

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique



جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان –

Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en  
Hydraulique

Option : Eau, Sol et Aménagement

Thème

**Etude de la sécurisation de l'alimentation en eau  
potable du Groupement Urbain de Tlemcen.**

Présenté le : 05/10/2013 par :

**Mr. ALINEHARI Aissa.**

Devant le jury composé de :

**Mr. A. Benmanssour**

**Mr. B. Rouisset**

**Mr. A. Ghenim**

**Mr. M. Habi**

**Président**

**Examineur**

**Examineur**

**Encadreur**

Promotion : 2012/2013.

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents (Abdelkader et Amaria) que je les remercie  
énormément pour leurs sacrifices, leur soutien et leurs  
encouragements durant toutes ces années;*

*Que Dieu les garde pour moi.*

*Mes sœurs et mes frères*

*Mes grands-mères.*

*Mes oncles et mes tantes.*

*Toute la famille Alinehari.*

*Tous mes amis de promotion Hydraulique : Abdelhafid, Hamza,  
Djalal, Mohamed, Chokri, Monir, Yacine, Abdelatif, Sarah,  
Fatima.....*

*Tous mes amis spécialement : Mohamed, Mustapha, Samir,  
Hachemi, Kada, Miloud, Nabil, Wafae.....*

*Tous ceux qui me connaissent.*

*Alinehari Aissa*

# Remercîments

Louange et grâce à Dieu pour m'avoir accordé la patience et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Je souhaite, tout d'abord, remercier mon encadreur Monsieur HABI M. pour avoir rempli parfaitement ce rôle et pour les orientations précieuses dont il m'a fait part. Je ne serai le remercier assez pour son soutien et son suivi scientifique. Je lui dois beaucoup pour la confiance qu'il m'a témoignée et pour les encouragements et conseils qu'il m'a prodigué.

Je tiens aussi à remercier Mr Rouisset B. et Mr Ghenim A. Pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire en acceptant de l'examiner. Mes vifs remerciements vont à Mr Bemanssour A. pour m'avoir fait l'honneur de résider le jury de soutenance.

J'adresse mes remerciements à Messieurs BELABBAS M. et BOUAZA M. pour la mise à ma disposition des données sur le réseau d'AEP de la ville de Tlemcen.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Monsieur BOUKERCH, pour avoir mis à ma disposition toute l'information dont il disposait pour mener à terme ce travail.

Ma gratitude s'adresse également à mes parents pour leur soutien et leur encouragement et bien sur à tous mes amis et collègues et plus particulièrement Hafid pour le temps qu'il a consacré à m'aider.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail et il me serait impossible de citer tous, mais j'en suis sûr qu'ils s'y reconnaîtront dans ce remerciement.

## Résumé

---

Le but de notre travail est l'étude de la sécurisation de l'alimentation en eau potable du Groupement Urbain de Tlemcen (G.U.T). Il s'agit d'abord d'avoir une connaissance poussée et fine des points de production des eaux qui alimentent le Groupement Urbain d'un cote et de l'autre cote il faut bien connaitre le système et le mode de distribution des eaux aux abonnés, cela permet de proposer des variantes de sécurisation d'eau potable en cas de déficit d'un point de production ou d'une conduite d'adduction

Après avoir collecter les données sur terrain concernant les points de production et les différents modes de distribution qui nous a permet d'actualiser le schéma vertical d'alimentation en eau dans le GUT on a procède a une analyse critique de ce schéma en simulant des scenarios susceptible de perturber l'alimentation en eau dans le GUT puis on proposer a chaque scenario une solution pour pouvoir assurer l'alimentation en eau du GUT sans interruption.

**Mots clés :** la sécurisation- Groupement Urbain- points de production- points de distribution- schéma vertical

## SUMMARY

---

The purpose of our work is the study of the securing of drinking water supply of urban grouping of Tlemcen (G U T).the first is to have a depth of knowledge and fine points of production of the water that feed the urban grouping on one side and on the other side it must be familiar with the system and the mode of distribution of waters to the subscribers this all ours to propose variants of securing of drinking water in the case of a deficit of a Pointe of production or conduct.

After you collect the data on field concerning the point of production and the various mode of distribution which we has allows you to refresh the vertical diagram for water supply in the C.U.T in has conducted a critical analysis of this diagram by simulating scenarios that could disrupt the water supply in the G.U.T and then we propose has each scenario a solution to be able to ensure the water supply to G.U.T without interruption.

**Keywords:** securing- the urban grouping-points of production-points of distribution- the vertical diagram

## ملخص

إن الهدف من عملنا هو دراسة تأمين الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب في المناطق الحضرية لمدينة تلمسان وهذا يدفعنا إلى معرفة معمقة ودقيقة في ما يتعلق بمواقع إنتاج المياه التي تغذي مدينة تلمسان ومن ناحية أخرى يجب علينا معرفة نظام وطريقة توزيع المياه كي يمكننا اقتراح خيارات لتأمين مياه صالحة للشرب في حالة عجز إحدى نقاط الإنتاج .

بعد الانتهاء من جمع البيانات الميدانية التي تخص نقاط الإنتاج ومختلف أنماط التوزيع التي تتيح استكمال المخطط العمودي ، يتم الشروع في إجراء تحليل دقيق للمخطط وتقديم سيناريوهات التي قد تؤدي إلى تعطيل الإمدادات بالمياه في المجمع الحضري تلمسان ، ثم نقترح لكل سيناريو حل لتأمين الإمدادات بالمياه في المجمع الحضري تلمسان دون انقطاع .

**الكلمات المفتاحية:** تأمين- المجمع الحضري- نقاط الإنتاج- نقاط التوزيع- المخطط العمودي

# Table des matières

**DEDICACE**

**REMERCIEMENT**

**RESUME**

**TABLE DES MATIERES**

**LISTE DES FIGURES**

**LISTE DES TABLEAUX**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre I : La sécurisation de l'alimentation en eau potable.....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUCTION.....	5
2. PRESENTATION DU RESEAU D'AEP .....	6
3. BUT DE SECURISATION DE L'AEP .....	7
4. SECURISATION DE L'AEP .....	7
4.1. Maintenir une distribution d'eau population.....	7
4.2. Limiter la vulnérabilité des systèmes d'alimentation en eau potable.....	7
5. SECURISATION EN MATIERE D'EAU POTABLE.....	8
5.1. La qualité de l'eau d'alimentation.....	8
5.2. Les normes de qualité à respecter.....	9
5.2.1. Une valeur guide .....	9
5.2.2. Les limites de qualité.....	9
5.2.3. Les références de qualité .....	9
5.3. Les problèmes de l'eau.....	10
5.3.1. Aspects quantitatifs .....	10
5.3.2. Aspects qualitatifs .....	11
5.3.2.1. Pollution domestique.....	11
5.3.2.2. Pollution industrielle .....	11
5.3.2.3. Pollution agroalimentaire .....	11
5.3.3. Aspects financiers .....	11
5.4. Conséquences de la pollution de l'eau .....	12

6. L'IDENTIFICATION DES POINTS VULNERABLES DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....	12
6.1. La ressource et le captage.....	13
6.2. Le transport de l'eau brute (cas des aqueducs à L'air libre) .....	13
6.3. Les installations de traitement d'eau .....	14
6.3.1. La qualité des réactifs de traitement chimiques Utilisés .....	14
6.3.2. L'introduction lors des étapes de traitement de l'eau, de produits nuisibles .....	14
6.4. Les réservoirs de stockage et le réseau de distribution d'eau .....	14
6.4.1. La contamination des réservoirs.....	14
6.4.2. Les retours d'eau accidentels ou malveillants.....	14
6.4.3. La prise de contrôle du système informatique de télégestion .....	15
7. ETAPES DE CONSTRUCTION DU REFERENTIEL DE L'OBSERVATOIRE DE L'EAU .....	15
7.1. Un observatoire utile pour la réponse à un événement crise.....	15
7.1.1. Définition d'une crise et de la gestion de crise .....	15
7.1.2. Spécificité départementale des crises .....	16
7.1.3. Les crises affectant les services d'eau potable et d'assainissement .....	16
7.1.3.1. Origine des crises .....	16
7.1.3.2. Identification des crises relatives aux services AEP .....	16
7.1.3.3. Types de crises retenues .....	16
7.2. Un observatoire des politiques publiques de l'eau relatives aux services AEP pour l'avant et l'après crise .....	16
7.2.1. La prévention des crises .....	18
8. LA PROTECTION DES INSTALLATIONS CONTRE LE RISQUE D'ACTES MALVEILLANCE.....	19
8.1. La protection physique des installations .....	19
8.1.1. Mise en œuvre d'un périmètre de protection immédiate.....	19
8.1.2. Gestion adaptée des systèmes de ventilation des ouvrages.....	19
8.1.3. Mise en place de clôtures et de portails d'accès.....	19
8.2. La surveillance des installations.....	20
8.2.1. Surveillance visuelle par le voisinage .....	20
8.2.2. Surveillance par les systèmes de détection et de transmission d'alarme dans les installations où le personnel n'effectue des visites de maintenance qu'à certaines fréquences.....	20
8.3. Développement de technologies et d'outils analytiques .....	20

8. 3.1. Détection de contaminants en temps réel .....	20
8.3.2. Outils d'analyse adaptés .....	21
9. CONCLUSION .....	22
<b>Chapitre II : RESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>23</b>
1. Introduction.....	24
2.RESSOURCES EN EAU .....	24
3. présentation du groupement urbain de Tlemcen (GUT) .....	25
3.1. Situation géographique.....	25
3.1.1. Commune de Mansourah .....	25
3.1.2. Commune de Tlemcen .....	25
3.1.3. Commune de Chetouane .....	25
3.2. Situation démographique.....	26
3.3. Situation climatique.....	28
3.4. Situation hydrographique .....	28
3.5. Situation hydraulique .....	29
3.5.1. Les eaux superficielles .....	29
3.5.1.1. Description générale.....	29
3.5.1.2. Mobilisation de la ressource superficielle .....	31
3.5.2. Les eaux souterraines .....	32
3.5.2.1. Description générale.....	32
3.5.2.2. Mobilisation de la ressource souterraine .....	33
3.6. Le dessalement de l'eau de mer de la wilaya de Tlemcen .....	35
4. ALIMENTATION EN EAU POTABLE .....	36
4.1. Qualité des eaux alimentant le G.U.T .....	38
5. Conclusion.....	38
<b>Chapitre III : SCENARIOS DE SECURISATION.....</b>	<b>39</b>
1. INTRODUCTION.....	40
2. L'ETAT ACTUEL DU G.U.T .....	40
2.1. L'importance de schéma vertical .....	40
2.2. Nœud de Lalla Setti.....	42
2.3. Nœud de Mansourah .....	44
2.4. Nœud de Boudjmil (Tampon1et2) .....	45

2.5. Nœud de Pole Universitaire .....	46
2.6. Chetouane.....	47
2.6.1. Réservoir de la zone Industrielle.....	47
2.6.2. Réservoir de Chetouane 1, 2 et 3.....	48
2.5.3. Réservoir de HAUCHE EL WAAR 1 et 2 .....	49
2.5.4. Réservoir de Oudjlida 1et 2.....	50
2.5.5. Réservoir de Ain el Houtz.....	50
2.5.6. Réservoir de Kodia.....	51
2.5.7. Réservoir de MDIG SIDI AISSA.....	52
2.5.8. Réservoir de SAF SAF 2.....	53
3. LES SCENARIOS.....	54
3.1. L'état normal de distribution dans le G.U.T .....	54
3.2. Scenario 1 .....	55
3.2.1. Système de compensation .....	56
3.3. Scenario 2 .....	58
3.3.1. Système de compensation .....	59
3.4. Scenario 3.....	59
3.4.1. Système de compensation : .....	60
3.5. Scenario 4.....	62
3.5.1. Système de compensation .....	62
3.6. Scenario 5.....	62
3.6.1. Système de compensation .....	62
3.7. Scenario 6.....	62
3.8. Scenario 7.....	63
3.9. Scenario 8.....	63
4. Autre proposition de scénario .....	63
5. CONCLUSION .....	65
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>69</b>

# Liste des figures

Figure 1-1 : schéma générale d'alimentation en eau potable .....	6
Figure 2-1 : Répartition des habitants par commune en 2012.....	27
Figure 2-2 : Evolution de la population. ....	27
Figure 2-3 : Volume produit par année par les eaux superficielles.....	30
Figure 2-4 : Affectation des eaux des trois barrages avant dessalement.....	31
Figure 2-5 : Les volumes annuels produits par les eaux souterraines .....	34
Figure 2-6 : Les productions totales des eaux superficielles et souterraines. ....	34
Figure 2-7 : Schéma des grandes adductions du GUT avant dessalement.....	37
Figure 3-1 : Schéma vertical d'adduction en eau potable du G.U.T.....	41
Figure 3-2 : Les points de production de nœud Lalla Setti. ....	43
Figure 3-3 : Les points de production de nœud Mansourah.....	44
Figure 3-4 : Les points de production de nœud Boudjmil.....	45
Figure 3-5 : Les points de production de nœud Pole universitaire.....	46
Figure 3-6 : Les points de production de Réservoir la Zone Industrielle.....	47
Figure 3-7 : Les points de production de Réservoir Chetouane.....	48
Figure 3-8 : Les points de production de Réservoir Haouche El Waar 1 et 2.....	49
Figure 3-9 : Les points de production de Réservoir Oudjlida 1 et 2. ....	50
Figure 3-10 : Les points de production de Réservoir Ain et Houtz. ....	50
Figure 3-11 : Les points de production de Réservoir Kodia. ....	51
Figure 3-12 : Les points de production de Réservoir Mdig Sidi Aissa.....	52
Figure 3-13 : Les points de production de Réservoir Saf Saf. ....	53
Figure 3-14 : la production totale des eaux alimentant le G.U.T. ....	55
Figure 3-15 : schéma de scénario 1.....	57
Figure 3-16 : schéma représentant la défaillance du Barrage Meffrouche (NP1).....	58
Figure 3-17 : schéma représentant la défaillance de la chaine BC1 (NP3).....	60
Figure 3-18 : schéma de scénario 3.....	61
Figure 3-19 : schéma d'autre proposition de sécurisation.....	64

# Liste des tableaux

Tableau 1-1 : quelques exemples de limites de qualité à ne pas dépasser sur les eaux distribuées.....	10
Tableau 1-2 : quelques exemples de référence de qualité à ne pas dépasser sur les eaux distribuées.....	10
Tableau 1-3 : Les crises affectant les services d'eau potable et assainissement .....	17
Tableau 2-1 : Evolution de la population de GUT (2012-2040). .....	26
Tableau 2-2 : la répartition de la population dans le GUT.....	28
Tableau 2-3 : les barrages exploitables par la zone d'étude.....	30
Tableau 2-4 : production des forages au niveau du GUT en 2012.....	33
Tableau 2-5 : caractéristique des stations de Honaine et Souk Tlata et les zones desservie par chacune d'elles. ....	36

# Liste des photos

Photo 3-1 : La conduite d'adduction de diamètre 800 mm .....	56
Photo 3-2 : La photo représentant la zone après la rupture de la conduite.....	56

# Nomenclature

AEP : Alimentation en Eau Potable.

GUT : Groupement urbain de Tlemcen.

ND : Nœud de distribution.

NP : Nœud de production.

INSP : Institut National de Santé Publique.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

DJT : Dose Journalière Tolérable.

UDI : Unité de Distribution d'eau.

STEP : Station d'épuration.

DPAT : Direction de la planification et de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen.

BBO : Adduction Béni Bahdel Oran.

BC : Brise charge.

SDEM : Station de dessalement d'eau de mer

SP : Station de Pompage.

l/s : Litre par seconde.

m<sup>3</sup>/j : Mètre cube par jour.

# Introduction Générale

# Introduction générale

L'eau est depuis la création de l'univers la matière essentielle de la vie sur terre, lorsqu'on parle de l'eau on pense à la vie et en aucun cas ne sera la vie sans l'existence de l'eau, ce qui est apparent que l'eau est inépuisable d'un point de vue que l'eau représente la 3/4 de notre planète, tandis qu'en réalité le taux de l'eau douce appropriée à l'homme est très faible et a une forte tendance à se réduire en considérant la croissance démographique et la pollution.

Depuis leurs origines, les êtres humains ont été très sensibles à la quantité et la qualité de l'eau, c'est l'un des besoins les plus fondamentaux de notre physiologie.

La population augmente rapidement et les besoins en eau domestiques, industrielles et agricoles sont de plus en plus élevés avec le temps. Certes, la mobilisation de la ressource en eau n'a jamais cessé de progresser, mais cette croissance est insuffisante et inférieure à celle de la demande, entraînant un écart entre le volume demandé et le volume offert par les services de l'eau.

Ainsi, compte tenu de l'importance que revêt cette ville, il s'avère nécessaire de mener une bonne étude allant dans le sens de la gestion et l'optimisation de l'eau qui devenue une denrée de plus en plus rare.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude qui est l'étude de sécurisation de l'alimentation en eau potable du Groupement Urbain de Tlemcen.

Notre mémoire est organisé en trois chapitres:

Le premier chapitre contient une revue bibliographique sur la sécurisation de l'alimentation en eau potable des agglomérations.

Le deuxième chapitre fait l'objet d'une étude géographique climatique de notre zone d'étude, une évaluation des différentes ressources alimentant le G.U.T a été aussi introduit dans ce chapitre.

Le chapitre trois comporte deux parties, la première décrit l'état actuel du système de distribution de l'eau dans le G.U.T, et la deuxième partie traite les différents scénarios de sécurisation de l'alimentation en eau du G.U.T avec des solutions.

Le mémoire se termine par une conclusion générale.

Chapitre I :

La sécurisation de  
l'alimentation en eau  
potable

### 1. INTRODUCTION

A la suite des sécheresses graves et prolongées, les ressources en eau ont fortement diminué ces vingt dernières années. La demande en eau augmente rapidement du fait de l'accroissement de la population, de l'urbanisation, de l'industrialisation et des besoins pour l'irrigation. Les ressources en eau disponibles sont fortement polluées par les rejets d'eaux usées urbaine et industrielle et par les nitrates en provenance des engrais agricoles.

Malgré ces données inquiétantes, on continue à un gaspillage et à une utilisation irrationnelle d'une eau mobilisée pourtant à grands frais. Le traitement des eaux potables n'est pas toujours assuré de façon satisfaisante, ce qui fait que de temps à autre des épidémies se déclarent (choléra et maladies transmissibles par voie hydrique).

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé selon l'organisation mondiale de la santé. C'est une eau exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces micro-organismes sont grands. Ses caractéristiques de potabilité répondent à des normes établis soit au niveau national, ou international.

Son accessibilité est variable d'une région à l'autre du fait des phénomènes climatiques, géographiques, socioculturels et économiques. Ce qui peut amener les populations à utiliser des eaux de qualité douteuse. D'où l'intérêt d'une surveillance et d'un contrôle codifié et rigoureux de la qualité de l'eau de consommation depuis la source d'approvisionnement, quel qu'en soit le type, au consommateur.

L'analyse des supports de surveillance de la qualité de l'eau qui parviennent à l'institut National de Santé Publique (INSP) est de fournir une information sur la qualité de l'eau que consomme le citoyen. Ces supports reflètent les activités de surveillance et de contrôle de l'eau potable par les professionnels de la santé détachés auprès des collectivités locales.

## 2. PRESENTATION DU RESEAU D'AEP

Les systèmes de distribution d'eau appartiennent, au même titre que les autres réseaux technique, a un environnement urbain dans le quelle ils agissent avec les autre réseaux.

L'exploitant d'un réseau d'AEP se trouve généralement confronté à la difficulté de connaitre avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (les multiples tranches de travaux réalisée selon des techniques différentes et sur plusieurs années) de son étendue et des difficultés d'accès.

La gestion des réseaux d'AEP vise principalement à :

- la bonne gestion du patrimoine de la collectivité ;
- la qualité du service rendu à l'utilisateur ;
- la réalisation des travaux d'entretien et d'extension, y compris la modélisation des données et les calculs techniques [1].

Le système d'AEP comporte plusieurs élément du point de captage à la station de traitement puis au réservoir de stockage en passant par les conduite de transport jusqu'au consommateur enfin station d'épuration et le rejet ver le milieu naturelle.

