation, la vétusté des canalisations, les barrages pleins de vase. Mais les Algériens ont fini par se rendre compte que le manque d'eau dans leurs robinets est dû surtout à la mauvaise gestion de cette ressource et aux insuffisances criantes du service public. On a beau répéter que l'équité et l'efficacité de toute politique de l'eau repose sur une approche participative, la population n'a jamais été mêlée à la définition de cette politique en Algérie.

Elle est du ressort exclusif de l'administration centrale aidée par les experts régulièrement invités à des séminaires et conférence sur l'eau.

La réforme de la gestion de l'eau, initiée par le gouvernement en 1995, n'a pas associé les catégories de la population concernées. Le Conseil de l'eau, créé en décembre 1996 et qui ne diffère des deux précédents " conseils " que par quelques petites nuances, aurait pu être cette structure de participation, mais il ne s'est jamais réuni. Le CNES a appelé à un " effort de sensibilisation des usagers pour qu'ils deviennent partie prenante dans ce dossier brûlant ",

une recommandation qui ressemble à un vœu pieux.

La bonne gouvernance faisant défaut et le ras le bol atteint, les " consommateurs d'eau " ont décidé de dire leur mot et à leur façon par des manifestations spontanées et violentes, qui ont connu leur paroxysme en été 2002, se prolongeant en été 2003 puis en 2004. Elles entraînent inévitablement, selon le schéma classique, dégâts matériels, heurts avec les forces de l'ordre, blessés et arrestations, comme cela s'est passé, en octobre 2004, à Khenchela dans un quartier privé d'eau durant un mois. Cette contestation touche surtout les localités rurales pauvres, dont la vocation agricole a été gâchée par la sécheresse et la spéculation foncière.

A cette occasion les journalistes n'ont pu éviter le jeu de mots facile, voire cynique, en parlant de " goutte d'eau qui a fait déborder le vase ". La formule est toutefois opportune car les faits révoltants à l'origine immédiate de ces violences, n'étaient pas nouveaux, mais la " coupe était pleine ". Outre la signification politique qui s'y rattache, ce mouvement exprime plus largement le refus de l'exclusion de l'accès aux services publics de base (eau et assainissement mais aussi gaz et électricité, santé, éducation). Pour la première fois, le détonateur d'une explosion sociale a été l'eau une cause pour laquelle les jeunes ont pris le risque d'aller en prison. Pour des revendications qui n'ont rien d'excessif et dont la légitimité est très largement reconnue dans l'opinion publique, les mécontents peuvent, en quelques heures, provoquer des dégâts importants dans leur ville. Ils savent aussi être pacifiques et se contenter seulement de couper la route qu'ils rouvriront en échange de la promesse d'approvisionnement en eau.

Consciemment ou non, les manifestants expriment simplement ce que les spécialistes formulent sagement : l'eau est un bien qui ne peut être appréhendé sous le seul angle du statut économique. Les manifestations de rues ont eu des effets immédiats. Ainsi, l'idée d'annoncer une quelconque hausse du prix de l'eau est devenue indécente même si celle-ci n'a pas été exclue. En visite à Bechar, le ministre des Ressources en eau a rappelé que le vrai coût du mètre cube tournait autour de 55 DA, alors que la tarification le fixe à 19 DA, mais il s'est empressé d'ajouter "il n'y aura pas dans l'immédiat d'augmentation du prix de l'eau " et si, à termes, elle survient quand même, " elle ne concernera que les gros consommateurs ", entendez par là ceux qui ont, dans leurs villas cossues, des piscines au milieu d'un jardin verdoyant et, bien entendu, ceux qui font de l'eau un usage industriel.

Pour le ministre, l'eau est d'abord un service public avant d'être un enjeu commercial. Selon sa conception des tarifs, dans une tranche de basse consommation, l'eau sera gratuite. Les ministres n'omettent jamais les propos qui rassurent : l'augmentation du prix de l'eau sera appliquée de façon progressive et sélective et ne sera pas ressentie par le petit consommateur. En décembre 2004, de petites augmentations ont été décidées par le gouvernement : 2,50 DA pour l'eau potable, 1 DA pour l'assainissement et 1DA à 1,25 DA pour l'eau d'irrigation. C'est un premier palier dans l'opération d'augmentation du prix de l'eau qui n'avait pas changé depuis 1995 pour l'eau potable et 1998 pour l'eau d'irrigation.

Mais les gestionnaires ont montré qu'ils ont bien compris le message de la rue et qu'ils sont résolus à changer d'attitude en appliquant des solutions d'urgence pour l'AEP. Cette volonté politique a permis d'entrevoir la solution aux problèmes des Oranais, indépendamment de l'évolution des ressources en eau disponibles. Ils avaient besoin de 350.000 m³/j et étaient condamnés à boire une eau saumâtre. Les dirigeants du pays ont décidé que cette situation devait prendre fin et ont indiqué la solution par le recours au Gargar, plus grand barrage d'Algérie, situé dans la wilaya de Relizane. Sitôt dit, sitôt fait en mars 2002, 100.000 m³ d'eau du Gargar, partagés entre Oran, Mostaganem et Arzew, coulaient des robinets.

Les beaux jours des Oranais ont pris fin à la suite d'une décision du comité ministériel d'affectation de l'eau consécutive à la fermeture du barrage du Fergoug, à sec en avril 2003, alors qu'il donnait 30.000 m³/j.

Le 1j/2 est réinstauré. Dans quelques quartiers, c'est la formule du "quotidien goutté" qu'il faut relire par "approvisionnement tous les jours mais pendant quelques heures à peine". A cause de la faible pression, l'eau ne monte pas jusqu'aux étages supérieurs. Un seau n'est rempli qu'après un long écoulement d'un mince filet d'eau. La nappe de Brédéah débarrassée de son taux de salinité excessif donne 30.000 m³/j aux Oranais. D'après la SAUR, 150.000 m³ sont perdus chaque jour dans les fuites à Oran.

L'Algérie n'a pas l'intention de laisser la situation évoluer comme par le passé. Depuis décembre 1999, les ressources en eau ont leur ministère, entièrement à part, placé immédiatement après les grands départements de souveraineté. Il est issu de la suppression du ministère de l'Équipement qui a eu en charge, durant dix ans, le secteur de l'Hydraulique, à une période où les autorités avaient accordé la priorité à la mobilisation et au stockage de l'eau, c'est-à-dire la construction de barrages et d'infrastructures hydrauliques. L'option "équipement" était encouragée par les nombreuses études de la Banque mondiale qui, en même temps, annonçaient les pénuries d'eau à venir et proposaient à l'Algérie les prêts pour y faire face en investissant dans les infrastructures. Chacun a pu constater que l'investissement avait fini par devenir une fin en soi puisque très souvent les objectifs n'étaient pas atteints, ou alors avec des retards inadmissibles, et personne ne semblait s'en soucier.

L'Algérie qui a écarté l'option privatisation du service public, c'est-à-dire une cession pure et simple des actifs, mise beaucoup sur le Partenariat Public Privé (PPP), un modèle consacré par les grands décideurs qui font la pluie et le beau temps dans le monde de l'eau, mais critiqué par les altermondialistes.

D'après le P-DG de SAUR International Algérie, Jean-Pierre Hardy, "pour que le secteur privé assure correctement une mission de service public, il est nécessaire que les recettes de la vente d'eau couvrent les dépenses d'exploitation". Citant l'exemple de l'Algérie, il trouve que "les recettes issues de la tarification de l'eau ne permettent pas de couvrir la totalité des dépenses d'exploitation". L'ancien président du FMI, Michel Camdessus, qui rédigea un rapport sur l'eau destiné au Forum de Kyoto, en 2003, estime, pour sa part, qu'il faut protéger les investissements des risques de change et leur garantir les conditions de sécurité juridique par le respect des engagements contractuels souscrits et la définition d'instruments de financement adaptés grâce à des taux attractifs et à des durées longues.

Le partenariat public-privé se veut une solution intermédiaire entre le "tout-public" et le "tout-privé". C'est ce modèle qui détermine la refonte des textes sur l'eau et la réforme des structures en Algérie. Au cours de sa visite à Alger, en octobre 2002, M. Sherif Kamal Arif, coordinateur régional de la Banque mondiale, chargé de l'environnement, a révélé que l'Algérie a demandé à cette institution de lui établir une stratégie globale de l'eau en fait un diagnostic précis du secteur en vue d'une loi-programme 2004-2008. Le Conseil des ministres a adopté, au cours de sa dernière réunion de 2004, l'avant-projet de loi relatif à l'eau. La nouvelle loi a été présentée à la session de printemps 2005 de l'APN. Elle institue un mécanisme de base, la concession octroyée par l'État aux personnes morales de droit public, et un mécanisme complémentaire, la délégation de service public contractuellement par l'État ou les concessionnaires à des opérateurs publics ou privés. Dans le mode de gestion déléguée par contrat, la collectivité locale confie à une entreprise privée tout ou partie de l'exploitation des infrastructures mais conserve les pouvoirs d'autorité, d'organisation et de contrôle, pouvoirs dont relève notamment la fixation du tarif (c'est l'exemple français de l'intervention du privé).

Le recours au privé étranger est justifié par les défaillances des entreprises algériennes qui œuvrent dans ce domaine. La loi sur l'eau donne la possibilité aux petites communes de gérer l'eau par des régies dotées de l'autonomie financière et revoit la gestion par concession des infrastructures d'irrigation.

La nouvelle politique algérienne de l'eau s'est dessinée avec l'abandon de l'idée, qui était exprimée en 1998, de créer un holding public de l'eau.

A sa place, deux nouvelles structures ont vu le jour en avril 2001 : l'ADE et l'ONA, dotées du statut d'EPIC. Cette centralisation prouve que l'eau n'est plus une affaire locale. En janvier 2005, l'ANB, sous tutelle du ministère des Ressources en eau, est passé du statut d'EPA à celui d'EPIC.

Son domaine d'attribution a été étendu aux infrastructures de transfert d'eau. Avec ce nouveau statut, l'ANB peut vendre l'eau des barrages aux entreprises de traitement et de distribution, principalement l'ADE et peut mettre ainsi en place un système de recouvrement des coûts d'exploitation et de maintenance des ouvrages de mobilisation et de transfert d'eau. Il est prévu que l'AGID, EPA sous tutelle du ministère des Ressources en eau, soit également transformé en EPIC.

ADE et ONA représenteront l'État dans les formules de partenariat public-privés, le programme d'action à moyen et long termes (horizon 2020) nécessitera quelque 200 milliards de DA par an, un véritable plan Marshal. En financements extérieurs, les besoins s'élèvent à 20 milliards d'euros. Pour mener cette bataille, l'Algérie continue de compter sur la Banque mondiale et sur les bailleurs de fonds internationaux. " Le marché de l'eau est estimé à 1,5 milliard de dollars par an, les entreprises publiques algériennes n'en reçoivent que 9% ", se plaignait un responsable de la SGP/ERGTHY.

Chapitre II

Recherche des fuites

Recherche des fuites

L'objet de ce chapitre est plus un catalogue des techniques d'entretien d'un réseau en service qu'un moyen de résoudre les problèmes de conception et de pose des canalisations ainsi que des incidents qui leur sont directement conséquents.

Tout entretien du réseau demande une technique, du matériel, du personnel et donc un certain investissement. Outre l'évaluation du coût de cet investissement, il est évident qu'un entretien ne se justifie que s'il y a nécessité. La détermination même de la nécessité d'un entretien pose problème.

Ce chapitre tentera de présenter les moyens ou outils qui sont disponibles pour la détection et recherche des fuites dans le réseau de distribution d'eau en service.

II.1. Méthodes de recherche des fuites :

Les canalisations du réseau sont enterrées suivant le même tracé que les routes ou voies de communication. Il est donc impossible de compter sur une détection directe, c'est-à-dire visuelle des fuites sauf lorsque celles-ci prennent des allures de catastrophe. Plusieurs techniques plus ou moins modernes permettent de détecter les pertes d'eau dans le réseau.

La première étape dans la recherche des fuites est à une grande échelle. En effet, il n'est pas pensable de contrôler tout le réseau avec des méthodes fines.

On utilise donc une méthode de calcul de rendement de réseau (présentée par la suite dans le chapitre suivant (III)).

L'idée est simple : calculer la différence entre le volume introduit dans le réseau et les volumes consommés. Le plus souvent les volumes consommés sont mesurés par des compteurs; plusieurs erreurs sont possibles à ce niveau. En effet, ne sont pas comptabilisés :

- . Le branchement sans compteur,
- . La consommation d'appareils publics, nettoyage des voies, service des incendies, etc.;
- . Les erreurs de compteur; la sensibilité des compteurs individuels,
- . On ne détecte donc pas une chasse d'eau mal réglée (environ 5 l/heure) ou des fuites de robinet.

Pour ce qui est des volumes introduits dans le réseau, les résultats sont plus précis.

La différence, après correction par évaluation des cas précédemment cités, permet de soupçonner des fuites dans le réseau. Le terme de soupçonner convient car il faut effectuer une prospection plus fine.

Diverses méthodes sont employées pour cette recherche et nous nous proposons de les énumérer.

II.1.1. Surveillance du réseau :

Elle comprend :

- le constat visuel des anomalies (affleurements d'eau, affaissements de terrain, présence d'eau aux bouches à clé, débits importants dans les égouts) ;
- le contrôle des débits et pressions sur le réseau et aux stations de pompage.

II.1.2. La méthode de quantification :

Une méthode fréquemment utilisée, est consiste dans l'isolement d'une portion de réseau soupçonnée de fuite et la pose de compteur en amont et aux différents points aval. On

Recherche des fuites

détermine ainsi avec plus de précision les pertes sur un tronçon du réseau; il reste ensuite à détecter la localisation exacte de la fuite.

II.1.3. Méthode du gaz traceur :

Quand on a la certitude d'une fuite dans une zone déterminée et que sa localisation précise est difficile à obtenir, on peut faire appel à une injection d'hexafluorure de soufre (SF₆), produit inodore, insipide et sans danger. SF₆ s'échappe par la fuite, pénètre dans le sol et la verticale de la fuite se détermine au moyen d'une sonde introduite dans de petits trous percés le long du tracé de la conduite (Figure 1):

Cette méthode est longue et coûteuse ; elle peut s'utiliser quand la corrélation acoustique est en défaut (conduites en matière plastique ou impossibilité d'avoir deux accès à la conduite séparés de moins de 100 m).

Une variante consiste à utiliser des traceurs radioactifs.

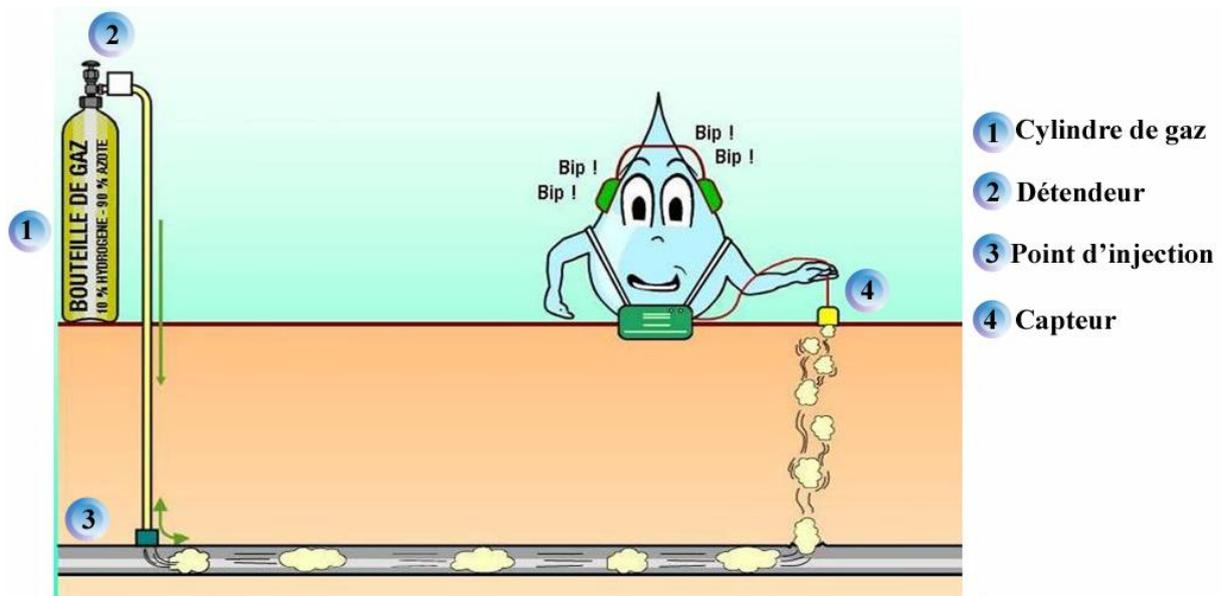


Figure II.1 : Détection des fuites au gaz traceur

II.1.4. 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 la 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 chez l'abonné et enregistre l'index figurant sur le compteur. Par différence entre le nouvel index et celui du précédent relevé, il est déduit la consommation. Si cette consommation est très différente des consommations habituelles, ceci peut être un indicateur de présence de fuite sur le branchement [MERZOUK, 2005].

II.1.5. Méthodes acoustiques traditionnelles (L'écoute au sol):

Il s'agit d'établir des écoutes sur le sol où sur la conduite elle-même. En effet la fuite peut provoquer un bruit qui résulte du choc des molécules d'eau entre elles, de leur frottement contre les parois de l'orifice de fuite, de leur choc contre le terrain, etc.

Recherche des fuites

On conçoit aisément l'extrême diversité des caractéristiques de ce bruit. Il est fonction de :

- La nature du terrain (surtout pour l'écoute sur le sol, problème d'amortissement),
- La nature de la conduite (par exemple, la fuite dans une canalisation en plastique est difficile à déceler),
- La forme de l'orifice (piqûre, fêlure, etc.).

La conduite étant enterrée, le sol joue un rôle d'amortissement très important (affaiblissement proportionnel au carré de la distance). De plus, cet amortissement est plus important pour les hautes fréquences qui correspondent aux sons caractéristiques des fuites (entre 1000 et 3000 Hz). La nature du sol est donc un facteur déterminant de qualité de l'écoute. Mauvaise dans les terrains sableux ou saturés d'eau, elle est acceptable pour des structures homogènes comme le béton et le bitume. Des problèmes de réfraction des ondes sonores ou de transmission dans le cas de discontinuité de milieu limitent la qualité des enregistrements.

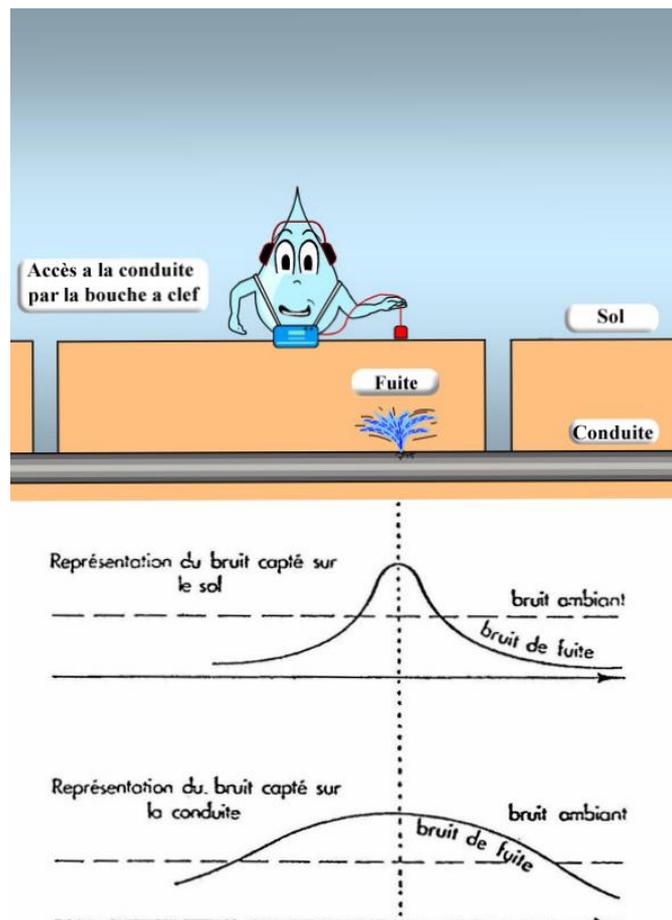


Figure II.2 : Représentation schématique des niveaux sonores de l'ensemble des bruits et du bruit de fuite seul, d'une part dans le sol, d'autre part sur la conduite elle-même.

On remarque la faible zone de détection (pour la méthode d'écoute au sol) de la fuite, le bruit de fond (bruits aériens, circulation, bruit de machines diverses, bruit de fond de l'appareil, etc.) couvrant le bruit de la fuite

II.1.6 Techniques de photographie aérienne (Imagerie thermique) :

On détecte les fuites par mesure du gradient de température provoqué par la remontée de l'eau par capillarité du sous-sol. Cette technique est bien adaptée aux canalisations passant à travers champs.

Le principe est de survoler le tracé de la conduite principale avec un avion léger, spécialement équipé d'un matériel d'imagerie thermique couplé à un système de positionnement global (GPS).



Figure II.3 : Méthode de l'imagerie thermique

Le matériel d'imagerie repère les zones de sol humide autour de la conduite principale et compare cette information avec des images couleur de la zone préalablement stockée.

- Le GPS détermine avec précision les coordonnées géographiques des zones de fuite.
- Les données de positionnement fournies par le GPS associées à l'image fournie par le matériel d'imagerie permettent de définir sur une carte les coordonnées précises des fuites.

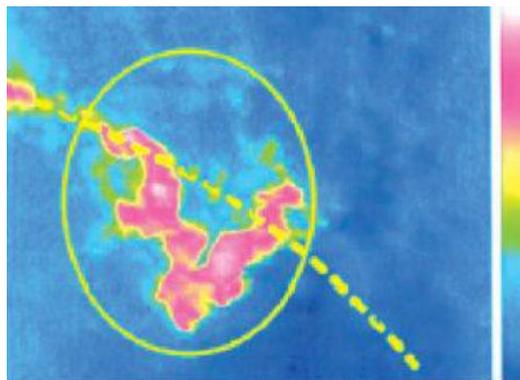


Figure II.4 : Localisation d'une fuite par imagerie thermique

La technique s'applique principalement à l'étude de longs tronçons de conduites principales pour identifier les zones de fuites possibles.

Il est possible de contrôler jusqu'à 100 kilomètres de conduites par jour. La trajectoire de la conduite doit être comprise dans une zone préférablement rurale et autorisée au survol.

II.1.7. Autres méthodes :

II.1.7.1. Géoradar : Issu de la recherche militaire pour la détection de mines, son principe repose sur la vitesse de propagation d'ondes électromagnétiques dans le sol, variable en

Recherche des fuites

fonction des matériaux rencontrés et de la profondeur de l'objet détecté. Une poche d'eau se traduit par un ralentissement des ondes. L'interprétation des données fournies par le géoradar permet la double détection des conduites et des fuites.

II.1.7.2. Radiomagnétotellurique : Cette technique vient de la géophysique et est basée sur la mesure de la résistivité apparente des terrains. Une zone de fuite est humide et s'exprime par une faible résistivité.

II.1.7.3. Bouchon de mousse dure en plastique envoyé dans le tuyau et véhiculé par l'eau :

La pression varie au passage des joints, des appareils, des coudes, etc. Elle croît brutalement quand le bouchon atteint la fuite et donne une indication sur le débit de fuite.

II.2. Récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque méthode :

Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous l'ensemble des méthodes de recherche des fuites que nous avons recensées [MERZOUK, 2005].

Tableau II.1: *Avantages et inconvénients des différentes méthodes de recherche des fuites.*

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Surveillance du réseau	Détection des anomalies sans l'utilisation des matériaux.	Intervention tardive, la fuite peut prendre une allure catastrophique.
Méthode de quantification	Permet une meilleure connaissance du réseau, Permet de réparer les grosses fuites.	Nécessite de gros investissements pour la mise à jour des plans et la remise en état des vannes, Ne permet pas la localisation précise des fuites, Ne peut être utilisée que la nuit.
Méthode du gaz traceur	Facilite le repérage du gaz en surface.	Demande des investissements très onéreux.
Méthode du comptage	Permet la détection des fuites sur les branchements.	Pose la problématique de l'exactitude des relevés et la fiabilité des compteurs.
Méthode acoustique	Peut-être utilisée de jour et de nuit. Localise la fuite avec une bonne précision.	Difficile d'utilisation dans le cas des tronçons mixtes, Nécessite une maîtrise parfaite des bruits, si elle est conçue de jour.
Méthode de l'imagerie thermique	Technique non intrusive. Acquisition rapide des données, entre 50 et 100 km/jour.	Les tâches humides ne sont pas toutes dues à des fuites

II.3. Matériels de recherche des fuites par analyse du bruit :

Depuis longtemps, la recherche des fuites consiste à écouter puis analyser les bruits captés sur le sol ou sur les canalisations. En effet, l'écoulement de l'eau dans le sol provoque un léger sifflement. Au moyen d'amplificateurs et à condition que le niveau sonore extérieur soit suffisamment bas, on arrive très bien à entendre puis à localiser les fuites. Cette recherche est fastidieuse et longue, mais très rentable. Les différents matériels mis à la disposition des exploitants sont tous basés sur le principe du stéthoscope, amélioré par des systèmes amplificateurs mécaniques ou électroniques [MERZOUK, 2005]. Ces matériels peuvent être classés comme suit:

- les amplificateurs mécaniques,
- les amplificateurs électroniques,
- les corrélateurs acoustiques,
- les enregistreurs de bruits.

II.3.1. Les amplificateurs mécaniques :

Ce dispositif s'apparente au stéthoscope musical avec amplificateur.

Facile d'emploi et robuste, il permet d'obtenir de bons résultats en écoute sur conduite. Il demande cependant de grandes qualités auditives de la part de l'opérateur et surtout une mémoire auditive juste. Servent à la localisation des fuites par écoute nocturne. Ils ne nécessitent aucune alimentation électrique. L'absence de circuits électroniques élimine toute exigence d'entretien. Ils sont au nombre de deux:

- L'hydrosol
- L'hydrophone.

a/ L'hydrosol :

Il est constitué d'une membrane vibrante reliée à une cloche métallique formant une caisse de résonance, sur laquelle est emboîtée une tige métallique servant de capteur (Figure 5).

