

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de l'Ingénierat

Département : Hydraulique

Domaine : Sciences et Technique

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**ETUDE DE LA PREVISION DE LA DEMANDE EN  
EAU ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU  
D'A.E.P DE L'AGGLOMERATION 1<sup>ER</sup> MAI  
ANNABA**

Présenté par : *GAHAM OULFA & BOUZIDI IMENE*

Encadrant : *AMARCHI* Hocine Professeur U.B.M.A

**Jury de Soutenance :**

|                                      |       |         |           |
|--------------------------------------|-------|---------|-----------|
| M <sup>me</sup> BENABDESSELAM Tamara | Pr.   | U.B.M.A | Président |
| M. AMARCHI Hocine                    | Pr.   | U.B.M.A | Encadrant |
| M. ALLAOUA Abdallah                  | M.A.A | U.B.M.A | Examineur |

Année Universitaire : 2019/2020

## **Remerciements**

Nous profitons par le biais de ce mémoire, pour exprimer nos vifs remerciements à toute personne contribuant, de près ou de loin, à l'élaboration de cet humble travail.

En préambule à ce projet, Nous remercions ALLAH, de nous avoir donné la force, le courage ainsi que la patience d'achever ce modeste travail.

Nos sincères gratitude s'adressent à toute l'équipe de l'ADE Annaba ainsi que la subdivision d'El Bouni, qui nous ont fournis toutes les informations que nous avons pu demander.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce projet.

Avec beaucoup d'égard, nous ne manquons pas d'exprimer notre grande reconnaissance à tous les enseignants de l'université Badji Mokhtar pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles, ainsi qu'aux personnels pour leur assistance durant notre période d'étude au sein de la faculté.

## Dédicaces

### A mes chers parents

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*OulfaGaham*

## Dédicaces

### **A ma mère :**

Affable, honorable, aimable, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et d'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager, tes prières et ta bénédiction m'on étaient d'un grand secours pour mener à bien mes études, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de faire depuis l'enfance et même à l'âge adulte. Inexistant sont les efforts que tu n'avais pas fait afin de me voir réussir et suivre le bon chemin. Je n'oublierai jamais les heures passées à m'attendre devant les portes de la faculté dans le froid et la chaleur pour ne pas me laisser rentrer seule sous la pluie, ou sous un soleil de plomb. Pour cela je tiens impérativement à ce que ce travail soit aussi le tien, que puisse dieu tout puissant t'offrir tout ce que tu mérites et te garde à mes côtés pour toute la vie.

### **A mon père :**

Les mots ne suffisent pas pour décrire l'amour, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour toi, pour te dire à quel point je suis reconnaissante pour tous les efforts fournis jours et nuits pour notre bien être papa, je n'ai jamais manquer de quelque chose, tu m'as toujours traiter comme une petite princesse, tu as toujours tout fait pour m'offrir tout ce dont j'ai besoin, tu as toujours su m'inculquer les vraies valeurs de la vie, tu me combles d'amour, l'amour d'un père unique . Je ne te dirais jamais assez merci mon papa. Ce travail est le fruit de tes sacrifices, les sacrifices que tu as consenti pour mon éducation et mes études, j'espère te rendre fière et exhausser tout tes rêves car ce cursus universitaire est pour toi, Que dieu te garde auprès de nous pour la vie.

### **A mon cher frère et mon adorable belle-sœur :**

Mourad le protecteur et Imen ma sœur de cœur, que j'aime profondément, vous avez toujours su me divertir et me changer les idées quand il le fallait, vous avez su me conseiller et me guider au quotidien, en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès, que dieu le tout puissant, vous protège et vous garde. Je vous aime.

### **A ma nièce**

Doudou Lina, la prunelle de mes yeux, je te dédie ce mémoire de fin d'études en souhaitant et priant dieu que tu aies un avenir plein de bonheur et de succès, remplie d'amour. Tu illumine notre quotidien ... si tu savais à quel point je t'aime.

### **A la mémoire de mes grands-parents :**

Mama Malika, Papanou et Jeddi Riel, là où vous êtes je sais que vous veillez sur moi, vous nous avez peut-être quitté mais vous vivez en nous, j'aurai tant aimé que vous soyez présents pour partager ma joie, j'espère que vous êtes fière de moi.

Qu'ALLAH le miséricordieux vous accueille dans son vaste paradis.