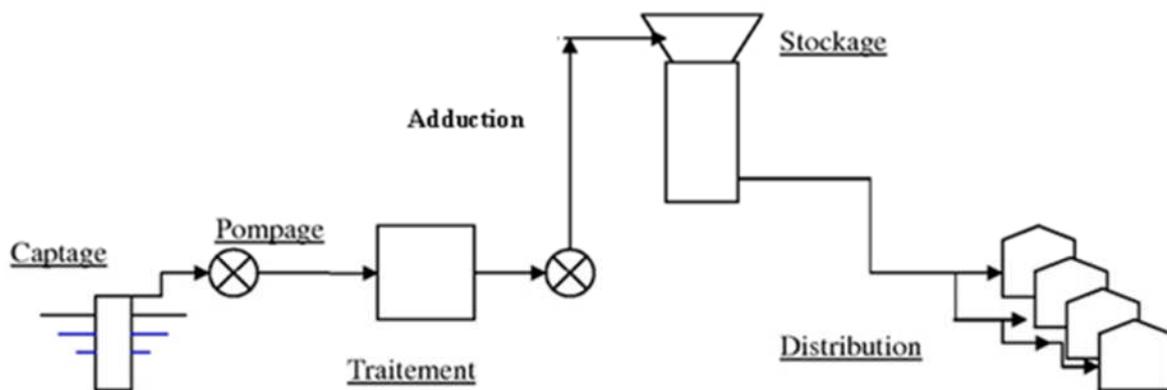


Figure 1-1: schéma générale d'alimentation en eau potable [2].

### 3. BUT DE SECURISATION DE L'AEP

La sécurité de l'alimentation en eau potable vise à en assurer la disponibilité, tant en volume qu'en qualité. Toute collectivité et tout exploitant sont tenus de prévoir les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population, notamment en matière d'alimentation en eau potable. Le code de la santé publique précise également que des dispositifs d'évaluation de la vulnérabilité des installations doivent être mis en place. Ces dispositifs sont destinés à prévenir :

- des ruptures d'alimentation en eau potable (ruptures de canalisations, sécheresse, difficultés techniques : pannes de pompes, pannes électriques,...) ;
- des pollutions ponctuelles et/ou accidentelles, des défaillances ponctuelles d'installations de production, de traitement ou de distribution ;
- des effractions sur les installations de production ou de stockage de l'eau [3].

### 4. SECURISATION DE L'AEP

La sécurisation de l'alimentation de l'eau potable repose sur 2 aspects :

#### 4.1. Maintenir une distribution d'eau population

L'objectif est de garantir l'approvisionnement continu en eau potable pour toute la population en s'assurant que les ressources sont suffisantes pour satisfaire aux besoins, y compris pendant les pointes de consommation, les périodes sèches ou en cas d'indisponibilité d'une ressource principale. Les schémas départementaux d'alimentation en eau potable et intercommunalité sont des outils qui peuvent faciliter cet enjeu (interconnexions, création de forages,...).

#### 4.2. Limiter la vulnérabilité des systèmes d'alimentation en eau potable

Notamment vis-à-vis des actes de malveillance tant au niveau des ressources (captages), que des stations de traitement, des unités de stockage (châteaux d'eau, réservoirs,...) ou du réseau de distribution. Les responsables publics et privés doivent identifier les risques que présentent les installations, bâtir et mettre en œuvre un plan de réduction de ces derniers.

Ce plan de réduction contient un volet sur la protection physique des installations (périmètre de protection immédiate, clôture, portails d'accès sécurisés,...) et un volet sur la surveillance des installations (surveillance visuelle par le voisinage, par des organismes tiers,

par l'exploitant ou par des systèmes de télésurveillance,...). Il faut également tenir compte de la vulnérabilité naturelle des ressources (pollution du milieu, localisation de l'installation,...) et prévoir des mesures pour pallier cette vulnérabilité comme la mise en place de périmètres de protection de captages [3].

### **5. SECURISATION EN MATIERE D'EAU POTABLE**

Lorsqu'accidentellement le système d'alimentation en eau potable cesse de fonctionner, la collectivité passe d'une situation satisfaisante à une situation de pénurie.

La sécurité du service public d'eau potable est de la responsabilité de la collectivité, maître d'ouvrage, et du gestionnaire à qui elle a pu confier l'exploitation du réseau. Cela suppose à la fois un état d'esprit permanent de vigilance et la mise en place de dispositifs préventifs permettant la protection des installations, la détection des contaminations et la mise en œuvre de solutions de secours. Ces solutions de secours ne doivent pas être improvisées pendant la crise, elles doivent effectivement avoir été prévues de façon à pouvoir être activées rapidement. La sécurité totale n'existant pas, le meilleur moyen de réagir face à un accident / incident est donc de s'y préparer à l'avance [4].

#### **5.1. La qualité de l'eau d'alimentation**

La qualité de l'eau d'alimentation doit impérativement être conforme aux normes de potabilité, Principalement aux niveaux bactériologiques et physico-chimiques. Il s'agit bien d'une exigence qualitative et non d'un objectif vers lequel on tendrait. Dans le cas d'un non conformité, cela signifierait donc que l'eau d'alimentation n'est pas potable.

Les normes de potabilité ont pour but d'éviter tout risque sanitaire. Maintenant pour que l'eau soit entièrement pour celles et ceux qui sont malades, souffrent de problème rénal, de décalcification, ainsi pour que les personnes âgées, alors l'eau devrait posséder les caractéristique d'une pure, qui est bénéfique pour la santé de tout la famille, y compris pour une femme enceinte, pour la préparation du biberon d'un nourrisson, d'une plus haute qualité que celle de l'eau potable.

### **5.2. Les normes de qualité à respecter**

Il existe trois niveaux exigence de qualité (normes de qualité) :

- les valeurs guides, que l'on ne doit pas dépasser, et précisées par l'O.M.S ;
- les limites de qualité de l'eau au robinet ;
- les références de qualité, qui sont liées au fonctionnement de la station de traitement de l'eau.

#### ***5.2.1. Une valeur guide***

Est une estimation de la concentration d'une substance dans l'eau de boisson qui ne présente aucun risque pour la santé d'une personne qui consommerait cette eau toute sa vie.

Les valeurs guides sont calculées pour chaque substance. Leur majorité comporte une large marge de sécurité qui est jugée suffisante pour tenir compte des interactions potentielles avec les autres substances présentes dans l'eau. La valeur guide est calculée pour le groupe de population le plus sensible, et est ainsi fonction de la Dose Journalière Tolérable (D.J.T.), du poids corporel, de la D.J.T. attribuée à l'eau et de la consommation journalière.

La D.J.T. est une notion importante : il s'agit de la quantité de substance présente dans les aliments ou l'eau de boisson, exprimée en fonction du poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement toute une vie (70 ans) sans risque appréciable pour la santé.

#### ***5.2.2. Les limites de qualité***

Portent sur des paramètres qui peuvent porter atteinte à la santé, par des effets immédiats ou à plus ou moins long terme.

#### ***5.2.3. Les références de qualité***

Concernent les substances sans incidence directe sur la santé, aux teneurs habituellement observées dans l'eau, mais qui peuvent mettre en évidence une présence importante d'un autre paramètre. Elles peuvent concerner également les paramètres organoleptiques (goût, odeur, couleur) [5].

**Tableau 1-1 :** quelques exemples de limites de qualité à ne pas dépasser sur les eaux distribuées [5].

Paramètres	Limites De Qualité	Unité
PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES		
Escherichia Coli (E. Coli)	0	/100 ml
PARAMETRES CHIMIQUES		
Fluorures	1,50	mg/L
Nitrates	50	mg/L
Pesticides (par substance)	0,10	µg/L
Pesticides (total)	0,5	µg/L
Plomb	10	µg/L

**Tableau 1-2 :** quelques exemples de référence de qualité à ne pas dépasser sur les eaux distribuées [5].

Paramètres	Limite de qualité	Unité
Paramètres microbiologiques		
Bactéries coliformes	0	/100 mL
Paramètres chimiques et organoleptiques		
Chlore libre et total	Absence d'odeur ou de saveur désagréable et pas de changement anormal	
Couleur, odeur, saveur	Acceptable par consommateur et aucun changement anormal	
Fer total	200	µg/L
Température	25	°C
Equilibre calcocarbonique	Les eaux doivent être à l'équilibre ou légèrement incrustantes (eau plutôt entartrantes qu'agressives)	
Paramètres indicateurs de radioactivité		
Tritium	100	Bq/L

### 5.3. Les problèmes de l'eau

Les ressources en eau, utilisées pour nos divers besoins, proviennent des eaux dites de surface (ruissellement des eaux de pluie, écoulement des cours d'eau) que l'on peut en partie stocker dans des barrages et retenues de diverses tailles, et des eaux souterraines accumulées par les nappes aquifères, alimentées également par l'infiltration d'une partie des eaux de pluie [6].

#### 5.3.1. Aspects quantitatifs

L'utilisation de l'eau concerne essentiellement l'alimentation en eau potable et industrielle et l'irrigation.

### **5.3.2. Aspects qualitatifs**

La pollution des eaux se manifeste sous différentes formes :

#### **5.3.2.1. Pollution domestique**

Provient des habitations, et généralement, véhiculées par les réseaux d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. Elles se composent des eaux de vannes d'évacuation des toilettes et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et des salles de bain. Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

#### **5.3.2.2. Pollution industrielle**

Provient des usines et est caractérisée par une grande diversité selon l'utilisation de l'eau, les produits qui génèrent cette forme de pollution sont des matières organiques et graisses (industrie agroalimentaire, rejets d'abattoirs), des hydrocarbures, des métaux (traitement de surface, métallurgie), des acides, des bases, des produits chimiques divers (industrie chimique, tanneries), matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) et eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques).

#### **5.3.2.3. Pollution agroalimentaire**

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle se caractérise par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) qui proviennent des engrais qui sont particulièrement riches en azote dont l'excès peut passer dans les eaux souterraines et les eaux de surface et des purins et lisiers (élevages) ainsi que la présence de produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...). Parmi les produits qui génèrent, également, cette forme de pollution figure les matières organiques et graisses (industrie agroalimentaire, rejets d'abattoirs) [6].

### **5.3.3. Aspects financiers**

Le manque de moyens financiers s'explique par le fait qu'il est plus aisé d'obtenir des crédits pour la réalisation de stations d'épuration, mais pas pour leur fonctionnement et leur maintenance. Les frais de gestion sont supposés être à la charge de l'utilisateur qui est le pollueur mais le tarif de l'eau n'en tient pas compte. Les collectivités locales ne disposent toujours pas de moyens financiers pour assurer la gestion des systèmes d'épuration ou des infrastructures

d'assainissement en général. Cette situation se répercute gravement sur l'environnement et notamment sur la qualité des eaux superficielles [6].

### **5.4. Conséquences de la pollution de l'eau**

Au cours des dernières années, nous assistons à une progression préoccupante de ces maladies sous forme d'épidémies n'épargnant aucune région du pays.

Parmi ces maladies, citons celles à transmission hydrique qui sont le résultat de manifestations pathologiques d'origine bactérienne, parasitaire ou virale. Ces maladies représentent la première cause de morbidité parmi les maladies à déclaration obligatoire.

La fièvre typhoïde, infection la plus courante, représente à elle seule entre 44 % et 47% du total des déclarations des maladies à transmission hydrique. Le choléra sévit à l'état endémique avec des poussées épidémiques tous les quatre ans environ. Chaque année, les maladies diarrhéiques dues à la contamination de l'eau tuent environ 2000 enfants. Ces décès pourraient être évités, si toute la population avait accès à des services adéquats d'approvisionnement en eau et assainissement [6].

## **6. L'IDENTIFICATION DES POINTS VULNERABLES DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

L'étude de vulnérabilité porte sur l'ensemble des installations et tous les ouvrages du système d'alimentation en eau potable de la ressource jusqu'au robinet de l'utilisateur, ils doivent être identifiés et recensés pour chaque unité de distribution d'eau (UDI), ils comprennent [7]:

- la ressource et le captage;
- le transport de l'eau brute (notamment les aqueducs à l'air libre);
- les stations de traitement d'eau;
- les réservoirs de stockage et le réseau de distribution d'eau.

### 6.1. La ressource et le captage

La vulnérabilité d'un point de captage est définie comme «un ensemble de caractères qui déterminent la plus ou moins grande facilité d'accès à un réservoir aquifère et de propagation dans celui-ci d'une substance Considérée comme indésirable ».

En règle générale, les micro-organismes (bactéries, virus, parasites) sont précocement retenus dans le sol avant d'atteindre l'aquifère souterrain sauf dans le cas de terrains karstiques aux capacités de filtration très Inférieures aux autres ressources souterraines. En effet, dans ces derniers massifs calcaires, les fissures ouvertes qu'ils contiennent servent de conduits souterrains où la vitesse de circulation de l'eau est forte et la capacité de filtration parfois faible. Pour leur part, les polluants chimiques (exemple des toxines) sont dégradés par des processus chimiques d'oxydation et retenus au cours de leur transfert dans le sol.

La vulnérabilité de ce type de ressource souterraine se mesure donc à la nature et à l'épaisseur de sol capable de retenir les contaminants avant d'atteindre la nappe. La vulnérabilité d'une eau superficielle est plus forte que celle d'une eau d'origine souterraine et la protection des points de prélèvements d'eau plus délicate à assurer (s'agissant en particulier des périmètres de protection immédiate du captage).

La structure des ouvrages de captage est un indicateur de leur vulnérabilité. Les ouvrages peuvent être classés selon un ordre croissant de vulnérabilité comme suit:

- les forages de plus faible diamètre qui présentent une cimentation annulaire les protégeant de tout déversement volontaire;
- les puits de diamètre assez important mais peu profonds dont la paroi est partiellement bétonnée disposant d'une margelle plus ou moins efficace;
- Les sources plus ou moins aménagées sans protection particulière.

### 6.2. Le transport de l'eau brute (cas des aqueducs à L'air libre)

Les systèmes d'alimentation en eau de surface, prélevée en un point et transférée sur une grande distance (parfois de plusieurs kilomètres), notamment par aqueduc à ciel ouvert, présentent une vulnérabilité importante due à l'impossibilité d'assurer une protection physique sur l'ensemble du parcours de l'eau.

### **6.3. Les installations de traitement d'eau**

Le processus de traitement de l'eau représente un maillon vulnérable du système d'alimentation en eau essentiellement sur les points suivants:

#### ***6.3.1. La qualité des réactifs de traitement chimiques Utilisés***

Ces réactifs peuvent contenir des impuretés nuisibles à la santé du consommateur et faire l'objet d'une contamination biologique. Il convient donc de les contrôler dès leurs réceptions. Certains exploitants ont déjà mis en place des moyens et procédures de contrôle adaptés; ce qui nécessitent une compétence particulière. Il convient de connaître toujours parfaitement le fournisseur et l'origine du produit de traitement employé.

#### ***6.3.2. L'introduction lors des étapes de traitement de l'eau, de produits nuisibles***

Dans des ouvrages accessibles, une intrusion malveillante permet en particulier l'accès à des ouvrages non protégés, tels que par exemple les décanteurs à ciel ouvert qui constituent un moyen potentiel d'introduction d'un produit nocif dans le cours du processus de traitement de l'eau

### **6.4. Les réservoirs de stockage et le réseau de distribution d'eau**

La distribution de l'eau potable est certainement le point le plus vulnérable du système d'alimentation en eau. Les risques identifiés comme les plus dangereux concernent:

#### ***6.4.1. La contamination des réservoirs***

La vulnérabilité de l'ouvrage de stockage (réservoir, château d'eau) varie avec la nature de l'ouvrage (enterré, semi enterré, aérien). L'eau est stockée à surface libre ce qui la rend plus vulnérable.

#### ***6.4.2. Les retours d'eau accidentels ou malveillants***

Si la plupart des retours d'eau souillée dans le réseau d'eau potable sont accidentels, des contaminations volontaires pourront être provoquées en créant une surpression sur un réseau privé ouvrant ainsi la porte au refoulement d'un fluide contaminé d'un réseau « privé » vers le réseau « Public ». Certains branchements peuvent être munis de protection anti-retour, (type clapet anti-retour ou dis connecteur).

### ***6.4.3. La prise de contrôle du système informatique de télégestion***

A partir du moment où ces systèmes peuvent être atteints de l'extérieur en utilisant le réseau Internet, il existe une vulnérabilité potentielle, pour laquelle il convient d'être vigilant en mettant en place les consignes et actions de prévention spécifiques. L'intégrité physique des centres de télégestion doit par ailleurs être garantie. Des procédures de sauvegarde des données de gestion doivent être mises en place et rigoureusement respectées [7].

## **7. ETAPES DE CONSTRUCTION DU REFERENTIEL DE L'OBSERVATOIRE DE L'EAU**

### **7.1. Un observatoire utile pour la réponse à un événement crise**

#### ***7.1.1. Définition d'une crise et de la gestion de crise***

Le terme de crise est d'autant plus vague qu'il est devenu d'usage courant, au point de se vider de son sens. Nous retiendrons pour cette étude ciblée sur les services AEP qu'il s'agit d'une période de perte de maîtrise, durant laquelle les mécanismes habituels de décision sont affectés. Et insuffisants : le système ne répond plus et l'information disponible est limitée, alors même que la situation demande justement de réagir et de décider plus rapidement. Cette définition englobe donc deux grands types de crise affectant les services AEP [8] :

- Les crises de considération administrative, ayant un statut officialisé par la mise en place d'une cellule de crise ;
- Les crises à l'échelle d'un service, correspondant à une situation critique se répercutant sur un territoire limité et gérée par le gestionnaire du service ou la collectivité.

La gestion de crise est l'ensemble des modes d'organisation, des techniques et des moyens qui permettent de faire face à la survenue d'une crise mais également de l'anticiper et d'en tirer des enseignements. Elle intervient donc pendant mais également avant et après une crise.

Certaines crises sont récurrentes donc relativement contrôlées, d'autres sont prévisibles et peuvent alors être préparées à minima, et d'autres encore sont accidentelles

donc bien plus déroutantes et perturbatrices. Le degré de gravité d'une crise dépendra de l'étendue des dommages résultants et de sa nouveauté ou de sa fréquence.

### ***7.1.2. Spécificité départementale des crises***

Les différents départements ne sont pas sujets aux mêmes crises que ce soit en termes de diversité de crise et d'importance relative de ces crises. Plusieurs caractéristiques conditionneront cette spécificité départementale de crise, mais on peut citer par exemple : le climat, la nature des ressources utilisées majoritairement, la sensibilité de ses ressources, le mode d'organisation des services 'le plus répandu, les activités humaines principales du département.

En fonction de leur spécificité, il appartient à chaque département de hiérarchiser les actions et politiques à entreprendre concernant notamment la gestion de crise pour déterminer les données prioritaires de son observatoire [8].

### ***7.1.3. Les crises affectant les services d'eau potable et d'assainissement***

#### ***7.1.3.1. Origine des crises***

Les risques pesant sur l'eau potable et l'assainissement :

Les crises affectant les services AEP sont le résultat de la concrétisation de risques, naturels ou anthropiques, qui peuvent toucher les services à différents niveaux.

#### ***7.1.3.2. Identification des crises relatives aux services AEP***

Une fois leurs origines déterminées, les crises résultantes peuvent être listées. Une première réflexion sur les actions à entreprendre en réaction aux crises étudiées fait rapidement apparaître des relations de cause à effet entre certaines de ces crises. Par exemple, une rupture de canalisation d'eau potable peut causer un manque d'eau pour une collectivité.

L'ébauche de logigramme ainsi obtenue a ensuite été confrontée aux dires d'acteurs, recueillis lors des entretiens et relatifs à leur perception des crises identifiées. Ainsi, trois types de crise ont été déclassés et se retrouvent, pour deux d'entre eux, dans les incidents potentiellement provocateurs de crise.

C'est le cas des problèmes électriques qui touchent les ouvrages AEP dégradent leur fonctionnement. Compte tenu des sécurités installées à la construction de tels ouvrages, les exploitants eux-mêmes considèrent que le risque de panne ou dysfonctionnement électrique

est très faible et que la crise à gérer, le cas échéant, serait alors d'assurer la continuité du service aux usagers, le problème électrique n'étant alors que l'origine de la crise.