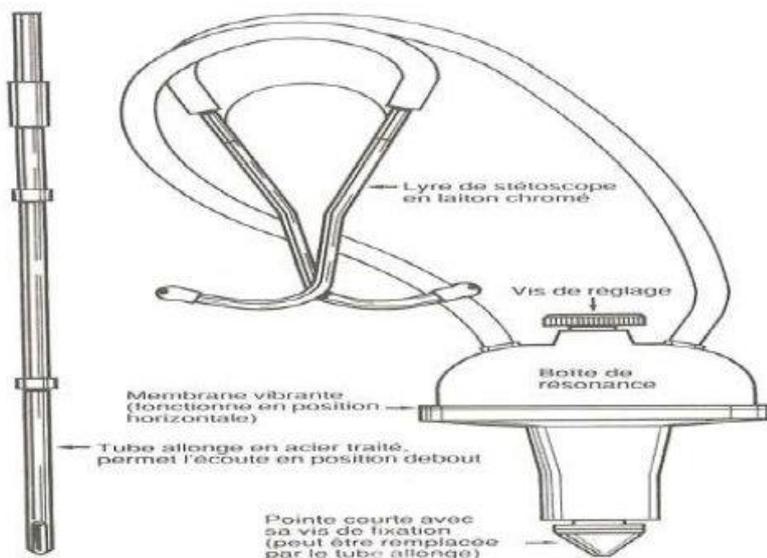


Figure II.5 : Amplificateur mécanique de type hydrosol

Recherche des fuites

Le corps de l'amplificateur mécanique constitue la boîte de résonance d'une membrane vibrante, dont la fréquence propre, peut être ajustée par le déplacement d'un bouton moleté situé à la partie supérieure du corps.

Cette membrane circulaire comporte en son centre un embout qui peut recevoir:

- soit une pointe courte qui permet de capter les sons en des points où la canalisation est apparente et d'accès aisé,
- soit une allonge destinée à capter les sons par application sur le sol ou de préférence sur des piquets de 30 à 40 cm environ enfoncés dans le sol. L'écoute du bruit, capté et amplifié par la boîte de résonance, se fait avec un stéthoscope de type médical.

La localisation de la fuite est meilleure par écoute sur la conduite que par écoute au sol. L'atténuation du bruit est beaucoup moins rapide en fonction de la distance. Si la conduite est relativement protégée des bruits parasites, une oreille bien exercée reconnaît le bruit de fuite.

b/ L'hydrophone :

L'hydrophone est un cornet acoustique renfermant un vibreur amplificateur qui s'adapte sur des allonges métalliques ou de cannes de bambou, le bambou offrant une transmission plus fidèle des bruits. Il demande un orifice d'accès à la conduite assez importante.

II.3.2. Les amplificateurs électroniques :

Ces matériels permettent également de faire de la localisation et sont basés sur le même principe que les amplificateurs mécaniques. Ils sont composés de trois éléments principaux.



Figure II.6 : Amplificateur électronique

Recherche des fuites

L'opérateur se déplace lentement entre les deux points afin de confirmer le lieu exact de la fuite.



Figure II.7 : Recherche des fuites avec un amplificateur électronique

L'onde sonore émise par la fuite, provoque des vibrations, qui sont captées par une canne-sonde (capteur), mise en contact soit sur la canalisation, soit sur le sol à proximité immédiate de la canalisation. La canne est munie d'une membrane métallique qui capte ces vibrations par une électronique associée. Elle les transforme en signaux électriques qu'elle amplifie considérablement avant de les diriger sur un casque d'écoute, isolé des bruits ambiants.

Ce sont ces vibrations de fréquences audibles pour la plupart que l'oreille de l'opérateur doit percevoir suffisamment bien pour en apprécier les variations d'amplitude et localiser le point où elles s'avèrent les plus fortes.

II.3.3. Les corrélateurs acoustiques :

Les corrélateurs acoustiques (Figure 8) sont apparus dans les années 1980



- 1 Sonde
- 2 Unité centrale
- 3 Amplificateur

Figure II.8 : Corrélateur acoustique

- Comme le présente la Figure 9 cette méthode utilise deux récepteurs de bruit sur canalisation placés dans des bouches d'accès différentes.

Recherche des fuites



Figure II.9 : Vue d'ensemble du dispositif de recherche

Trois propriétés de l'acoustique de la fuite constituent la base du fonctionnement de cette méthode :

- premièrement, le bruit produit par la fuite peut être qualifié d'aléatoire, car il varie constamment. Une séquence, c'est-à-dire une durée d'écoute relativement longue, est donc une phrase reconnaissable;
 - deuxièmement, la propagation de l'onde sonore s'effectue dans les deux sens possibles de la conduite et à des vitesses identiques;
 - troisièmement, le phénomène, même s'il satisfait la première propriété, est permanent, ce qui permet de différencier une partie des bruits parasites (rues, avion, etc ...) qui sont transitoires.
- Les relevés d'écoute qui sont enregistrés sur table traçante étudient non pas l'intensité du bruit de fuite, mais le décalage des phrases sonores (propriété 1). Un appareillage électronique est donc nécessaire; il est constitué d'un oscilloscope, d'un amplificateur, de filtres, et d'un corrélateur (Figure 10).

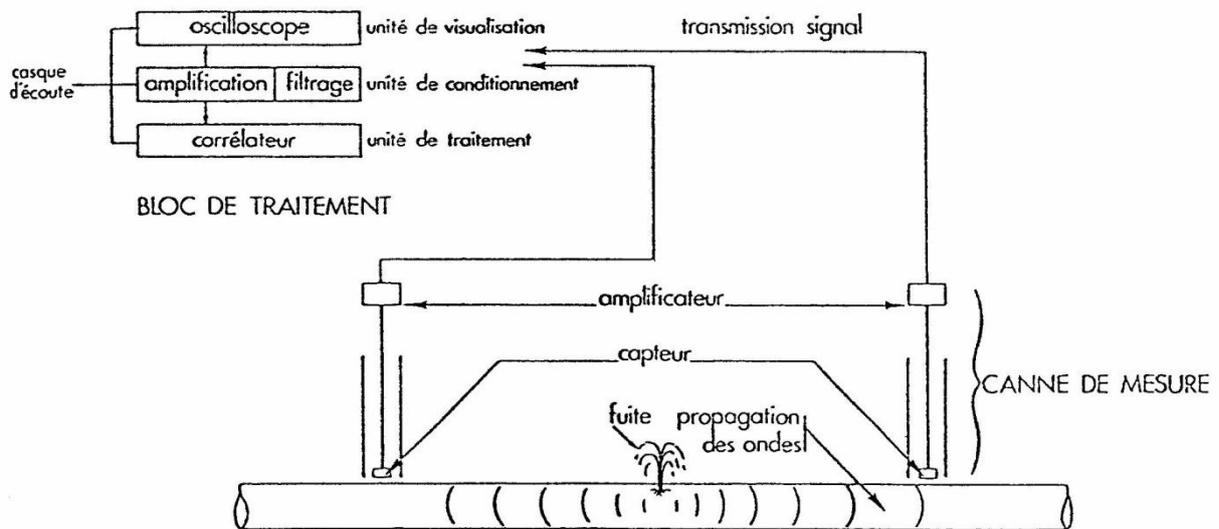


Figure II.10 : Schéma fonctionnel de l'équipement

Recherche des fuites

L'intérêt de cette méthode est double; d'une part, elle permet une détection à haute sensibilité de la fuite et d'autre part elle permet une localisation exacte de la fuite. En effet, comme le présente Figure 10, la mesure du décalage et la connaissance de l'écart des micros permet par la formule :

$$d_2 - d_3 = v \Delta s$$

$d_2 - d_3$: écart des distances à la fuite

v : vitesse de l'onde sonore

Δs : décalage

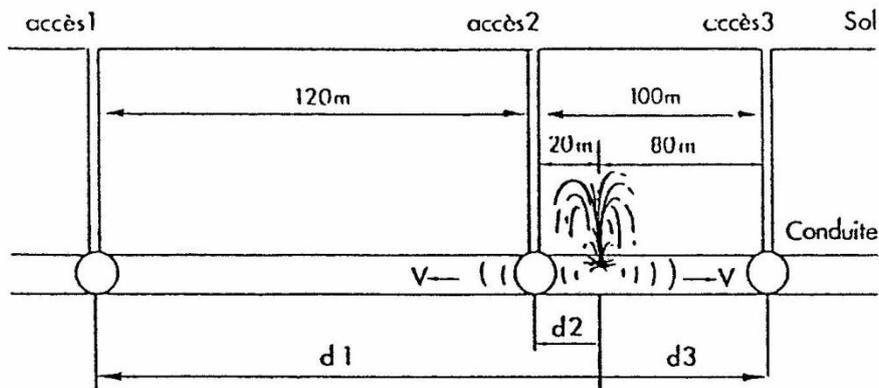


Figure II.11 : Schéma illustrant le traitement pour les accès 1, 2 et 3

Remarque : si la fuite ne se situe pas entre les deux micros, on a un décalage de temps supérieur à d/v où d est la distance entre les deux micros et v la vitesse de l'onde.

On effectue alors un autre relevé.

II.3.4. Les enregistreurs de bruits (enregistreurs de données acoustiques) :

Les enregistreurs de bruits permettent de faire de la prélocalisation. Ce matériel est constitué d'enregistreurs dont le nombre varie entre six et quinze fournis dans une valise. Un simple positionnement des enregistreurs dans la valise permet la programmation, la relève des données et la mise en charge.

Recherche des fuites



Figure II.12 : *Enregistreurs de bruits*

Positionnement des sondes de préférence à l'intérieur des bouches à clés. L'aimant doit avoir un contact entier avec le carré de la vanne



Figure II.13 : *Positionnement des sondes*

Les enregistreurs de bruits doivent être installés sur une maille du réseau, ou bien alignés le long d'une canalisation, pour que les enregistrements soient représentatifs. Les enregistrements mesurent non seulement le niveau acoustique, mais aussi l'étendue du bruit afin de confirmer sa stabilité. L'opérateur peut prélocaliser la fuite s'il est en présence d'un niveau de bruit important (identique sur une période de 2 heures) et une étendue du bruit comprise entre 1 et 10dB.

Recherche des fuites

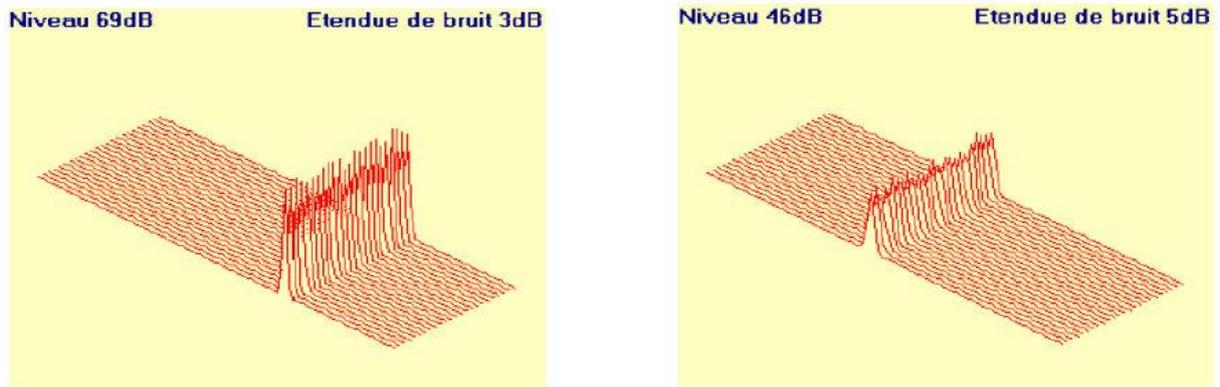


Figure II.14 : Deux enregistrements de bruit

Ce matériel offre une représentation graphique des enregistrements en deux et trois dimensions. Cette représentation permet de vérifier les caractéristiques du bruit et d'en faire une analyse précise avec une bonne fiabilité.

II.4. Récapitulatif :

Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous, l'ensemble des matériels recensés.

Tableau II.2: Récapitulatif des différents matériels.

	Mise en œuvre		Précision	Encombrement
	Jour	Nuit		
Détecteur mécanique	Impossible sauf pour l'inities	Bonne pour un opérateur entraîné	Dépend de l'utilisateur	Faible
Détecteur électronique	Possible si l'appareil est muni de filtres	S'effectue sans difficulté	Assez bonne	Faible
Corrélateur acoustique	S'effectue le jour	S'effectue sans difficulté	Très bonne	Faible
Enregistreurs de bruits	Inefficace le jour	S'effectue de jour	Très bonne	Faible

Dans le cas des recherches systématiques, il est intéressant d'avoir recours au corrélateur acoustique qui peut être utilisé le jour (bien que la recherche de jour est fastidieuse à cause des bruits environnants), mais son prix de revient reste élevé. Les autres matériels sont conseillés pour une recherche de nuit.

Recherche des fuites

Conclusion :

Au cours du temps, les conduites d'adduction d'eau potable se dégradent à cause de charges mécaniques et d'agression électrochimique, pour cela on utilise différentes méthodes dont l'intérêt est de connaître et localiser ces fuites.

Cette localisation de la fuite est évidemment l'économie d'énergie et de gêne s'assure une réparation localisée (travaux de mise à jour de la canalisation, circulation automobile, etc.).

Chapitre III

Rendement de réseau et pertes en eau

Introduction :

Les réseaux d'alimentation en eau potable (Adduction, distribution) se vieillissent, se corrodent ...gènèrent des pertes en eau qui peuvent être colossales. Par conséquent, une réduction de rendement du réseau qui se traduit par une augmentation de la production.

L'une des missions du gestionnaire du réseau consiste à évaluer son fonctionnement. Cela passe obligatoirement par l'estimation des pertes afin d'établir les critères de performance.

III.1. Les pertes :

III.1.1. Pertes réelles (ou Pertes physiques) :

Les pertes réelles sont celles qui correspondent aux pertes d'eau dues aux défauts du réseau et autres ouvrages de stockage et de distribution [NRW-Sub-committee].

III.1.1.1. Fuites sur le réseau primaire :

Fuites sur les adducteurs et conduites principales. Il s'agit généralement de conduites de grands diamètres qui relient les unités de production, les réservoirs et les stations de traitement et qui distribuent l'eau en gros sur les zones de demande elles-mêmes desservies par les réseaux secondaires et tertiaires.

III.1.1.2. Fuites et débordements aux réservoirs de stockage :

Il s'agit des fuites et d'infiltrations sur les structures des réservoirs de stockage ou sur les conduites intérieures ainsi que des débordements incontrôlés éventuels.

III.1.1.3. Fuites visibles :

Il s'agit des fuites sur les conduites du réseau ou sur les branchements qui se traduisent par des apparitions d'eau visibles à la surface du sol. La plupart de ces fuites sont faciles à détecter sans équipements spéciaux. Elles sont généralement signalées par le public ou par les consommateurs, mais pas toujours. On parle parfois aussi de "fuites semi-visibles" quand la détection de ces fuites, pourtant visibles, nécessitent des opérations particulières telles que l'ouverture des regards ou la visite périodique de zones habituellement peu fréquentées. Dans certains cas on fait aussi parfois la distinction entre «fuites visibles communiquées» et «fuites visibles non communiquées».

III.1.1.4. Fuites invisibles :

Ce sont les fuites sur réseau ou sur branchement dont la détection et la localisation précise nécessitent l'utilisation de méthodes actives de détection des fuites invisibles. On utilise pour ce faire des techniques spécifiques telles que la détection acoustique, la corrélation acoustique, les écouteurs de pré-localisation, l'injection de gaz (hélium, hydrogène) ou la détection thermique.

III.1.1.5. Gaspillages :

Ce sont les pertes d'eau provoquées par des débordements de réservoir, par des vannes de vidange laissées ouvertes par erreur, par des utilisations excessives et non contrôlées d'eau de service par exemple. Il relève de l'exploitant de limiter ces gaspillages.

III.1.2. Pertes apparentes (ou Pertes Clientèle et de Comptage) :

Il s'agit des pertes qui sont dues non pas aux déficiences techniques des réseaux et autres installations, mais aux consommations réelles non enregistrées telles que l'usage illégal, sous-comptage, erreurs générées par le système de lecture ou de facturation [NRW-Sub-committee].

III.1.2.1. Usages détournés :

Volumes soutirés du réseau par le biais de branchements clandestins ou tout autre moyen frauduleux.

Exemple d'usages illégaux:

- Branchement clandestin
- Remise en service illégal de branchements coupés ou résiliés
- Utilisation illégale des poteaux ou des réseaux d'incendie

III.1.2.2. Sous-comptage :

Le sous-comptage peut être dû par exemple au choix de compteurs de calibre ou de technologie inappropriée ou bien à la dégradation des performances métrologiques des compteurs en service.

L'utilisation courante des compteurs de type mécanique conduit très souvent à un sous-enregistrement des consommations. En revanche l'erreur pour les compteurs non mécaniques peut être positive ou négative. L'erreur, qui augmente toujours avec la durée de service du compteur, dépend aussi des conditions d'installation et de l'environnement.

III.1.2.3. Pertes de facturation :

Les pertes peuvent également être générées par les erreurs de relève ou de facturation par les relevés de compteurs oubliés, par les sous-estimations par un traitement incorrect des créances douteuses ou parfois même par des incompatibilités entre fichiers des bases de données.

III.2. Définitions : eaux non facturées et eaux non comptabilisées :**III.2.1. Le système concerné :**

La première condition pour calculer le rendement et les pertes d'un système d'eau potable est de définir précisément les limites de ce système ce qui revient à définir exactement les points d'entrée et de sortie de l'eau et la surface effectivement desservie [NRW-Sub-committee].

On peut alors définir clairement :

- Les volumes introduits dans le système : *volumes produits + volumes achetés + volumes importés d'un autre système*
- Les volumes éventuellement exportés vers d'autres systèmes
- Les volumes mis en distribution : *volumes introduits - volumes exportés*

Ou encore: *volumes produits + volumes achetés + volumes importés – volumes exportés.*

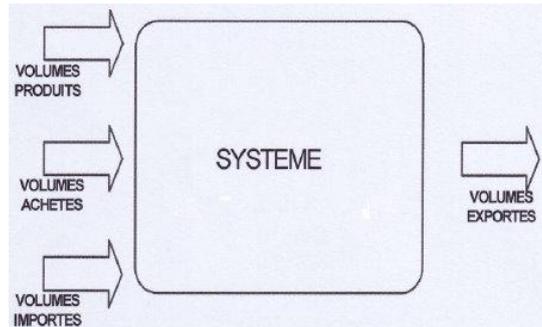


Figure III.1 : Entrées et sorties d'un système [NRW-Sub-committee]

III.2.2. ENF et ENC :

Avant de définir les divers indicateurs de perte et leurs conditions d'application respectives il faut ensuite avoir une claire compréhension de ce qu'est la perte d'un réseau d'eau et de savoir comment on peut la calculer.

Deux concepts principaux (d'ailleurs complémentaires) sont utilisés de par le monde: les eaux non facturées (ENF) et les eaux non comptabilisées (ENC) [NRW-Sub-committee].

III.2.2.1. Les Eaux Non Facturées (ENF) :

Concernent les volumes d'eau mis en distribution dans le réseau qui ne sont pas facturés aux clients. Elles ne génèrent aucun revenu - d'où leur appellation anglaise de Non Revenue Water- NRW. Il peut s'agir de volumes perdus par le biais des fuites, des consommations illégales, des sous comptage ou encore des volumes consommés légalement, mais qui ne sont pas facturés.

III.2.2.2. Les Eaux Non Comptabilisées (ENC) :

Concernent les volumes d'eau qui sont mis en distribution, mais qui ne sont pas comptabilisés. Les eaux facturées sont réputées comptabilisées que ce soit par comptage ou par estimation. L'appellation anglaise est Unaccounted-For Water- UFW.

Contrairement au cas des ENF, on comptabilise dans l'approche ENC, les volumes consommés légitimement même s'ils ne génèrent aucun revenu: L'eau utilisée pour la lutte contre l'incendie ou pour le fonctionnement propre des installations par exemple.

Quel que soit le concept utilisé, ENF ou ENC, il est absolument nécessaire d'avoir une bonne connaissance de ces volumes consommés légalement et non facturés.

III.3. Les composantes de la perte d'eau :

III.3.1. Définitions :

III.3.1.1. Volumes introduits :

Le volume introduit dans un système de distribution est la somme des volumes produits (mesurés ou estimés aux sorties des unités de production) et des volumes importés (transfert d'un autre système ou achats en gros faits à des sociétés externes).

III.3.1.2. Volumes mis en distribution :

Le volume mis en distribution dans un système de distribution est la somme algébrique des volumes produits (mesurés ou estimés aux sorties des unités de production) et des volumes transférés (importés et exportés).

III.3.1.3. Consommation autorisée :

Les consommations autorisées sont celles des clients dûment enregistrés dans la base de données clients, celle du distributeur et celles d'autres consommateurs particuliers dûment habilités (lutte contre les incendies par exemple).

III.3.1.4. Consommation autorisée facturée :

Il s'agit des volumes distribués pour lesquels une facture peut être établie.

III.3.1.5. Consommation facturée mesurée :

Il s'agit des volumes facturés aux clients. En général, les volumes facturés sont les volumes enregistrés par les compteurs client. Mais le volume facturé peut aussi être différent du volume enregistré lorsque par exemple la structure tarifaire prévoit un minimum de facturation.

Les ventes en gros à des compagnies extérieures sont généralement comprises dans les volumes facturés lorsque le point de vente est situé en aval du point d'entrée du réseau. Dans le cas contraire, les volumes correspondants ne doivent être incorporés ni dans les volumes mis en distribution, ni dans les ventes.

III.3.1.6. Consommations facturées et non-mesurées :

Il s'agit des volumes estimés par toute autre méthode que par la relève d'un compteur.

Dans certaines exploitations il peut s'agir de la règle générale et non d'un cas exceptionnel. Ce serait le cas d'une exploitation où la facturation ne se fait pas sur la base des volumes consommés, mais sur la base de la surface des propriétés desservies par exemple.

III.3.1.7. Consommation autorisée non facturée :

Il s'agit des volumes légitimement soutirés sur le réseau de distribution, mais qui, pour diverses raisons, ne peuvent faire l'objet d'aucune facturation. Cela peut concerner par exemple: les usages opérationnels internes, l'eau utilisée pour la lutte contre les incendies, l'eau utilisée pour le lavage des rues, l'arrosage des jardins publics, les fontaines ou les toilettes publiques, des fournitures d'eau gratuites à des institutions municipalisées.

III.3.1.8. Consommations autorisées non facturées, mais mesurées :

Volumes non facturés pour lesquels un compteur a été installé. Dégrèvement pour cause de fuite interne dans certains cas.

III.3.1.9. Consommations autorisées non facturées et non mesurées :

Cas où la consommation est estimée, faute de compteur.

On peut représenter la perte et ses composantes sous forme de tableau, de graphique ou d'équation.

Les volumes mis en distribution dans le réseau peuvent être classés en différentes catégories: les consommations autorisées et les pertes. Les pertes se subdivisent elles-mêmes en pertes réelles (ou pertes physiques) et en pertes apparentes (ou pertes liées à la gestion clientèle).

De façon synthétique on peut dire que :

Rendement de réseau et pertes en eau

- Les pertes physiques (réelles) correspondent aux volumes produits, mais non consommés par les usagers.
- Les pertes clientèle (apparentes) correspondent aux volumes produits et consommés par des usagers, mais non facturés.

Le tableau qui suit résume les différentes composantes de la consommation et de la perte, dont les définitions sont données au paragraphe précédant [CHESNEAU, 2006] :

Tableau III.1 : Composantes de la perte.

Volume entrant dans le système	Consommation autorisée	Consommation facturée	Consommation facturée mesurée	Eaux facturées	
			Consommation facturée non mesurée		
		Consommation non facturée	Consommation non facturée mesurée		Eaux non facturées ENF
			Consommation non facturée non mesurée		
	Pertes	Pertes apparentes	Consommation non autorisée		
			Erreurs de mesures		
		Pertes réelles	Pertes sur le transport d'eau brute ou à l'usine de traitement		
			Fuites sur les conduites d'adductions ou distributions		
			Fuites et débordement au niveau des réservoirs		
			Fuites sur branchements		

III.4. Calcul des eaux non-facturées (ENF) :

Les volumes non facturés sont calculés comme la différence entre les volumes mis en distribution dans le réseau pendant une période donnée et les volumes consommés et facturés aux consommateurs pendant la même période [NRW-Sub-committee]. Par volumes mis en distribution dans le système, on entend la somme des volumes introduits dans le réseau desquels on déduit les volumes transférés (ou exportés) à un autre système.

ENF = VOLUMES INTRODUITS – (VOLUMES FACTURES – VOLUMES EXPORTES)

Ou, ce qui revient au même :

$$\text{ENF} = \text{VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION} - \text{VOLUMES FACTURES}$$

La précision du calcul du volume d'ENF dépend donc de 3 éléments principaux:

- La manière de mesurer (ou d'estimer) les volumes mis en distribution: y a-t-il des compteurs sur toutes les entrées et toutes les sorties du réseau et, si oui, sont-ils fiables?
- La manière de mesurer (ou d'estimer) les volumes facturés : utilise-t-on des compteurs et, si oui, quelle est la fiabilité des mesures.
- La structure tarifaire, le système de relève et de facturation : ces derniers thèmes doivent être examinés attentivement.

Le calcul des ENF dans un réseau d'adduction est analogue à celui de distribution. En effet, les volumes non facturés sont calculés comme la différence entre les volumes produits dans le réseau pendant une période donnée et les volumes mis en distribution pendant la même période. Par conséquent, la formule de calcul sera:

$$\text{ENF}_{\text{Adduction}} = \text{VOLUMES PRODUITS} - \text{VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION}$$

III.5. Calcul des eaux non-comptabilisées (ENC) :

Le calcul des ENC revient à calculer les ENF en ajoutant la consommation autorisée non facturée [NRW-Sub-committee]:

$$\text{ENC} = \text{VOLUMES INTRODUITS} - (\text{VOLUMES EXPORTES} + \text{VOLUMES FACTURES} + \text{CONSOMMATIONS AUTORISEES NON FACTUREE})$$

On peut dire aussi :

$$\text{ENC} = \text{VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION} - (\text{VOLUMES FACTURES} + \text{CONSOMMATIONS AUTORTSEENS NON FACTUREES})$$

Ces deux formules sont équivalentes puisqu'en fait :

$$\text{ENC} = \text{ENF} + \text{CONSOMMATIONS AUTORISEES NON FACTUREES}$$

III.6. Rendement et indices de pertes :

Ces deux indicateurs sont les plus communément utilisés, l'indice de perte précisant souvent le rendement dont la difficulté d'interprétation est admise de tous. Ils ne portent pas exclusivement sur les fuites au sens où nous les concevons, à savoir les fuites diffuses, les fuites non repérées et les casses manifestes, mais englobent d'autres termes comme les prélèvements illégaux et les erreurs de comptage. Ils ne sont donc pas pleinement adaptés aux fuites.