### **A ma grand-mère**

Mémé tu es ma deuxième maman, tu as toujours été là pour moi, je n'oublierai jamais nos heures, nos jours et nos nuits à papoter de tout et de rien, tes conseils si précieux, tes leçons de vie, je rentrais à midi de l'école, je trouvais un bon déjeuner sur une jolie table dressée, tu vérifiais la nuit si j'étais bien couverte, si je n'avais pas froid, tu prenais soin de moi, de tout le monde d'ailleurs, tu te souciais de tout le monde en t'oubliant bien des fois, tu es si généreuse, si douce et si aimante, qui ne t'aime pas mémé ?

Tu es une perle rare, une pierre précieuse que je veux cacher de la vue de tous, et surtout du temps qui court !

Je t'aime à tout jamais mon adorée.

### **A MES PROCHES :**

Mes tantes maternelles : Karima ma confidente, Houria et Souad, si douces et généreuse.

Mes tantes paternelles : Magda ma meilleure, Nadia, Meriem et Nora, toutes aussi généreuses et adorables. Sans oublier celles qui nous ont quittées que dieu les accueille dans son vaste paradis.

Ines Fridjat, Imen Touhami, Mohamed, Mes cousins et cousines sans exception

Ma team : Maram ma soeur, Chaima, Sarah, Nadine, Nazim et Mitcha.

### **Mes très chères amies :**

BoutheinaChehili, Ferial Lakhdari, Soumaya Boukhalifa, DjoumanaSoltani,.

A mes collègues et amies, ChaimaTridi, GahamOulfa et toute la promotion d'Hydraulique urbaine 2020 surtout en cette période de pandémie, ce n'était pas facile mais nous avons réussi, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