Concernant les problèmes techniques sur les STEP, qui induisent un rejet de la pollution vers le milieu récepteur, ils ne sont pas en soi considérés comme une crise lorsqu'ils menacent la qualité du milieu naturel, mais ils deviennent source de crise si ce milieu correspond à une ressource en eau potable

Quant aux difficultés d'accès à un ouvrage par dégradation ou inondation de la voie d'accès, gênant la réalisation des opérations par les techniciens ou le réapprovisionnement en réactifs de traitement, elles ne constituent pas, pour les exploitants, ni une crise ni un risque.

En effet, si le manque d'accès s'avère problématique, alors il peut toujours être résolu par la mobilisation d'engins de chantiers ou de bateaux.

### 7.1.3.3. Types de crises retenues

Au final, il reste trois grandes catégories de crise affectant les services AEP, chacune regroupant plusieurs événements "crise" qui parfois s'articulent dans une relation de cause à effet:

**Tableau 1-3** : Les crises affectant les services d'eau potable et assainissement [8].

Crise	Evénement "crise"
Pollution d'une ressource AEP en amont ou interne du réseau	Rupture de canalisation d'eaux usées Pollution de ressource AEP en amont d'un captage Contamination d'un réseau AEP Inondation d'ouvrages AEP
Manque quantitatif d'eau potable par déficit de la ressource ou défaillance du réseau	Rupture de canalisation AEP Manque d'eau par anomalie dans la production ou distribution d'eau potable Manque d'eau par défaillance de la ressource
Pollution de l'environnement	Pollution en agglomération Pollution d'un site de baignade

### **7.2. Un observatoire des politiques publiques de l'eau relatives aux services AEP pour l'avant et l'après crise**

#### **7.2.1. La prévention des crises**

La préparation à une crise requiert de connaître autant que possible les conséquences de situations graves par l'étude de crises survenues ici ou ailleurs, d'identifier les points faibles des services, de disposer à l'avance des informations et outils utiles à la gestion de crise, d'être en mesure de lancer au plus vite les mesures de réaction nécessaires et de disposer d'un personnel entraîné connaissant sa place et ses attributions en cas de crise grâce à l'organisation d'exercice de simulation de crise.

Le terme de politique dans cette étude renvoie aux politiques publiques de l'eau directement ou indirectement liées aux services AEP .Cela comprend non seulement les stratégies définies pour l'organisation, le fonctionnement, le maintien et le développement des services AEP mais également les orientations choisies qui concernent les ressources en eau et les milieux naturels, dès lors qu'ils sont l'amont ou l'exutoire de ces services.

Ces politiques publiques de l'eau sont envisagées ici comme moyen de prévention et d'anticipation des crises. Elles ont été identifiées suite au travail de réflexion sur les crises et leurs conséquences et font, elles aussi, l'objet de logogrammes qui présentent les étapes et données clés de leur application. Cette étude présente 6 politiques publiques de l'eau anticipatrices de crise des services AEP suivantes :

- Qualité de la ressource AEP ;
- Sécurisation de la ressource AEP par diversification ;
- Gestion quantitative de la ressource AEP ;
- Gestion patrimoniale des réseaux et ouvrages AEP ;
- Renforcement du service AEP ;
- Performance de l'assainissement.

Ces différentes politiques publiques de l'eau peuvent être menées indépendamment les unes des autres mais les logogrammes reflètent bien comment elles s'influencent et se complètent. L'alimentation alternative en eau a été développée en tant que fiche scénario avec les politiques publiques parce qu'elle présuppose l'étude préalable par chaque service des solutions applicables à un territoire donné [8].

## **8. LA PROTECTION DES INSTALLATIONS CONTRE LE RISQUE D'ACTES MALVEILLANCE**

### **8.1. La protection physique des installations**

Protéger les cibles, des actes de malveillance (ouvrages, installations, etc.), rendre leur accès plus difficile sont autant d'objectifs à poursuivre pour rendre plus ardu l'effort d'une personne malveillante potentielle et éviter que cette dernière n'introduise une substance dangereuse dans l'eau. Les principaux moyens à mettre en œuvre pour ce faire sont rappelés ci-après:

#### ***8.1.1. Mise en œuvre d'un périmètre de protection immédiate***

Il permet de protéger la ressource et l'ouvrage de prélèvement contre la malveillance (violation de l'accès, dégradation des lieux).

Dans le cas d'un prélèvement en eau de rivière, il est impossible d'empêcher le déversement d'agents biologiques en amont de la prise d'eau, dans une zone qui n'appartient pas au périmètre de protection immédiate. Il est au même titre difficilement concevable de protéger et de contrôler l'accès aux berges sur toute la longueur d'un cours d'eau. De même cet accès aux berges, via la navigation rend vulnérable le point de prélèvement.

Comme indiqué auparavant, une prise d'eau superficielle est donc plus vulnérable qu'un captage d'eau souterraine, souvent protégé par un ouvrage de génie civil et dont le périmètre de protection immédiat peut être protégé par la mise en place d'une clôture par exemple. Un ouvrage de stockage d'eau peut être protégé par le même type de périmètre de protection que celui mis en œuvre pour un captage d'eau Souterraine [7].

#### ***8.1.2. Gestion adaptée des systèmes de ventilation des ouvrages***

Un trop grand nombre de points de ventilation augmente la vulnérabilité de l'installation. Il convient de veiller à la protection des grilles de ventilation des installations : emplacement, nombre, caractéristiques.

#### ***8.1.3. Mise en place de clôtures et de portails d'accès***

La spécificité structurelle des ouvrages de captage, stockage, traitement et distribution justifie l'intérêt d'une analyse détaillée des modalités de la protection physique des

installations afin de bien cerner les points sensibles et mener des plans d'actions de prévention en fonction des risques recensés.

### **8.2. La surveillance des installations**

Pour augmenter les difficultés pour une personne malveillante, il est recommandé de mettre en œuvre des systèmes de surveillance et de contrôle, de différents types:

#### ***8.2.1. Surveillance visuelle par le voisinage***

Lorsque les installations se situent à proximité de zones habitées, il est utile de lier connaissance avec le voisinage, de lui présenter les installations et d'initier ce dernier à un réflexe de veille et de réactivité face à l'observation d'éléments anormaux.

#### ***8.2.2. Surveillance par les systèmes de détection et de transmission d'alarme dans les installations où le personnel n'effectue des visites de maintenance qu'à certaines fréquences***

Ce type de surveillance par transfert d'alarme concerne un grand nombre d'installations. Il convient de rechercher des solutions simples et économiquement raisonnables adaptées à la complexité des services de production et de distribution concernés [7].

### **8.3. Développement de technologies et d'outils analytiques**

En complément aux précédentes directives, des outils analytiques adaptés doivent être développés pour mieux guider les gestionnaires de services d'eau potable dans la mise en œuvre de stratégies de sécurité adéquates. À ce titre, de nombreux travaux de recherche se sont intéressés à la question de la détection des contaminants introduits en réseaux d'eau potable [9].

#### ***8. 3.1. Détection de contaminants en temps réel***

Des technologies pour la détection de contaminations ainsi que la transmission et l'analyse des données en temps réel ont récemment été développés. Les technologies actuellement disponibles devront faire l'objet de tests et validations supplémentaires avant

que des implantations à grande échelle, au sein de réseaux existants, puissent être envisagées. Mais ces limitations n'ont pas empêché la recherche appliquée de progresser...

### **8.3.2. Outils d'analyse adaptés**

Depuis quelques années, les outils de modélisation informatisée ont été l'objet de développements importants et font aujourd'hui partie des pratiques recommandées pour la conception, la gestion, l'analyse et l'opération d'infrastructures d'approvisionnement en eau potable. Ces outils permettent de simuler l'écoulement de l'eau dans les réseaux ainsi que le transport de substances au cours de périodes représentatives (par exemple une journée), sous divers schémas de consommation d'eau et conditions d'alimentation (arrêt/démarrage des pompes, remplissage/ vidange des réservoirs). Afin qu'ils soient mieux adaptés au contexte de sécurité des réseaux d'eau potable, ces outils ont fait l'objet de développements récents.

Puisque des incidents de contamination peuvent se produire en divers sites au sein des réseaux d'eau potable, afin de mieux les protéger, un certain nombre d'unités de détection devront être installées en différent endroit. Bien entendu, plus le nombre d'unités installées est important et plus le niveau de protection augmente. La probabilité de détecter rapidement un certain nombre d'incidents potentiels de contamination augmente). Idéalement, des unités devraient être installées en tout point de réseau. Ainsi, grâce à un assemblage de méthodes mathématiques et d'outils de simulation, de nombreuses études ont examiné la question de la localisation optimale d'un nombre déterminé de détecteurs au sein des réseaux. En général, les solutions obtenues visent à minimiser les impacts sur la santé publique selon des scénarios de contamination simulés.

D'autres travaux ont plus particulièrement examiné la gestion des conséquences des contaminations détectées. A cet égard, les outils de simulation s'avèrent utiles à la planification des opérations visant à empêcher la propagation des contaminants et à les évacuer. Très peu d'études ont abordé ces aspects à ce jour et elles se sont concentrées sur des réseaux fictifs et simples. Mais une planification adéquate des opérations de réponse contient sans aucun doute un ensemble de considérations pratiques relevant de l'analyse de réseaux réels. De plus, ces quelques études ont plutôt considéré la mise en œuvre simultanée de combinaisons d'opérations d'isolement et d'évacuation de contaminants. Pourtant, les directives indiquées précédemment recommandent une mise en œuvre progressive [9].

### 9. CONCLUSION

Les approches technique et biologique se sont avérées complémentaires pour conduire l'analyse des dangers, qui a mis en évidence certains agents. Le risque d'attentat biologique ou chimique sur les installations d'eau potable doit être pris en compte par les exploitants et les services compétents de l'Etat. De part la nature diffuse et imprévisible du terrorisme moderne, il n'est pas possible de se prémunir de tous les dangers, il faut en revanche adapter les moyens et les méthodes afin d'empêcher l'accès aux installations sensibles, détecter toute intrusion ou toute modification anormale de la qualité de l'eau, et revenir rapidement à une situation normale en cas d'incident. Dans une logique « qualité », les retours d'expérience permettent d'améliorer le système tout entier. Le référentiel proposé est également un outil de sensibilisation des acteurs de la filière eau potable, il est amené à évoluer en fonction des besoins, de l'actualité, ou des nouveautés techniques et réglementaires.

La sécurisation de l'alimentation en eau doit être assurée : Au niveau local : mise en place d'un dispositif d'alerte, Stockages d'eau traitée et d'eaux brutes, Mise en place de liaisons entre les collectivités.

# Chapitre II :

## Présentation de la zone d'étude

## 1. INTRODUCTION

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que la connaissance de la géographie et la topographie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

## 2. RESSOURCES EN EAU

Dernièrement, l'investissement dans le secteur de l'eau a été important : sans compter le financement des unités de dessalements qui se sont élevés à près de 30 milliards de DA, 22 milliards de DA ont été consacrés à 128 opérations. Ceci a permis la mise en service de 120 nouveaux forages fournissant des ressources estimées à 103000 m<sup>3</sup>/jour au profit d'agglomérations fortement déficitaires telles Maghnia, Nedroma, Marsat Ben M'hidi, Souani, Bab EL Assa, le renforcement de l'alimentation de Grand Tlemcen à partir de barrage de Sikkak par une canalisation de 22 km d'un débit de 18 000 m<sup>3</sup>/jour et à partir de champ captant de zouia par une canalisation de 30 km d'un débit de 30 000 m<sup>3</sup>/jour et le transfert de la station de reprise est vers Bouhlou pour un débit de 20 000 m<sup>3</sup>/jour. Le transfert des eaux du Chatt EL Gharbi, à 40 millions de m<sup>3</sup>/an, qui a déjà connu de nombreux forages de reconnaissance. Il alimente la zone nord de la wilaya de Naâma, les zones Sud de la wilaya de Tlemcen et irriguera environ 6000 ha [10].

La wilaya a aussi mis en exploitation deux petites stations de dessalement monobloc d'une capacité totale de 5000 m<sup>3</sup>/jour, destinées à l'alimentation en eau potable de Ghazaouet. En prévision d'une nouvelle période de sécheresse, 50 forages sont actuellement volontairement à l'arrêt, en réserve, est-il signalé. Mais la grande innovation en matière de mobilisation des ressources est la mise en fonctionnements, en 2010, de deux stations de dessalement d'eau de mer, l'une à Souk Tlata d'une capacité de 200000 m<sup>3</sup> destinée à l'alimentation de la partie ouest de la wilaya et l'autre à Honaine de même capacité destinée à l'AEP des parties nord de la wilaya. Ceci équivaut à la construction d'un grand barrage d'une capacité de 150 millions de m<sup>3</sup>. A propos de barrage, Meffrouche a comme capacité un

volume d'eau de 15 hm<sup>3</sup> (AEP de Tlemcen), Sidi abdelli 78,2 hm<sup>3</sup> (AEP de Sidi Bel Abbès), béni bahdel 56 hm<sup>3</sup> (AEP de Tlemcen, Oran, et Sidi Bel Abbès), hammam bougherara 156,2 hm<sup>3</sup> (AEP de Tlemcen, Oran et Ain Témouchent) et Sekkak 28 hm<sup>3</sup> (AEP groupe urbain de Tlemcen) [10].

### **3. PRESENTATION DU GROUPEMENT URBAIN DE TLEMCEN (GUT)**

#### **3.1. Situation géographique**

Le groupement des trois communes : Mansourah, Tlemcen et Chetouane occupe environ 11 220 hectares constituant le bassin intérieur de Tlemcen. Ce bassin est limité au Sud par la falaise de Lalla Stti (1200 m d'altitude), au nord par la haute colline d'Ain el Houtz, à l'Est par Oum El Allou et à l'ouest par les monticules de Beni Mester [10].

##### ***3.1.1. Commune de Mansourah***

Elle est limitée à l'Est et au Nord par la commune de Tlemcen, à l'Ouest par la commune de béni Mester et au Sud par la commune de terny, elle connaît une forte concentration de sa population et une extension spatiale de son tissu urbain en raison de sa qualité de commune résidentielle du groupement de Tlemcen [11].

##### ***3.1.2. Commune de Tlemcen***

Commune urbain, chef lieu de la wilaya, sa position centrales sur les piémonts Nord de Tlemcen lui confère un rayonnement sur l'ensemble des communes de la wilaya, elle est située au carrefour des axes Est et Ouest (RN7, ligne de chemin de fer) et Nord-sud (RN22).

La commune s'étend du plateau de Lalla Setti (1200m d'altitude) au Sud ; à koudia (760m) au Nord. Entre ces deux extrémités de formation rocheuse se trouve une zone des piémonts et de plaines totalement urbanisées, les extrémités Sud et Ouest se confondent avec l'urbanisation des commune Mansourah et Chetouane.

##### ***3.1.3. Commune de Chetouane***

Elle se situe à 3 km au Nord-est de la ville de Tlemcen couvrant une superficie de 4611hectares et partageant la même zone industrielle avec Tlemcen.

Son relief est assez diversifié, composé de monticules boisée au Sud-est, des terres agricoles au Sud et Sud-ouest [11].

### 3.2. Situation démographique

Pour sécuriser la couverture des besoins en eaux, il est nécessaire d'estimer la croissance démographique et de connaître l'évolution de la consommation par habitant. Les projections d'augmentation de la population tiennent compte de deux scénarios : la croissance faible et la croissance élevée [10].

Pour notre étude, nous utilisons les données de la direction de la planification de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen (D.P.A.T) de l'année 2012. Ces données correspondent à un scénario de croissance démographique faible.

L'estimation de la croissance démographique de GUT, que nous résumons dans le tableau 2-1, est basée sur la relation des croissances continues, donnée par :

$$P_F = P_0 \cdot (1 + \alpha)^n$$

Avec :

$P_0$  : la population du moment considéré

$P_f$  : la population future

$\alpha$  : le taux d'accroissement

$n$  : Nombre d'année à l'horizon fixé.

**Tableau 2-1** : Evolution de la population de GUT (2012-2040) [12].

Communes	Mansourah	Tlemcen	Chetouane	Totale
Taux d'accroissement	3,2%	0,6%	3,1%	2,3%
2012	57079	143954	54875	255908
2013	58905	144818	56576	260299
2014	60790	145687	58323	264800
2015	62736	146561	60138	269435
2020	73437	151011	70057	294505
2025	85963	155595	81611	323169
2030	100626	160320	95069	356015
2035	117790	165187	110748	393725
2040	137882	170203	129011	437096

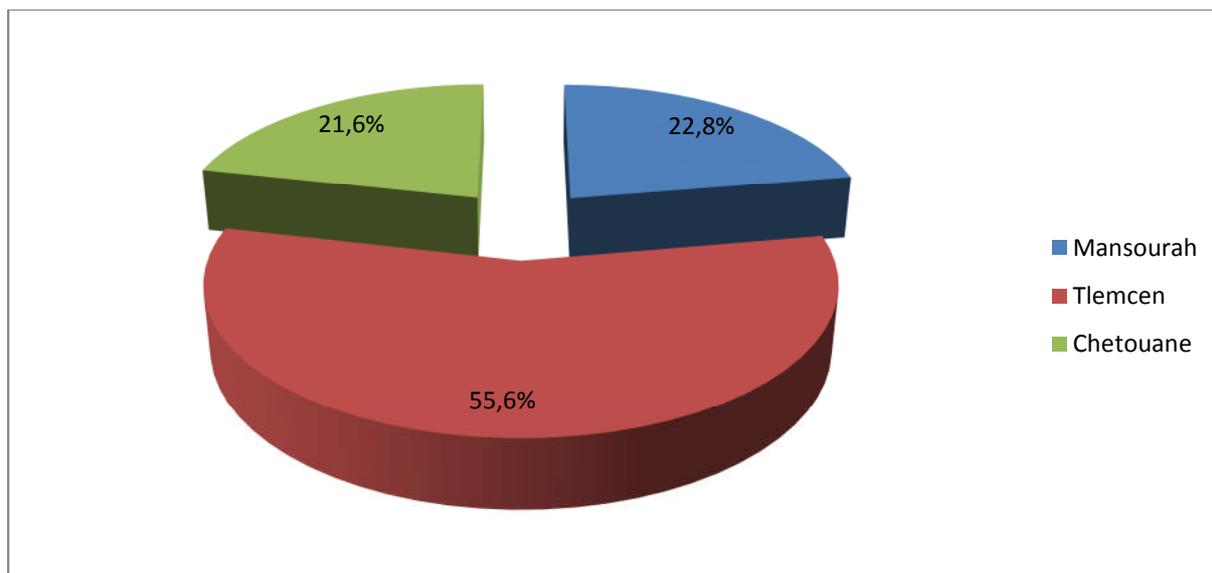


Figure 2-1 : Répartition des habitants par commune en 2012.

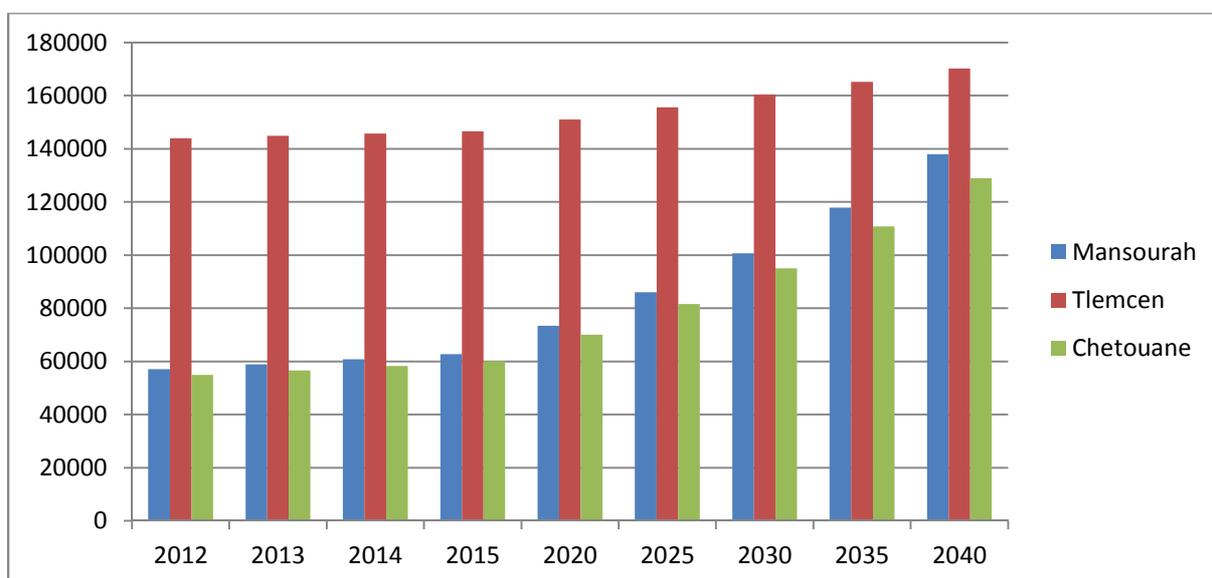


Figure 2-2 : Evolution de la population.