L'image que donnent ces grandeurs des pertes observées sur le réseau est fixe. Des comparaisons avec les valeurs annuelles précédentes peuvent éventuellement indiquer une tendance d'évolution, que l'on peut extrapoler, mais il est impossible de prévoir avec certitude le degré de cette évolution [CHESNEAU, 2006].

III.6.1. Rendement primaire pour un réseau de distribution :

$$R_{Pr} = 100 * \frac{\text{CONSOMMATION TOTALE COMPTABILISEE}}{\text{VOLUME MIS EN DISTRIBUTION}} \quad \text{Exprimé en \%}$$

$$R_{Pr} = 100 * \frac{\text{VOLUME MIS EN DISTRIBUTION}}{\text{VOLUME PRODUIT}} \quad \text{Exprimé en \%}$$

L'estimation de ce rendement permet d'apprécier la qualité du réseau, son bon fonctionnement et l'efficacité de la distribution (ou du transfert dans le cas d'une adduction). Il est en effet en partie lié à la perte d'eau sur le réseau.

C'est le rendement le plus simple à calculer, le moins élaboré. Il ne prend en compte pour les comparer aux volumes mis en distribution (ou volumes produits en adduction) que la consommation totale comptabilisée (ou volumes mis en distribution en cas d'adduction) et celle-là uniquement [SAGE].

III.6.2. Pourcentage de pertes pour un réseau de distribution :

Pour un réseau de distribution :

$$R_P = 100 * \frac{\text{CONSOMMATION NON COMPTABILISEE}}{\text{VOLUME MIS EN DISTRIBUTION}}$$

Pour un réseau d'adduction :

$$R_P = 100 * \frac{\text{CONSOMMATION NON COMPTABILISEE}}{\text{VOLUME PRODUIT}}$$

Ce rendement est très intéressant puisqu'il traduit nettement la notion de perte d'eau. En effet, la différence entre le numérateur et le dénominateur correspond à l'eau que le service n'a pas vendue [SAGE].

Le calcul de la perte comme pourcentage des volumes produits est un indicateur important au plan économique pour le suivi d'une exploitation donnée.

III.6.3. Indice linéaire de pertes :

$$ILP = 100 * \frac{\text{EAUX NON FACTUREE}}{(\text{LINÉAIRE DU RÉSEAU}) * 365} \quad \text{Exprimé en m}^3/\text{j.km}$$

Cette notion permet, contrairement aux précédentes, de rapporter le volume de pertes à l'importance du réseau et donc de comparer l'état physique de deux réseaux.

L'indice de perte est utilisé dans le monde entier, il est facile à calculer et à comprendre autant par les ingénieurs que par les financiers et les politiques [SAGE].

III.6.4 Paramètres agissant sur le rendement :

Les plus fréquemment cités sont :

- l'âge moyen du réseau ;
- la nature des canalisations et de leurs joints ;
- les conditions d'exploitation (pression, coups de bélier) ;
- la nature des terrains ;
- la longueur du réseau ;
- le nombre de branchements.

Conclusion :

L'amélioration du rendement s'obtient par un affinage des comptages amont et aval, par une recherche et une détermination précise des volumes utilisés non comptés et par une recherche systématique des fuites.

Les différents calculs de rentabilité effectués dans de nombreux services ont montré que les bénéfices induits couvrent largement les frais d'amélioration et qu'il faut continuer l'effort de maintien d'un haut rendement même lorsque ce dernier est finalement obtenu.

Une retombée appréciable réside dans l'excellente connaissance, mise à jour en permanence grâce à la continuité de cet effort, des différentes composantes du réseau et dans la possibilité offerte ainsi à l'exploitant d'intervenir à bon escient.

Chapitre IV

Système d'Information Géographique (SIG)

IV.1. Définition et principes de base :

Un SIG a pour but d'informer sur la géographie d'un espace donné.

Il s'appuie donc sur un certain nombre de bases de données géographiques, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de cartes.

Plusieurs définitions des SIG existent mais toutes incluent l'ensemble de ces différentes fonctions.

IV.1.1. Quelques définitions :

SIG : un système informatique

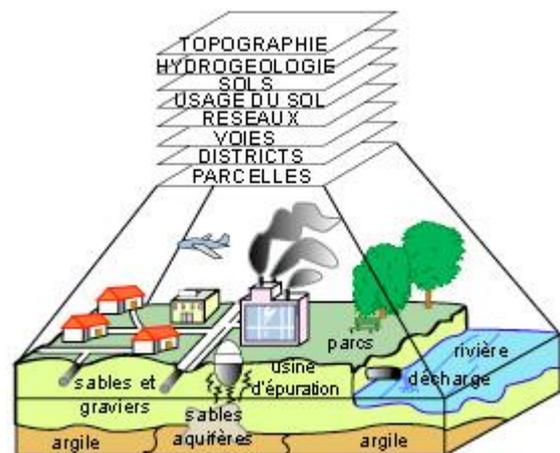
La définition américaine émane du comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique (FICCDC, 1988) : Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion".



Un utilisateur de SIG

SIG : un ensemble de données

La définition française est due à l'économiste Michel Didier (1990), dans une étude réalisée à la demande du CNIG: Un système d'information géographique est un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision".



Données et réalité, "Les systèmes d'information géographique"

IV.1.2. Principe général :

Comment ça marche ?

- **Un affichage sous forme de couches d'information**

Un SIG contient généralement plusieurs sortes d'objets géographiques qui sont organisés en thèmes que l'on affiche souvent sous forme de couches. Chaque couche contient des objets de même type (routes, bâtiments, cours d'eau, limites de communes, entreprises,...). Chaque objet est constitué d'une forme (géométrie de l'objet) et d'une description, appelé aussi sémantique.

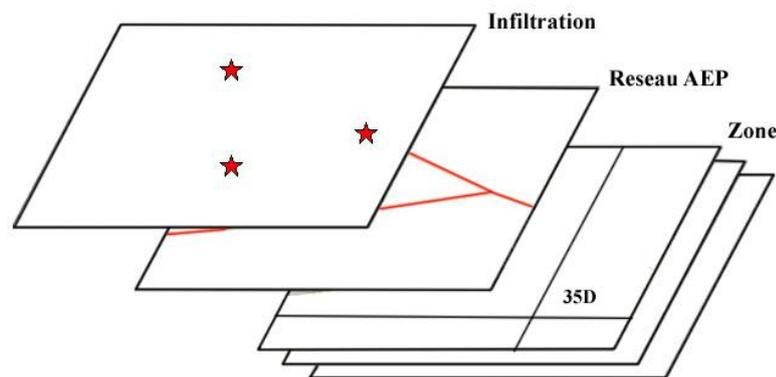


Figure IV.1 : Un exemple d'organisation du SIG en trois couches d'information (infiltration dans le réseau d'assainissement, Réseau d'AEP, zone).

- **La géométrie des objets**

Le niveau géométrique est la description de la position et de la forme des objets. La position peut s'exprimer par la latitude et les longitudes des objets (ou des points qui composent ces objets) ou par des coordonnées x , y dans un système de projection. Les objets peuvent être identifiés sous forme de points (villes, entreprises, exploitations agricoles,...), d'arcs ou de lignes (routes, conduite d'adduction, chemins de fer,...) et de polygones ou de surfaces (communes, zone, occupation du sol,...).

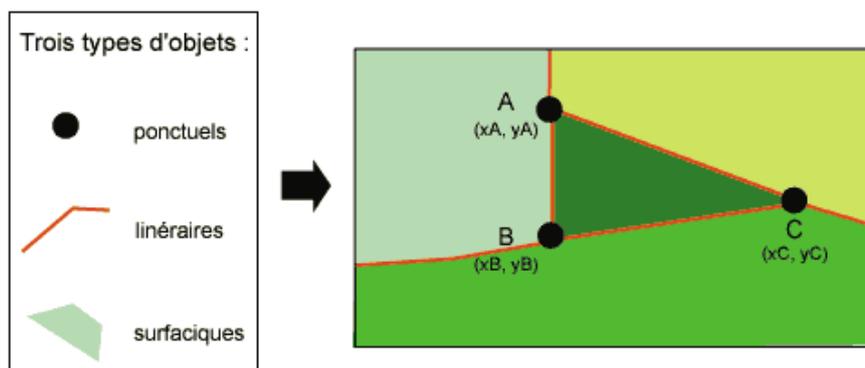


Figure IV.2 : Exemple de représentation des données.

- **La description des objets sémantiques**

A chaque objet est attribuée une fiche contenant des informations de type alphanumérique. Ces informations décrivent l'objet (nom de la ville, numéro INSEE de la commune, type de l'occupation du sol,...). Ces fiches permettent de stocker des informations qui décrivent les objets : le contenu dépend des besoins du projet.

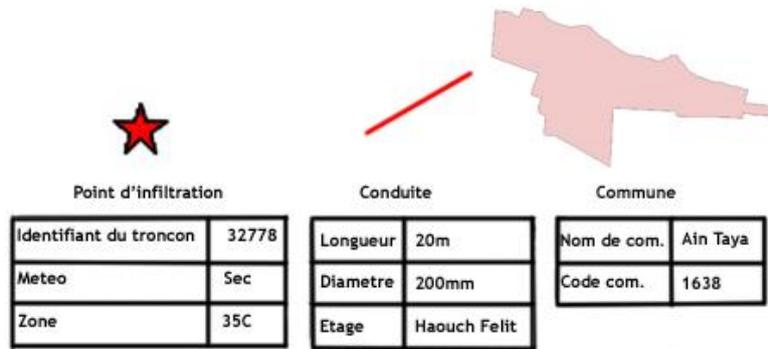


Figure IV.3 : *Fiches attributaires d'un point A, superposer sur la conduite B dans la commune.*

IV.1.3. Fonctionnalités des SIG :

Acquisition, archivage, analyse, affichage, abstraction

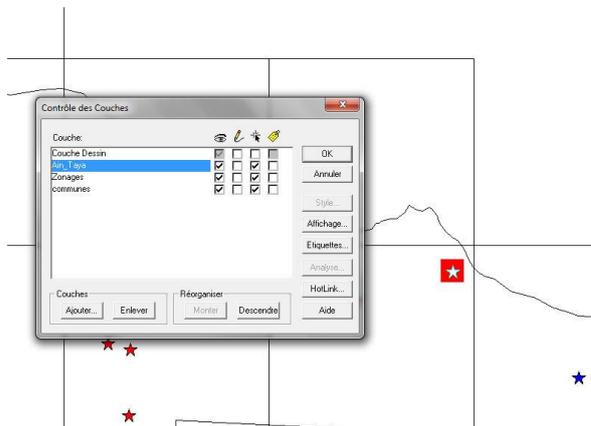


Figure IV.4 : *Organisation des données descriptives et des données géométriques sous MapInfo.*

Abstraire revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets.

Acquérir revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.

Archiver consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur).

Analyser permet de répondre aux questions que l'on se pose.

Afficher pour produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs.

IV.2. Présentation de logiciels SIG :

Les différents catalogues disponibles sur le marché recensent plus d'une soixantaine de logiciels, qu'ils tournent sur micro-ordinateurs, sur stations de travail ou sur ordinateurs centraux.

IV.2.1. Typologie des logiciels SIG :

On peut décomposer ces logiciels en trois grandes familles:

- **Les SIG généralistes bureautiques**

Ils ont pour vocation essentielle l'import de données externes et leur analyse pour donner des cartes à insérer dans des rapports ou des présentations. Ils permettent bien sûr la modification de données géométriques ou descriptives mais ils ne disposent pas d'outils d'assurance qualité perfectionnés pour saisir des Bases de Données complètes. Ils disposent d'outils de développement pour s'adapter à tout type d'application.

- **Les SIG généralistes de gestion**

Ils disposent des mêmes capacités que les SIG bureautiques, sont fréquemment moins conviviaux, mais disposent d'outils de modélisation beaucoup plus puissants, qui vont mettre des contraintes à la saisie et donc assurer une certaine qualité des données. Ces SIG vont également disposer de capacités client/serveur qui vont permettre à plusieurs personnes de travailler sur la même Base de Données à partir de postes informatiques distants. Ils disposent d'outils de développement pour s'adapter à tout type d'application.

- **Les SIG "métiers"**

Ces logiciels sont dès le départ très spécialisés, destinés à des métiers particuliers. Leur champ d'application est réduit mais ils sont souvent les seuls ou les meilleurs dans leur domaine. Ce sont néanmoins des SIG car ils possèdent les 5 fonctionnalités qui font les SIG : Affichage, Acquisition, Abstraction, Analyse, Archivage. Fréquemment, les éditeurs de logiciels commercialisent des modules additionnels qui transforment les SIG généralistes en SIG métiers.

IV.2.2. Présentation de quelques SIG :

Liste des logiciels SIG les plus connus



MapInfo

MapInfo est un SIG généraliste bureautique typique. Il permet de sortir très facilement toutes sortes d'analyses thématiques. Il autorise l'utilisateur à ouvrir des fichiers EXCEL, à ouvrir et à modifier des fichiers ACCESS, à travailler sur des données ORACLE... de manière transparente. En revanche, ses possibilités de modélisation sont pauvres, il ne prévoit pas de travailler sur des données en client serveur, et le travail sur de grosses bases de données est difficile.



ArcView

ArcView est également un SIG généraliste bureautique, même si l'intégration de données externe est plus délicate, il est convivial mais ses possibilités de structurations sont restreintes et il nécessite des compléments pour partager une base de données.



GéoConcept

C'est un logiciel à la frontière entre SIG bureautique et SIG de gestion. Il offre l'ouverture et la convivialité des premiers, et il peut comme les seconds travailler en client serveur sur des Bases de Données de bonnes dimensions.



Arc Info

Sa dernière version : la V8 semble le mettre également entre les 2 premières catégories.



APIC

On est ici clairement dans un système de gestion. L'intégration de données externes est lourde, en revanche le logiciel possède des possibilités de modélisation et de travail en groupe très étendues.

IV.3. Intégrer des données dans un SIG (acquisition et saisie) :

Un SIG ne peut fonctionner que s'il contient des données. A partir du moment où l'on a défini les informations nécessaires à notre besoin, il reste à régler la question du choix du mode d'acquisition des données : si les données existent déjà, les importer ou dans le cas contraire, les saisir.

L'acquisition des données est la phase la plus coûteuse dans la mise en place d'un projet SIG. Il y a donc tout intérêt à bien définir ses besoins et à comparer l'ensemble des données disponibles.

IV.3.1. Importation et exportation de données :

Les données existent : il faut les importer dans le système

06012	Beauvois	12 301,000
06018	Bois	5 571,000
06027	Cagnes-sur-Mer	40 905,000
06029	Cannes	69 673,000
06030	Le Cannet	41 066,000
06033	Carris	10 747,000
06046	La Colle-sur-Loup	6 021,000
06048	Contes	5 069,000
06063	Grasse	41 503,000
06079	Hyères-sur-Spérone	15 507,7
06083	Menton	29 075
06084	Mouans-Sartoux	8 000
06085	St-Jean	13 000
06088	Nice	342 94
06095	Peymeinade	61
06124	Régusse-sur-Isère	12



Figure IV.5 : Importer des données

L'importation de données est la première manière d'acquérir des données. Les SIG offrent généralement trois types de moyens d'importer des données :

- **importer une base de données structurée dans un format interne** à un SIG. Ce moyen convient entre les SIG d'un même type mais est plus délicat entre des SIG de types ou de versions différentes.

- **importer un fichier "à plat"**, simple fichier textes contenant toutes les informations structurées de façon simple. Néanmoins un important travail de structuration des données est nécessaire pour coïncider avec la structure interne du SIG.

- **passer par une des normes d'échange disponible sur le marché.** Ce troisième moyen est le plus économique à long terme.

D'une façon générale, l'importation des données sémantiques est plus simple : import de simples fichiers Excel ou Access...

Echange des données géographiques et normalisation

La normalisation dans le domaine de l'information géographique numérique a été justifiée par le besoin de partager et d'échanger des informations entre un émetteur et un récepteur.

La multiplication des formats de constructeurs a conduit le conseil national de l'information géographique (CNIG) à mettre au point la norme EDIGEO. Cette norme française permet de transférer des données en mode vecteur, topologique ou maillé et de décrire la qualité des informations géographiques. Au niveau européen, il y a le CEN (comité européen de normalisation). Au niveau international, la norme ISO vise aussi à faciliter les échanges de données. Une autre structure, l'Open GIS Consortium est chargée d'harmoniser les nomenclatures.

IV.3.2. Numérisation de nouvelles couches de données :

Les données n'existent pas : il faut créer une base de données



Figure IV.6 : Numériser à partir d'une photographie aérienne.

La géométrie des objets provient essentiellement de vectorisation d'images existantes : fonds de carte, photos ou images satellites redressées. Mises comme fond d'écran en mode raster les objets peuvent être saisis à la souris ou bien installés sur une table à digitaliser, ils sont saisis avec un curseur. Pour passer une carte ou une photo en mode raster, on utilise un scanner.

La numérisation consiste à suivre avec le curseur le contour d'un objet sur le document à numériser (carte sur table ou image à l'écran), en enregistrant les points caractéristiques (début, points intermédiaires, fin). Elle peut être issue de relevés GPS ou de la photogrammétrie. Le géocodage est une façon de créer des objets géométriques très utilisée en géomarketing. A partir de données sémantiques (n° de commune, adresse, etc.) associées à un enregistrement, le logiciel va rechercher dans une base de données existante la commune, la rue...noter les coordonnées géométriques (X, Y ou latitude, longitude) et positionner ainsi un nouvel objet géométrique. Un client est ainsi correctement positionné dans la bonne rue de sa commune. Après avoir numérisé la géométrie des objets, l'opérateur remplira selon ses besoins une fiche attributaire pour chaque objet, il entrera alors les données alphanumériques dites sémantiques.

IV.4. Interroger le SIG (analyse) :

Il existe un grand nombre de fonctions qui permettent d'analyser un ensemble de données géographiques.

Peu de logiciels SIG les contiennent toutes.

Par contre, des modules spécifiques, selon les besoins, peuvent compléter les logiciels généralistes.

IV.4.1. Analyse des données :

Interpréter les données

L'analyse des données a pour but de les interpréter pour élaborer de nouvelles informations sur la zone traitée. Elle met en œuvre des méthodes quantitatives, souvent statistiques, d'interprétation des données.

Les logiciels peuvent utiliser le langage SQL (Structured Query Language) qui est un langage de requête permettant de rechercher dans une base de données des informations répondant à des critères spécifiques. L'analyse thématique aboutit souvent à de la cartographie thématique.

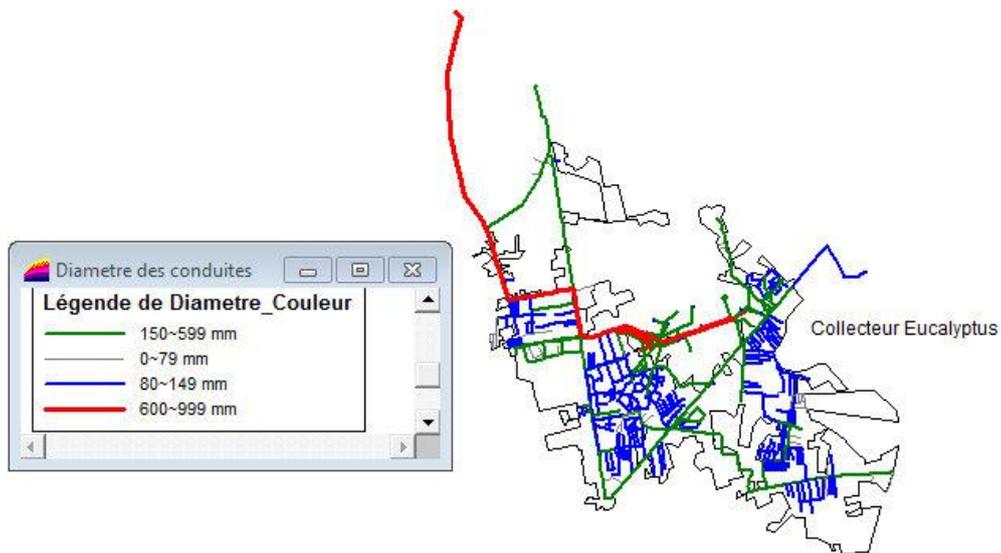


Figure IV.7 : Exemple de requête et d'analyse thématique.

IV.4.2. Analyse des objets géométriques :

L'analyse des objets géométriques sert à mettre en évidence des propriétés liées à la géométrie des objets.

On y retrouve les requêtes topologiques qui ont trait à la proximité, au rapport des objets avec leurs voisins : intersection, inclusion et "buffer" (opération qui consiste à évaluer la proximité entre plusieurs objets).

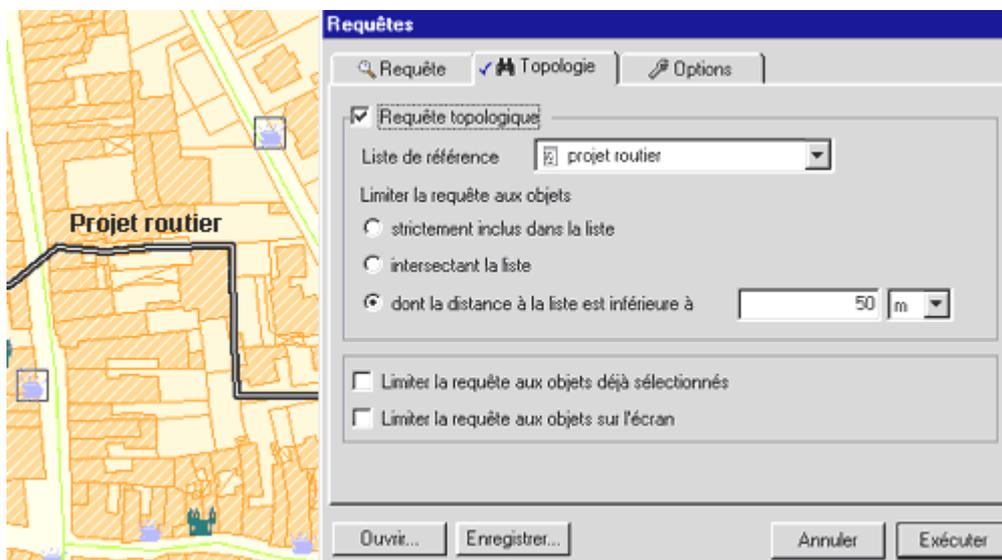


Figure IV.8 : Exemple de requête géométrique.

IV.4.3. Analyse complexe :

Il est fréquent de passer par des étapes de modification des données d'origine, de découpage ou de regroupement des objets de même type avant d'avoir une image correcte des phénomènes à étudier. Dans la plupart des cas, des développements informatiques ou bien des modules complémentaires permettent d'effectuer des analyses complexes. Elles s'appuient alors sur des bases de données spécifiques. Ce type d'analyse donne toute son utilité au système d'information géographique.

Le calcul d'itinéraire est un exemple d'analyse qui s'appuie sur la géométrie du réseau et sur les informations descriptives : sens de circulation, nom de rue, adressage... permettant de déterminer le trajet entre une adresse de départ et une adresse d'arrivée.

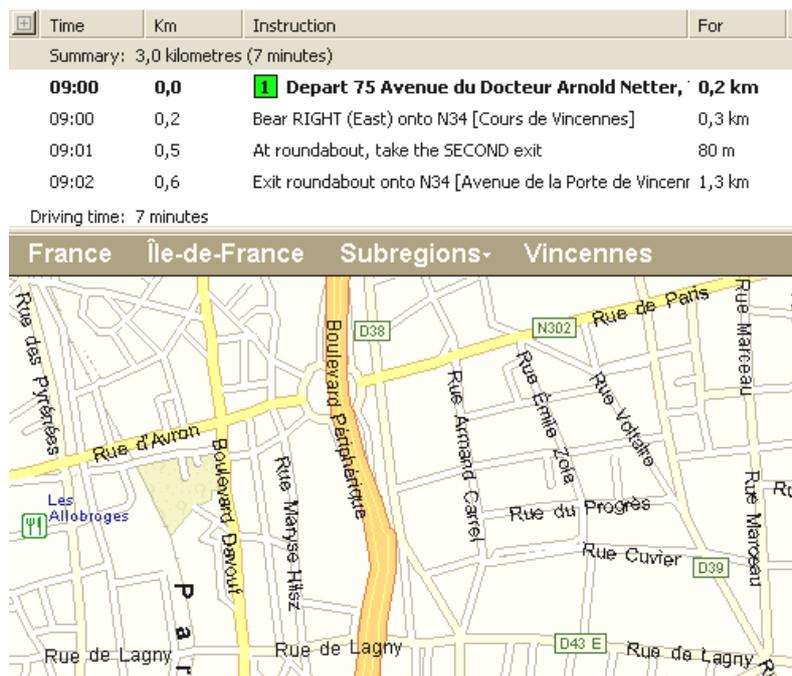


Figure IV.9 : Résultat d'un calcul d'itinéraire.

IV.5. Pourquoi utilise-t-on Mapinfo ?

Sachant que les bureaux du SIG SEAAL (services assainissement et alimentation en eau potable) travaillent avec le logiciel Arcgis (outil de type Système d'Information géographique) ; et comme ce logiciel est payant et on a la possibilité de convertir ces données en format MapInfo, on utilise ce dernier pour sélectionner les bassins qui nécessitent des investigations, et positionner les points d'infiltration d'eaux claires parasites infiltrée dans le réseau d'assainissement (observés et enregistrés par les équipes d'Inspection Vidéo Périscope) (figure 10) et puis faire une analyse multicritères; en plus, il nous permet d'introduire des données importantes à chaque point observé (zone, météo, commune, etc.) qui sont déterminant pour l'origine de cette infiltration d'eau claire.