IMENE BOUZIDI

# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Remerciements.....   |    |
| Dédicaces .....  |    |
| Table des matières .....   |    |
| Liste des abréviations .....   |    |
| Index des tableaux .....   |    |
| Index des figures.....   |    |
| Résumé .....   |    |
| Abstract.....  |    |
| ملخص.....  |    |
| Introduction générale.....   |    |
| Problématique .....  |    |
| PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....                                     |    |
| CHAPITRE I : LA GESTION ET LA PROBLEMATIQUE DES BESOINS EN EAU.....          |    |
| Introduction .....   | 1  |
| I.1 Caractéristiques de l'eau .....  | 1  |
| I.2 L'eau : une ressource renouvelable ou non-renouvelable ? .....           | 2  |
| I.3 La répartition de l'eau dans le monde .....                              | 5  |
| I.4 Crise de l'eau : Rappel de la problématique de l'eau globalement .....   | 5  |
| I.5 Les usages de l'eau et les besoins des populations.....                  | 6  |
| I.6 L'essence économique de l'eau .....                                      | 7  |
| I.6.1 L'impact de développement économique sur les ressources en eau .....   | 8  |
| I.7 L'eau, un enjeu majeur pour l'Algérie.....                               | 9  |
| I.8 Qu'est-ce que la gestion intégrée ressource en eau .....                 | 10 |
| I.9 La nouvelle politique de l'eau : vers une GIRE en Algérie.....           | 11 |
| I.9.1 Les grands axes de la politique de l'eau de première génération .....  | 11 |
| I.9.2 Les points focaux de la politique de l'eau de seconde génération ..... | 13 |
| I.9.2.1 Les objectifs de la nouvelle politique de l'eau.....                 | 13 |
| I.9.2.2 Les principes de la nouvelle politique de l'eau.....                 | 14 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| I.10     | Les administrations chargées de la gestion des ressources en eau en Algérie ..... | 15 |
|          | Conclusion .....  | 17 |
|          | CHAPITRE II : PARAMETRES INFLUENCANT SUR LA DEMANDE EN EAU. ....                  | 18 |
|          | Introduction .....  | 18 |
| II.1     | Evolution de la population .....  | 21 |
| II.2     | Les potentialités hydriques .....   | 21 |
| II.2.1   | État actuelle des potentialités des ressources en eau.....                        | 24 |
| II.2.2   | Les potentialités en eau superficielle .....                                      | 25 |
| II.2.2.1 | La pluviométrie .....   | 25 |
| II.2.2.2 | Les barrages.....   | 26 |
| II.2.2.3 | Les retenues collinaires .....  | 27 |
| II.2.3   | Les potentialités en eau souterraines.....  | 27 |
| II.2.4   | Récapitulatif général des potentialités en eau de l'Algérie .....                 | 30 |
| II.2.5   | Les potentialités non-conventionnelles .....                                      | 31 |
| II.2.6   | Les prélèvements et approvisionnement de l'eau .....                              | 32 |
| II.3     | La tarification .....   | 35 |
| II.4     | Les infrastructures en eau .....  | 35 |
| II.5     | Le climat .....   | 40 |
|          | Conclusion .....  | 41 |
|          | PARTIE II : CONCEPTION ET RESULTATS. ....   | 43 |
|          | CHAPITRE III : MODELES D'ESTIMATION ET PREVISION DE LA DEMANDE EN EAU .....       | 42 |
|          | Introduction .....  | 42 |
| III.1    | La demande en eau potable .....   | 42 |
| III.2    | Evolution de la demande en eau potable et dotation par habitant .....             | 44 |
| III.3    | La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable.....              | 46 |
| III.4    | Les méthodes de prévision .....   | 47 |
| III.4.1  | Méthode tendancielle.....   | 47 |
| III.4.2  | Méthode globale .....   | 48 |
| III.4.3  | Méthode analytique .....  | 48 |
| III.5    | Présentation de la zone d'étude.....  | 51 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| III.5.1      | Situation .....  | 51 |
| III.5.2      | Historique .....   | 51 |
| III.5.3      | Caractères physiques du site.....  | 53 |
| III.5.3.1    | L'aspect morphologique.....  | 53 |
| III.5.3.2    | La déclivité des pentes .....  | 53 |
| III.5.3.3    | La nature géologique et géotechnique.....  | 54 |
| III.5.4      | Alimentation en eau potable .....  | 55 |
| III.5.5      | Le réseau de distribution.....   | 56 |
| III.5.6      | Définition de l'aménagement adopté.....  | 56 |
| III.6        | Note de calcul.....  | 58 |
| III.6.1      | Calcul par la méthode tendancielle par l'extrapolation temporelle.....                                 | 58 |
| III.6.2      | Calcul par la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers ..... | 61 |
| III.6.3      | Calcul par la méthode analytique par la méthode multi variée .....                                     | 64 |
| III.7        | Comparaison et interprétations des résultats .....   | 69 |
| III.7.1      | Comparaison des résultats .....  | 70 |
| III.7.1.1    | Nombre d'habitant .....  | 70 |
| III.7.1.2    | Besoins nécessaires.....   | 70 |
| III.7.1.3    | Déficit .....  | 70 |
| III.7.2      | Interprétation des résultats .....   | 70 |
| Conclusion   | .....  | 73 |
| CHAPITRE III | : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP.....   | 74 |
| Introduction | .....  | 74 |
| III.1        | Classification des reseau d'AEP .....  | 74 |
| III.1.1      | Conception du réseau de l'agglomération.....   | 74 |
| III.1.2      | Choix du type de réseau de distribution .....  | 75 |
| III.1.2.1    | Le réseau ramifié.....   | 75 |
| III.1.2.2    | Le réseau maillé .....   | 75 |
| III.1.2.3    | Le réseau étagé.....   | 75 |
| III.1.2.4    | Le réseau mixte .....  | 75 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| III.1.3   | Paramètres des réseaux.....  | 76 |
| III.2     | Les réservoirs .....   | 76 |
| III.2.1   | Type de réservoir.....   | 77 |
| III.2.2   | Les facteurs intervenants dans la détermination du type du réservoir :.....  | 77 |
| III.2.3   | Emplacement des réservoirs .....   | 78 |
| III.3     | Les conduites .....  | 78 |
| III.3.1   | Conduite d'adduction .....   | 78 |
| III.3.2   | Conduite de distribution .....   | 79 |
| III.3.3   | Conduite du trop-plein .....   | 79 |
| III.3.4   | Conduite de vidange.....   | 79 |
| III.3.5   | Conduite BY-PASS.....  | 80 |
| III.4     | Evaluation des besoins en eau de la population a différents horizons par le débit moyen, maximal et débit de pointe..... | 80 |
| III.4.1   | Calcul du débit moyen journalier ( $Q_{moy}$ ) .....   | 80 |
| III.4.2   | Calcul du débit maximal journalier ( $Q_{maxj}$ ).....   | 81 |
| III.4.3   | Calcul du débit de pointe ( $Q_{pte}$ ) .....  | 81 |
| III.5     | Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant.....  | 83 |
| III.6     | Calcul et simulation hydraulique du réseau de distribution.....  | 85 |
| III.6.1   | Présentation de logiciel utilisé.....  | 87 |
| III.6.1.1 | Définition .....   | 87 |
| III.6.1.2 | Origine et développement.....  | 87 |
| III.6.2   | Détermination des débits de dimensionnement .....  | 89 |
| III.6.2.1 | Calcul du débit spécifique ( $Q_{spe}$ ) .....   | 89 |
| III.6.2.2 | Calcul du débit en route ( $Q_r$ ).....  | 89 |
| III.6.2.3 | Calcul du débit nodal ( $Q_{nœuds}$ ) .....  | 91 |
| III.7     | Simulation hydraulique du réseau de distribution.....  | 93 |
| III.7.1   | Les résultats et discussion de la simulation du fonctionnement du reseau.....  | 94 |
| III.7.1.1 | Résultats des conduites.....   | 94 |
| III.7.1.2 | Le choix du type de matériaux de canalisation.....   | 97 |
| III.7.1.3 | La répartition des diamètres des conduites :.....  | 98 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| III.7.1.4 Résultats des nœuds..... | 99  |
| Conclusion .....                   | 102 |
| Conclusion générale.....           | 103 |