La répartition de la population de chaque commune de GUT selon le recensement général de la population et de l'habitat de l'année 2012 est représentée en détail dans le tableau suivant :

**Tableau 2-2** : la répartition de la population dans le GUT [13].

Commune	Superficie (km <sup>2</sup> )	Population	Densité (hab/ km <sup>2</sup> )	Taux d'accroissement
Mansourah	27	57079	2114	3,2
Tlemcen	40,11	143954	3588	0,6
Chetouane	45	54875	1219	3,1
Total	112,11	255908	2282	2,3

### 3.3. Situation climatique

Le climat est la moyenne, sur un certain nombre d'années, des variations quotidiennes de la température, des précipitations, des vents et d'autres conditions atmosphériques qui caractérisant un point quelconque de la surface de la terre [10].

Tout comme la wilaya de Tlemcen, dans son ensemble, le groupement urbain de Tlemcen jouit aussi d'un climat méditerranéen subissant l'influence continentale. La saison d'été est très chaude et sèche, allant de juin à septembre. Les contrastes de température sont très exagérés à cause des terrains rocheux qui favorisent l'échauffement diurne et le rayonnement nocturne. En hiver, le climat est humide et très froid [10].

Sur le plan pluviométrique, les monts de Tlemcen reçoivent chaque année les plus importantes précipitations dans l'ouest Algérie, ce qui leur permet d'assurer l'alimentation en eau potable d'un certain nombre de ville de la région. Par contre les précipitations diminuent quand on se dirige vers le Sud [10].

### 3.4. Situation hydrographique

Le réseau hydrographique du groupement est représenté essentiellement par l'Oued El Ourit situé à l'Ouest de la commune de Tlemcen. D'amont en aval, il est rejoint par d'autres petits cours d'eau et prend alors le nom d'oued Saf Saf qui rejoint à son tour oued Sekkak au Nord de Chetouane aussi les composantes naturelles du chevelu hydrographique du groupement urbain de Tlemcen sont comme suit :

- L'oued el Horra, du centre drainant la totalité des eaux usées de la ville de Tlemcen.
- L'oued Sekkak au Nord d'Ain El Houtz, son cours d'eau suit sensiblement l'axe Nord-Sud de Tlemcen.
- L'oued mitchekana, apparait à l'Est de la ville de Tlemcen, il longe puis rejoint l'oued Saf Saf, au niveau de la commune Chetouane.

Il existe un autre cours d'eau en caisse à la limite Ouest de la ville de Tlemcen : oued Makhoukh, drainant les eaux de la commune de Mansourah [11].

### 3.5. Situation hydraulique

L'alimentation actuelle de GUT est assurée par deux catégories de ressources : superficielles et souterraines.

#### 3.5.1. Les eaux superficielles

##### 3.5.1.1. Description générale

Avant introduction des eaux de dessalement dans le réseau d'AEP de Tlemcen, les eaux de surface alimentant le GUT étaient mobilisées par trois barrages : Béni Bahdel, Sekkak et Meffrouche. Actuellement (après dessalement), c'est seulement Sekkak et Meffrouche qui font cet objectif [13].

##### ➤ Barrage Béni Bahdel

Le barrage Béni Bahdel constitue le premier ouvrage réalisé dans le bassin de la Tafna puisqu'il date de la période 1934-1940. A l'origine, il était destiné à l'irrigation du périmètre de Maghnia. L'ouvrage construit en béton avait une capacité initiale de 63 Mm<sup>3</sup>. Il devait régulariser un volume annuel de 74 Mm<sup>3</sup>. Le bassin versant correspondant à une superficie de 1016 km<sup>2</sup> et la pluviométrie moyenne annuelle est de 484 mm [10].

L'eau destinée à l'alimentation de la région oranaise doit évidemment subir un certain nombre de traitement destinés à lui assurer la pureté et les qualités hygiéniques requises. Alors, la station de filtration comprend 72 bassins standards (24 pré filtres et 48 filtres) de 153 m<sup>2</sup> chacun, soit au totale plus de 11 000 m<sup>2</sup>. La capacité optimale de traitement est de 1 273 l/s soit au totale plus de 11 000 m<sup>3</sup>/j [14].

##### ➤ Barrage Meffrouche

Le barrage Meffrouche est situé à la côte 1 100 m surplombant de la ville de Tlemcen, à 8 km au Sud de la commune de tery. Ce barrage, constitué de 17 voutes et 18 contreforts, régularise les eaux de l'ouest du bassin versant « Nechef » [13]. L'eau du barrage est traitée par deux stations de traitements avant qu'elle soit distribuée aux consommateurs : Lalla Setti I et Lalla Setti II.

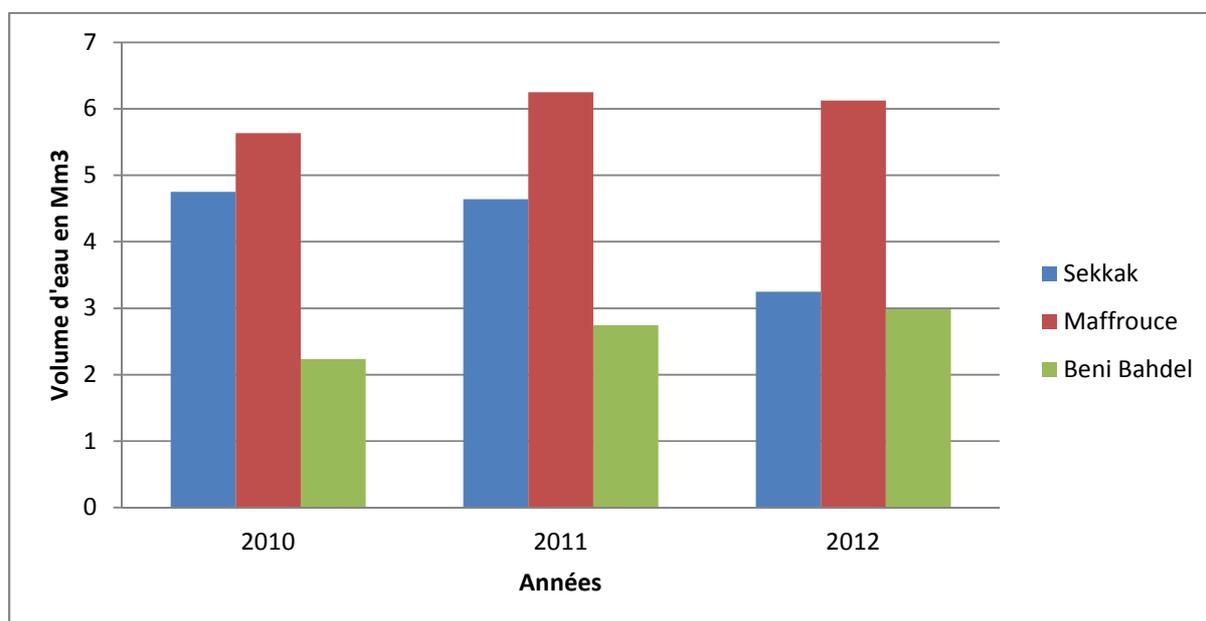
➤ **Barrage Sekkak**

Le barrage Sekkak se trouve près du village d'Ain Ouehab, à 1km à l'Est du chef lieu de la commune d'Ain Youcef, près de 20 km au Nord de la ville de Tlemcen. Ce barrage, au départ, a été prévu pour la mise en valeur agricole des plaines d'hennaya et Fehoul, mais les besoins en eau potable pour le GUT et les villes situées sur le couloir Ain Youcef-Tlemcen ont demandé de transférer une partie du volume régularisé pour renforcer l'AEP de ces dernières [10].

Dans le tableau 2-3 suivant nous avons résumé les principales caractéristiques de chacun des trois barrages.

**Tableau 2-3** : les barrages exploitables par la zone d'étude [14].

Désignations	Béni-Bahdel	Meffrouche	Sekkak
Capacité (Hm <sup>3</sup> )	65	15	28
Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )	1 016	90	241
Volume régularisable (Hm <sup>3</sup> )	45,51	10,95	25,5
Moyenne quotidien prélevé (m <sup>3</sup> /j)	14 000	6000	18 000
Date de mise en service	1952	1960	2006



**Figure 2-3** : Volume produit par année par les eaux superficielles.

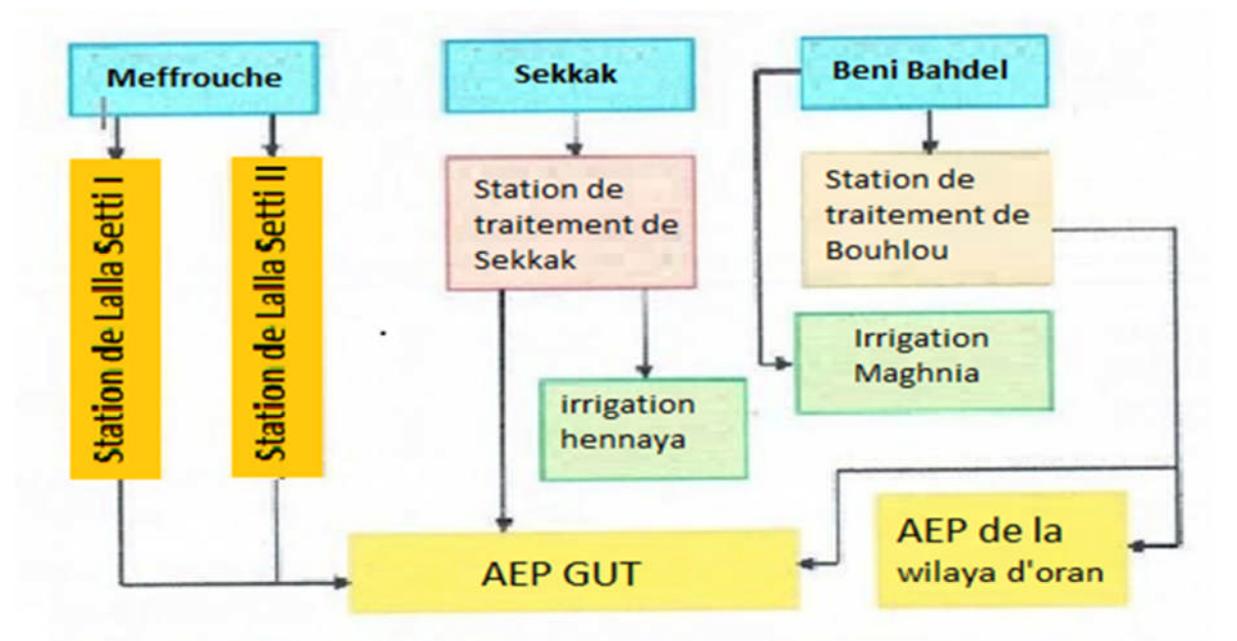
**3.5.1.2. Mobilisation de la ressource superficielle**

L'histogramme de figure 2-3 résume les volumes soutirés à partir de chaque barrage. On remarque, que la production provenant des eaux superficielles pour l'alimentation du GUT est presque assurée par les deux Barrages Meffrouche et Sekkak, c'est l'état actuel (après dessalement) [10].

D'autre part, l'écart quant aux volumes fournis par le barrage Meffrouche et ceux soutiré par la conduite du transfert du barrage Béni Bahdel est très important, ceci s'explique par le fait que le GUT est essentiellement approvisionné par les eaux des deux barrages Meffrouche et Sekkak, car les eaux de Béni Bahdel sont en grande partie affectées à l'approvisionnement de la ville d'Oran [10].

En effet, les volumes d'eau soutirés par le barrage Béni Bahdel est de 2 216 679 m<sup>3</sup> pour l'année 2010 et 2 909 961 m<sup>3</sup> pour l'année 2012. Ainsi les volumes soutirent par le barrage Meffrouche ne suivent pas un sens de variation unique. Au début, on remarque que le volume de 5 660 753 m<sup>3</sup> en 2010, et en 2012, ce volume était encore augmenter jusqu'à atteindre 6 187 993 m<sup>3</sup> [10].

On observe aussi que le volume soutiré par le barrage Sekkak a dépassé 4 875 156 m<sup>3</sup> en 2010 pour atteindre 3 272 849 m<sup>3</sup> en 2012, soit une diminution de 1 602 307 m<sup>3</sup>. L'affectation des eaux de l'ensemble des barrages (Béni Bahdel, Sekkak et Meffrouche) est représentée par la figure 2-4 (avant dessalement).



**Figure 2-4** : Affectation des eaux des trois barrages avant dessalement [10].

### **3.5.2. Les eaux souterraines**

#### **3.5.2.1. Description générale**

Les eaux souterraines représentant une part important du cycle de l'eau et donc, participent à l'équilibre naturel. Elles constituent également une formidable ressource renouvelable, exploité pour l'approvisionnement en eau potable, l'usage industriel ou agricole.

Les eaux souterraines du groupement sont représentées par les sources et forages des piémonts Nord de Tlemcen. Ces ressources sont raccordées au réseau alimentant le groupement [13].

##### ➤ Les sources

Trois sources sont actuellement raccordées au réseau d'alimentation en eau potable. Il s'agit de :

- Ain Fouara supérieure : située au Nord-est du plateau de Lalla Setti à environ 2 km au Sud de l'agglomération de Tlemcen et qui est sur une altitude de 997 m.
- Ain Fouara inférieure : située à environ 1,5 km au Nord-est de Ain Fouara supérieure à une altitude de 850 m.
- Ain Bendou : située à 1,3 km au Nord-est de Saf Saf à une altitude de 850 m.

Actuellement la production total des sources qui alimente le GUT est de 2742 m<sup>3</sup>/J [15].

##### ➤ Les forages

En 2000, les services hydrauliques comptaient un nombre total de forages, alimentant le GUT, de (16) seize. En 2006, ils sont passé jusqu'à atteindre les 27 forages (07 mis en service et 02 sont à l'arrêt).

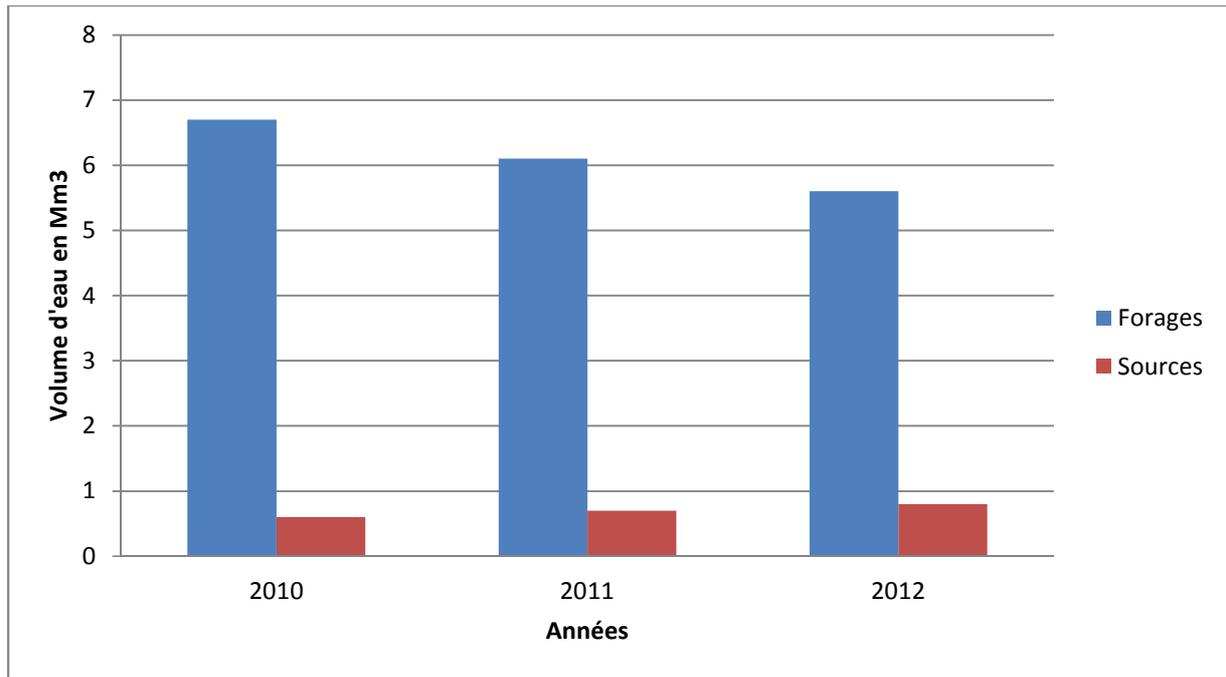
En 2007, un total de 33 forages (06 mis en service et 4 sont à l'arrêt) et pour l'an 2008, 34 forages (01 mis en service et 9 sont à l'arrêt). Au début de l'année 2009, 35 forages (01 mis en service et 13 sont à l'arrêt) [11]. En 2012, un total de 26 forages est compté dont 5 sont à l'arrêt.

**Tableau 2-4** : production des forages au niveau du GUT en 2012 [15].

<b>FORAGES EN MARCHE</b>			
<b>Centre de Tlemcen</b>			
N°	Forages	Débit de d'exploitation (l/s)	Observation
1	Chetouane 1	11	
2	Saf Saf 2	23	
3	Saf Saf 3	23	
4	Ain Houtz	18	
5	Berouana 1	11	
6	Ouzidane	12	mis en veille
7	Benzerdjeb	6	à l'arrêt (défaut SDO)
8	Chetouane 2	18	
9	Koudia	17	
10	Feddane Sbaa	17	
11	Minaret	6	mis à l'arrêt
12	Bouhanak	14	
13	SP3	4	mis à l'arrêt
14	Beni boublene 2	10	
15	SP2	21	mis en veille
16	F2 Tizghenit	23	mis en veille
17	F3 Tizghenit	21	mis en veille
18	F6 Tizghenit	14	mis en veille
19	Les Oliviers	13	Destiné pour les besoins de l'APC
20	Sidi Othmane	18	
21	Cdt Ferradj	8	à l'arrêt
22	Chetouane 3	14	
23	Hôpital	7	mis à l'arrêt
24	F1 Tizghenit	5	mis en veille
25	F2 Tizghenit	15	mis en veille
26	Oudjlida	6	mis en veille
TOTAL	313		

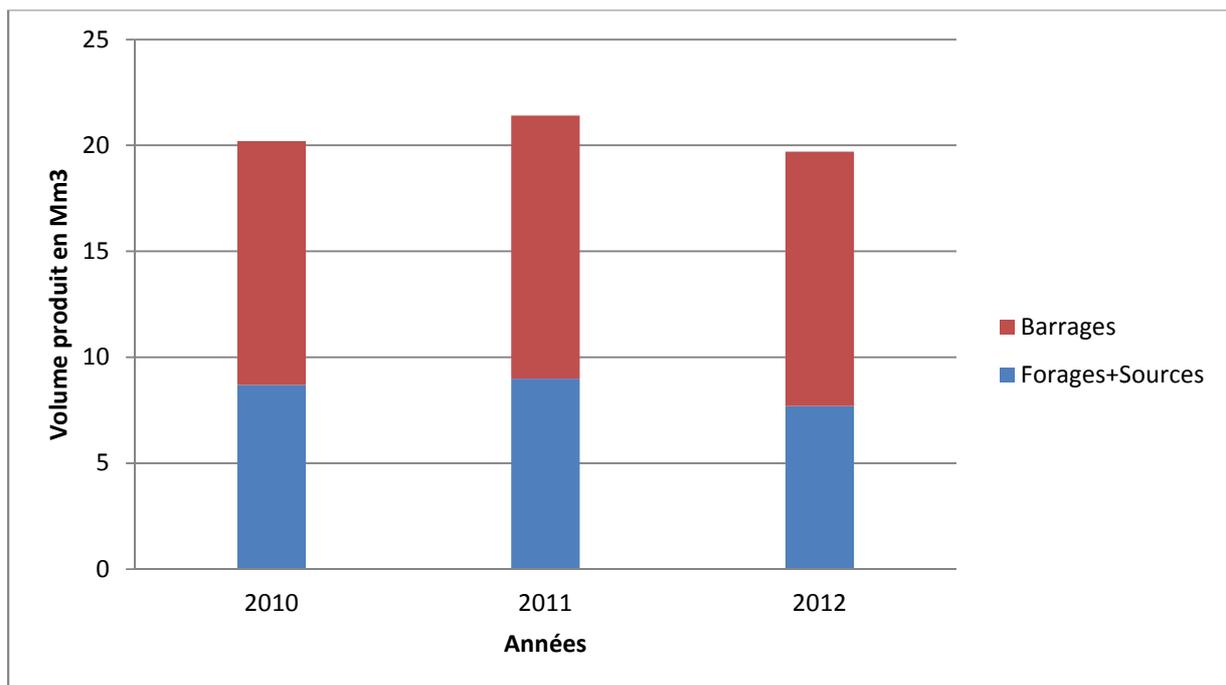
### 3.5.2.2. Mobilisation de la ressource souterraine

Les volumes fournis par les ressources souterraines pour alimenter le GUT sont regroupés dans le graphe de la figure 2-5. L'analyse de ce dernier nous laisse de dire que les volumes produits par les forages sont plus importants que celles des sources et cela pour toute la série.