Systeme d'Information Géographique (SIG)

IDENTIFIANT_DU_REGAI	IDENTIFIANT_DU_TROUK	Météo	Commune	DEBIT	Zone	Observations	Infiltration
<input checked="" type="checkbox"/>	28302	32778	SEC	AIN TAYA	35C		1
<input type="checkbox"/>	14469	18957	SEC	AIN TAYA	37C		1
<input type="checkbox"/>	14510	18996	SEC	AIN TAYA	37D		1
<input type="checkbox"/>	14611	33197	SEC	AIN TAYA	38D		1
<input type="checkbox"/>	14951	19419	SEC	AIN TAYA	37E		1
<input type="checkbox"/>	14846	19328	SEC	AIN TAYA	37D		1
<input type="checkbox"/>	28367	32785	PLUIE FORTE	AIN TAYA	35C		2
<input type="checkbox"/>	28302	32723	SEC	AIN TAYA	35C		1
<input type="checkbox"/>	14469	19318	SEC	AIN TAYA	37C		1
<input type="checkbox"/>	15287	19855	PLUIE MOYENNE	AIN TAYA	39D		1
<input type="checkbox"/>	14413	18902	SEC	AIN TAYA	37C		1
<input type="checkbox"/>	14664	19151	SEC	AIN TAYA	37C		1
<input type="checkbox"/>	14657	19272	SEC	AIN TAYA	38D		1
<input type="checkbox"/>	14025	18332	SEC	AIN TAYA	35C		1
<input type="checkbox"/>	14846	19384	SEC	AIN TAYA	37D		1
<input type="checkbox"/>	15287	19856	PLUIE MOYENNE	AIN TAYA	39D		1
<input type="checkbox"/>	14042	14042	PLUIE MOYENNE	AIN TAYA	35C		1
<input type="checkbox"/>	14847	19331	SEC	AIN TAYA	37D		1
<input type="checkbox"/>	14422	33140	SEC	AIN TAYA	37D		1
<input type="checkbox"/>	14832	19314	SEC	AIN TAYA	37D		1

Figure IV.10 : Données assimilées à chaque point IVP

Conclusion :

Les logiciels SIG comme le MapInfo sont utilisés dans plusieurs domaines et notamment en hydraulique, ils nous permettent de mieux analyser et critiquer les données disponibles sur les bassins versants d’assainissement, étage de distribution, point d’infiltration enregistrer, et cela, sans perdre des informations dues au convertissage du format Arcgis ou le format Excel.

Chapitre V

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

Introduction :

Le souci de la distribution c'est d'alimenter en eaux potables les consommateurs de façon quantitative et qualitative, cette eau est acheminée vers les robinets par des étages de distributions plus ou moins grands, qui sont alimentés par un ou plusieurs réservoirs.

Ayant les moyens techniques (enregistreur de variation de hauteur, débitmètre, etc.) pour calculer la consommation horaire de cet étage, on peut estimer le volume utilisé et le volume perdu.

V.1. Méthodologie :

Dans un premier temps, on a sélectionné tous les bassins versants d'assainissement de la Wilaya d'Alger qui sont au nombre de 103 bassins.

Par la suite, on a ajouté un calque des étages de distribution d'Alger, cette superposition est représentée dans la figure suivante.

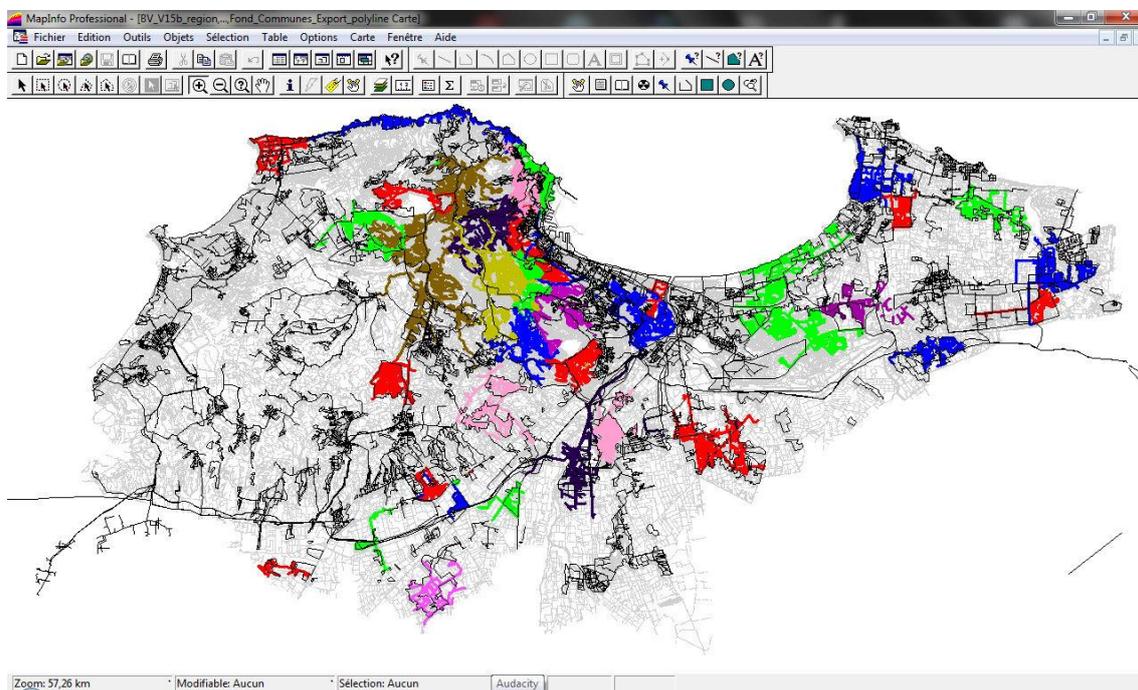


Figure V.1 : Étages de distribution et bassins versants d'assainissement de la Wilaya d'Alger.

Après avoir fait cette superposition, on extrait un tableau partagé en quatre colonnes et on fait une analyse multicritère, bassins versants, surface, étage, et pourcentage(%).

- **Bassins versants d'assainissement :** elle représente les 103 bassins versants d'assainissement d'Alger,
- **Surface :** cette colonne détermine l'importance du bassin versant,

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

- **Étage** : cette colonne représente les étages de distribution qui sont superposés sur le BVA approprié,
- **Pourcentage(%)** : estimé à l'aide du logiciel MapInfo et considéré comme pourcentage d'occupation, il ne représente pas la portion du débit consommé et évacué dans ce bassin versant d'assainissement.

Ce tableau est joint en annexe 01 dans la page (98)

Explication des couleurs utilisées dans le tableau : on a utilisé trois couleurs, verte, orange et rouge :

Verte : bassins sélectionnés pour l'étude,

Orange : bassins de deuxième catégorie, à utiliser si les bassins en verts ne satisfont pas d'autres critères utilisés par la suite

Rouge : bassins à éviter, occuper par plusieurs étages avec des pourcentages très petits

V.2. Critères de choix :

- Les bassins qui n'interceptent pas la totalité des eaux potables d'un ou de plusieurs étages sont à éviter, puisque le débit consommé est difficile à calculer, donc on est obligé d'estimer le nombre d'habitants et la dotation appropriée, cette estimation affecte le résultat du débit d'eaux usées évacuées, et donc le calcul de l'apport d'eau claire parasite.

$$Q_{TSmes} = Q_{EU} + Q_{ECPP} \rightarrow Q_{ECPP} = Q_{TSmes} - Q_{EU}$$

Avec :

$$Q_{EU} = CR \times Q_{AEP}$$

Où :

- Q_{TSmes} est le débit de temps sec mesuré dans l'égout,
- Q_{ECPP} est le débit d'eaux claires parasites permanentes, valeur que l'on cherche à estimer
- Q_{AEP} est le débit d'eau potable consommé sur le bassin versant du point de mesure (donnée fournie par l'étude de la demande en eau réalisée dans le cadre du schéma directeur d'eau potable),
- CR est le coefficient de rejet de l'eau potable consommée vers le réseau d'assainissement.

- Les bassins versants côtiers sont connus par leur petite surface et cela à cause des rejets importants dans la mer, et leur statut est temporaire puisqu'avec le changement des lois ils seront regroupés à d'autres bassins.

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

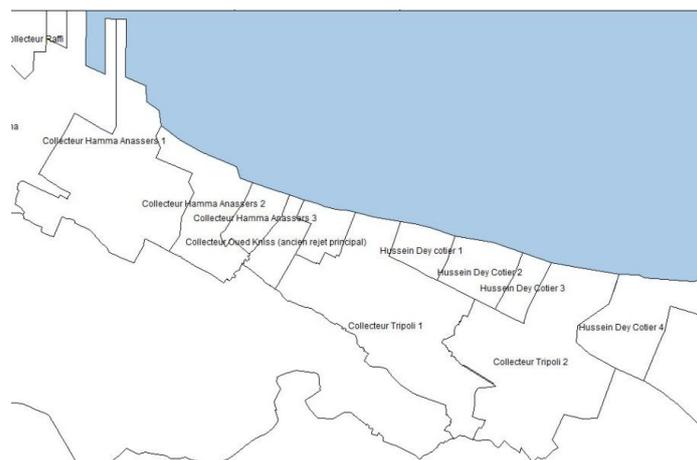


Figure V.2: Exemple de bassins versants côtiers de la Wilaya d'Alger.

V.3. Apport de la présélection dans la démarche des recherches des fuites :

- Critiquer les résultats trouvés par la suite (Méthode du débit nocturne, et différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout) utilisés dans le chapitre suivant.
- Comparer le débit de nuit et le débit d'ECPP
- Comparer l'allure des courbes de consommation et celle du débit d'eaux usées à l'exutoire (tenir compte des temps de parcours)
- Si l'étage occupe la totalité de la surface du bassin, ça augmente la probabilité que les eaux claires infiltrées dans le réseau d'assainissement ayant comme origine des eaux de distribution (fuite, débordement, etc.)

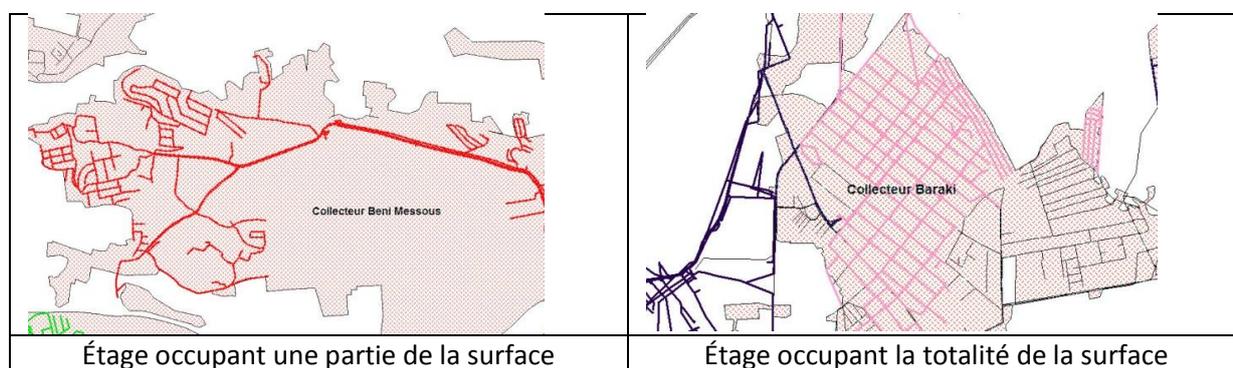


Figure V.3: Occupation du bassin versant d'assainissement par l'étage.

V.4. Résultats de la sélection :

Sur les 103 bassins versants d'assainissement, 08 répondent aux critères de choix.

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

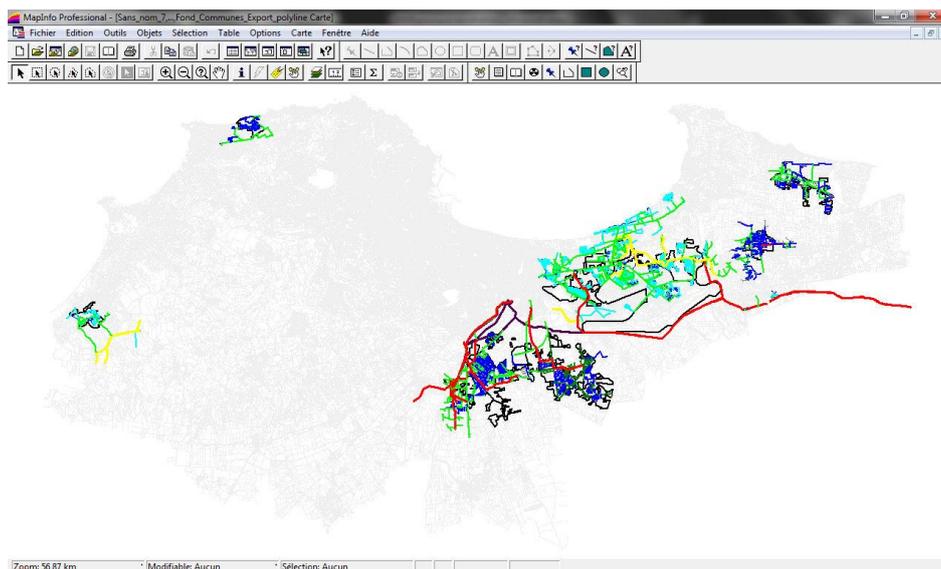


Figure V.4: Image générale des (08) bassins sélectionnés.

Le tableau suivant représente les (08) bassins sélectionnés, leur point de mesure, étage et pourcentage (%)

Tableau V.1 : Tableau des bassins présélectionnés.

Bassins Versants	Pt Mesure	Étage	%
*Collecteur Eucalyptus	M1_14	*SP 62= HAOUCH FELIT	95
*Collecteur BARAKI	M1_09	*SP 52 *EL MERDJA 62 *CH-CAP BARAKI	95 100 2
*HEURAOUA	P_19	*HARAOUA	95
*ROUIBA - PR78	X	*ROUIBA *HAOUCH ROUIBA	90 5
*Baccora - El Hamiz	X	*EL HAMIZ 500 m ³	90
*Oued Sidi Menif	X	*VSA ZERALDA 500 m ³ _SM *TAMPON SAHEL 1000 m ³	100 5
*Ain Benian - Collecteur Foret de Bainem	X	*FORET DE BAINEM 1500 m ³	80
*Collecteurs oued Smar, Bab Ezzouar et ENERIC	M2_12 ; M2_13	*BEK OUEST 2X10000 m ³	80

- La colonne Pt Mesure représente les bassins ayant fait l'objet des mesures auparavant par le bureau d'étude Safege, donc des mesures à l'exutoire de chaque collecteur sont disponibles durant une période donnée.

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

- Tous les étages barrés sont supprimés parce qu'ils sont petits et ils vont appartenir tôt ou tard à un autre étage plus grand (présence de façon temporaire) à l'exception de l'étage **BEK OUEST 2X10000 m³** qui est par contre trop grand.

Donc nous avons le choix entre trois bassins versants d'assainissement, Collecteur BARAKI, Collecteur Eucalyptus, et HEURAOUA. Et nous choisissons le deuxième pour des raisons liées au rendement de l'étage de « *Sp62 (Haouch félit)* ».

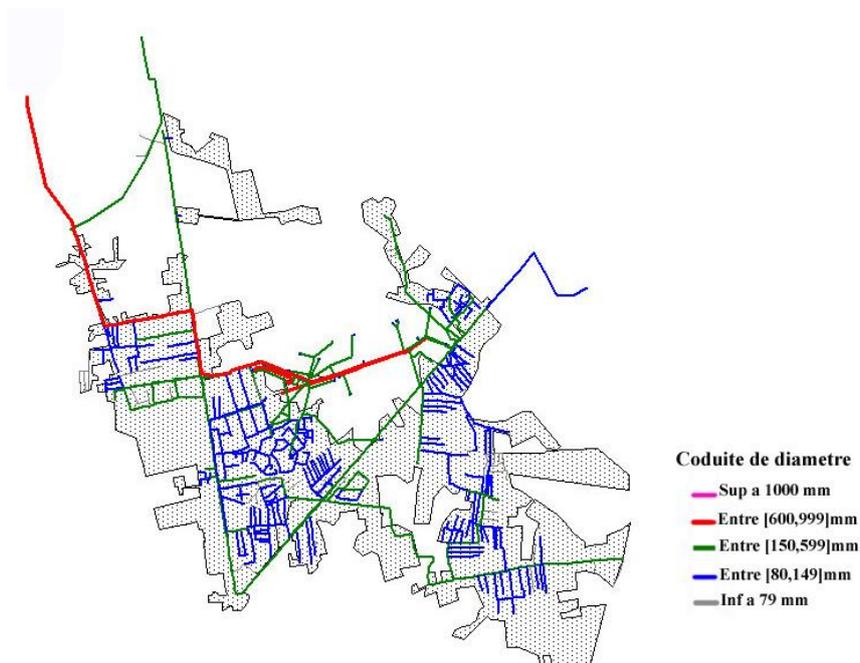


Figure V.5: Superposition du bassin versant d'assainissement de la commune Eucalyptus et l'étage de distribution Haouch félit.

Conclusion :

Ces démarches peuvent mettre des bassins versants dans un ordre prioritaire pour y faire un diagnostic du réseau, ou l'on peut voir des anomalies d'infiltrations provoquées généralement par des fuites sur le réseau de distribution.

Où elles peuvent aussi nous aider d'une façon analytique, soit par comparaison du débit d'ECPP et du débit consommé que nous essayons de faire par la suite, les résultats peuvent être affectés par la discontinuité des données.

V.5. Démarches pour le calcul du volume consommé sortant du Château d'eau :

Les habitants qui rejettent leurs eaux usées dans le collecteur d'Eucalyptus sont alimentés par l'étage de distribution de Haouch Felit, c'est pour cela qu'on va calculer le volume à la sortie de ce château d'eau.

V.5.1. Description du château d'eau :

Le château d'eau a les dimensions suivantes :

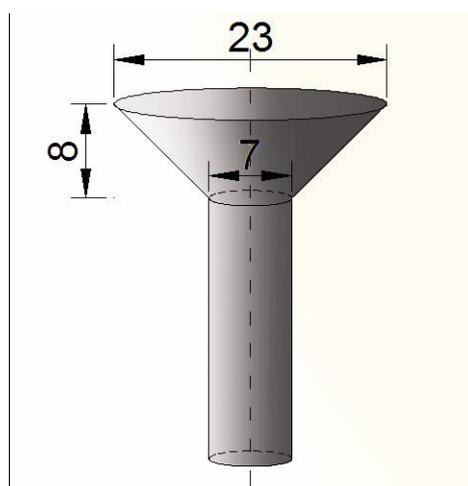


Figure V.1 : Château d'eau Haouch Felit.

Le calcul de la variation des hauteurs est assuré par un capteur qui enregistre une moyenne toutes les 15 minutes de ces variations, et les transmet au bureau de télécommunication.

On utilise ces données transmises par le système pour déterminer le volume consommé par les habitants utilisant l'eau de l'étage (SP62=Haouch felit) des Eucalyptus.

V.5.2. Calcul du volume consommé :

Des données sont disponibles du 20/10/2009 à ce jour, nous avons choisi la date de calcul du 01/11 au 09/11/2009, soit un an après les mesures du débit à l'exutoire du bassin, et en prenant en considération que ce n'est pas un mois de Ramadhan.

Et pour cela on a utilisé la méthode suivante :

Connaissant le volume d'un cône : $V = \frac{B \cdot h}{3}$ tels que :

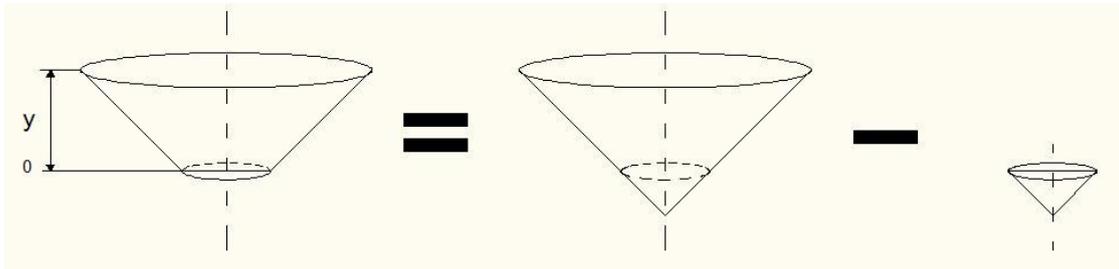
V : Volume du cône (m³)

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

h : Hauteur du cône (m)

B : Surface de la base (m²) $B = \pi r^2$ r : rayon de la base du cône (m)

Notre réservoir n'a pas une forme totalement conique ; donc :



Donc $V = \frac{\pi*(y+3,5)^3}{3} - \frac{\pi*3,5^3}{3}$

Tels que : y : le niveau d'eau dans le château d'eau

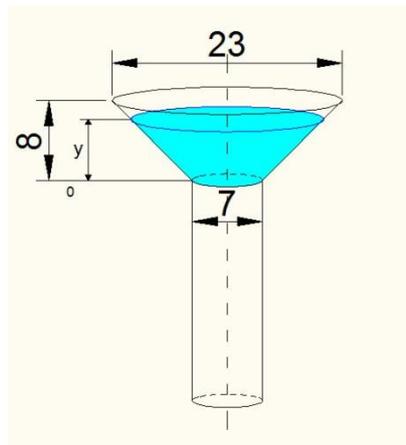


Figure V.2 : Schéma représentatif de la cote y.

En utilisant la formule précédente ; on peut déterminer le volume d'eau dans le château d'eau.

Mais ce n'est pas tout, puisque la formule précédente donne la variation d'eau dans le château seulement ; sachant que des pompes fonctionnent en même temps ; et que si le niveau du château d'eau reste constant cela ne veut pas dire que le débit de consommation est nul ; mais il est égal au débit de pompage.

Méthodologie de priorité des bassins versants à étudier

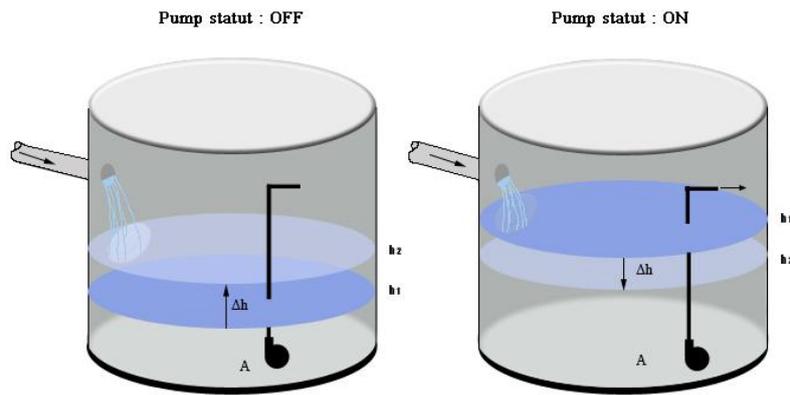
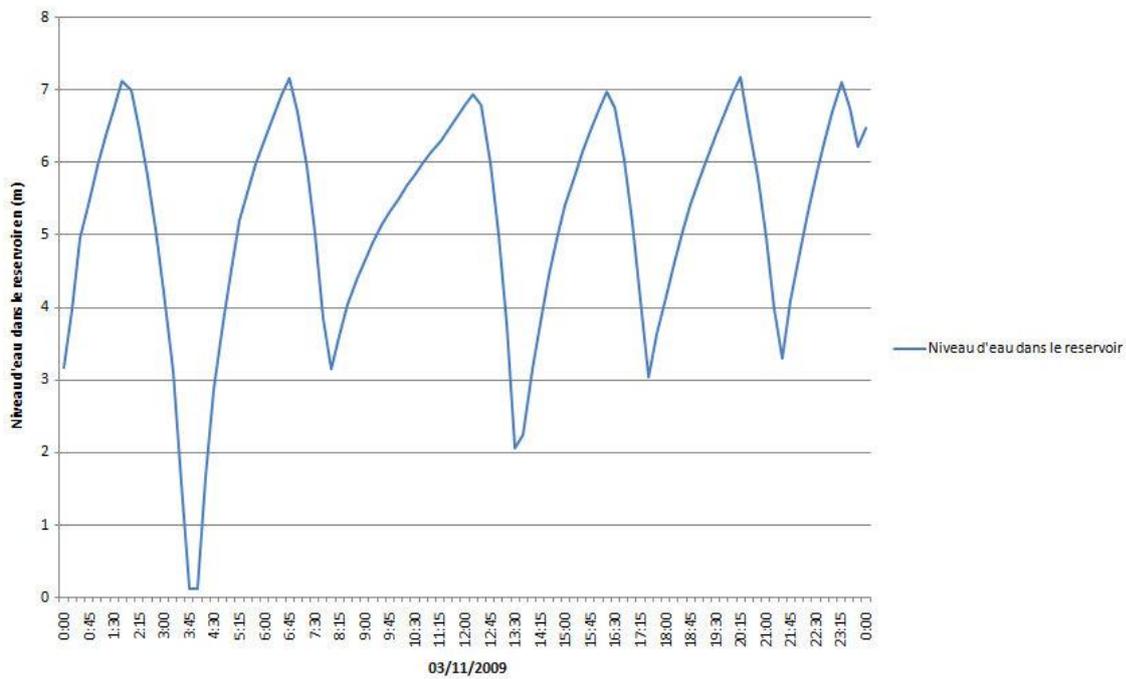


Figure V.3 : Mode de fonctionnement du château d'eau.

On peut utiliser la variation du débit pompé vers le château d'eau pour déterminer le débit consommé, mais pas le graphe de la consommation horaire.

V.5.3. Résultats :



Figure

V.4 : Variation du niveau d'eau dans le château d'eau.