# Index des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1: Le prélèvement de l'eau dans le monde par secteur en m <sup>3</sup> et en %.....   | 8  |
| Tableau 2: La consommation de l'eau à usage de ménage par habitant et par jour.....   | 9  |
| Tableau 3 : Les prélèvements d'eau dans le monde, en m <sup>3</sup> /habitant/an (2004).....  | 10 |
| Tableau 4: La répartition des ressources hydraulique.....   | 25 |
| Tableau 5: Répartition des ressources superficielle de l'Algérie.....   | 26 |
| Tableau 6: Répartition spatial des eaux souterraines du Nord d'Algérie.....   | 28 |
| Tableau 7: Bilan des eaux souterraines en l'Algérie.....  | 30 |
| Tableau 8: Bilan des prélèvements d'eau douce (2000-2009).....  | 33 |
| Tableau 9: Approvisionnement public. Unité : Millions m <sup>3</sup> . ....   | 34 |
| Tableau 10 : Évolution démographique de la commune de El Bouni (1977-2008).....   | 51 |
| Tableau 11: Population et volume distribué.....   | 58 |
| Tableau 12 : Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai.....  | 60 |
| Tableau 13: Les taux d'accroissements de 2001 jusqu'à 2019. ....  | 61 |
| Tableau 14: Evolution démographique de la population de la zone étudié (1er mai) de l'année 2020 jusqu'à 2050.....                                      | 62 |
| Tableau 15: Typologie des agglomérations.....   | 62 |
| Tableau 16: Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai.....   | 63 |
| Tableau 17: les besoins en eau de la population étudié à l'horizon de 2050. ....  | 64 |
| Tableau 18: Nomenclature des strates de population.....   | 65 |
| Tableau 19: Taux d'accroissement de différents horizons. ....   | 65 |
| Tableau 20: Evolution démographique de la population de la zone étudié (1er mai) de l'année 2020 jusqu'à 2050.....                                      | 65 |
| Tableau 21: Dotation par hypothèse tendancielle.....  | 66 |
| Tableau 22: Dotation par hypothèse volontariste.....  | 66 |
| Tableau 23: Coefficient de majoration climatique.....   | 67 |
| Tableau 24: Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai par deux valeurs de dotation (tendancielle et volontariste)..... | 68 |
| Tableau 25: Les besoins en eau de la population étudié à l'horizon de 2050.....   | 68 |
| Tableau 26: Tableau récapitulatif des calculs.....  | 70 |

|   |    |
|---|----|
| Tableau 27: Les débits moyens des différents horizon (2020-2050). .....   | 80 |
| Tableau 28: Les variations du coefficient de $\beta$ max en fonction du nombre d'habitants. ....                  | 82 |
| Tableau 29: Les résultats du coefficient horaire d'irrégularité KH et coefficient de pointe KP. ....              | 82 |
| Tableau 30: Evaluation des besoins en eau de la population a différents horizons.....                             | 82 |
| Tableau 31: Tableau base de données de variations de consommation/nombre d'habitants. ....                        | 83 |
| Tableau 32: Volume du stockage nécessaire du réservoir à l'horizon 2050 de la localité 1 <sup>er</sup> Mai. ....  | 84 |
| Tableau 33: Tableau récapitulatif du système de fonctionnement du réseau de la localité 1 <sup>er</sup> Mai. .... | 85 |
| Tableau 34: Calcul des débits en route du réseau.....   | 89 |
| Tableau 35: Calcul des débits au nœuds du réseau.....   | 91 |
| Tableau 36: Résultats de simulation (vitesses et perte de charges). ....  | 94 |
| Tableau 37 : Répartition des diamètres du réseau A.E.P de la zone 1 <sup>er</sup> Mai.....                        | 98 |
| Tableau 38: Caractéristique des nœuds du reseau (élévation, demande, charge hydraulique et pression)              | 99 |