**Figure 2-5** : Les volumes annuels produits par les eaux souterraines [15].

Ainsi, l'analyse de l'historique 2-6 nous permet de souligner que les productions des eaux souterraines représentent 40% de la production malgré le coût élevé de leur réalisation et exploitation, d'autre part, la surexploitation des forages à engendrer la baisse du niveau d'eau des nappes ainsi que les pannes fréquentes et aux coupures d'électricité aux stations de pompes [14].



**Figure 2-6** : Les productions totales des eaux superficielles et souterraines [15].

### 3.6. Le dessalement de l'eau de mer de la wilaya de Tlemcen

La situation actuelle de l'alimentation en eau et de l'irrigation dans la wilaya de Tlemcen reste difficile : Répartition inégale des ressources et de la distribution, risques majeurs de déficits importants en cas de sécheresse prolongée, irrigation limitée... Cette situation devrait s'améliorer dans la future. Les contraintes rencontrées sont liée à [16] :

- La pluviométrie et son caractère aléatoire ;
- Le déséquilibre existant entre les ressources en eau au niveau de la wilaya ;
- La récurrence du phénomène de la sécheresse dans le temps et l'espace ;
- La pollution et à la qualité des ressources en eau ;
- La surexploitation des eaux souterraines.

En effet, ces contraintes ont conduit les publics à être prudents au regard de toutes ces incertitudes et les ont amené à redéfinir une stratégie d'eau basée sur la nécessité de recourir à une ressource en eau affranchie ces contraintes et en particulier celle du climat (dessalement de l'eau de mer) [16].

Tout ça a été fait dans le but de réguler la distribution et assurer une certaine sécurité dans l'alimentation en eau potable dans la wilaya de Tlemcen avec un approvisionnement en eau régulier et stable à partir des barrages pour le développement de l'irrigation [16].

Pour cela la wilaya de Tlemcen a eu de la chance d'avoir deux grandes stations de dessalement de l'eau de mer, la première au niveau de la daïra de Bab Al Assa et exactement au niveau de la commune de Souk Tlata et la deuxième au niveau de la daïra de Honaine [16].

Les caractéristiques des deux stations, ainsi que les zones desservies par chacune d'elles, sont représentés dans le tableau 2-5.

**Tableau 2-5** : caractéristique des stations de Honaine et Souk Tlata et les zones desservie par chacune d'elles [10].

Station	Date de mise en service	Agglomérations desservies
Honaine 200 000 m <sup>3</sup> /j	Mise en service prévue pour 2009	Tlemcen, Mansourah, Chetouane, Amieur Hennaya, Zenata, Ouled El Mimoun, Ouled Lakhdar, Béni Smail, Ain Tallout, Ain Nahala, Bensekrane, Sidi Abdelli, Remchi, Ain Youcef, Béni Ouarsous, Sebaa Chioukh, El Fehoul, Fillaoucen, Ain Kebira, Ain Fettah, Honaine, Béni Khelled.
Souk Tlata 200 000 m <sup>3</sup> /j	Mise en service prévue pour janvier 2010	Souk Tlata, M'sirda Fouaga, Djebala, H. Bougherara, Béni Mester, Béni Boussaid, Sidi Medjahed, Sabra, Bouhlou, Maghnia, Souahlia, Ouled Riah, Dar Yaghmiracen, Souani, Beb Al Assa, Marsat Ben M'hidi, Nedroma, Ghazaouet, Tient.

#### 4. ALIMENTATION EN EAU POTABLE

La situation des ressources en eau alimentant le GUT est caractérisée, généralement, par une diminution de la capacité aussi bien des barrages que des aquifères utilisés par le passé. Ceci est dû à la faible pluviométrie de dernières décennies. Concernant les eaux de surface les volumes régularisés sont sensiblement réduits par rapport au dimensionnement initial des barrages. Ainsi, la plupart des aquifères en exploitation sont déjà surexploités, soit par leur utilisation pour l'AEP, soit par l'utilisation (incontrôlée) en agriculture [10].

En se basant sur ces différentes ressources, le GUT est structuré en trois zones principale, qui elles même se composent chacune de plusieurs sous réseaux. Chaque zone est alimentée par des ressources bien définies avec une concentration de celle-ci sur un nombre bien limité de point d'entrée au système. On peut, alors, distinguer : une zone haute, une zone moyenne et une zone basse [10]. Les résultats de cette démarche sont montrés au schéma de la figure 2-7.

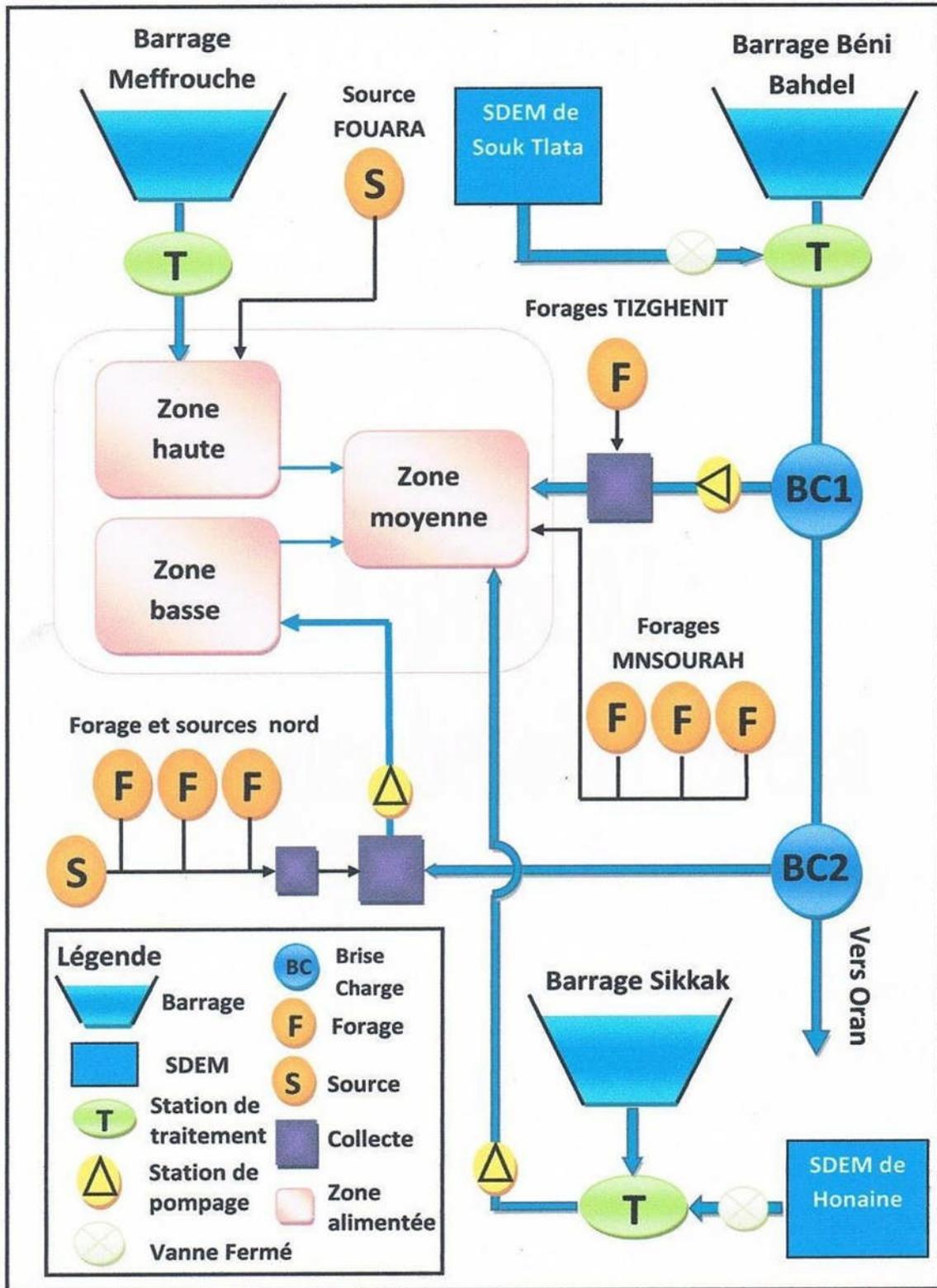


Figure 2-7 : Schéma des grandes adductions du GUT avant dessalement [10].

## 4.1. Qualité des eaux alimentant le G.U.T

En Algérie, presque toutes les villes connaissent au moins un problème lié à l'eau, soit en distribution (réseau, réservoir de stockage, soit en approvisionnement (ressources, station de traitement, adduction), soit en évacuation des eaux usées (système unitaire ou séparatif, réseau, rejets et station d'épuration etc.....) mais, le gros problème est certes celui de la qualité de l'eau.

Dans le G.U.T, l'eau destinée à l'approvisionnement de la population provient des ressources superficielles et souterraines avec des caractéristiques physico-chimiques différents comptes tenus de la formation géologique des couches traversées.

- Sur le plan physico-chimique, les eaux de surface représentées par les barrages sont bicarbonatées calcique à magnésiennes avec des duretés moyenne et des constituants organique en quantité normale. Donc l'eau captée par les barrages, avant qu'elle soit desservie à la consommation, est sujette à un traitement au niveau des stations de traitement.
- En ce qui concerne les eaux souterraines, elles ont une composition plus stable et sont généralement plus riches en sels minéraux. Leurs qualité physico-chimiques sont tributaires des caractéristiques des champs captant. Ces nappes sont localisées dans les dolomies et les calcaires. Ces formations géologiques donnent des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes avec des duretés un peu plus élevées. Certains captages présents un taux un peu plus élevé en nitrate, cela est le résultat des rejets industriels et engrais utilisés en agriculture [11].

## 5. CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue, géographique, démographie, climatique ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

# Chapitre III : Scénarios de sécurisation

## 1. INTRODUCTION

L'objectif de l'analyse des risques peut-être résumé de la façon suivante : « imaginer et quantifier l'imprévisible ». Cette partie de l'étude vise à l'analyse critique du fonctionnement des systèmes AEP afin d'évaluer la sécurité d'approvisionnement en eau potable et de distribution aux abonnés.

Cette évaluation portera sur les deux aspects suivants de l'alimentation en eau potable :

- La production et l'approvisionnement en eau ;
- Le transfert au niveau des principales adductions.

Cette présentation a pour objet de mettre en avant les principaux « points critiques » de l'AEP sur le secteur de G.U.T afin d'aborder les scénarios de crise à étudier dans le schéma de sécurisation.

La vulnérabilité de toutes les ressources et de toutes les conduites d'adduction de chaque collectivité de l'étude a été évaluée pour chaque collectivité. La ressource et la conduite d'adduction présentant la plus forte vulnérabilité ont été retenues pour l'analyse des risques.

## 2. L'ETAT ACTUEL DU G.U.T

Dans ce chapitre on va procéder à l'étude des scénarios de sécurisation de l'alimentation en eau potable du Groupement Urbain de Tlemcen (G.U.T). Cependant avant de commencer cet analyse on a jugé nécessaire de faire un état des lieux du schéma d'alimentation du G.U.T.

Pour simplifier la compréhension de ce schéma, les points de production principaux (barrages, station de dessalement, forages et les sources) sont désignées comme nœuds de production et les points de distribution principaux (stations des traitements et les réservoirs) comme nœuds de distribution.

### 2.1. L'importance de schéma vertical

On a commencé par la collecte des données sur terrain dans le but d'actualiser le schéma verticale du système de distribution de l'eau potable dans le GUT, ce schéma qui nous a servi par la suite tout d'abord à comprendre le mode d'alimentation des abonnés dans le GUT et par la suite a proposer des scénarios de dysfonctionnement de ce système. (Voir la figure) suivants :



Pour faciliter l'étude des scénarios il est utile de détailler le système de fonctionnement de chaque nœud.

## 2.2. Nœud de Lalla Setti

Le nœud de production 1 (NP1) c'est le barrage Meffrouche, qui alimente la station de traitement Lalla Setti 1 et Lalla Setti 2 (ND1).

Le nœud de production 2 (NP2) c'est le barrage Sekkak /station dessalement Honaine, qui alimente la station de traitement Lalla Setti 2, et le réservoir de 30 000 m<sup>3</sup> en cour de réalisation (ND2).

Le nœud de production 3 (NP3) c'est le barrage Beni Bahdel /station dessalement Souk Tleta, qui alimente la station de traitement Lalla Setti 2.

Après la mise en service du réservoir 30 000 m<sup>3</sup> (ND2), les eaux sont mises en distribution à travers (ND1) est alimente les quartiers suivants :

- Sidi Boumedienne, Lotis Khedim, Rue des Cascades, Abatiore ;
- Birouana EST et OUEST ;
- Riat Sefare ;
- Tlemcen EST et OUEST, Centre ville Tlemcen et Agadir ;
- Boudghane ;
- Kalaa Supérieur, Sidi Chaker ;
- Village Mansourah ;
- Village Beni Boublene.

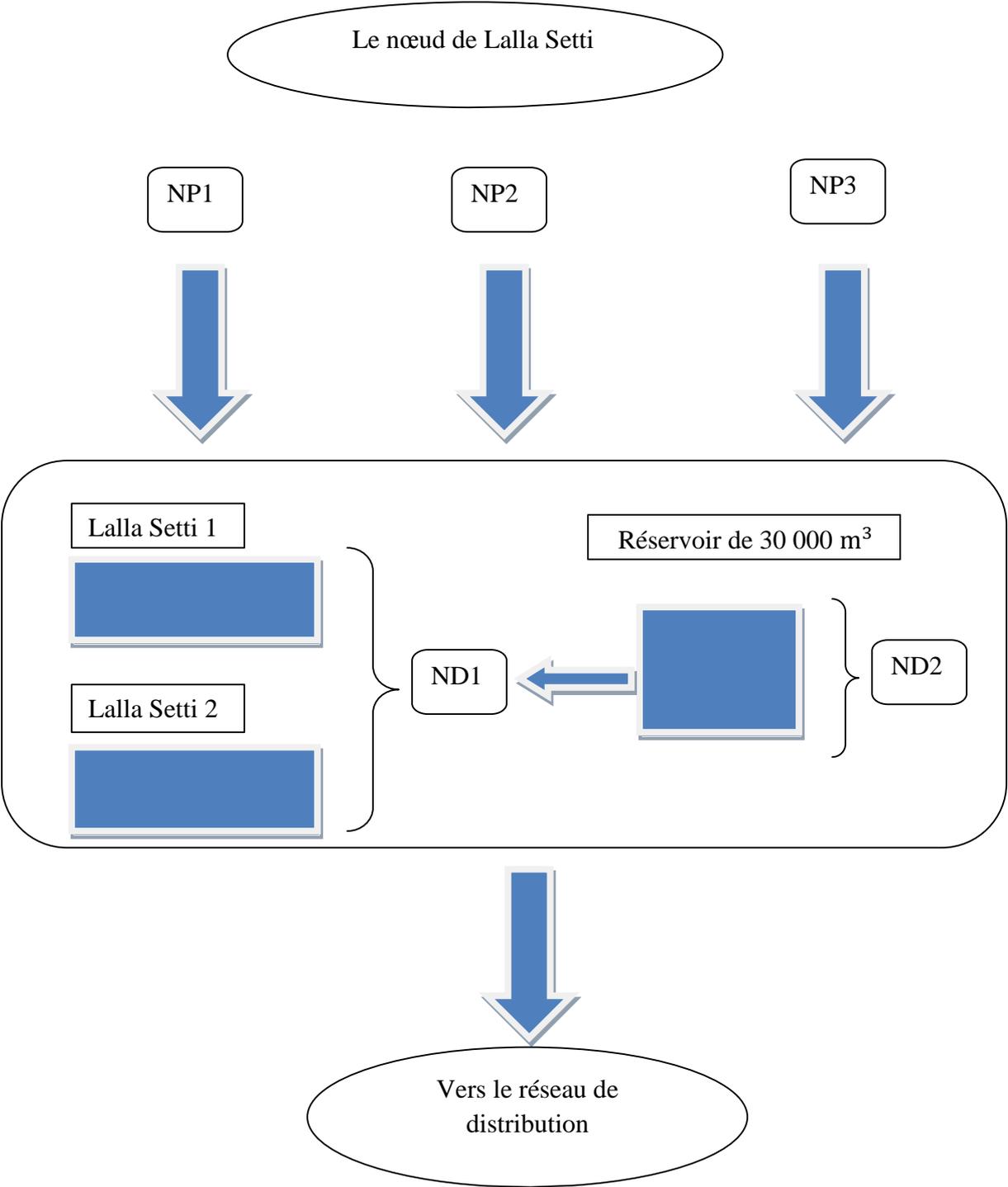


Figure 3-2 : Les points de production de nœud Lalla Setti.

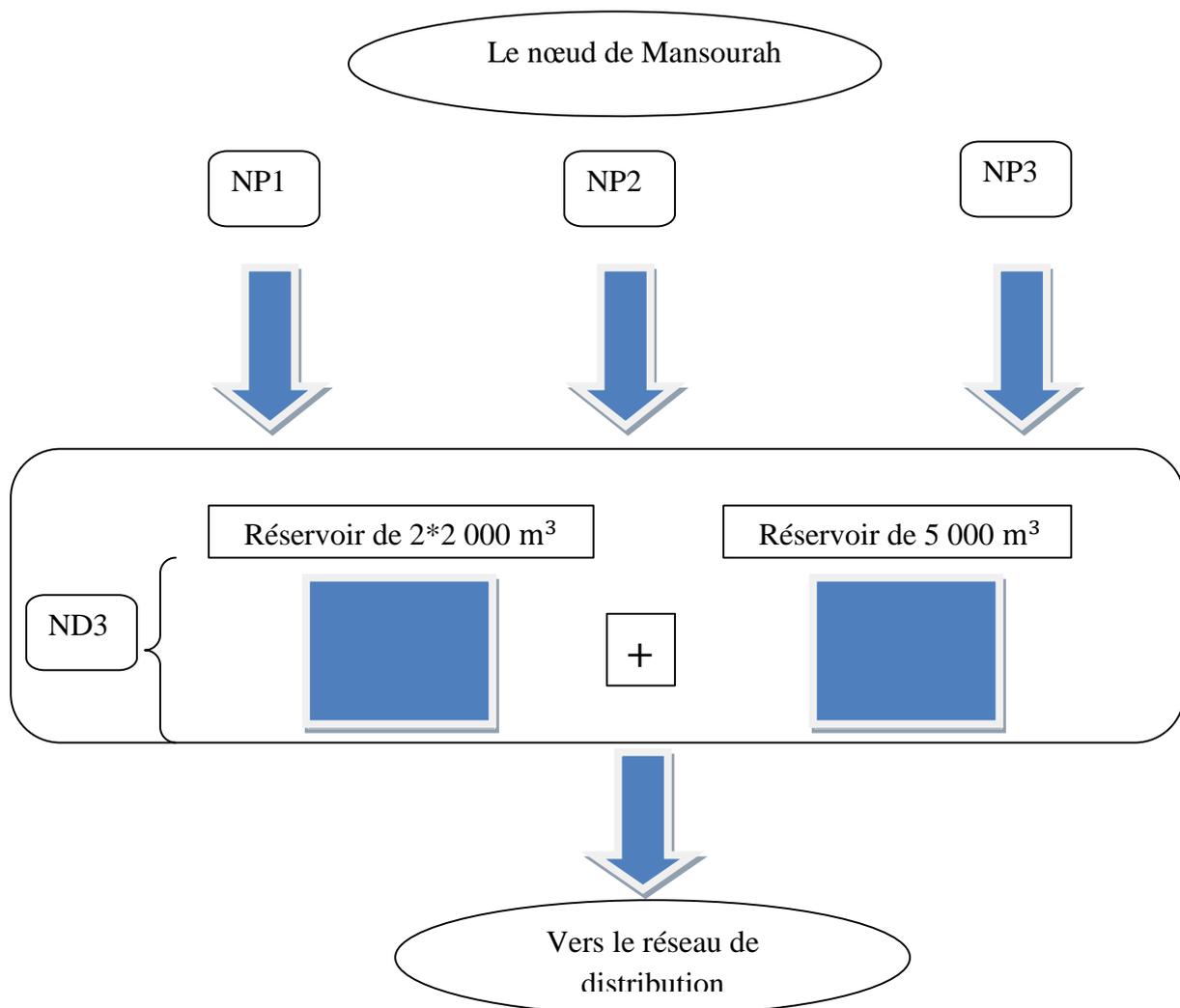
### 2.3. Nœud de Mansourah

Le nœud de distribution 3 (ND3) est composé de deux réservoirs, le premier est d'une capacité de 5 000 m<sup>3</sup> et le deuxième est de 2\*2 000 m<sup>3</sup>, l'altitude de ces deux réservoir est de 860 m, ND3 est alimenté par NP1, NP2 et NP3.