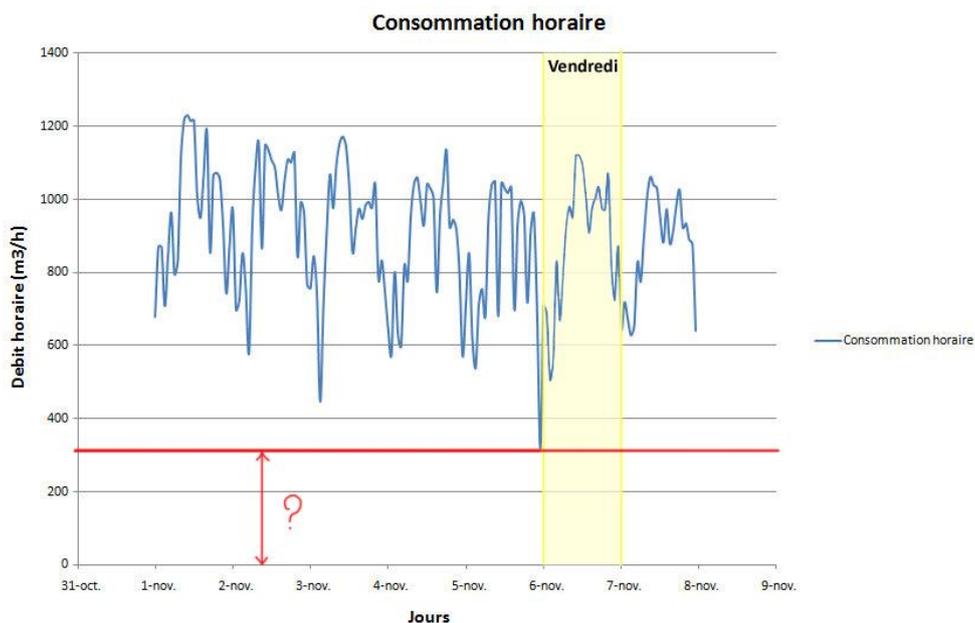


Figure V.5 : Graphe consommation horaire entre (01/11 et 08/11/2009)

Débit Max	1230 m ³ /h
Débit Min	317 m ³ /h
Consommation moyenne journalière	21630 m ³ /j
Rapport Q min / Q moy	35%

Il est souvent admis que la valeur de 15% du débit nocturne correspond au débit d'eau consommé. Les 85% restant sont considéré comme fuites dans le réseau de distribution d'eau. Dans le cas d'un bassin versant industriel, une étude doit être menée pour rendre ce pourcentage plus proche de la réalité.

Conclusion :

Ces démarches nous ont permis de calculer la consommation de l'étage de distribution à l'aide des capteurs de hauteur dans le château d'eau et le débitmètre dans la pompe, et donc quantifié le débit de nuits ; puisqu'il est un des indicateurs les plus utilisés pour estimer l'importance des pertes dans le réseau.

Chapitre VI

Notion d'eaux claires parasites

En Algérie, les réseaux d'assainissement sont vieillissants (ils datent du début du 20^{ème} siècle), la durée de vie d'un réseau d'assainissement étant estimée à environ 60 ans. Mais un mauvais entretien et des défauts de réalisation accélèrent l'apparition de défaillances et écourtent, de ce fait, son espérance de vie. Au fur et à mesure, ces **réseaux nécessitent** donc **des interventions** (entretien et remplacement réguliers) pour respecter les normes d'hygiène et de sécurité en vigueur.

Un des problèmes fréquents encouru par un réseau est **l'intrusion d'eaux claires parasites (ECP)**

VI.1. Définition :

Les eaux claires parasites (ECP), ponctuelles ou diffuses, sont des eaux non chargées en pollution, d'origine naturelle ou artificielle. Elles présentent l'inconvénient de diluer les effluents d'eaux usées et de réduire la capacité hydraulique disponible dans les réseaux et les ouvrages de la station d'épuration.

Il existe 2 types d'ECP :

- Les ECP permanentes qui existent en continu dans le réseau. On peut les observer pendant la nuit où l'activité humaine est moindre.
- Les ECP météoriques qui existent seulement à la suite d'un épisode pluvieux. Elles peuvent être dues à des raccordements de gouttières, d'avaloirs, ou autres sur le réseau d'assainissement.

VI.2. Composantes des eaux résiduaires urbaines :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU)			
<p>eaux usées au sens strict (EU ou EUS): *domestiques (vannes + grises + claires (fuites de chasse d'eau...)), *industrielles (domestiques + process + lavage + refroidissement...), *artisanales (restauration...),</p>	<p>eaux pluviales raccordées (EPR): surfaces imperméables ou perméables,</p>	<p>eaux claires raccordées non pluviales (ECRNP): sources, drains, pompes à chaleur, refroidissement, piscines,</p>	<p>eaux parasites d'infiltration (EPI): drainage lent, drainage rapide, ressuyage (drainage du sol survenant après un épisode pluvieux), nappe.</p>

Leur comportement par rapport aux précipitations diffère, en effet les EPR sont caractérisées par une réaction rapide, alors que les EPI réagissent lentement à la pluie.

Notion d'eaux claires parasites

Sont considérées comme ECP les eaux non prévues lors de la conception du réseau ; d'un réseau à l'autre, les ECP diffèrent. En séparatif, les EPR et ECRNP constituent les **eaux parasites de captage** (EPC), alors qu'en unitaire, elles sont appelées **eaux claires raccordées** (ECR). Par exemple, en unitaire, les eaux de pluie ne sont pas parasites puisqu'elles sont prises en compte dans le dimensionnement du réseau, il s'agit en effet d'EPR (inclues dans les ECR) ; pour un réseau séparatif, ces mêmes eaux de pluie sont considérées parasites et incluses dans les EPC.

Tableau VI.1: Classification spatio-temporelle des composantes des eaux claires parasites.

EPI Eaux parasites d'infiltration	Apports permanents		Apports non permanents	
	EPI 1	Apports permanents en période de basses eaux	EPI 2	Apports parasites liés aux fluctuations de la nappe
EPC Eaux parasites de captage	EPC 1	Sources, ruisseaux captés. Drains raccordés au réseau	EPC 2	Eaux de ruissellement (réseaux séparatifs eaux usées) Captage du cours d'eau par mise en charge des déversoirs d'orage lors des crues
	EPC 3	Eaux de refroidissement		

Sont souvent évoqués les termes d'**eaux claires parasites permanentes** (ECPP) et **eaux claires parasites météoriques** (ECPM).

- La terminologie *eaux parasites permanentes*, s'applique à des effluents qui ont été introduits, volontairement ou non, dans un réseau, et qui contribuent à la saturation hydraulique des réseaux d'assainissement. Généralement, il s'agit d'eaux qui nuisent au fonctionnement de la station d'épuration, puisqu'elles peuvent être rejetées directement dans le milieu naturel.

Les eaux parasites, les plus préjudiciables de ce point de vue, sont les apports pseudo-permanents correspondant principalement à des intrusions d'eaux provenant de nappes à niveau variable (captage de sources, raccordement de drains, infiltrations diffuses à travers des joints non étanches, ou à travers des fissures, etc.).

Elles peuvent se maintenir plusieurs jours après un événement pluvieux.

Mais aussi des eaux de fuites plus ou moins importantes qui s'introduisent dans le réseau via des fissures, joints de raccordement non étanches

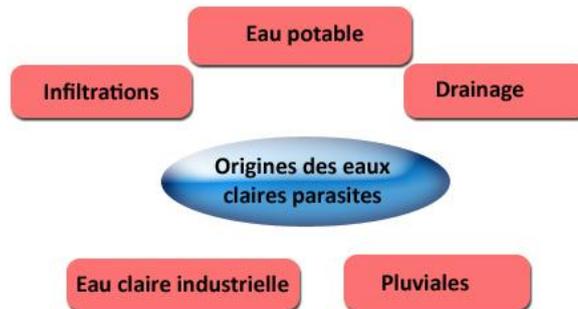
- Les *eaux parasites météoriques*, constituent les eaux de pluie qui s'introduisent dans le réseau via des mauvais raccordements (des surfaces imperméables raccordées alors qu'elles ne devraient pas l'être) et dont l'influence est non négligeable en période de pluie puisque des sur-volumes d'eau, directement liés aux précipitations, se voient transiter par le réseau d'eaux usées.

Les ECPP peuvent être assimilées aux EPI (à la grande différence que les ECPP sont supposées constantes, alors que les EPI ont la particularité d'être variables) ; et les ECPM aux EPR.

VI.3. Origines des eaux claires parasites :

Les ECP présentent diverses origines :

- **pluviales**: erreurs de branchements volontaires ou non (raccordement de toitures, cours, parkings, chaussées, problème de séparation des eaux à l'intérieur des propriétés lorsque l'on passe d'un système unitaire à séparatif...),
- **drainage** : raccordement de drains, de sources...
- **eau potable** : fuites, chasses automatiques mal réglées, trop plein...
- **eau claire industrielle** : refroidissement, pompes à chaleur, piscines...
- **infiltrations** : défauts d'étanchéité (joints défectueux, branchements mal réalisés, fissures, casses...), nappe...



VI.4. Conséquences des eaux claires parasites :

Certes les ECP influent directement sur le fonctionnement et l'état du réseau, mais aussi sur le fonctionnement de la station d'épuration (*Delhaise, 1991*), en effet elles peuvent provoquer :

- **Dilutions** des effluents (infiltrations) → **problèmes de traitement** et **baisse du rendement**,
- **Entraînement de fines** → **dégradation des ouvrages** et **usure des pompes**,
- **Consommation d'énergie** → **coût de fonctionnement**.

En vue d'éliminer ces ECP, il est nécessaire de les identifier et les quantifier. C'est ainsi que les études diagnostic apporteront une aide à la décision quant à la politique de réhabilitation à engager. La remise en conformité des branchements concerne la réalisation de réseaux neufs publics ou privés, la réalisation de nouveaux branchements, ainsi que la reprise de branchements existants (rénovation, problème d'exploitation, études diagnostics...).

Chapitre VII

Note méthodologique

Évaluation des ECPP à Alger

Les effluents de temps sec circulant dans le système d'assainissement de la Wilaya d'Alger sont composés :

- d'**eaux usées**, c'est-à-dire d'eaux résultant d'une consommation d'eau potable suivie d'un rejet à l'égout ;
- d'**eaux claires parasites permanentes** (ECPP) provenant essentiellement d'infiltrations d'eaux souterraines, de sources et de fuites du réseau d'eau potable.

Dans le cadre du schéma directeur d'assainissement, une importante campagne de mesure de débit a été réalisée en sortie des principaux collecteurs du réseau de la Wilaya. Ce sont les résultats de mesures obtenus pendant les périodes de temps secs qui ont permis de quantifier les apports d'eaux parasites.

En moyenne, sur les bassins versants ayant fait l'objet de mesures, **les apports d'eaux claires parasites permanentes représentent 56 % des débits de temps sec.**

L'importance de ce taux a conduit à la rédaction de ce chapitre complémentaire, spécifiquement dédié au sujet des eaux parasites.

Dans ce chapitre on représentera :

- la méthodologie mise en œuvre pour quantifier les apports d'eaux parasites ;
- les résultats obtenus pour les bassins versants ayant fait l'objet de mesures.
- appliquer les résultats au bassin versant Eucalyptus
- comparaison entre la consommation de Haouch Félit et les rejets de l'Eucalyptus.

VII.1. Méthodologie :

VII.1.1 Introduction :

L'étude ayant permis de quantifier les apports d'eaux parasites s'appuie principalement sur les données suivantes :

- les consommations d'eau potable évaluées dans l'étude de la demande en eau réalisée dans le cadre du schéma directeur d'eau potable ;
- les résultats de la campagne de mesures de débits réalisée en novembre et décembre 2008 sur les principaux collecteurs de la Wilaya.

Du fait de la disponibilité de ces données, deux méthodes classiques de quantification des apports d'eaux parasites ont pu être utilisées:

- quantification des apports d'eaux parasites par différence entre les débits mesurés en égout et les débits d'eau potable consommés et rejetés au réseau d'assainissement ;
- quantification des apports d'eaux parasites à partir des débits minimums nocturnes mesurés en égouts (ces débits étant en majeure partie constitués d'eaux parasites).

Les paragraphes qui suivent précisent les éléments brièvement évoqués ci-dessus.

VII.1.2 Données de base :

VII.1.2.1 Consommations d'eau potable :

L'étude de la demande en eau réalisée par SOGREAH dans le cadre du schéma directeur d'eau potable a tout d'abord été basée sur une analyse démographique tenant compte :

- des données du RGPH de 1998 (Recensement Général de la Population et de l'Habitat, réalisé à l'échelle de 3275 districts, division du territoire de la Wilaya fixée par l'Office National des Statistiques pour les besoins du recensement),
- des résultats par communes du RGPH de 2008.

En résumé, et à l'échelle de la Wilaya, l'analyse démographique du schéma directeur d'eau potable conduit aux prévisions d'évolutions de la population suivantes :

Tableau VII.1 : Evolution démographique dans la Wilaya d'Alger de 1998 à 2025.

Année	1998	2008	2009	2010	2015	2020	2025
Population (hab)	2 563 929	3 064 355	3 122 049	3 270 799	3 543 774	3 827 376	4 052 691
Densité (hab/ha)	32	39	39	41	45	48	51

L'étude de la demande en eau a ensuite distingué trois types de consommations :

- la **consommation domestique**, correspondant à la consommation au quotidien des ménages résidant dans la Wilaya,
- la **consommation diffuse**, résultant de la population en transit dans la Wilaya, aux petits commerces, artisans, cliniques de proximité, écoles...
- la **consommation de gros consommateurs** (> 100 m³/j), correspondant à des établissements industriels, des administrations, des établissements hospitaliers, des casernes...

La demande domestique varie en fonction du type de standing d'habitat (en allant de 60 à

Évaluation des ECPP à Alger

200 l/j/hab) avec une moyenne de l'ordre de 100 l/j/hab et augmentant légèrement avec le temps (de 95 l/j/hab en 2008 à 103 l/j/hab en 2025).

La demande diffuse a été évaluée à 30 % de la demande domestique.

Enfin, les données des gros consommateurs ont été traitées au cas par cas.

En résumé, et pour l'ensemble de la Wilaya, l'analyse du schéma directeur d'eau potable conduit aux prévisions d'évolutions de la consommation d'eau potable suivante :

Tableau VII.2 : Evolution des consommations d'eau potable (en m³/j) dans la Wilaya d'Alger de 1998 à 2025 (hors vente en gros aux Wilayas de Boumerdes et Tipaza).

Année	1998	2008	2009	2010	2015	2020	2025
Consommation domestique	248 410	292 406	297 735	318 193	359 637	393 484	415 525
Consommation diffuse	74 523	87 722	89 321	101 031	118 451	133 885	140 498
Consommation des gros consommateurs	38 910	53 910	53 910	54 030	59 230	64 230	64 230
Total	361 843	434 038	440 966	473 253	537 318	591 598	620 253

Les consommations d'eau potable ont bien entendu été définies sous une forme plus détaillée, pour chaque bassin étudié.

On notera par ailleurs que ces valeurs de consommations n'incluent pas les volumes provenant de forages privés, forages qui fournissent en particulier une part importante de l'eau nécessaire aux établissements industriels de la Wilaya. Dans le schéma directeur d'assainissement, les rejets des zones industrielles ont été évalués de façon spécifique à partir de mesures réalisées en sortie des principaux bassins versants industriels de la Wilaya.

VII.1.2.2 Mesures des débits de temps sec :

VII.1.2.2.1 Description de la campagne de mesure :

Une importante campagne de mesures par temps sec et par temps de pluie a été réalisée durant la période (novembre-décembre 2008). En résumé, elle a concerné :

- 44 sites de mesures en réseau répartis de la façon suivante :
 - 18 points **permanents** (points **P**) sur les 2 mois de la campagne,
 - 26 points **mobiles** (points **M1** pour la première période, puis déplacement des équipements sur d'autres sites, points **M2**, pour une seconde période de mesure) ;
- 09 pluviomètres ;
- 12 points de prélèvement d'échantillons de temps sec.

Parmi les 44 points de mesures implantés sur le réseau d'assainissement, 10 avaient pour objectif unique d'effectuer des mesures par temps de pluie.

Les résultats utilisés pour la quantification des débits de temps sec à la sortie des grands collecteurs, et notamment des apports d'eaux parasites, proviennent donc de 34 points de mesures localisés présentés de façon sommaire sur le tableau 3 et la figure 1.

Les bassins versants concernés par la campagne de mesure de temps sec regroupent une population totale de près de 1,5 millions d'habitants.

Évaluation des ECPP à Alger

Tableau VII.3 : Campagne de mesure de temps sec - Liste des points de mesure.

Nom du point	Nom du site	Collecteur	Type mesure
P_01	Aval Dely Brahim	Collecteur Dely Brahim	Hauteur – Vitesse
P_03	Aval Ain Benian	Collecteur Ain Benian	Hauteur – Vitesse
P_04	Aval M'Kacel (exutoire actuel) galerie Nelson	Collecteur Oued M'Kacel	Hauteur et tarage
P_05	DO M'Kacel (ancien exutoire)	Collecteur Oued M'Kacel	Hauteur – Vitesse
P_06	Aval Nord cunette	Collecteur Nord (cunette)	Hauteur – Vitesse
P_07	Aval Nord banquette droite	Collecteur Nord (canalisation sous banquette RD)	Hauteur – Vitesse
P_08	Aval Nord banquette gauche	Collecteur Nord (canalisation sous banquette RG)	Hauteur – Vitesse
P_10	Aval CIC	CIC	Hauteur – Vitesse
P_11	Aval Plateau Saulière	Collecteur Plateau Saulière	Hauteur – Vitesse
P_12	Aval Victor Hugo	Collecteur Victor Hugo	Hauteur – Vitesse
P_13	Aval El Kerma	Collecteur Oued El Kerma	Hauteur – Vitesse
P_14	Aval doublement Kniss	Doublement du collecteur Oued Kniss	Hauteur – Vitesse
P_15	Aval Kniss Carrefour	Collecteur Oued Kniss	Hauteur – Vitesse
P_17	Canal aval Ouchaiah	Canal de l'Oued Ouchaiah	Hauteur et tarage
P_19	Aval Heuraoua	Collecteur Heuraoua	Hauteur – Vitesse
M1_01	Indépendance	Collecteur Indépendance	Hauteur – Vitesse
M1_02	Zaatcha principal	Collecteur Zaatcha	Hauteur – Vitesse
M1_03	Zaatcha Ouest	Collecteur Zaatcha	Hauteur – Vitesse
M1_04	Hamma Anassers 1	Collecteur Hamma Anassers	Hauteur – Vitesse
M1_05	Amont Ouchaiah coll nord EU	Collecteur Oued Ouchaiah	Hauteur – Vitesse
M1_09	Aval Baraki entree STEP	Collecteur Baraki	H sur seuil
M1_11	Aval Bordj El Kiffan	Collecteur Bordj El Kiffan	Hauteur – Vitesse
M1_12	Aval Bordj El Bahri	Collecteur Alger Plage	Hauteur – Vitesse
M1_14	Aval Eucalyptus	Collecteur Eucalyptus	Hauteur – Vitesse
M2_02	Dely Brahim arrivée de Cheraga	Collecteur Dely Brahim	Hauteur – Vitesse
M2_03	Dely Brahim arrivée de Staoueli	Liaison Staoueli (PR06) - Collecteur Dely Brahim	Hauteur – Vitesse
M2_04	Intermédiaire M'Kacel chambre à sable	Collecteur Oued M'Kacel	H sur seuil
M2_10	Rouiba amont zone industrielle	Collecteur Rouiba	Hauteur – Vitesse
M2_11	Rouiba aval	Collecteur Rouiba	H sur seuil
M2_12	Aval Oued Smar tranche 2	Collecteur Bab Ezzouar	Hauteur – Vitesse
M2_13	Aval Bab Ezzouar	Collecteur Bab Ezzouar	Hauteur – Vitesse
M2_14	Aval El Harrach RD	Collecteur El Harrach RD	Hauteur – Vitesse
M2_15	Aval Cheraga	Collecteur Cheraga	Hauteur – Vitesse
M2_16	Aval Draa	Collecteur Draa	Hauteur – Vitesse

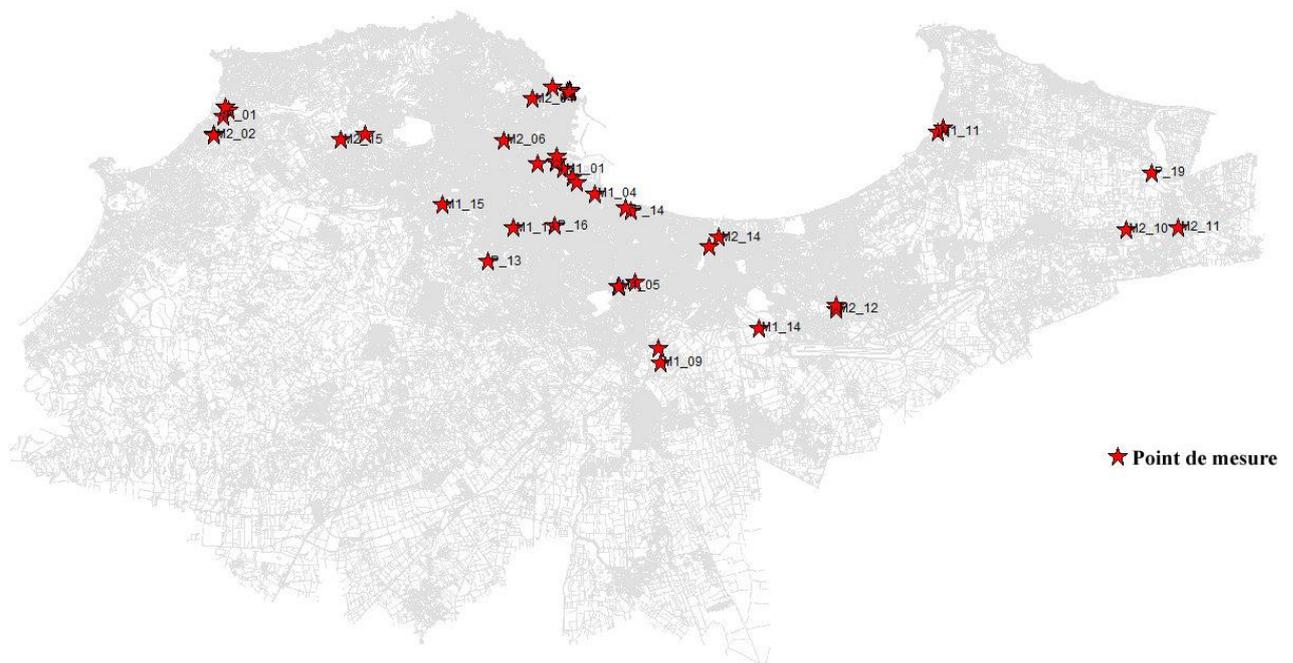


Figure VII.1 : Campagne de mesure de temps sec - Localisation des points de mesure.

VII.1.2.2.2 Résultats des mesures de temps sec :

Pour les périodes de temps sec, une synthèse de ces résultats est présentée sur le tableau 4 ci-après. Ce tableau présente en particulier deux types de résultats utilisés dans la suite pour évaluer les débits d'eaux parasites :

- les débits journaliers mesurés ;
- les débits minimums nocturnes mesurés.

Tableau VII.4 : Synthèse des résultats de la campagne de mesure de débits de temps sec.

Nom du point	Localisation	Débit moyen mesuré			Débit minimum mesuré		Débit maximum mesuré	
		m3/j	m3/h	m3/s	m3/h	m3/s	m3/h	m3/s
P01	Collecteur Dely Brahim aval	11 115	463	0.129	333	0.092	596	0.165
P03	Collecteur Ain Benian aval	5 399	225	0.062	57	0.016	480	0.133
P04 + P05	Collecteur M'Kacel aval	44 223	1 843	0.512	1 671	0.464	2 009	0.558
P06 + P07 + P08	Collecteur Nord aval	17 866	744	0.207	542	0.150	957	0.266
P10 + P11	Collecteurs CIC - Sauliere aval	18 882	787	0.219	582	0.162	968	0.269
P12	Collecteur Victor Hugo aval	6 265	261	0.073	236	0.065	278	0.077
P13	Collecteur El Kerma aval	39 593	1 650	0.458	1 303	251	2 005	0.557
P14 + P15	Kniss et Doublement Kniss	36 678	1 528	0.425	677	0.188	2 485	0.690
P17	Ouchaiah aval	63 078	2 628	0.730	1 851	0.514	3 228	0.897
P19	Heuraoua	20 935	872	0.242	759	0.211	973	0.270
M101	Indépendance	5 336	222	0.062	133	0.037	306	0.085
M102	Zaatcha Ouest	3 444	144	0.040	58	0.016	201	0.056
M103	Zaatcha Est	2 375	99	0.027	57	0.016	138	0.038
M104	Hamma Anassers 1	4 771	199	0.055	133	0.037	245	0.068
M105	Ouchaiah amont EU	17 468	728	0.202	437	0.121	1 035	0.288
M109	Baraki – STEP	18 368	765	0.213	534	0.148	1 065	0.296
M111	Bordj El Kiffan - Baccora	5 722	238	0.066	108	0.030	372	0.103
M112	Bordj El Bahri	11 421	476	0.132	353	0.098	583	0.162
M114	Eucalyptus	12 523	522	0.145	336	0.093	685	0.190
M202	Dely Brahim Amont	6 135	256	0.071	199	0.055	309	0.086
M203	Staoueli	6 551	273	0.076	191	0.053	377	0.105
M204	M'Kacel intermédiaire	9 145	381	0.106	251	0.070	542	0.151
M210	Rouiba amont	3 411	142	0.039	36	0.010	314	0.087
M211	Rouiba aval	15 555	648	0.180	437	0.121	815	0.226
M212	Aéroport - Smar 2eme tranche	4 499	187	0.052	113	0.031	256	0.071
M213	Bab Ezzouar	25 926	1 080	0.300	293	0.081	1 689	0.469
M214	El Harrach RD	10 180	424	0.118	183	0.051	637	0.177
M215	Cheraga	4 963	207	0.057	166	0.046	264	0.073
M216	Draa	2 382	99	0.028	84	0.023	117	0.033

VII.2. Méthode d'évaluation :

VII.2.1. Principes généraux :

Un diagnostic des réseaux doit permettre la quantification de ces eaux claires et leur sectorisation afin de pouvoir les réduire et remédier ainsi au dysfonctionnement occasionné.

La campagne de mesures permet généralement de quantifier les eaux claires parasites, qu'elles soient permanentes ou météoriques.

Les eaux claires parasites permanentes (ECP) sont déterminées, par temps sec, à partir des mesures en continu réalisées sur le réseau d'assainissement et notamment durant les périodes nocturnes. En effet, on retrouve généralement, durant un même contexte météorologique, une part d'eau durant la nuit relativement constante, comme le montre le graphique ci-dessous :

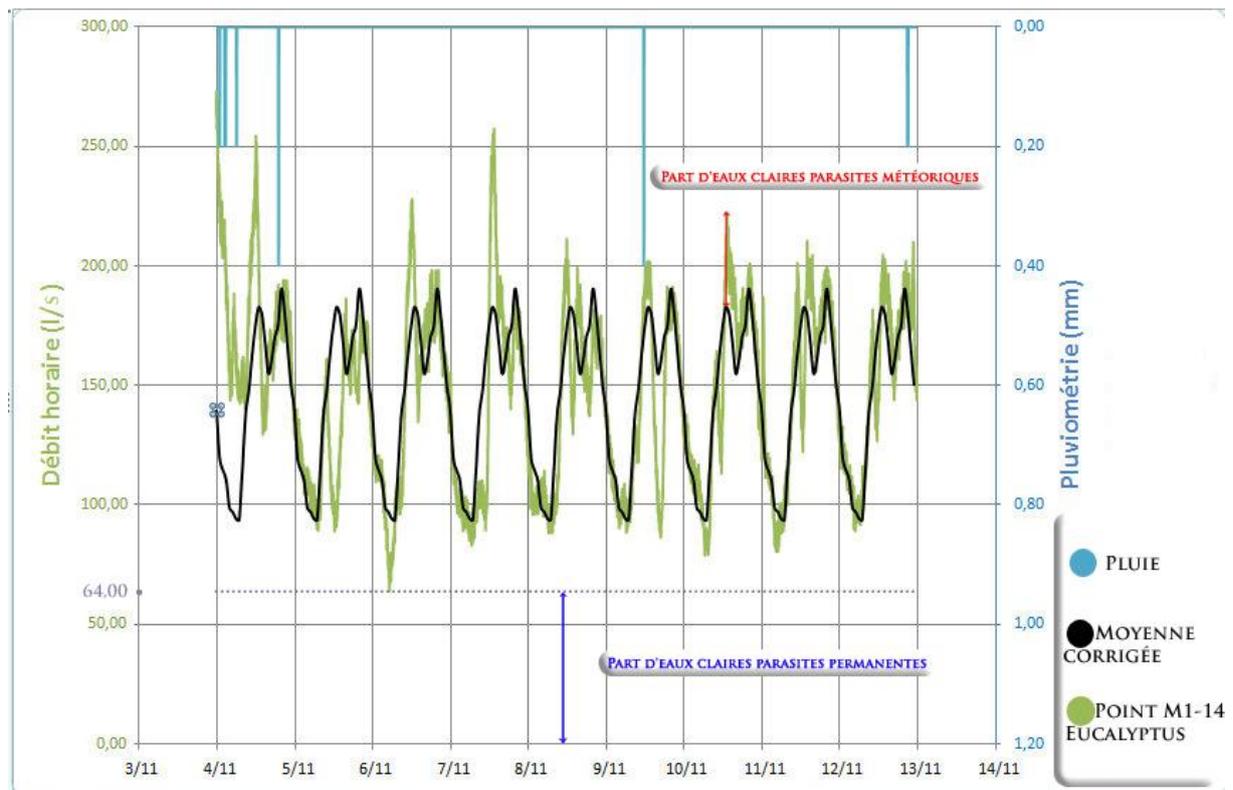


Figure VII.2 : Graphique des débits observés lors d'une campagne de mesure [du 4/11 au 13/11].

Les eaux claires parasites météoriques sont déterminées lors d'un épisode pluvieux significatif.

Une comparaison est faite entre débits mesurés par temps sec (moyenne corrigée) et ceux enregistrés suite à un épisode pluvieux, sur un pas de temps homogène.

VII.2.2. Détermination des ECPP :

Le calcul des volumes d'eaux claires parasites n'est pas élémentaire. Les techniques de calcul se basent parfois sur des hypothèses incertaines, et ne permettent pas toujours de distinguer les mêmes composantes. On distingue les méthodes débitométriques des méthodes chimiques.

VII.2.2.1. Méthode du débit nocturne :

La nuit, la consommation d'eau potable étant réduite à son minimum, une part importante des débits mesurés en égout est constituée par les apports d'eaux parasites.

Malgré tout, une part des débits mesurés reste constituée d'eaux usées strictes qui peuvent être dues au temps de transit dans le réseau et au fonctionnement des appareils électroménagers pendant les heures creuses et il convient d'en évaluer le débit pour estimer au mieux la part d'eaux parasites.

Généralement on utilise la méthode du débit nocturne pour évaluer les débits d'ECPP :

$$QTS_{\text{noc-mes}} = Q_{\text{ECPP}} + Q_{\text{EU}_{\text{noc}}}$$

Où :

- $QTS_{\text{noc-mes}}$ est le débit de temps sec mesuré dans l'égout pendant la nuit (typiquement entre minuit et 5 heures du matin),
- Q_{ECPP} est le débit d'eaux claires parasites permanentes, valeur supposée constante que l'on cherche à estimer,
- $Q_{\text{EU}_{\text{noc}}}$ est le débit d'eaux usées en période nocturne, qui comprend des eaux usées résultantes à la fois de la consommation d'eau durant la nuit et de la consommation d'eau du soir dont les rejets ne parviendraient en aval du réseau qu'après plusieurs heures de temps de transfert.

Toute l'incertitude de cette méthode résulte donc de l'estimation du débit nocturne d'eaux usées.

Celui-ci-ci peut s'exprimer de la façon suivante :

$$Q_{\text{EU}_{\text{noc}}} = k * Q_{\text{EU}_{\text{moyen}}}$$

Avec

$$Q_{\text{EU}_{\text{moyen}}} = QTS_{\text{noc-mes}} - Q_{\text{ECPP}}$$

Où :

- $Q_{\text{EU}_{\text{moyen}}}$, est le débit moyen d'eaux usées,
- K est le coefficient de débit nocturne résiduel, il est déterminé empiriquement et vaut 0,25 à 0,40 pour les réseaux longs à faible pente et 0,15 à 0,25 pour les réseaux courts à forte pente. Il correspond au rapport nyctéméral.

Cette méthode est plutôt préconisée pour quantifier des eaux claires parasites permanentes et non celles issues d'infiltration d'eaux souterraines ou de ressuyage. Enfin, le coefficient k est purement arbitraire. Il est censé dépendre de la longueur du réseau et de sa pente, mais aucune valeur empirique n'aide au choix de ce coefficient.

VII.2.2.2 Différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout :

Cette méthode repose sur la connaissance :

- des débits journaliers de temps sec mesuré en un point donné du réseau d'assainissement ;
- des débits d'eau potable consommés sur le bassin versant correspondant au point de mesure de débit dans le réseau d'assainissement.

On aura alors:

$$Q_{TSmes} = Q_{EU} + Q_{ECPP}$$

Avec :

$$Q_{EU} = CR * Q_{AEP}$$

Où :

- Q_{TSmes} est le débit de temps sec mesuré dans l'égout,
- Q_{ECPP} est le débit d'eaux claires parasites permanentes, valeur que l'on cherche à estimer,
- Q_{AEP} est le débit d'eau potable consommé sur le bassin versant du point de mesure (donnée fournie par l'étude de la demande en eau réalisée dans le cadre du schéma directeur d'eau potable),
- CR est le coefficient de rejet de l'eau potable consommée vers le réseau d'assainissement.

Le coefficient de rejet mentionné ci-dessus traduit les deux faits suivants :

- l'eau consommée n'est pas rejetée en totalité par les usagers (coefficient de restitution couramment évalué à 90 %);
- même dans des zones urbaines desservies par un réseau d'assainissement, le taux de raccordement à l'égout n'est pas forcément de 100 % (maintien de fosses septiques antérieures à la réalisation du réseau, réseau incomplet dans certains secteurs d'urbanisation récente, rejets et infiltration « dans la nature » pour certains secteurs proches de zones rurales...).

Les coefficients de rejet pris en compte correspondent donc au produit d'un coefficient de restitution et d'un taux de raccordement.

Les coefficients de rejet pris en compte sur le territoire de la Wilaya sont présentés sur la figure ci-dessous.

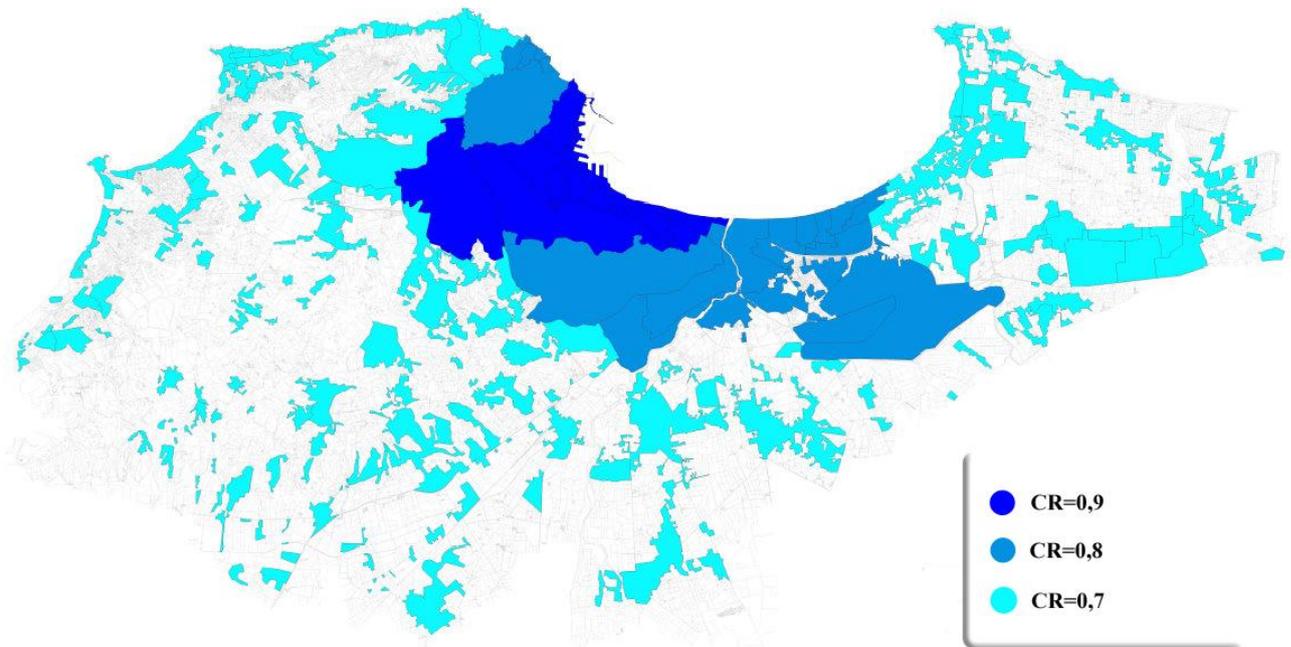


Figure VII.3 : Valeurs retenues pour les coefficients de rejet. [Rapport A2 SAFEGE]

Il convient de noter qu'avec ces valeurs, le taux global de raccordement au réseau de la population urbaine de la Wilaya serait de l'ordre de 90 %. Cette valeur apparaît tout à fait cohérente lorsqu'elle est comparée avec le taux de raccordement au réseau d'eau potable qui est quant à lui estimé à 97 %.

VII.2.2.3 Les modèles de simulation des eaux parasites :

La transformation Pluie-Débit d'eaux parasites est assez complexe et fait intervenir des processus physiques encore mal connus ou difficiles à modéliser. Un modèle conceptuel de simulation des ECP n'a donc pas pour objectif de serrer au plus proche la réalité physique des phénomènes, mais de constituer un outil efficace pour résoudre des problèmes pratiques de diagnostic permanent et de gestion de réseaux. Cela nécessite donc une représentation simplifiée qui réalise un compromis entre le niveau de description et la précision recherchée. L'une des propriétés de ce type de modèle global, d'approche conceptuelle est la simplification de la structure et donc de la facilité de mise en œuvre. Or, cette approche pourrait perdre beaucoup de ses avantages dès que le modèle devient compliqué, et fait intervenir un nombre élevé de paramètres.

VII.3. Calcul des débits d'eaux parasites pour le bassin versant Eucalyptus :

L'utilisation d'une méthode débitométrique dans l'analyse des eaux claires parasites nécessite en premier lieu de bénéficier de données de débits. Du 27/10/2008 au 23/11/2008, le bureau d'étude Safege a mis en place des appareils de mesures à la sortie des grands collecteurs. Un premier souci concerne les données qui sont indisponibles pour des dates récentes.

Globalement, les deux méthodes de calcul des débits d'eaux parasites apportent des résultats concordants, l'écart global entre les deux méthodes étant inférieur à 10 %.

Dans le détail, des différences sensibles peuvent apparaître, notamment dans des cas où l'une des méthodes (parfois les deux) ne peut s'appliquer pour des raisons précises telles que :

- l'impossibilité de comparer les consommations d'eau potable et les débits mesurés en égout du fait d'un fonctionnement particulier du réseau qui ne permettrait pas d'acheminer la totalité des eaux rejetées jusqu'au point de mesure considéré (postes de pompage à l'arrêt pour réhabilitation, déversements de temps sec dû à des opérations de curage...);
- l'influence de postes de pompage ou de configurations particulières du réseau sur les débits nocturnes...

Pour l'ensemble des bassins versants où au moins l'une des méthodes de calcul s'est avérée satisfaisante, la part d'eaux parasites dans les débits de temps sec mesuré s'élève à 56 % :

$$QECP / QTS_{\text{moyen-mes}} = 0,56$$

Autrement dit, par temps sec et sur les bassins versants ayant fait l'objet de mesure, plus de la moitié des volumes acheminés par le réseau d'assainissement est composée d'eaux claires parasites.

VII.3.1. Méthode du débit nocturne corrigé :

données	Résultat Débit ECPP
Débit nocturne TS	256 (m3/h)
336 (m3/h)	
Coefficient de débit EU nocturne	
30 (%)	
Débit nocturne EU	
80 (m3/h)	

VII.3.2. Différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout :

données	Résultat Débit ECPP
Débit moyen de TS mesuré	305 (m3/h)
522 (m3/h)	
Consommation AEP	
7 419 (m3/j)	
Coefficient de rejet	
70 (%)	
Débit EU moyen calculé	
216 (m3/h)	

Les consommations AEP utilisées par ces méthodes utilisées par le bureau d'étude Safege sont trop inférieures à celle calculer dans le chapitre précédent ;

Cause de variation importante entre les deux consommations d'eau potable : soit

- sous estimation du débit utiliser dans les deux méthodes,
- augmentation importante du nombre de fuites dans le réseau,
- augmentation importante de la consommation a caractère industriel,
- l'étage n'alimenter pas la commune en H24,
- augmentation du nombre de consommateurs.

Les deux méthodes de quantification des apports d'eaux parasites qui ont été utilisées mettent en œuvre des paramètres empiriques (difficiles à déterminer par des calculs ou des mesures) qui peuvent générer une certaine imprécision des résultats finalement obtenus.

Pour la première méthode (différence entre les débits d'eau potable consommés et rejetés à l'égout avec les débits mesurés dans l'égout), le coefficient de rejet CR utilisé dans les calculs ne peut être déterminé avec une grande précision.

Pour la seconde méthode (débits nocturnes), c'est le choix du coefficient de débit nocturne K qui peut apporter une certaine imprécision aux calculs.

Conclusion :

Pour avoir de bons résultats sur les ECPP, on doit faire les mesures de temps sec de façon permanente, premièrement pour augmenter la fiabilité des résultats avec le temps (plus de détails sur les bassins), et deuxièmement pour évaluer la variation de ce débit, cette dernière va être bénéfique, puisque les ECPP d'origine d'eaux souterraines ou de source ne varient pas trop.

Chapitre VIII

Inspection visuelle des réseaux

Dans le domaine de la gestion patrimoniale, les contrôles par inspection visuelle des réseaux d'assainissement existants sont un élément essentiel d'appréciation du degré de fonctionnalité et de performance des ouvrages.

Les collectivités locales qui engagent cette démarche se doivent de faire procéder à un contrôle de leur patrimoine par un organisme compétent.

Introduction :

L'inspection visuelle des réseaux existants consiste en un constat d'état et de fonctionnement de l'intérieur de l'ouvrage, et non de son environnement immédiat (lit de pose, remblai..). Cette inspection fournit, selon le degré de précision suffisant, des informations au donneur d'ordre qui les utilisera (ou les transmettra à un spécialiste) pour l'analyse, établissement de diagnostic et définition de préconisations de remèdes, travaux, maintenance, etc.

Les processus d'inspection se poursuit par une analyse aboutissant à un pré-diagnostic qui est orienté par deux perceptions : celle de l'impact possible sur la résistance mécanique de la conduite aux sollicitations de service et celle de l'impact possible sur la débitante de la conduite.

C'est un **état des lieux** à un moment donné dans des conditions données. Il ne préjuge pas de l'évolution de l'ouvrage dans le temps.

L'inspection visuelle n'est pas un essai. Son rendu dépend essentiellement de la perception de la canalisation par l'opérateur.

L'inspection visuelle n'est qu'un des éléments permettant d'établir un diagnostic d'état.

L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement fait partie des différentes techniques d'auscultation des ouvrages d'assainissement existants en vue d'établir leur évaluation (diagnostic).

L'inspection visuelle, qui permet de visualiser l'intérieur des ouvrages, est l'un des six paramètres intervenant dans la connaissance d'un ouvrage en vue de son évaluation. Ces six paramètres sont les suivants :

- la situation de l'ouvrage,
- l'état intérieur de l'ouvrage,
- L'étanchéité de l'ouvrage,
- La géométrie de l'ouvrage,
- L'état de l'environnement immédiat de l'ouvrage,
- La résistance de l'ouvrage.



Figure VIII. 1 : *L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement.*

VIII.1. Principes généraux des inspections visuelles :

VIII.1.1. Objectif opérationnel :

Les inspections visuelles effectuées devront fournir toutes indications sur l'état intérieur des canalisations et sur la géométrie des canalisations (flaches, contre-pentes, déformations transversales, pénétrations...), afin de permettre l'appréciation de l'état apparent de la structure et du fonctionnement de la canalisation.

VIII.1.2. Besoins à satisfaire par les inspections visuelles :

Pour atteindre l'objectif opérationnel exprimé précédemment, les inspections visuelles de réseaux existants doivent répondre aux besoins suivants.

Pour les canalisations et branchements

- Décrire l'état apparent de l'ouvrage inspecté, en positionnant et en quantifiant (si nécessaire) les observations et notamment les raccordements de branchement en précisant leur type.
- Détecter les anomalies

- **Anomalies structurelles** : déformations, fissures, effondrements, défauts d'assemblages, dégradations de surface, obstructions, etc.,

- **Anomalies de géométrie** : changements de section, de pente (avec évaluation des flaches), d'orientation, coudes, etc.,

- *Anomalies fonctionnelles* : défauts d'étanchéité visibles, obstacles, modifications de profil en long, etc.

Pour les regards de visite ou occasionnellement visitables, les boîtes d'inspection et de branchement, ainsi que les chambre et ouvrages divers

- Décrire l'état apparent des ouvrages inspectés, en positionnant et en quantifiant (si nécessaire) les observations.
- Détecter les anomalies

- *Anomalies structurelles* : au niveau du tampon, de la cheminée, des systèmes de réduction, des cunettes et banquettes, des raccordements canalisations sur regard, etc.,

- *Anomalies fonctionnelles* et notamment les défauts d'étanchéité.

VIII.2. Méthodes d'inspection visuelle :

- Examen visuel indirect par camera de télévision pour les réseaux non visitables et les canalisations de branchement.

- Examen visuel direct à partir de la surface pour les boîtes d'inspection et de branchement.

- Examen visuel direct par descente d'opérateurs dans les ouvrages pour l'inspection des regards avec prise en compte impérative des règles d'hygiène et de prévention des risques ;

- Examen visuel direct par descente d'opérateurs dans les ouvrages pour l'inspection des réseaux visitable avec prise en compte impérative des règles d'hygiène et de prévention des risques.

VIII.3. Prescriptions pour l'exécution des inspections visuelles :

VIII.3.1. Mode opératoire général :

- Curage complet préalable avec extraction complète des dépôts non adhérents.

- Remise en eau après curage par déversement d'eau en amont des tronçons à inspecter si nécessaire. Par exemple, dans le cas d'un réseau pluvial par temps sec (sauf dans le cas de recherches d'eaux parasites ou l'on bénéficiera de l'assèchement relatif de la canalisation, consécutif au curage).

- Limitation des débits par obturation et/ou dérivation partielle si nécessaire. Par exemple, dans le cas d'un réseau en service dont le niveau de fonctionnement est supérieur à 10% de la hauteur de l'ouvrage.

Si la limitation de la hauteur d'eau provenant du fonctionnement est insuffisante, les données collectées relatives à l'état structurel risquent d'être incomplètes.

-Descente dans l'ouvrage de départ.

-Initialisation du « zéro ».

-Démarrage de la visite dans la canalisation. La vitesse de déplacement dans la canalisation doit permettre la visualisation des anomalies singularités.

-Arrêt, prise de mesures de la position linéaire par rapport au « zéro » et définition de la position horaire au droit de chaque observation. Description complète de chaque observation et quantification et/ou mesure (en fonction des exigences du cahier des charges).

-Photographie de chaque défaut et de chaque type de raccordement (pour insertion dans le rapport de contrôle).

-Enregistrement in extenso de la totalité des ouvrages inspectés sur le support numérique de la vidéo.

-Arrivée à l'ouvrage d'extrémité du tronçon inspecté, mesure de sa position en linéaire par rapport au « zéro ».

VIII.3.2. Moyens :

-Equipe d'opérateurs pour l'examen visuel des réseaux visitables (trois au minimum) et de regards de visite (deux au minimum) par descente dans les ouvrages. Le nombre d'opérateurs peut éventuellement être augmenté, en fonction des prescriptions du donneur d'ordres et des nécessités de l'intervention.

-Equipe vidéo et équipe d'opérateurs (deux au minimum) avec caméra couleur à vision tous azimuts sur chariot autottracté pour l'examen visuel des réseaux non visitables et des canalisations de branchement (caméra à vision axiale centrée, autottractée, tirée ou poussée sur traineau acceptée dans les canalisations et branchements de diamètre ≤ 150 mm).



Figure VIII. 2 : Equipe vidéo avec caméra non mobile.

-Un appareil de détection des gaz dangereux (H₂S, CH₄, CO...), et des moyens de sauvetage.

VIII.3.3. Evaluations :

-Mesure de la distance d'une observation par rapport au point « zéro », évaluation des niveaux d'eau au droit de chaque observation, évaluation de la position horaire de chaque observation obligatoires.

-Quantification (mesure ou évaluation) des différentes observations en fonction des prescriptions du donneur d'ordres et du niveau de détail de l'inspection.

-niveau 1 ou niveau 2

Deux niveau de détail (en fonction des objectifs des inspections) sont définis selon que les observations sont quantifiées ou non, avec l'importance réserve que certaines n'ont pas de sens sans quantification (par exemple, une déformation).

VIII.3.4. Tracabilité :

- Pour l'inspection visuelle directe photographie et, le cas échéant, support vidéo numérique.
- Pour l'inspection par camera de télévision photographies et support numérique de la vidéo avec incrustation des données minimales suivants dans l'image :

-Identification du chantier,

-Identification du tronçon inspecté,

-Numéro de photo,

-Date,

-Heure,

-Distance en cumulé a partir du point « zéro » de départ de l'inspection du tronçon,

- Rapport d'inspection visuelle conforme aux prescriptions de la norme européenne

VIII.3.5. Rapport :

Le rapport d'inspection visuelle comporte :

- Un schéma du réseau inspecté avec identification du site et des ouvrages ;
- Un cartouche d'intitulés de rubriques comprenant :

- L'identification de l'opération,
- L'identification du tronçon ou de l'ouvrage de contrôlé,
- Les références (normes, points de départ, etc.),
- Les conditions d'intervention,
- Les observations particulières au tronçon ou à l'ouvrage inspecté,
 - Le détail de l'inspection proprement dite avec repérage des positions des différentes observations appuyées par des photographies (le vocabulaire de description est conforme aux prescriptions de la norme NF EN 13508-2, tant en ce qui concerne les dénominations que le codage des informations) ;
 - Un récapitulatif par tronçon ou par ouvrage inspecté, des observations triées par type ;
 - Une synthèse des observations de l'ensemble du chantier de contrôle visuel ;
 - Un support vidéo pour l'inspection par caméra de télévision (pour les visite pédestres) correspondant au chantier, référence et étiqueté sans ambiguïté dans lequel chaque tronçon inspecté est référencé.

Conclusion :

Un diagnostic du réseau d'assainissement est très important, donc l'utilisation des matériaux sophistiqués comme l'inspection visuelle du réseau est bénéfique.

Les résultats du rapport de cette inspection peuvent être utiles pour la prélocalisation des fuites, et cela passe par une bonne interprétation des anomalies d'infiltrations.

Chapitre IX

Les investigations de terrain sur Ain Taya

IX.1. Présentation de la ville :

Ain Taya est une commune de la [wilaya d'Alger](#) située à 22 km à l'est d'[Alger](#). C'est une commune à vocation agricole (65 % de son territoire) et touristique puisqu'elle possède 8 km de plage.