Le nœud ND3 c'est un nœud principale car il alimenté pratiquement 40% de population du G.U.T

Les eaux de ND3 sont destinées vers les quartiers suivants :

- Abou Techfine, Elbaida 1 et 2, Les Oliviers ;
- Amandiers, Dalias, 348LOGTS, 1079, Terrain Ben Chaib Aichouba ;
- Kifane ;
- Bouhanake, Imama.



**Figure 3-3 :** Les points de production de nœud Mansourah.

## 2.4. Nœud de Boudjmil (Tampon1et2)

Au niveau du nœud Boudjmil un nouveau nœud de production on a établi NP4 (collecte des eaux des forages de Tizeghenit) actuellement a l'arrêt.

Le nœud de distribution 4 (ND4) C'est un réservoir d'une capacité de  $2*3\ 000\ m^3$  est de 822 m d'altitude alimenté à partir de NP2, NP3 et en ca de nécessite aussi NP4, les eaux de ce nœud distribuée vers les quartiers suivants :

- Kifane ;
- Bouhanake,Imama.

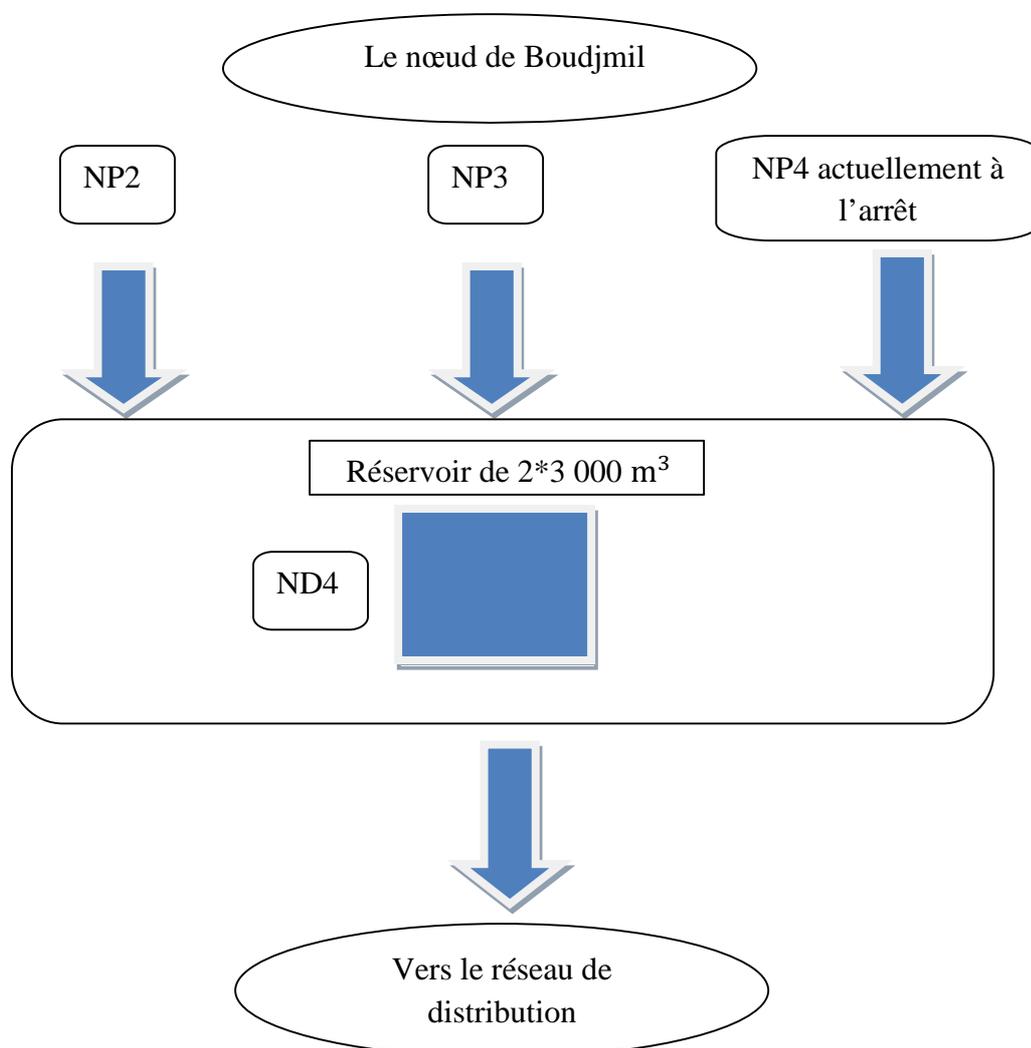


Figure 3-4 : Les points de production de nœud Boudjmil.

## 2.5. Nœud de Pôle Universitaire (en cours de réalisation)

Le nœud de distribution 5 (ND5) est composé de deux réservoirs, le premier est d'une capacité de 5 000 m<sup>3</sup> et le deuxième de 10 000 m<sup>3</sup> l'altitude de ces deux réservoirs est de 760 m, le nœud ND5 est alimenté par NP2 et les eaux de ce nœud destinées vers la zone de Boudjlida et le réservoir de kodia.

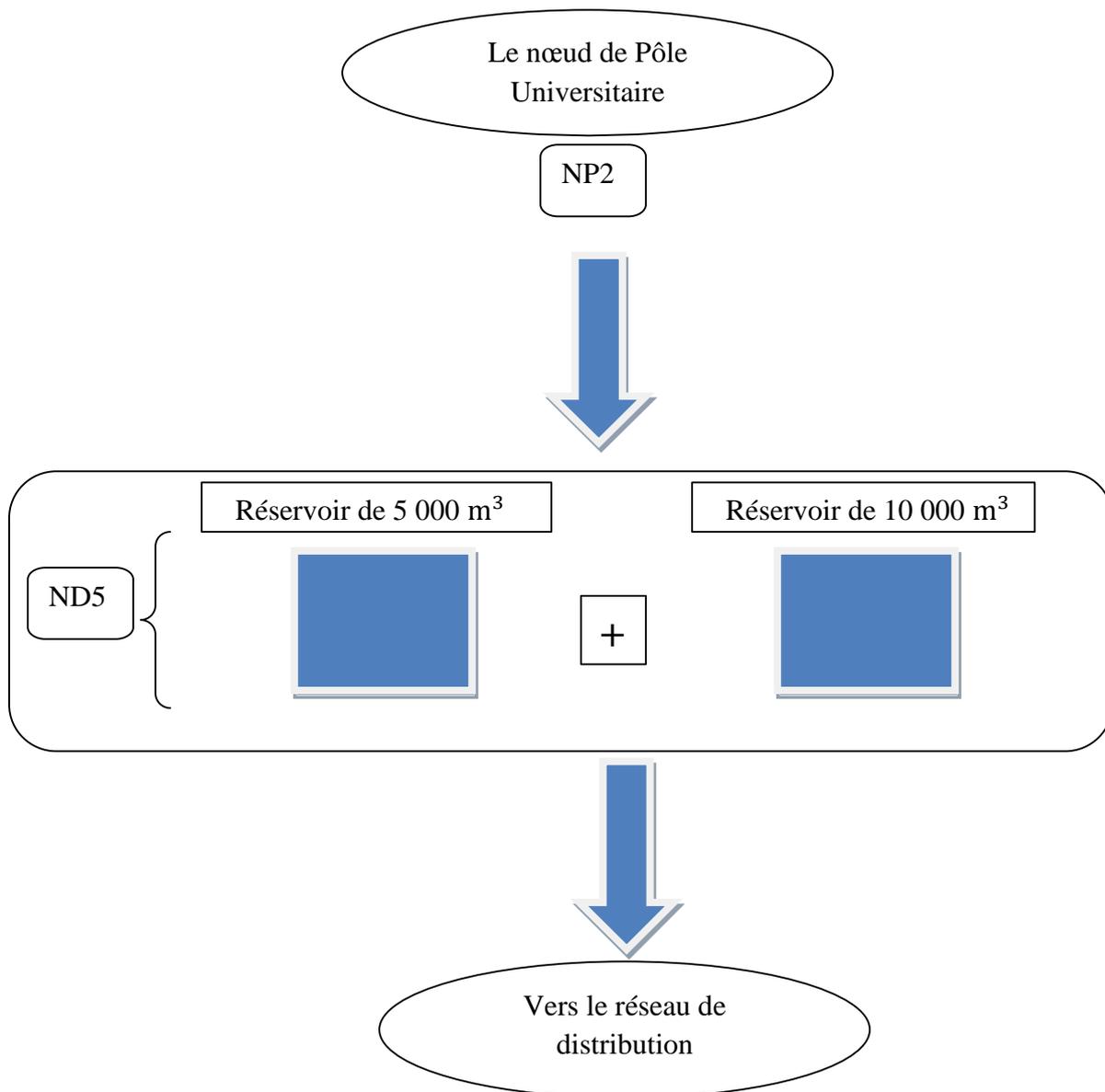


Figure 3-5 : Les points de production de nœud Pôle universitaire.

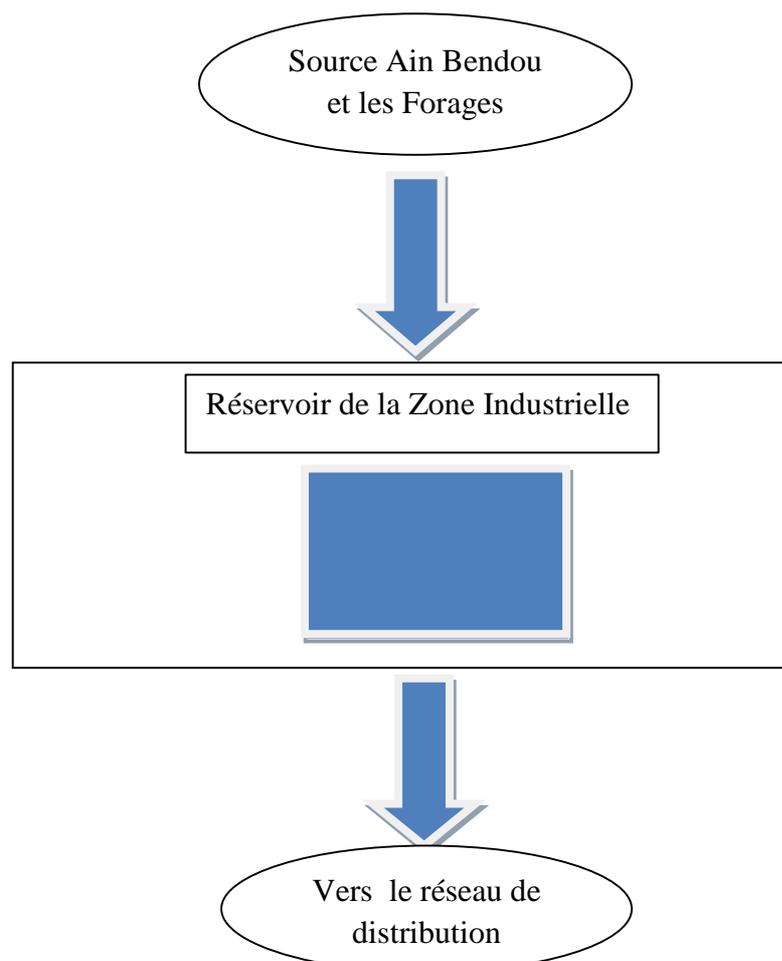
## 2.6. Nœud de Chetouane

Pour le nœud de Chetouane les points de productions c'est les forages et les sources qui alimentent le nœud concernée, les réservoirs qui se trouvent dans cette zone se remplir à partir des forages ou des sources puis elles sont acheminées vers la population comme suit :

### 2.6.1. Réservoir de la Zone Industrielle

Les eaux de réservoir la Zone Industrielle viennent de la source Ain Bendou et les forages qui sont voisinage de ce réservoir, la capacité de se dernier est de  $4*1\ 300\ m^3$  et la distribution allé vers les sites suivant :

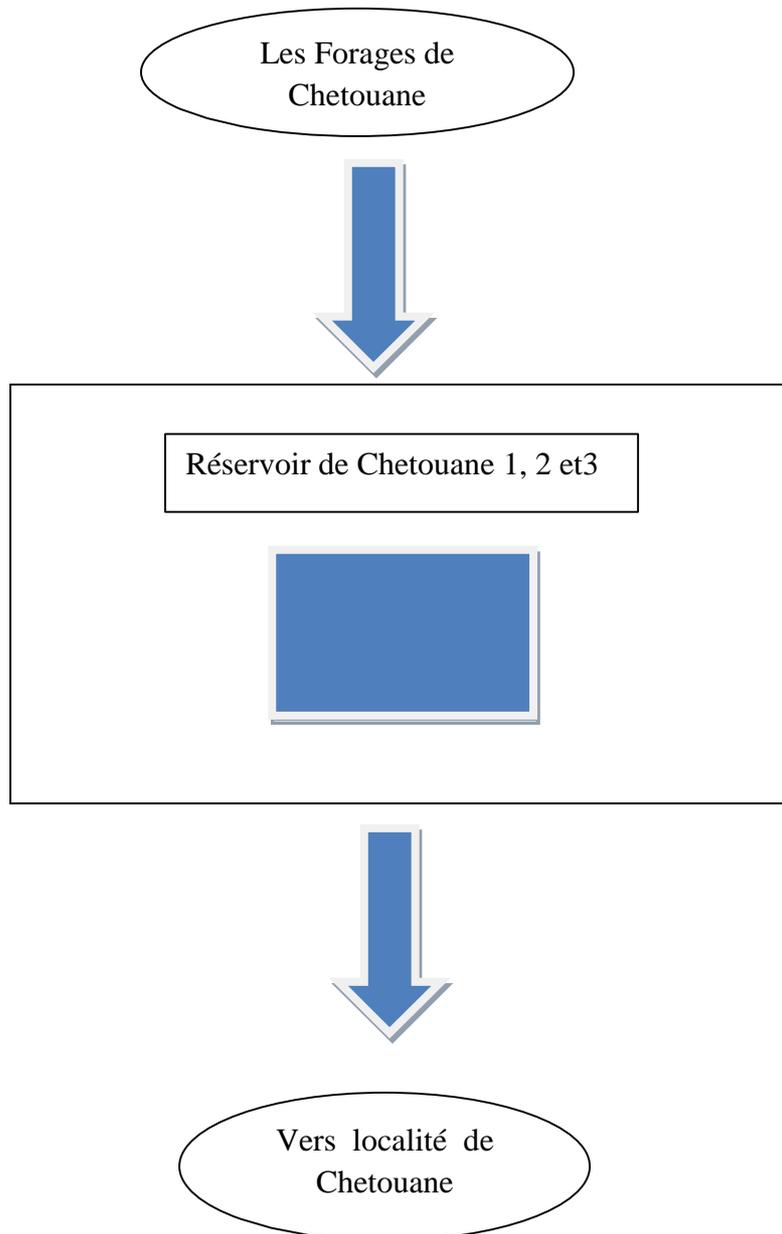
- ZI/Soitex ;
- Ain Defla ;
- Abou Techfine ;
- El Beaida 1 et 2 ;
- Les Oliviers.



**Figure 3-6 :** Les points de production de Réservoir la Zone Industrielle.

### 2.6.2. Réservoir de Chetouane 1, 2 et 3

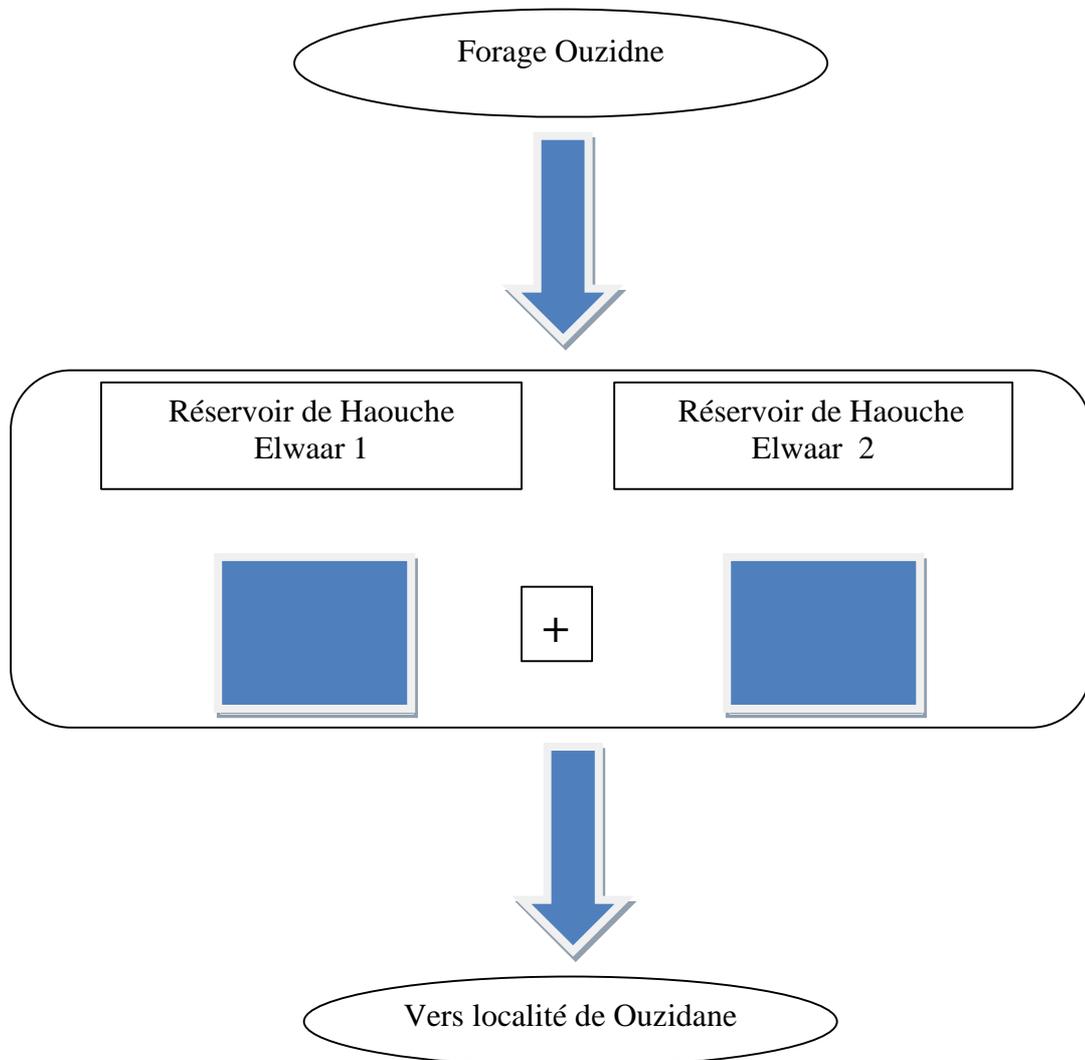
Ce réservoir est composé de trois parties, le premier est de 500 m<sup>3</sup>, le deuxième de 1 000 m<sup>3</sup> et le troisième de 3 000 m<sup>3</sup>, les eaux des forages de la localité de Chetouane alimentent les trois parties de ce réservoir, puis elles sont destinées vers localité de Chetouane.