Géographie	
Wilaya	Alger
Daïra	Dar El Beïda
Superficie	955 hectares = 9 5 km ²
Coordonnées géo.	36° 47' Nord 03° 14' Est
Démographie	
Population	32,506 hab (2008)
Densité	3 702 hab/km ²



Démarche d'analyse des données :

Les données des anomalies d'infiltrations sont enregistrées et transmises dans un fichier Excel ;

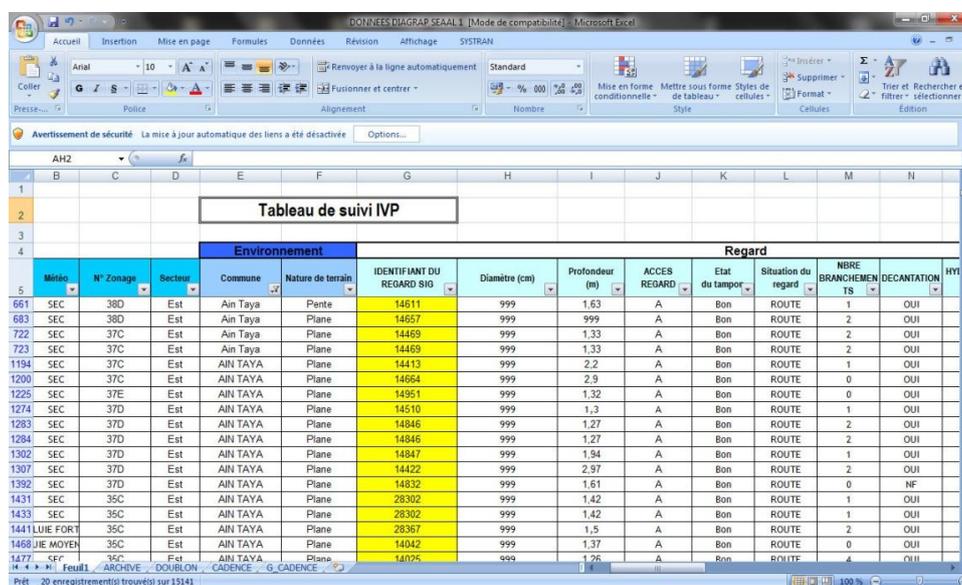


Tableau de suivi IVP													
Environnement					Regard								
Mitréo	N° Zonage	Secteur	Commune	Nature de terrain	IDENTIFIANT DU REGARD SNG	Diamètre (cm)	Profondeur (m)	ACCES REGARD	Etat du tampon	Situation du regard	NBRE BRANCHEMENTS	DECANTATION	
661	SEC	38D	Est	Ain Taya	Pente	14611	999	1,63	A	Bon	ROUTE	1	OUI
683	SEC	38D	Est	Ain Taya	Plaine	14657	999	999	A	Bon	ROUTE	2	OUI
722	SEC	37C	Est	Ain Taya	Plaine	14469	999	1,33	A	Bon	ROUTE	2	OUI
723	SEC	37C	Est	Ain Taya	Plaine	14469	999	1,33	A	Bon	ROUTE	2	OUI
1194	SEC	37C	Est	AIN TAYA	Plaine	14413	999	2,2	A	Bon	ROUTE	1	OUI
1200	SEC	37C	Est	AIN TAYA	Plaine	14664	999	2,9	A	Bon	ROUTE	0	OUI
1225	SEC	37E	Est	AIN TAYA	Plaine	14951	999	1,32	A	Bon	ROUTE	0	OUI
1274	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14510	999	1,3	A	Bon	ROUTE	1	OUI
1283	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14846	999	1,27	A	Bon	ROUTE	2	OUI
1284	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14846	999	1,27	A	Bon	ROUTE	2	OUI
1302	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14847	999	1,94	A	Bon	ROUTE	1	OUI
1307	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14422	999	2,97	A	Bon	ROUTE	2	OUI
1392	SEC	37D	Est	AIN TAYA	Plaine	14832	999	1,61	A	Bon	ROUTE	0	NF
1431	SEC	35C	Est	AIN TAYA	Plaine	28302	999	1,42	A	Bon	ROUTE	1	OUI
1433	SEC	35C	Est	AIN TAYA	Plaine	28302	999	1,42	A	Bon	ROUTE	1	OUI
1441	LUIE FORT	35C	Est	AIN TAYA	Plaine	28367	999	1,5	A	Bon	ROUTE	2	OUI
1469	JIE MOYEN	35C	Est	AIN TAYA	Plaine	14042	999	1,37	A	Bon	ROUTE	0	OUI
1477	CAF	35C	Est	AIN TAYA	Plaine	14075	999	1,26	A	Bon	ROUTE	4	OUI

Figure IX.1 : Table de données DIAGRAP.

Ce fichier comporte beaucoup de données importantes sur les points où on a observé des infiltrations comme l'identifiant de la conduite, la météo, la commune, la zone, etc.

Transférer ces points sous format MapInfo, et on garde les informations appropriées à chaque point ; va nous permettre de mieux les analyser (positionnement, densité, zone hydrogéologique, etc.), et puis la couleur de ces points, rouge si la météo était sec le jour de l'inspection ou en bleu si c'était en temps de pluie, et donc pour ajouter la possibilité que ça puisse être des *eaux claires parasites météoriques (ECPM)*.

IX.2. Paramètres importants pour le choix des communes (efficacité de la recherche):

Les paramètres suivants ont une importance primordiale pour le choix des communes à étudier :

- **L'état du réseau d'AEP :**

C'est l'un des plus importants paramètres, et connaissant que cela est fonction de l'indice linéaire de perte (ILP), et le débit de nuit

Une commune à vocation agricole et touristique comme le cas de Ain Taya ne justifie pas la consommation importante de nuit qui dépasse les 150 m³/h lorsqu'on sait que la consommation moyenne ne dépasse pas les 190 m³/h

La commune de Ain Taya est alimentée par SI EL HAOUES, est qui, par son indice linéaire de pertes $ILP = \frac{Q_{\text{nuit}} * 24}{L_{\text{conduite}}} = \frac{150 * 24}{45} = 80 \text{m}^3/\text{j.km}$ et son rapport ($Q_{\text{nuit}} / Q_{\text{moy}}$) qui avoisine les 80 %.

Alors les résultats affichés précédemment, augmentent l'hypothèse que le réseau n'est pas dans un bon état, et le nombre de fuites est important et cette perte d'eau peut s'infiltrer dans le réseau d'assainissement.

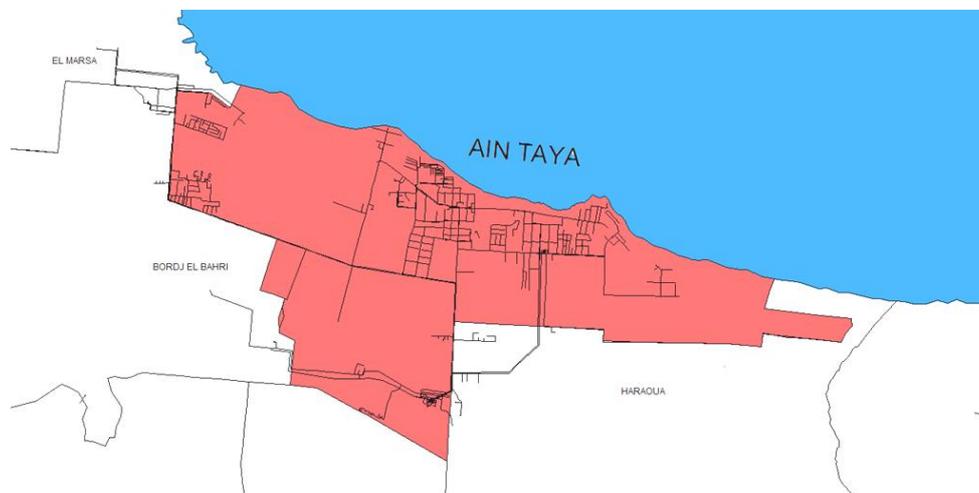


Figure IX.2 : Réseau d'alimentation en eau potable de Ain Taya.

- **La quantité des eaux claires parasite infiltrée dans le réseau :**

La part d'eaux parasites dans les débits de temps sec mesuré est importante, lorsqu'on sait que ces eaux sont composées d'une quantité plus ou moins importante des eaux de fuites.

Sachant que la part d'eaux claires parasites dans les débits de temps sec mesurés à 0.55, calculée par le bureau d'étude Safege dans son rapport A2 ; avec un débit d'eau claire parasite égale à 350 m³/h ; toutes ces données méritent des investigations sur terrain pour essayer de les réduire, chose bénéfique pour les deux réseaux, assainissement ou AEP.



N°Vidéo: 0609090F IDENTIFIANT DU REGARD SIG:14611
Météo: Sec N° Zonage:38D
Date IVP: 06/09/2009

Figure IX.3 : Vidéo enregistrée lors de l'inspection du réseau d'assainissement de Ain Taya.

- **Les données d'IVP :** indice important pour faire des investigations

-*Nombre de points IVP :* c'est le nombre de points du réseau ayant observé des anomalies d'infiltrations, plus on a de points signalés sur une surface réduite, c'est important de faire des investigations,

Mais le nombre de points par rapport à la surface n'est pas un indicateur, puisque cette dernière peut être l'influence d'une source.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

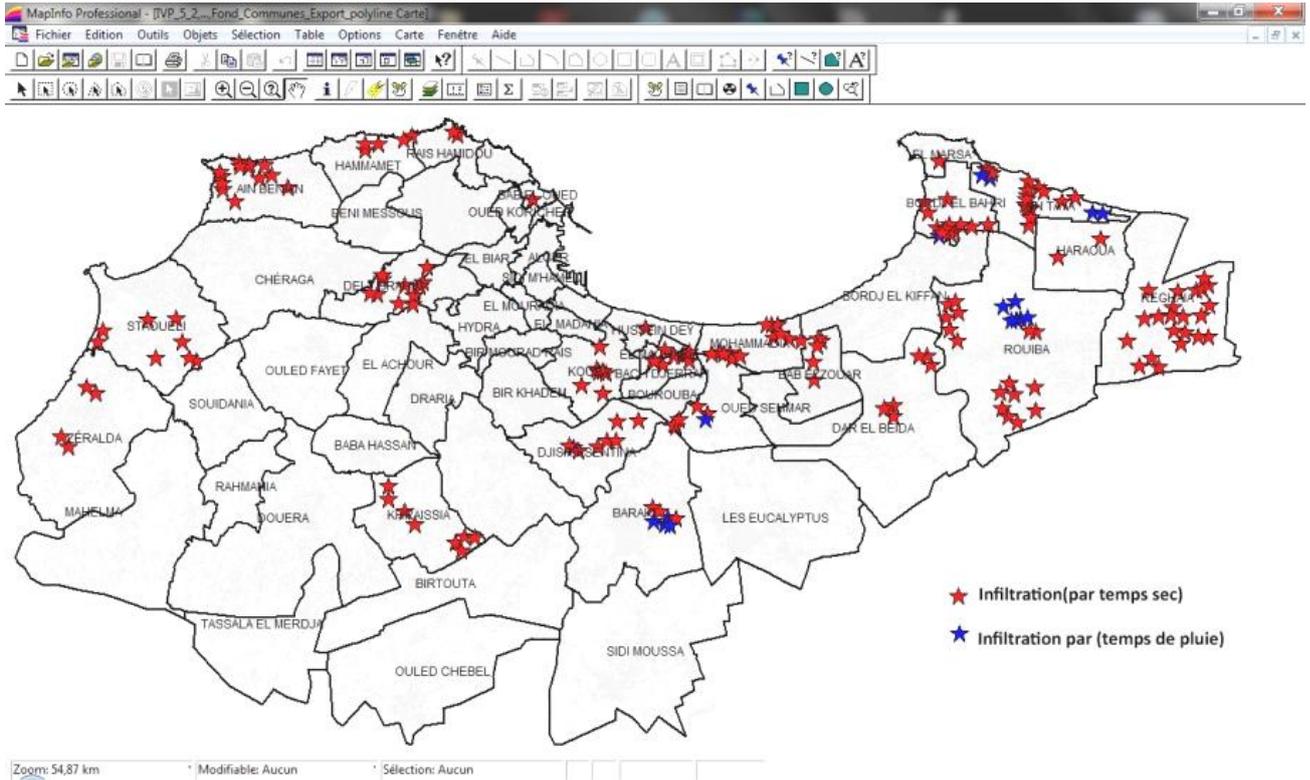


Figure IX.4 : Les points d’infiltration enregistrés dans les réseaux inspectés.

-*Superposition de l’étage aux points d’IVP* : c’est très important de superposer l’étage de consommation et les points IVP enregistrés, on n’a pas l’importance de faire des investigations si la zone concernée n’est pas alimentée en l’eau potable,

Un point IVP qui est superposé a une conduite, augmente certainement la probabilité que cette infiltration d’eau claire soit originaire d’une fuite,

La superposition de l’étage et des points IVP donne de bons résultats puisque ces derniers appartiennent tous à l’étage de distribution.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

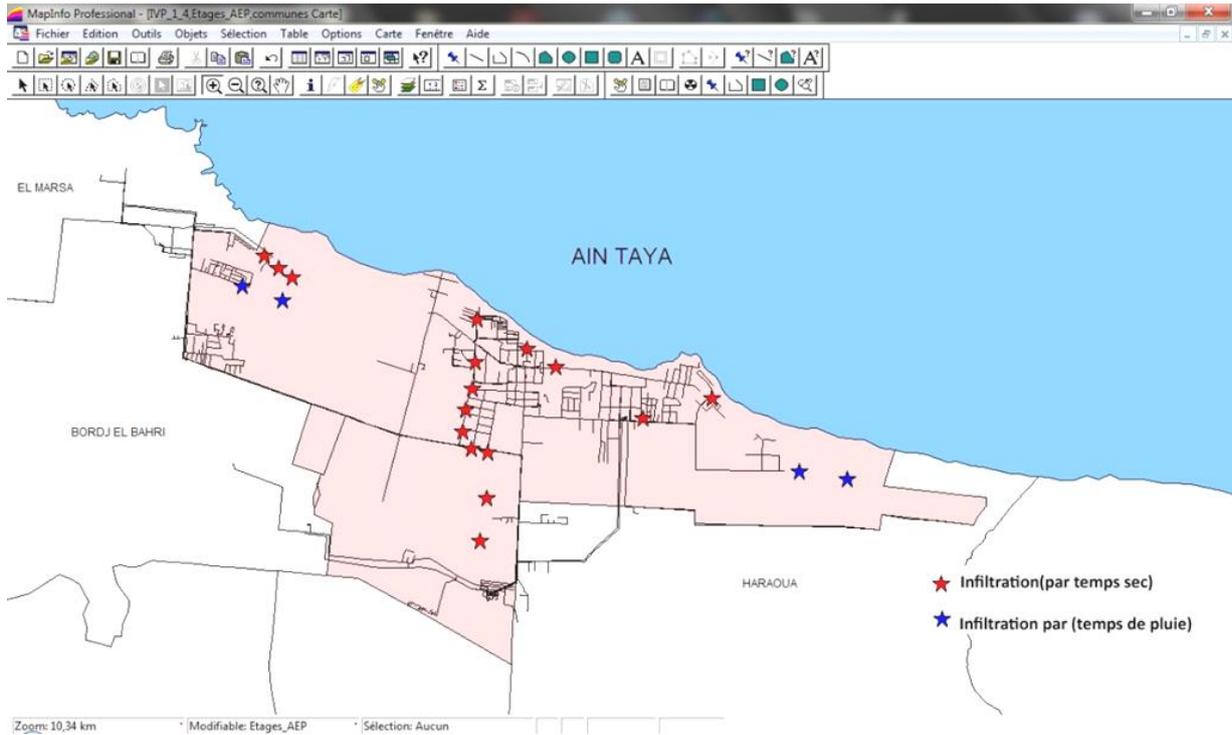


Figure IX.5 : Superposition des points d'infiltration et étage de consommation.

- **Hydrogéologie de la commune :**

On sait que l'origine des eaux claires parasites n'est pas obligatoirement des eaux de fuites, puisqu'elle peut être des eaux de sources, nappe, puits, etc.

De ce fait nous devront prendre en compte les données hydrogéologiques de chaque zone, cela explique dans certains cas l'absence des fuites dans les points signaux,

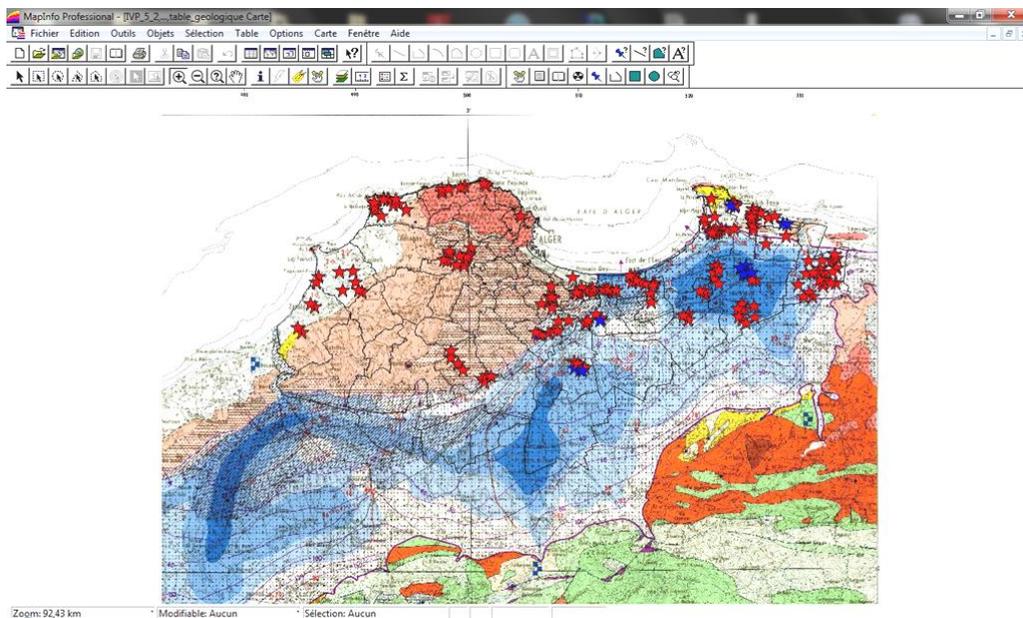


Figure IX.6 : Superposition des points d'infiltrations sur une carte hydrogéologique.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

La commune de Ain Taya est connue par son nombre important de sources, mais cela ne nous empêche pas de faire des investigations dans la zone.

(Voir carte hydrogéologique en annexe 3 page 107)

- **La météo lors de l'inspection :**

La météo au jour de l'inspection est importante, parce qu'avec les fissures dans les conduites d'assainissement ; il peut y avoir une infiltration *d'eaux claires parasites météoriques (ECPM)* (originaire des eaux de pluie), comme c'est le cas de l'inspection du réseau de la ville de Baraki, ou on peut voir 6 anomalies d'infiltration, dont trois en périodes pluviales ;

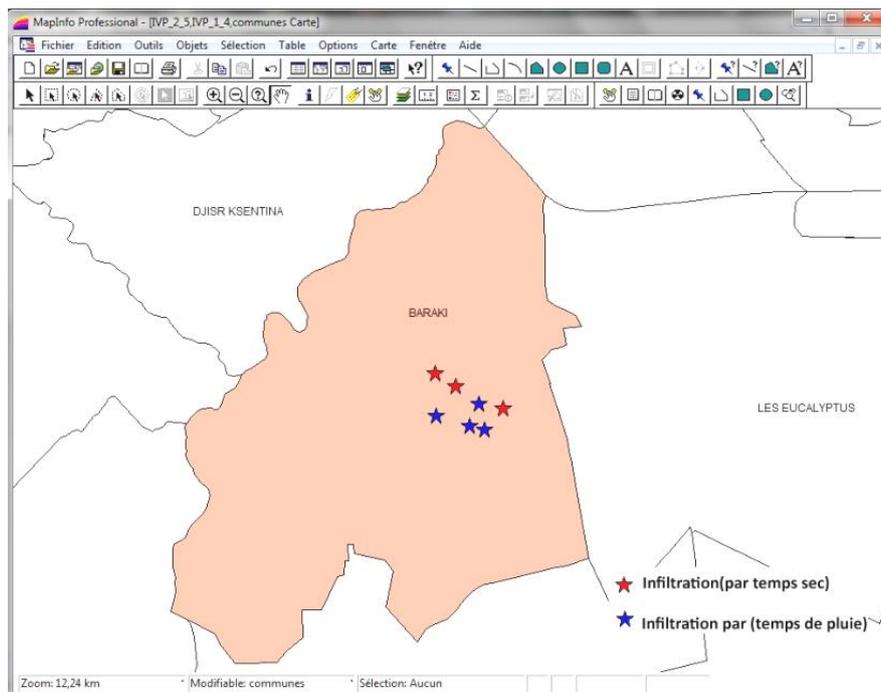


Figure IX.7 : Les points d'infiltration enregistrés dans la commune de Baraki.

Pour le cas de Ain Taya ; on peut observer un nombre de mesures en temps de pluie négligeable par rapport au nombre total de mesures ;

Les investigations de terrain sur Ain Taya

Malgré que cette zone côtière soit connue par son nombre important de sources, cette dernière est l'objet de notre campagne de recherche de fuites par les données transmises par l'IVP.

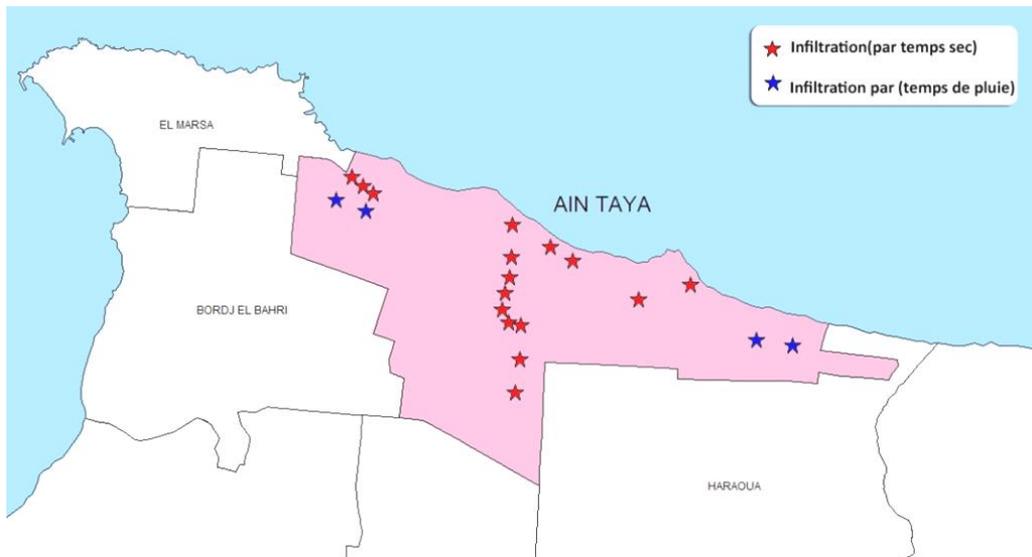


Figure IX.8 : les points d'infiltration enregistrés dans la commune de Ain Taya.

IX.3. Information sur la sortie :

Date	27 et 28/05/2010	
Météo	Sec	
Outils		
	<i>Amplificateur électronique</i>	<i>Le stethophon</i>
Nombre de points observés	08	

IX.4. Conseil utile pour la réduction de l'espace de travail :

Sachant que c'est la première sortie des équipes de recherche de fuites utilisant des données issues de l'inspection du réseau d'assainissement, de nombreux correctifs ont été pris pour améliorer le rendement des recherches.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

- Après avoir fait l'inspection visuelle du réseau, le regard est encadré en rouge, cette indication consiste a une infiltration d'eau claire au réseau généralement par des fissures plus ou moins grandes, donc les équipes de recherche doivent faire le tour du regard avec le matériel de localisation des fuites.

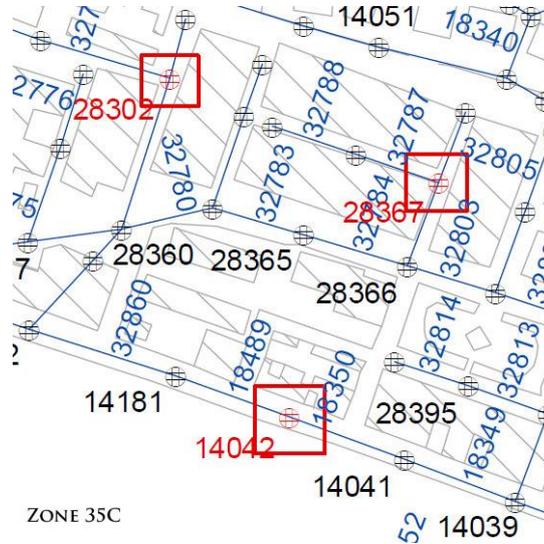


Figure IX.9 : Regards signalés par infiltration d'eaux claires parasites.

Cette anomalie peut être mieux ciblée et réduit de moitié le travail des équipes de recherche,

Et pour cela, on a remarque que sur les vidéos enregistrés par des l'équipes d'IVP, la fissure implique une seule conduite celle de l'amont; ou de l'aval et parfois les deux. Donc on peut indiquer sur les cartes les conduites ou l'on a aperçu une infiltration.

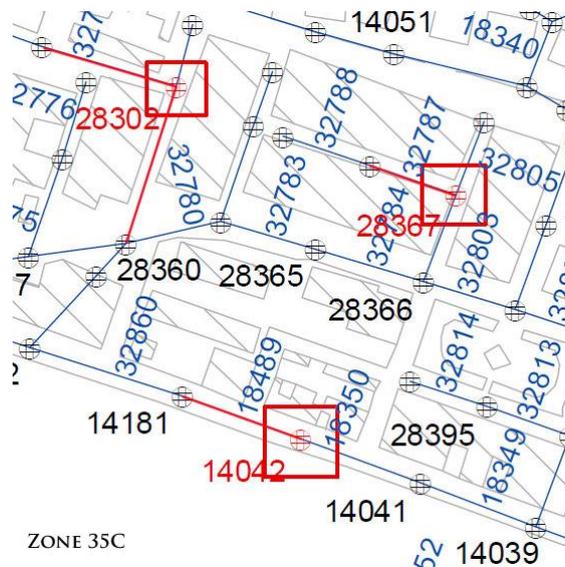


Figure IX.10 : Regards et conduites signalés par infiltration d'eaux claires parasites.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

- Les équipes de recherche utilisent des cartes de réseau d'assainissement, et d'autres cartes des réseaux d'alimentation en eau potable séparément, et souvent d'échelle différente.

Le plus utile c'est d'imprimer le tracé du réseau d'AEP et d'assainissement sur une même carte et avec la même échelle, ça facilite la recherche des conduites, et faire une écoute à l'aide d'un *amplificateur électronique* qui est souvent utilisé par les équipes de recherche.

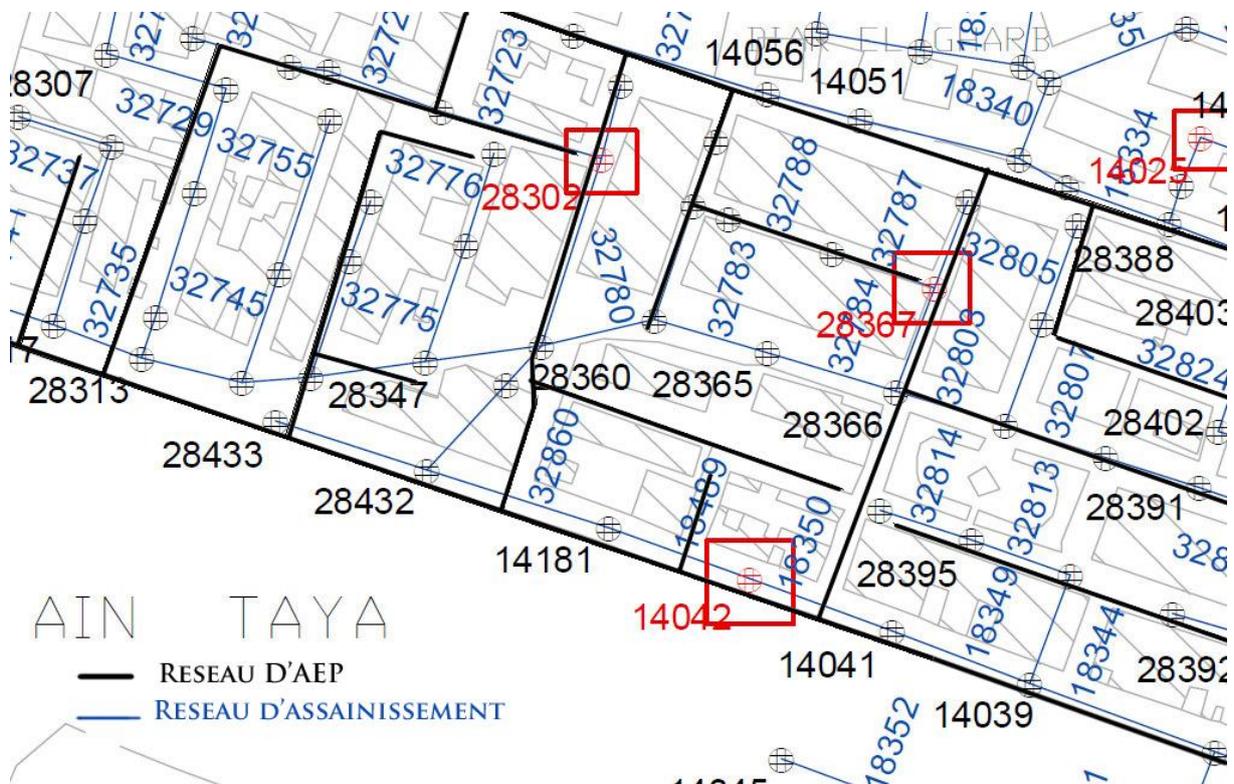


Figure IX.11: Superposition de l'étage de consommation et le réseau d'assainissement.

Souvent pour faire un pré diagnostic, les équipes de recherche ouvrent le regard d'assainissement pour vérifier la qualité d'eaux usées.

Même si le regard signalé ne contient aucun apport d'eau claire, cela n'élimine pas la possibilité de trouver des fuites :

- Une possibilité que l'infiltration est à l'aval du regard, donc on pourra peut-être observer des apports d'eau claire parasite dans le regard de cote plus basse.

Les investigations de terrain sur Ain Taya

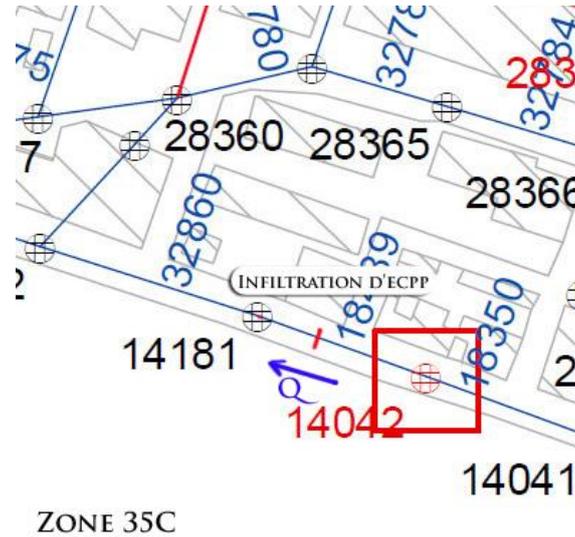


Figure IX.12: *Infiltration sur la conduite aval du regard.*

-Même si la fissure est à l'amont du regard une infiltration de faible importance (goutte à goutte) n'influence pas nécessairement les eaux usées, donc on ouvrant le regard on trouvera que des eaux usées, et cela même en période nocturne (nuit).



Figure IX.13: *Regard signalé par un apport d'eaux claires parasites.*

- Toutes sortes d'infiltration enregistrée est a signalisée même si le débit d'infiltration est faible, cela ne signifie pas que cette fuite n'est pas implorante et nécessite un diagnostique, puisque cela dépend de l'état du réseau d'assainissement et son étanchéité.

Les investigations de terrain sur Ain Taya



N°Vidéo: 0410090c IDENTIFIANT DU REGARD SIG:14951
 Météo: Sec N° Zonage: 37E
 Date IVP: 04/10/2009

Figure IX.14: Infiltration dans le réseau d'assainissement (Ain Taya).

- Avec l'absence des diagnostics d'eau claire parasite, on utilise le rendement hydraulique des communes ou des étages pour augmenter le nombre de visites des regards par IVP, pour le moment ils font 1 regard sur 3.
- L'inspection du réseau d'assainissement d'une commune prend à peu près un mois, cette durée est tolérable

IX.5. Résultats des sorties terrain :

La recherche de fuites a été faite au mois de mai alors que ces anomalies d'infiltration sont enregistrés 8 mois auparavant, cette durée est assez importante, et une fuite peu prendre entretemps une allure catastrophique, et même endommager l'étanchéité du réseau ; pour quelques réseaux visités, on remarqua des traces de fuites réparées.



Figure IX.15: Fuite déjà réparée.

- Une zone signalée où l'on ne trouve pas des fuites, ça ne veut pas dire que les données sont fausses, un apport d'eau claire parasite ne signifie pas que des apports de fuites, alors que cette zone peut avoir des eaux de source de puits qui s'infiltrent dans le réseau.



Figure IX.16: Puits pouvant perturber le fonctionnement du réseau d'assainissement.

- Sur un point du regard on a fait la recherche des conduites, et après un moment on a pu repérer une source qui est susceptible d'être la cause de l'infiltration,



Figure IX.17: Eau jaillissante pouvant être une source.

On a pu définir que cette eau est la cause d'une fuite sur le réseau d'AEP.



Figure IX.18: Recherche des fuites avec un amplificateur électronique.

Même si on a fait que 8 points (en 2 jours) pour cette commune, la sortie sur terrain sait avérer très importante, le bilan était :

Un point : Une fuite apparente

Deux points : qui nécessitent des écoutes nocturnes,

Un point : apport d'eau de puits

Deux points : trace de fuites déjà réparées

Deux points : les techniciens ont décidé que ces points ne nécessitent pas de faire des écoutes, ils juger que l'eau usée n'est pas assez claire, alors qu'il ouvrirait le regard à midi. (Sachant qu'à midi, les regards affichent leur plus grand débit d'eaux usées).

Pourquoi la recherche des fuites par IVP ?

Même si le diagnostic d'un réseau d'assainissement d'une commune peu prendre une durée plus ou moins importante (en moyenne un mois), et que les anomalies d'infiltrations ne sont pas toujours causées par des pertes sur le réseau d'AEP se qui signifie la non-certitude de trouver des fuites ;

Cette méthode est intéressante par son coté économique, puisque l'exploitation de ces données ne coute rien au service de recherche des fuites et du fait qu'elle est essentielle pour le diagnostic des réseaux d'assainissement,

On plus de ca, elle est bénéfique sur les deux plans ; réduction des pertes et améliorer le rendement dans le réseau d'AEP, et réduire les infiltrations d'ECPP dans le réseau d'assainissement.

Conclusion :

Vue le résultat des points visites a Ain Taya, l'utilisation des rapports du diagnostic du réseau d'assainissement nécessite beaucoup plus d'intention, pour but de réduire le nombre important des fuites invisibles.

Conclusion générale:

Dans une récente étude, on aperçoit que deux tiers (2/3) des pertes d'eau par fuite se trouvent finalement dans le réseau d'assainissement soit à peu près 40% de l'apport d'eaux claires parasites, tandis que le reste est résultant d'infiltrations d'eaux souterraines ou de source.

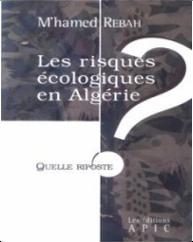
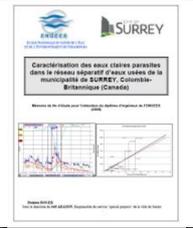
Donc, en plus du gain d'eau, la résorption des fuites permet de réduire les infiltrations aux réseaux, donc la SEAAL doit s'intéresser beaucoup plus à cet apport d'eaux claires parasites.

Ce rapport était beaucoup plus bénéfique si on avait des mesures de débit de temps sec récentes. Cela aurait du nous permettre de voir la meilleure méthode de quantification d'ECPP, le rapport entre le débit de nuit et le débit d'eaux usées, et estimer la part des eaux de fuites dans le débit mesure.

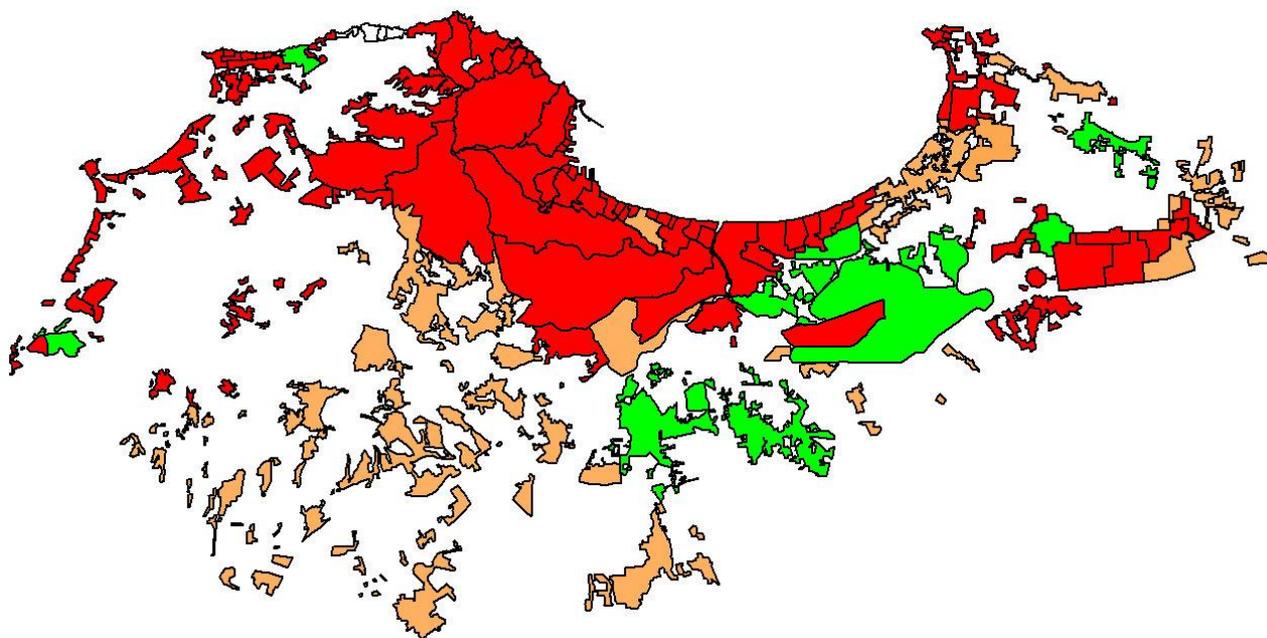
A la base des sorties sur terrain qu'on a pu faire, on peu admettre que les résultats trouvés par l'IVP peuvent être bénéfiques, tout en suivant les démarches précédemment cités puisqu'elles vont nous permettre d'augmenter la probabilité de trouver des fuites avec un gain de temps important.

De plus de son côté pratique, son côté économique est important puisqu'elle utilise des données de diagnostic du réseau d'assainissement.

BIBLIOGRAPHIE :

	<p>M'Hamed REBAH, 2005. « <i>les risques écologiques en Algérie, quelle riposte ?</i> »</p>
	<p>Actualisation du schéma directeur d'assainissement de la wilaya d'Alger, les études du SAFEGE, 2008. « <i>Apport d'eaux claires parasites permanentes au système d'assainissement</i> »</p>
	<p>LOUCHET.P, 1985. « <i>Fiabilité de la distribution d'eau potable, l'entretien des réseaux d'eau</i> »</p>
	<p>ROGER.D, 2008. « <i>Caractérisation des eaux claires parasites dans le réseau séparatif d'eaux usées de la municipalité de SURREY, Colombie-Britannique(Canada)</i> » Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.</p>
	<p>MONNIER.H, 2006. « <i>Diagnostic permanent en réseau d'assainissement : mesure et calculs sur sites pilotes de la Région Ouest</i> » Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.</p>
	<p>DUJARDIN.C, 2007. « <i>Schéma directeur d'assainissement de Selongey (21)</i> » Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.</p>
	<p>KOUIDER.K, 2009. « <i>Etude diagnostique du réseau d'adduction d'Alger, calcul des pertes, recommandations pour éliminer les fuites (Application à la chaîne d'adduction SPIK)</i> » Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale polytechnique d'Alger.</p>

Annexes :
Annexe 01 :



Bassin V	Surface	Étage	% ¹
Hammamet 1	21,0022		
Hammamet 2	40,9814		
Hammamet 3	16,9637		
Hammamet 4	30,5545		
Rais Hamidou 1	141,295	BOUZAREAH BOLOGHINE TRIBU BOUZAREAH	5 5 10
Rais Hamidou 2	272,241	TRIBU BOUZAREAH BOUZAREAH	30 20
Rais Hamidou 3	20,7952		
Rais Hamidou - Bologhine	211,853	BOUZAREAH BOLOGHINE ZGHARA	20 10 30
Bologhine 1	11,8164	BOLOGHINE	3
Bologhine 2	74,6221	BOLOGHINE ZGHARA BOUZAREAH	2 40 20

Bologhine 3	45,6301	BOLOGHINE ZGHARA BOURJ BOULILA	3 15 3
Bologhine 4	20,289	BOLOGHINE BENZINE	2 1
Bologhine 5	25,8445	BOLOGHINE BENZINE SAHEL	1 8 2
Collecteur Oued M' Kacel	1 027,81	STAND ROUSTOUMIA BOUZAREAH BENZINE SAHEL BOURDJ BOULILA STAND ROUSTOUMIA-Zone-Réduite CHATEAUNEUF	15 30 20 35 70 100 20
Collecteur Nord	295,234	BENZINE SAHEL BOURDJ BOULILA ESSADA KOUBA 117 ATLAS CENTRE BENOMAR 97	60 55 45 40 2 7 2
Port 1	36,397	BENZINE	4
Port 2 - Collecteur Bab Azzoun	10,3244	KOUBA 117	1
Port 3 - Collecteur de TP amont du collecteur	13,1367	KOUBA 117	2
Collecteur CIC	367,692	ESSADA KOUBA 117 ATLAS CENTRE BENOMAR 97 BOURDJ BOULILA CHATEAUNEUF	35 10 40 2 4 35
Collecteur Indépendance	104,717	KOUBA 117 ATLAS CENTRE	4 20

Port 4 - Collecteur Raffi	18,3312	KOUBA 117	1
Collecteur Zaatcha	171,633	ESSADA	20
		KOUBA 117	10
		ATLAS CENTRE	3
Collecteur Hamma Anassers 1	117,093	KOUBA 117	3
Collecteur Hamma Anassers 2	47,9364	KOUBA 117	3
Collecteur Hamma Anassers 3	16,7263	KOUBA 117	1
Collecteur Oued Kniss (ancien rejet principal)	18,0794	KOUBA 117	2
		BEN OMAR 97_FIN-SM3	50
Collecteur et Doublement Oued Kniss	1 322,86	CHATEAUNEUF	35
		HYDRA	70
		ATLAS OUEST	70
		ATLAS CENTRE	40
		EL ANNASER 193	30
		KOUBA 117	25
		KOUBA 150	30
		KOUBA 158	35
		ESSADA	5
		STAND ROUSTOUMIA	2
Collecteur Tripoli 1	130,692	BEN OMAR 97_FIN-SM3	75
		BEN OMAR 97	10
		BEN OMAR 97-SM2	90
Hussein Dey côtier 1	15,9555		
Hussein Dey Cotier 2	25,1745		
Hussein Dey Cotier 3	16,7263		
Collecteur Tripoli 2	129,38	BEN OMAR 97	10
Hussein Dey Cotier 4	60,491		
Collecteur Rive Gauche Oued El Harrach	556,933	BEN OMAR 97	50
		EL HARRACH 500	60
Rive Gauche Oued El Harrach non interceptée	519,747	AIN NAADJA	80
		EL HARRACH 500	40
Oued Ouchaiah	2 026,32	BEN OMAR 97	20
		EL HARRACH 500	20

		EL HARRACH 400	100
		KOUBA 150	70
		KOUBA 158	65
		EL ANNASER 193	70
		ATLAS OUEST	10
		CAMPAGHE SEMMAR	70
		HYDRA	10
Ain Naadja	314,67	AIN NAADJA	20
		CAMPAGHE SEMMAR	15
Collecteur Oued El Kerma	1 408,95	STAND ROUSTOUMIA	50
		CHATEAUNEUF	10
		HYDRA	5
Collecteur Rive Droite Oued El Harrach	420,934	RÉSERVOIR 85	50
		RÉSERVOIR 50	80
		RÉSERVOIR 55	15
Collecteur des Dunes	259,302	RÉSERVOIR 85	10
Caserne Lido	95,8493	RÉSERVOIR 85	15
Lido Mohammedia	96,219	RÉSERVOIR 85	5
		BEK OUEST 2X10000 M3	5
Lido Bordj El Kiffan	101,406	BEK OUEST 2X10000 M3	5
Lido Bordj El Kiffan - PR40	121,079	BEK OUEST 2X10000 M3	5
Trois Caves et ZI El Harrach	215,968	RÉSERVOIR 55	50
Collecteur Eucalyptus	665,452	SP 62	95
Collecteur Baraki	836,543	SP 52	95
		EL MERDJA 62	100
		CH-CAP BARAKI	2
Bordj El Kiffan - PR79	650,945	Benzerga – Dergana –Hamiz Aval	70
		BEK OUEST 2X10000 M3	20
Benzerga - Dergana - Hamiz aval	340,388	BASSIN CHABOU 2x2500 M3	100
		Benzerga – Dergana –Hamiz Aval	30
Bordj El Bahri - PR67	315,691	BORDJ EL BAHRI	65
El Marsa - Bordj El Bahri - PR68	137,663	BORDJ EL BAHRI	30
El Marsa - PR69	21,2098	BORDJ EL BAHRI	5

		EL MARSA	30
Tamenfoust	34,8155		
El Marsa Nord	16,3776	EL MARSA	35
Ain Taya - PR70	35,3796	EL MARSA	35
Ain Taya - PR71	249,185	SI EL HAOUES	90
		ENGLADE	40
Ain Taya - Surcouf - PR72	9,23852	SI EL HAOUES	5
Heuraoua	287,244	HARAOUA	95
Reghaia - Lac Reghaia	642,443	CHEBCHEB	100
		CE_CHEBCHEB	100
		REGHAIA VILLE	35
		AISSAT MUSTAPHA	100
		Z.I_OUEST	35
Collecteur Reghaia - PR75	111,769	REGHAIA VILLE	35
Collecteur Rouiba - PR77	261,702	REGHAIA VILLE	30
Rouiba - PR78	182,174	ROUIBA	90
		HAOUCH ROUIBA	5
ZI Rouiba - Oued El Biar	263,526	Z.I_OUEST	30
ZI Rouiba - Oued Boureah	410	Z.I_OUEST	35
Rouiba - Oued Boureah	343,797	ROUIBA	10
		HAOUCH ROUIBA	95
		BENCHOUBENE	40
Rouiba - Rive droite El Hamiz	204,247	BENCHOUBENE	60
Baccora - El Hamiz	273,265	EL HAMIZ 500 M3	90
Ain Taya petit rejet en mer	5,58519		
Zeralda - Oued Mazafran	18,5048		
Zeralda Kheloufi 1	6,2496		
Zeralda Kheloufi 2	47,7122	TAMPON SAHEL 1000 M3	3
Oued Sidi Menif	129,894	VSA ZERALDA 500 M3_SM	100
		TAMPON SAHEL 1000 M3	5
Collecteur Champs de Tir	96,1354	ZERALDA 3000 M3	50
		TAMPON SAHEL 1000 M3	3
Collecteur Oued Mahelma	132,288	ZERALDA 3000 M3	35

		TAMPON SAHEL 1000 M3	5
Zeralda - Azur Plage	29,6473	TAMPON SAHEL 1000 M3	3
Staoueli - PR3	71,2289		
Staoueli - PR4	14,4485		
Staoueli - PR5	33,6362		
Staoueli - PR6	209,209	STAOUELI 82.50	15
Staoueli - STEP Staoueli	119,244	STAOUELI 82.50	65
		OULED FAYET 3000 M3	5
Soudania, Rhamania, Mahelma - Barrage	264,115	SOUIDANIA 1000 et 500 M3	40
		OULED FAYET 3000 M3	5
BV périurbain vers oued Mazafran	902,257	CE SIDI ABED_500 M3	100
		BIRTOUTA 500 M3	95
		TASSALA EL MERDJA 2x500 M3	100
		HADJ YAKOUB 1000 M3	50
		DOUERA SPIK	100
		VSA PLATEAU 500 M3	100
Collecteur Dely Brahim	311,761	EL MOUDJAHIDINE 2x1500 M3	50
		CHERAGA 1000 M3	10
Ain Benian côtier 1 - PR7	30,2058	BELLE VUE 2x5000 M3	10
Ain Benian côtier 2 - PR9	10,4776	BELLE VUE 2x5000 M3	5
Ain Benian côtier 5	20,0594	BELLE VUE 2x5000 M3	10
Ain Benian Cotier 6	18,0367	BELLE VUE 2x5000 M3	10
Ain Benian Cotier 7	8,30622	BELLE VUE 2x5000 M ³	5
Ain Benian Cotier 8	8,68791	BELLE VUE 2x5000 M ³	5
Ain Benian - Collecteur Foret de Bainem	98,0142	FORET DE BAINEM 1500 M ³	80
Oued Foret de Bainem	48,3281	FORET DE BAINEM 1500 M ³	5
		BOLOGHINE	5
Collecteur Ain Benian avale	64,1204	BELLE VUE 2x5000 M ³	10
Oued Beni Messous	127,783	EL MOUDJAHIDINE 2x1500 M ³	45
Collecteur Beni Messous	1 370,64	EL MOUDJAHIDINE 2x1500 M ³	5
		TRIBU BOUZAREAH	80
		STAND ROSTOUMIA	25
		BENI MESSOUS	100

		BOIS DES CARS 5000 M ³	90
		CHERAGA 1000 M ³	100
Dely Brahim Sud-Ouest	70,8035	STAND ROSTOUMIA	5
		BOIS DES CARS 5000 M ³	5
BV périurbain vers oued El Harrach	4 179,12	SIDI MOUSSA 1000 M ³	100
		CH_CAP BARAKI	30
		BIRTOUTA 500 M ³	100
		CE_BHAIRIA_100 M ³	100
		CITERNE_M'HAMDIA 20 M ³	100
		CHAIBIA 25 M ³	100
		BOUHADJA 500 M ³	100
		BIRTOUTA 1000 M ³	100
		SIDI BOUKHNISS 1500 M ³	25
		SIDI SLIMANE 1500 M ³	80
		TAMPON DOUERA 500 M ³	100
		DOUERA 1000 M ³	80
		DOUERA 5000 M ³	90
		BABA HASSAN 1500 M ³	100
		SAOULA OUEST 1500 M ³	85
		DRARIA 1000 M3	100
		SAOULA VILLE 500 M ³	100
		HYDRA	25
		STAND ROUSTOUMIA	25
ZI Smar	414,576	RÉSERVOIR 72	10
		BEK OUEST 2X10000 M ³	5
Collecteurs oued Smar, Bab Ezzouar et ENERIC	2 460,72	BEK OUEST 2X10000 M ³	80
Ain Benian côtier 4	11,0847	BELLE VUE 2x5000 M ³	5
Ain Benian côtier 3 - PR10	39,007	BELLE VUE 2x5000 M ³	10
Staoueli Palm Beach - PR1	404,666	TAMPON SAHEL 1000 M ³	15
Ain Benian - Oued du stade	17,558		
Collecteur Ain Benian amont - PR DHW	149,568	BEK OUEST 2X10000 M ³	5

الخلاصة:

الجزائر تعاني من سوء خدمات المياه ، و تم إنشاء شركة سيال لتوفير الخدمة الجيدة ، والأولوية هو الحد من الخسائر في نظام التسريب ، وجزء كبير من هذه الخسائر في نهاية المطاف تنته في شبكة التطهير .
مهمتنا هي وضع منهجية لتحديد مصدر المياه الراكدة من جانب بإعطاء الأولوية لأحواض الدراسة، والمساهمة في خطوة للحد من الخسائر في شبكة مياه الشرب من خلال
كلمات البحث: المياه واضحة الطفيلية والتسرب والرشح، و شبكة التطهي .
الخروج.

Résume :

Alger à souffert d'un mauvais service de l'eau, la société SEAL a été créée pour en fournir un bon service, une de leurs priorités c'est la résorption des fuites dans le système d'alimentation ; une partie importante de ces pertes se trouvent finalement dans le réseau d'assainissement.

Notre travail consiste à la mise en place d'une méthodologie d'identification de l'origine des eaux claires permanentes par la priorisation des bassins à étudier, et l'apport dans la démarche de réduction des pertes sur les réseaux d'eau potable à travers des sorties sur terrains.

Mots clés : Eaux claires parasites, fuites, infiltration, assainissement.

Abstract:

Algiers with suffered from a bad service of water, company SEAL was creates to provide of it a good service, one their priorities it is the resorption of the escapes in the feeding system; an important part of these losses are finally in the network of cleansing.

Our work consists in with the installation of a methodology of identification of the origin of permanent clear water by the priorisation of the basins studying, and the contribution in the step of reduction of the losses on the drinking water networks through exits on grounds.

Key words: Parasitic clear water, escapes, infiltration, cleansing.