**Figure 3-7 :** Les points de production de Réservoir Chetouane.

### 2.5.3. Réservoir de Haouche Elwaar 1 et 2

Dans cette zone il ya deux réservoir, le premier est de 1 000 m<sup>3</sup> et le deuxième de 300 m<sup>3</sup>, les deux réservoirs se remplie à partir du forage Ouzidane, en suite les eaux de ce réservoir sont destiné vers localité Ouzidane.



**Figure 3-8 :** Les points de production de Réservoir Haouche Elwaar 1 et 2.

### 2.5.4. Réservoir de Oudjlida 1 et 2

Le réservoir de Oudjlida est alimenté à partir d'un piquage de la conduite Barrage Beni Bahdel Oran (BBO), ce réservoir se compose de deux parties la première est de 1 000 m<sup>3</sup> et la deuxième de 3 000 m<sup>3</sup> qui vont alimenter localité de Oudjlida.

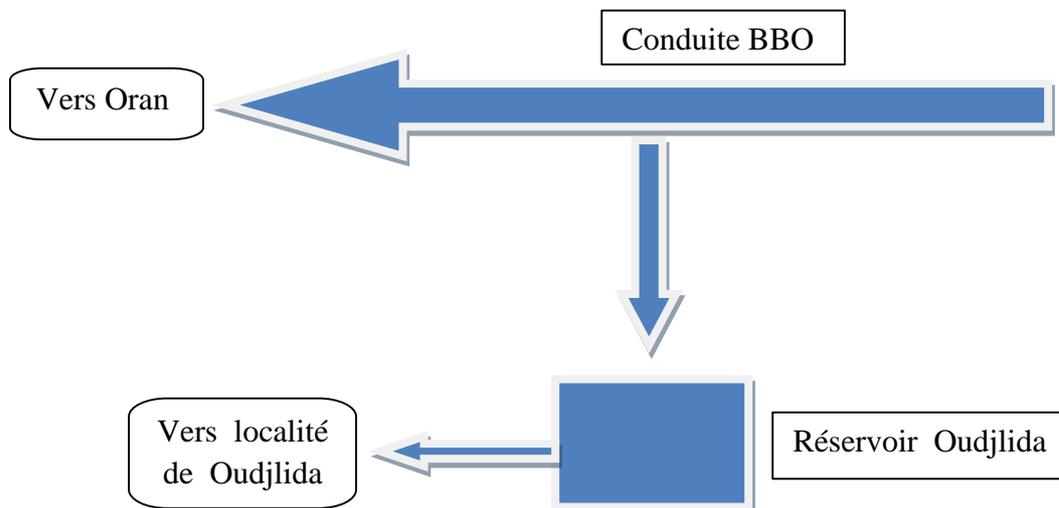


Figure 3-9 : Les points de production de Réservoir Oudjlida 1 et 2.

### 2.5.5. Réservoir de Ain el Houtz

Pour le réservoir de Ain el Houtz est aussi alimenté à partir de piquage de la conduite Barrage Beni Bahdel Oran (BBO), la capacité de ce réservoir est de 500 m<sup>3</sup>.

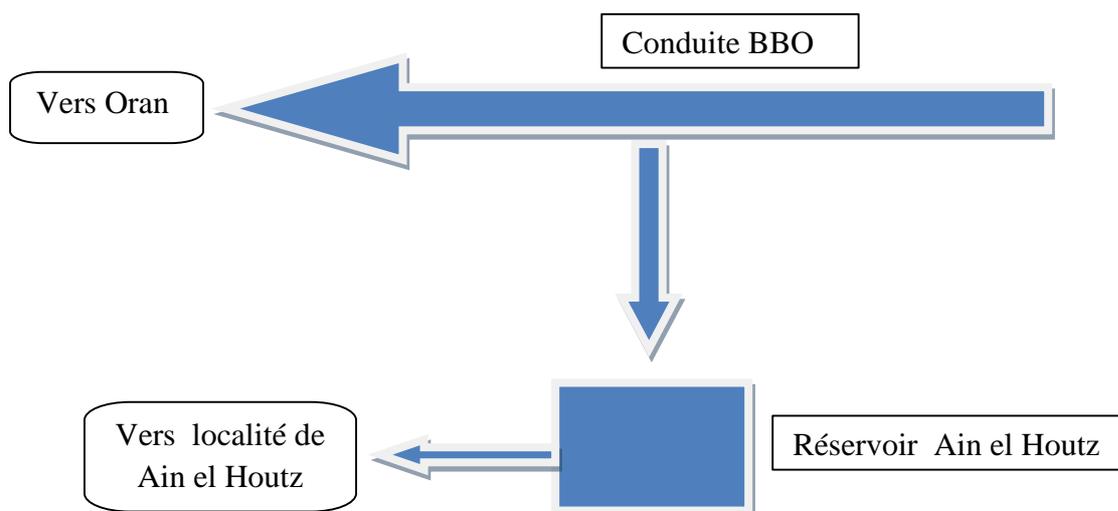
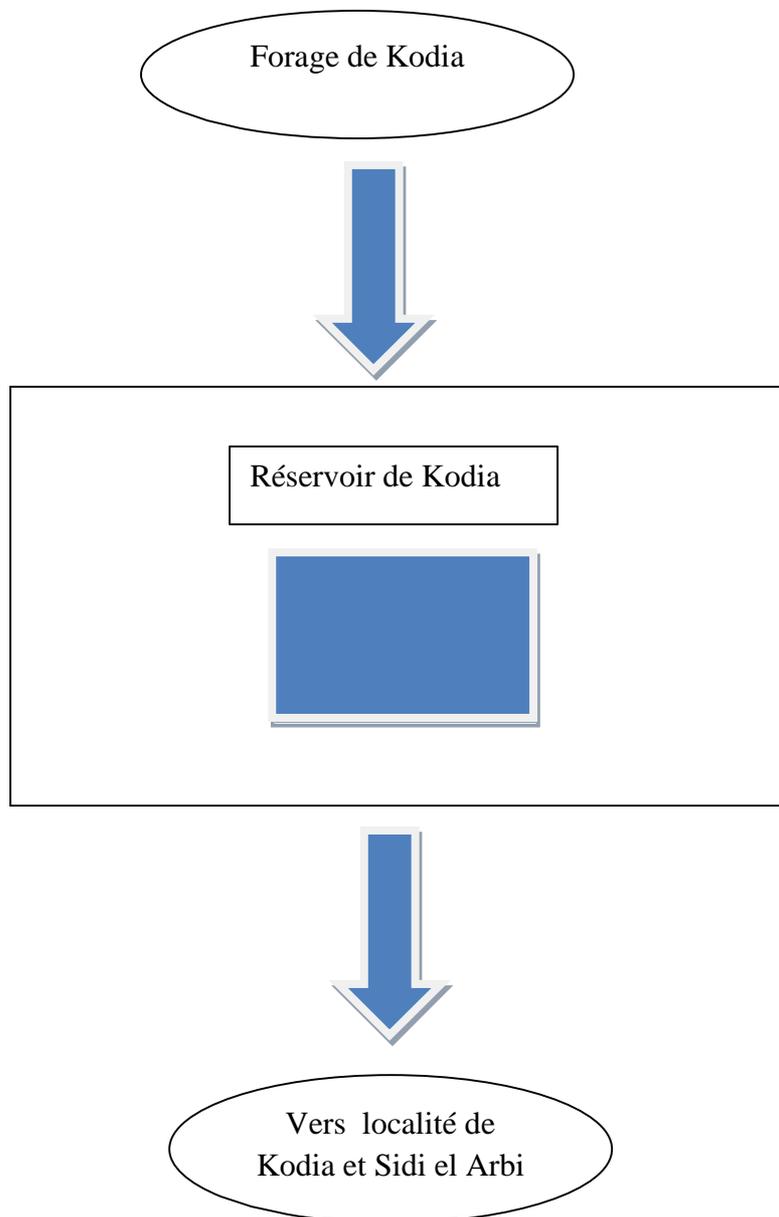


Figure 3-10 : Les points de production de Réservoir Ain et Houtz.

### 2.5.6. Réservoir de Kodia

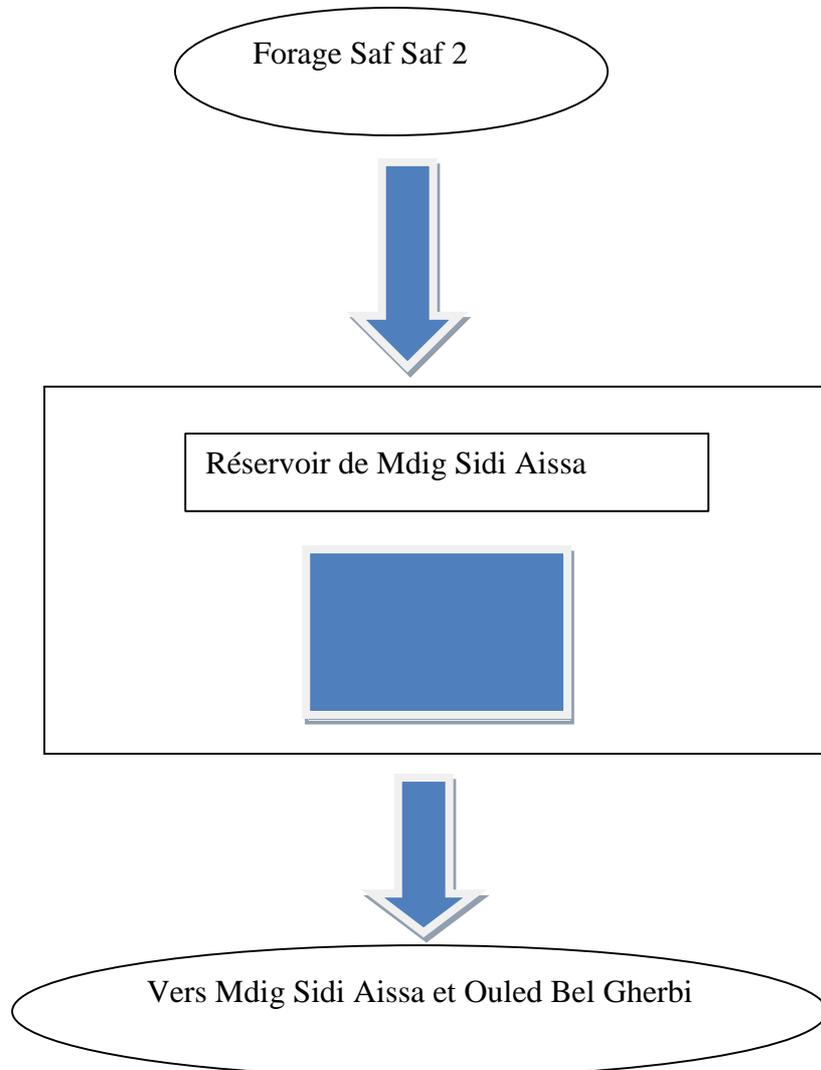
La capacité de ce réservoir est de 500 m<sup>3</sup> alimenté à partir de forage Kodia et les eaux sont distribuées vers la zone de Kodia et Sidi el Arbi.



**Figure 3-11** : Les points de production de Réservoir Kodia.

### 2.5.7. Réservoir de Mdig Sidi Aissa

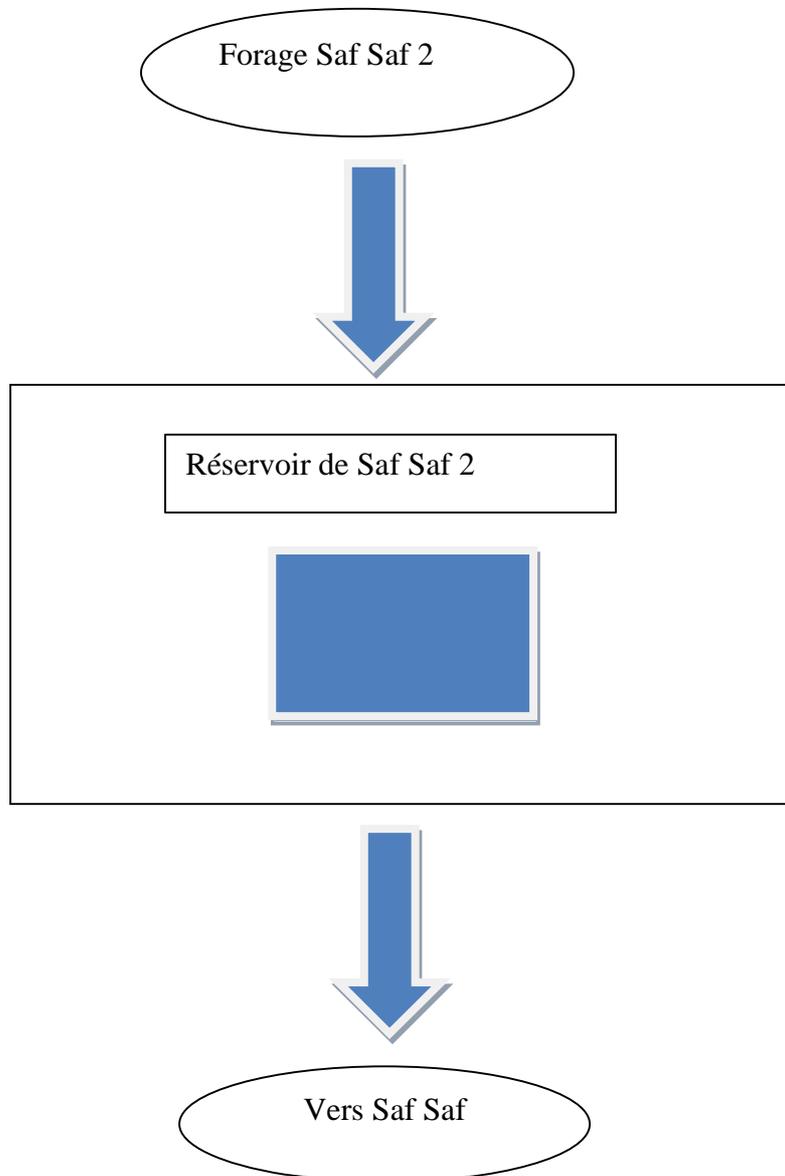
Ce réservoir d'une capacité de 200 m<sup>3</sup> alimenté à partir de forage Saf Saf 2, et les eaux distribuées vers les sites de Mdig Sidi Aissa et Ouled Bel Gherbi.



**Figure 3-12 :** Les points de production de Réservoir Mdig Sidi Aissa.

### 2.5.8. Réservoir de Saf Saf 2

Les eaux de ce réservoir viennent des eaux de forage Saf Saf 2 est destiné vers localité Saf Saf, La capacité de ce dernier est de 500 m<sup>3</sup>.



**Figure 3-13** : Les points de production de Réservoir Saf Saf.

### 3. LES SCENARIOS

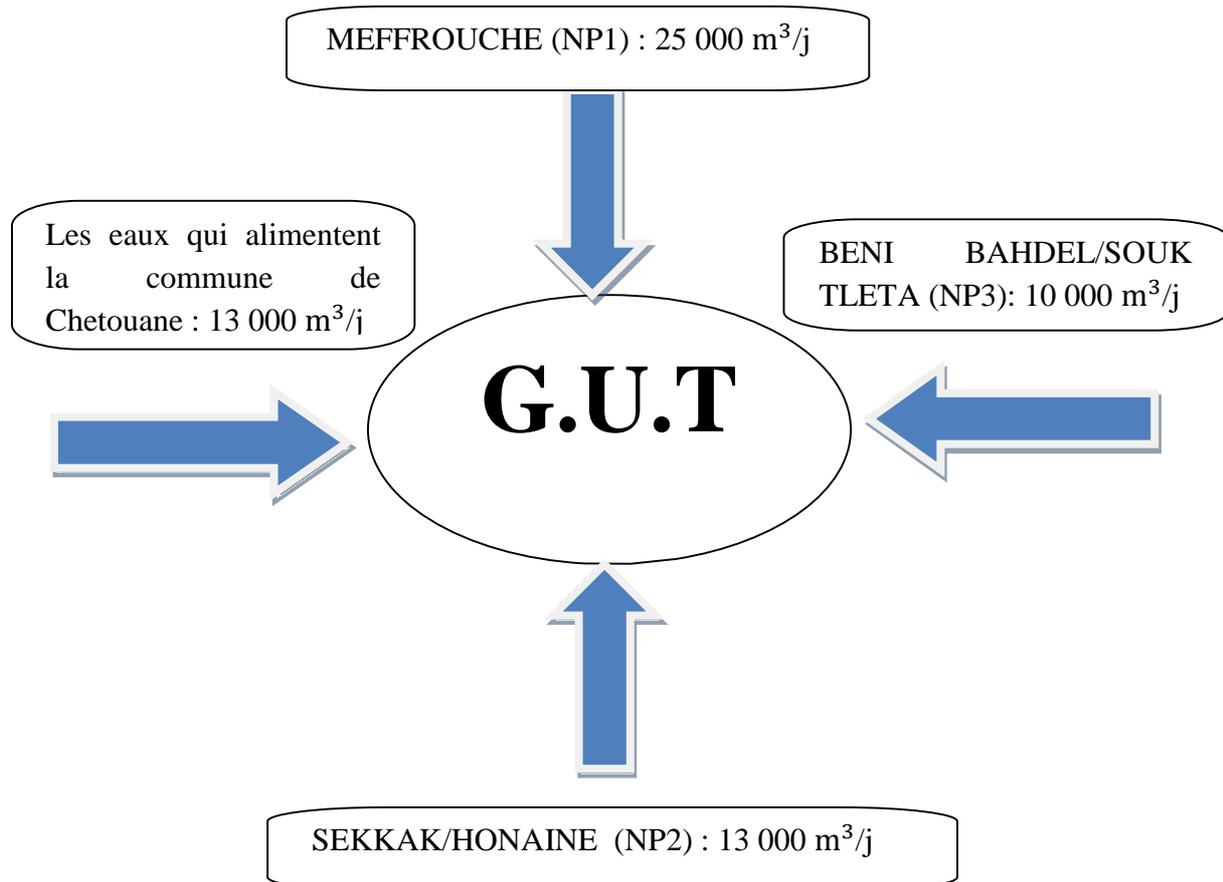
Dans cette partie on va proposer plusieurs scénarios qui peuvent survenir sur le système d'alimentation du G.U.T et qui peuvent provoquer des perturbations de l'alimentation de l'eau potable des abonnés.

#### 3.1. L'état normal de distribution dans le G.U.T

L'alimentation normale de G.U.T est assurée par deux catégories de ressources : superficielles et souterraines, après introduction des eaux de dessalement dans le réseau d'alimentation en eau potable de Tlemcen, le volume moyen des eaux de surface alimentant le G.U.T étaient mobilisées par trois barrages et/ou deux stations de dessalement :

- barrage Beni Bahdel /station de dessalement Souk Tleta (NP3): 10 000 m<sup>3</sup>/j ;
- barrage Sekkak /station de dessalement Honaine (NP2) : 13 000 m<sup>3</sup>/j ;
- barrage Meffrouche (NP1) : 25 000 m<sup>3</sup>/j.

Ici on doit signaler que la commune de Chatouane est alimentée à partir des eaux souterraines à raison de 5 000 m<sup>3</sup>/j, et à partir des eaux de dessalement de Souk Tleta/barrage Beni Bahdel (NP3) à raison de 8 000 m<sup>3</sup>/j.



**Figure 3-14** : la production totale des eaux alimentant le G.U.T.

### 3.2. Scenario 1

Pour le scenario 1 on va simuler l'arrêt du barrage Sekkak /station dessalement Honaine (NP2), cet arrêt peut être causé par :

- ❖ rupture de la conduite d'adduction de diamètre 800 mm reliant le barrage Sekkak/SDEM Honaine (NP2) et le réservoir de Mansourah (ND3) ;
- ❖ le barrage est au niveau mort ;
- ❖ la pollution ou bien mauvaise odeur du barrage Sekkak ;
- ❖ entretien de la SDEM Honaine ;
- ❖ problème technique de longue durée au niveau de la SDEM Honaine.

Lors de la réalisation de ce travail ce scénario s'est produit réellement en effet le 30 avril 2013 une rupture de la conduite d'adduction de diamètre 800 mm qui reliant (NP2) avec (ND3) s'est produit au niveau du pôle universitaire (la rocade) ce qui a produit l'arrêt complet du pompage des eaux produite au niveau du (NP2) vers les réservoirs Mansourah (ND3), cet interruption à durée jusqu'à 25 juillet 2013.

### 3.2.1. Système de compensation

Le déficit de l'alimentation en eau potable dans le secteur Mansourah crée à cause de la rupture de la conduite d'adduction d'un diamètre 800 mm, qui relie le barrage Sekkak/Honaine (NP2) avec le réservoir de Mansourah (ND3), voir les photos



**Photo 3-1 :** La conduite d'adduction de diamètre 800 mm.



**Photo 3-2 :** la photo représentant la zone après la rupture de la conduite.

Pour combler ce déficit, on propose la variante suivante :

- Renforcer le volume produit au niveau du barrage Beni Bahdel/SDEM Souk Tleta (NP3) à raison de 10 000 m<sup>3</sup>/j supplémentaire ;
- Le volume restant de 3 000 m<sup>3</sup>/j sera récupérer à partir d'un piquage sur la conduite alimentant le réservoir de Boudghane à partir de la station Lalla Setti 1 (ND1).

A ce niveau il faut signaler que la population touche par cette perturbation dépasse les 40% de la population du G.U.T.

Le nouveau système de distribution est comme suit :

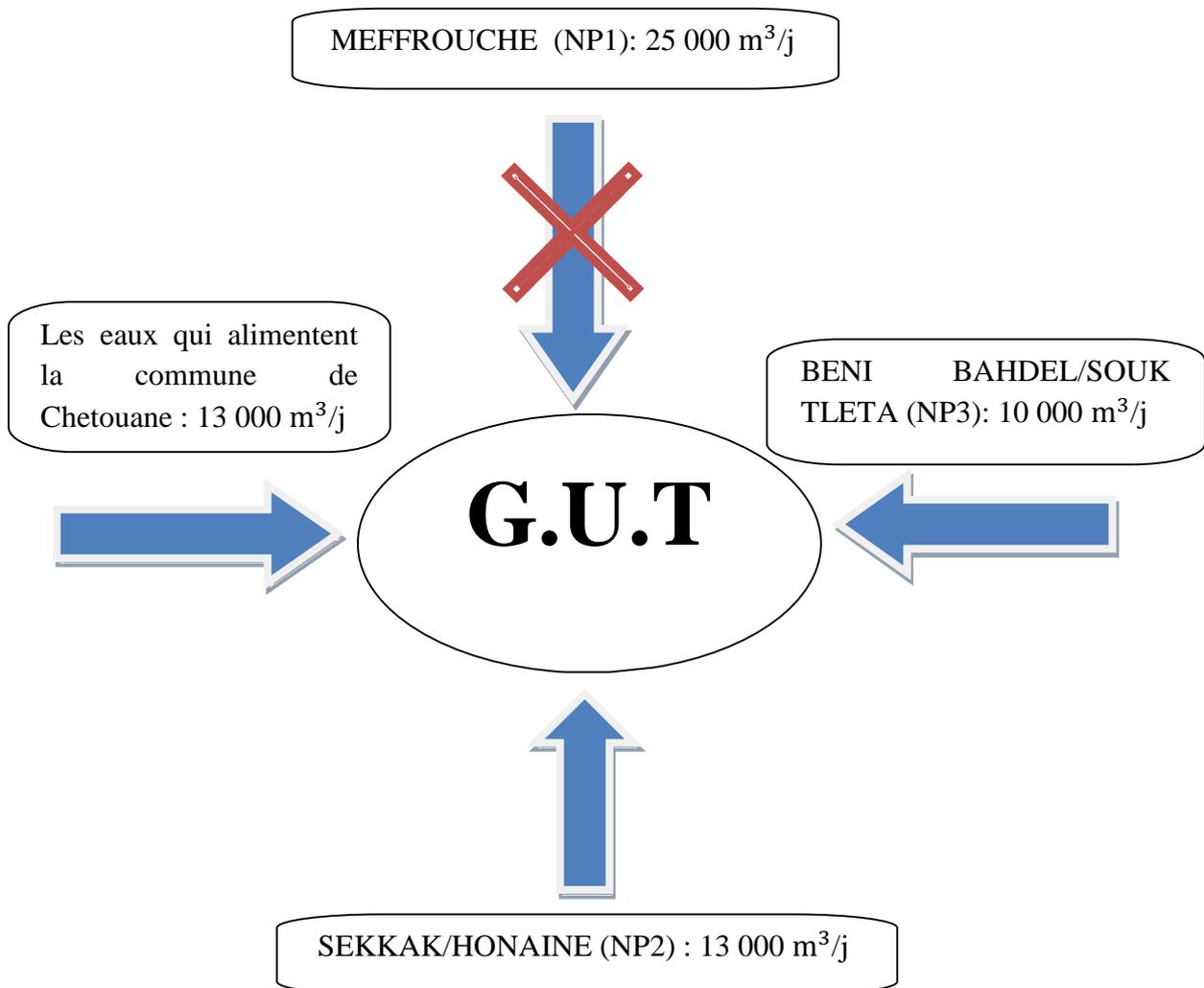
- Le volume de 3 000 m<sup>3</sup>/j sera distribué à partir du réservoir Mansourah (ND3) ;
- Le volume de 20 000 m<sup>3</sup>/j sera distribué à partir du réservoir (Tampon 1et 2) Boudjmil (ND4). (Voir la figure).



### 3.3. Scenario 2

Pour le scenario 2 on va simuler l'arrêt du barrage Meffrouche (NP1), cet arrêt peut être causé par :

- ❖ le barrage est au niveau mort ;
- ❖ la pollution ou bien mauvaise odeur du barrage Meffrouche ;
- ❖ envasement du barrage.



**Figure 3-16** : schéma représentant la défaillance du Barrage Meffrouche (NP1).

### **3.3.1. Système de compensation**

C'est un scénario qui s'est produit déjà il ya quelque année, pour compenser le volume de 25 000 m<sup>3</sup>/j il ya deux possibilités ce qui donne leur débit totale de 11 000 m<sup>3</sup>/j :

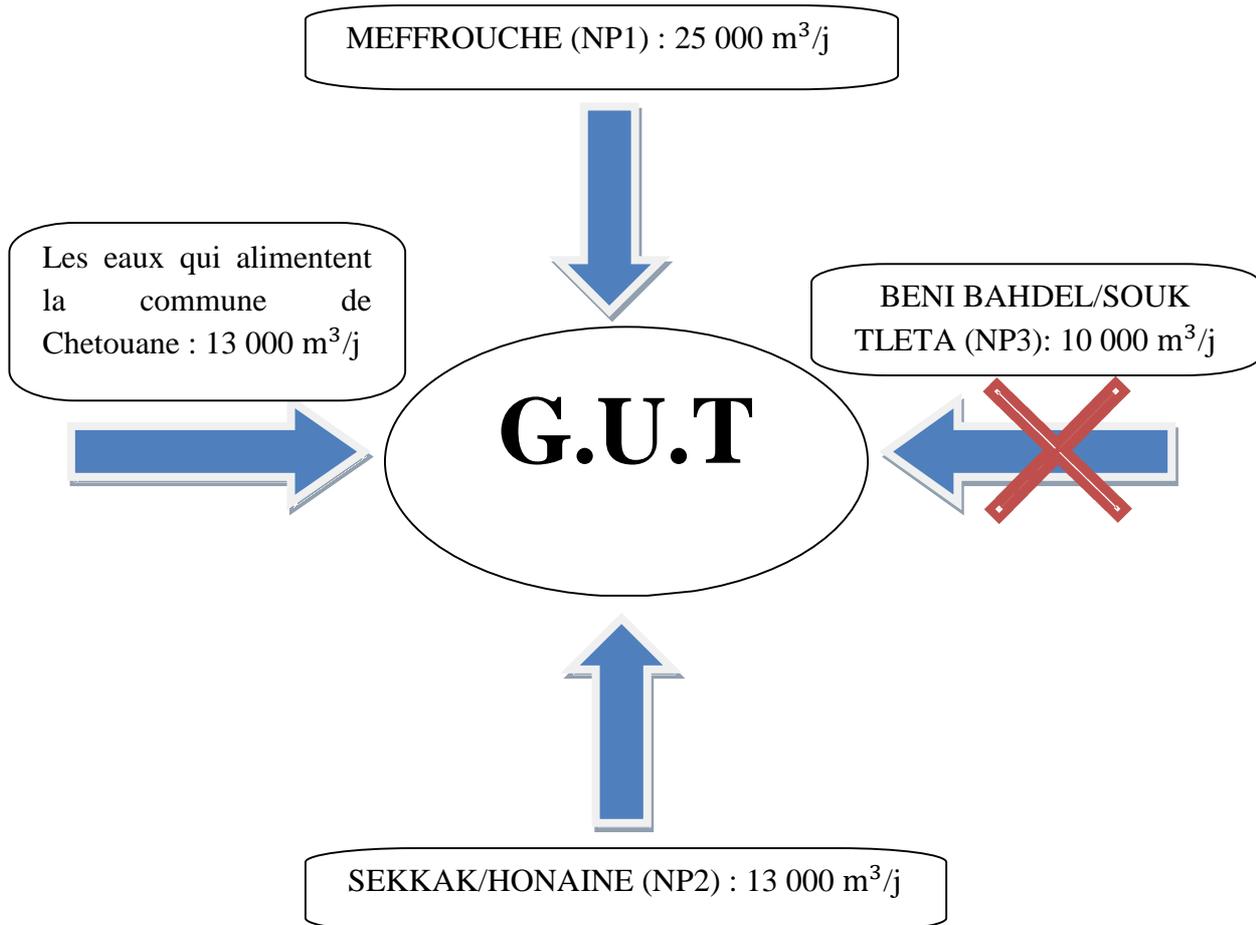
- ❖ la source fouara supérieur qui donne un débit moyenne de 2 800 m<sup>3</sup>/j ;
- ❖ la nappe du barrage Meffrouche d'une capacité de 2 000 000 m<sup>3</sup> , et on peut prendre un débit maximale de 8 000 m<sup>3</sup>/j.

Les deux systèmes de compensation qui est possible est donné un débit moyenne de 11 000 m<sup>3</sup>/j, donc un programme de distribution de 6 heures à raison de deux fois par semaine permet d'équilibrer le déficit non compenser.

### **3.4. Scenario 3**

Pour le scenario 3 on va simuler l'arrêt de la chaine BC1 (NP3), cet arrêt peut être causé par :

- ❖ rupture de la conduite d'adduction de diamètre 1 100 mm qui reliant le barrage Beni Bahdel/SDEM Souk Tleta (NP3) et le réservoir de (Tampon 1et 2) Boudjmil (ND4) ;
- ❖ le barrage est au niveau mort ;
- ❖ la pollution ou bien mauvaise odeur du barrage Beni Bahdel ;
- ❖ entretien au niveau du SDEM Souk Tleta ;
- ❖ problème technique de longue durée au niveau de la SDEM Souk Tleta.



**Figure 3-17** : schéma représentant la défaillance de la chaîne BC1 (NP3).

### 3.4.1. *Système de compensation :*

Cette chaîne alimente les populations de Imama et Bouhanek qui représente environ 15% de la population du G.U.T.

Dans le cas de l'arrêt de la chaîne BC1 (barrage Beni Bahdel /station dessalement Souk Tleta (NP3)) le déficit sera de l'ordre de 10 000 m<sup>3</sup>/j, la compensation de ce déficit se fait de la manière suivant :

- un prélèvement d'un débit de 8000 m<sup>3</sup>/j au niveau de la station SP3 (la station de pompage SP3 est une station qui fait parti de la chaîne BC1 mais possède une conduite de liaison avec la chaîne de Sekkak/SDEM Honaine (NP2) au niveau de la rocade de Beni Mestere).
- Le volume restant de 2 000 m<sup>3</sup>/j sera distribué à partir de réservoir de Mansourah (ND3). (voir la figure).



### **3.5. Scenario 4**

Pour le scénario 4 on va simuler la combinaison de scénario 1 et le scénario 2.

#### ***3.5.1. Système de compensation***

La compensation du déficit du à l'arrêt du barrage Meffrouche (NP1) se fait selon les solutions proposées dans le scénario 2.

Pour le volume restant de 27 000 m<sup>3</sup>/j et selon les solutions proposées dans le scénario 1, on peut augmenter le volume à partir de la chaine BC1 (barrage Beni Bahdel/SDEM Souk Tleta (NP3)) d'une quantité de 10 000 m<sup>3</sup>/j supplémentaire, ce qui réduit le déficit à 17 000 m<sup>3</sup>/j, pour équilibrer ce déficit on établie un programme de distribution avec une plage horaire de 6 à 8 heures à raison de deux fois par semaine.

### **3.6. Scenario 5**

Pour le scénario 5 on va simuler la combinaison de scénario 2 et le scénario 3.

#### ***3.6.1. Système de compensation***

La compensation du déficit du à l'arrêt du barrage Meffrouche (NP1) se fait selon les solutions proposées dans le scénario 2.

Pour le volume restant de 24 000 m<sup>3</sup>/j et selon les solutions proposées dans le scénario 3, on peut augmenter le volume à partir de barrage Sekkak/SDEM Honaine (NP2) d'une quantité de 10 000 m<sup>3</sup>/j supplémentaire, ce qui réduit le déficit à 14 000 m<sup>3</sup>/j, pour équilibrer ce déficit on établie un programme de distribution avec une plage horaire de 6 à 8 heures à raison de deux fois par semaine.

### **3.7. Scenario 6**

Pour le scénario 6 on va simuler la combinaison de scénario 1 et le scénario 3.

Pour équilibrer ce déficit il faut d'abords mettre les forages qui sont en veille et établir un programme de distribution avec une plage horaire de 6 à 8 heures à raison de deux fois par semaine.

### **3.8. Scenario 7**

Pour le scénario 7 on va simuler la combinaison de scénario 1, scénario 2 et le scénario 3.

Cette simulation créer un déficit énorme et risque de paralyser le système de distribution d'eau dans le G.U.T.

Les ressources souterraines sont insuffisantes pour palier au déficit, et même un programme de restriction dans la distribution ne va pas pouvoir aide à faire face à la crise.

### **3.9. Scenario 8**

Ce scenario concerne les pannes dans les pompes ou rabattement de niveau d'eau des forages ou même pollution des ressources.

Ce scénario touche principalement la zone de Chetouane, notre proposition pour palier au déficit crée est la suivant :

- Réhabiliter la conduite d'adduction (500 mm) reliant le barrage Meffrouche (NP1) et BC2.
- Réaliser des piquages sur cette conduite reliant les réservoirs zone industrielle, et les réservoirs Chetouane 1, 2 et 3 et les réservoirs Ouzidane.

## **4. Autre proposition de scénario**

- Construire un nouveau réservoir au niveau du Nœud de Distribution 3 (ND3) et réaliser une conduite d'adduction reliant ce réservoir avec le réservoir de Sidi Chaker pour sécuriser l'alimentation de la partie Est du G.U.T.
- Réaliser une adduction entre le réservoir pôle universitaire et le réservoir de Abou Techfine pour sécuriser Abou Techfine et une partie de Oudjlida ; voir la figure suivant :



## 5. CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de savoir comment faire la sécurisation de l'alimentation en eau potable du Groupement Urbain du Tlemcen à partir de schéma vertical.

On cas de déficit les points de production des nœuds de Lalla Setti 1 et 2, Mansourah et Boudjmil, on peut dire que le volume d'eau récupérer à partir de système de compensation de chaque nœud est satisfaisant pour sécuriser l'alimentation en eau potable des nœuds concerné, et on cas de déficit les points de production de nœud Chetouane c'est difficile pour avoir un système de compensation, donc il faut l'intervention de l'état pour réaliser des piquages sur la conduite d'adduction 500 mm reliant les réservoirs de nœud Chetouane pour assurer l'alimentation en eau potable.

# Conclusion Générale

# Conclusion générale

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la sécurisation de l'alimentation en eau potable du Groupement Urbain de Tlemcen.

On a commencé par la collecte des données sur terrain dans le but d'actualiser le schéma verticale du système de distribution de l'eau potable dans le GUT, ce schéma qui nous a servi par la suite tout d'abord à comprendre le mode d'alimentation des abonnés dans le GUT et par la suite a proposer des scénarios de dysfonctionnement de ce système.

Cependant avant de commencer cet analyse on na juge nécessaire de faire un état des lieux du schéma d'alimentation du G.U.T. Pour simplifier la compréhension de ce schéma, les points de production principaux (barrages, station de dessalement, forages et les sources) sont désignées comme nœuds de production et les points de distribution principaux (stations des traitements et les réservoirs) comme nœuds de distribution.

Par conséquent on a propose huit scénarios qui peuvent être l'origine de perturbation de l'alimentation en eau potable des abonnés du GUT. Les plus importants sont les scénarios 1 ou a simulé l'arrêt du barrage Sekkak /station dessalement Honaine (NP2), et le scénario 3 ou a simuler l'arrêt de la chaine BC1 (NP3).

Des solutions qui peuvent palier au déficit causé par ces perturbations ont été propose.

# Références

# Bibliographies

# Référence bibliographique

- [1] **LIRATNI M., 2011**, Guide méthodologique pour le diagnostique de réseaux de distribution d'eau potable. École nationale polytechnique d'Alger (enpa).
- [2] <http://eau.seine-et-marne.fr/library/schemaAEPb> . Consulté le 16 février 2013.
- [3] **L'alimentation en eau potable**, un enjeu permanent, des risques à prévenir, réglementation L'article L.1321-1 du Code de la santé publique.
- [4] **LAURENCE C., 2001**, L'alimentation en eau potable. Animatrice en prévention des risques majeurs à l'IRMa. Risques Infos n°12.
- [5] **Poitou C., 2012**, Qu'est ce qu'une eau potable ?, Observatoire régional de l'environnement.
- [6] **BAHME L. DJEBABRA M. & ABIBSI A., (2004)**, Démarche d'intégration du concept qualité-sécurité-Environnement aux systèmes d'alimentation en eau potable. Larhyss /journal N° 03.
- [7] **Guide technique., 2006**, évaluation de la vulnérabilité des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, Ministère de la Sante et des Solidarités.
- [8] **Miaillier L., 2008**, Etude de valorisation des données sur les services d'eau potable et d'assainissement pour le risque de crise. N° étude : 08.17. Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône.
- [9] **ANNIE P., 2008**, Nouveaux défis de sécurisation pour les infrastructures de distribution d'eau potable, INRS Eau, Terre et Environnement, 490 de la Couronne, Québec QC G1K 9A9.
- [10] **BOUMEDIENE A., 2012**, Les adductions du Groupement Urbain de Tlemcen, états des lieux et proposition des solutions : Secteur Mansourah, Mém. Master en hydraulique, Univ. Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.

- [11] **BERRAHMA B., 2009**, l'étude d'un nouveau schéma de répartition de ressources dans le Groupement Urbain de Tlemcen, Mém. Ing.d'Etat en hydraulique urbain, Univ. Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.
- [12] **DPAT (direction de planification et de l'aménagement de territoire de la wilaya), 2013**, Rapport d'étude démographique de la wilaya de Tlemcen.
- [13] **ANAT (l'Agence Nationale d'Aménagement de Territoire), 2013**, Monographie de la wilaya de Tlemcen, plan d'Aménagement de Territoire de la wilaya de Tlemcen.
- [14] **DRE (Direction des Ressources en Eaux), 2013**, Fiche technique des trois barrages Maffrouch, Sekkak et Béni-Bahdel.
- [15] **ADE (Algérienne Des Eaux), 2013**, Rapport interne.
- [16] **BENAMMAR S A. & MANKOURI A., 2010**, l'apport de dessalement dans la nouvelle réparation des ressources en eau au niveau de la wilaya de Tlemcen, Mém. Ing. D'Etat en hydraulique urbain, Univ. Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.