# Index des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Le cycle de l'eau.....   | 4  |
| Figure 2 : Hiérarchie des besoins en eau. ....   | 7  |
| Figure 3: Classement des pays les plus marqués par le stress hydrique.....                           | 18 |
| Figure 4: Stress hydrique par pays : 2040.....   | 19 |
| Figure 5: Les cinq (05) régions hydrographiques de l'Algérie. ....                                   | 23 |
| Figure 6: Répartition de la superficie des bassins hydrographiques.....                              | 24 |
| Figure 7: Système aquifère du Sahara septentrional (nappes CT et CI).....                            | 29 |
| Figure 8: Récapitulatif des potentialités en eau de l'Algérie. ....                                  | 30 |
| Figure 9: Répartition des prélèvements en eau douce par secteur d'activité (moyenne 2000-2009). .... | 34 |
| Figure 10: Rendement moyen d'adduction par unités ADE 2008. ....                                     | 38 |
| Figure 11 : Rendement moyen de distribution par unités. ....   | 38 |
| Figure 12: Les niveaux de rendements. ....   | 39 |
| Figure 13: Evolution du déficit par bassin hydrographique. ....                                      | 41 |
| Figure 14: La demande en eau : du prélèvement à la consommation. ....                                | 43 |
| Figure 15: Evolution de la demande en eau potable et la dotation en eau en Algérie. ....             | 45 |
| Figure 16 : Population desservie et volume distribué 2015-2020. ....                                 | 59 |
| Figure 17: réseau ramifié. ....  | 75 |
| Figure 18: Réseau maillé.....  | 75 |
| Figure 19: réseau étagé. ....  | 75 |
| Figure 20: Réservoir semi enterré.....   | 77 |
| Figure 21: Réservoir enterré. ....   | 77 |
| Figure 22: Conduite d'adduction.....   | 78 |
| Figure 23: Conduite de distribution. ....  | 79 |
| Figure 24: Matérialisation de la réserve d'incendie.....   | 79 |
| Figure 25: Schéma du réseau 1er Mai.....   | 86 |
| Figure 26: Interface de Bentley WaterCAD V8i.....  | 88 |
| Figure 27 : Répartition des diamètres du réseau AEP de la zone 1 <sup>er</sup> Mai.....              | 99 |

## Liste des abréviations

**ABH** : Agence des Bassins Hydraulique.

**ADE** : Algérienne Des Eaux.

**APC** : Assemblée Populaire Communale.

**APS** : Algérie Presse Service.

**DRE** : Direction des Ressources en Eau.

**MRE** : Ministère des Ressources en Eau.

**NOAA** : National Oceanic and Atmospheric Administration.

**ONS** : Office National des Statistiques.

**ONU** : Organisation des Nations Unies

**PNE** : Plan National de l'Eau.

## Résumé

L'Algérie a consenti d'énormes efforts pour faire face à son stress hydrique. Même si les réalisations en infrastructures hydrauliques ont été importantes durant ces dernières années, l'Algérie reste encore insuffisamment dotée en ressources hydriques. La satisfaction par les volumes mobilisables risque de ne pas être garantie à long terme, compte tenu, des aléas climatiques et de la faiblesse dans la protection des ressources tant superficielles que souterraines. La prévision de la demande en eau sert à estimer les futures consommations tout en protégeant ces ressources, et à dimensionner les infrastructures hydrauliques. Toute faute de prévision provoquera une surexploitation et des contraintes financières.

C'est précisément pourquoi nous avons consacré la problématique de ce travail à la contribution de la prévision de la demande en eau. Il s'agit par cela de déterminer un modèle de prévision fiable qui satisfait les besoins de la population en eau potable et des secteurs économiques tout en tenant compte des économies imposées par les limitations de cette ressource et l'exigence de sa préservation.

**Mots clés** : Stress hydrique, infrastructure hydraulique, ressource hydrique, demande en eau, modèle de prévision, contraintes financières.

## **Abstract**

Algeria has made important efforts to deal with its water stress. Although in water infrastructure achievements have been significant in recent years, Algeria is still insufficiently endowed with water resources. Satisfaction with marketable volumes may not be long-term guarantee, taking account of climatic conditions and weakness in protecting both surface and groundwater resources. The forecast water demand used to estimate future consumption while protecting these resources, and to design the water infrastructure. Any fault forecasting cause overexploitation of financial constraints. This is precisely why we dedicated the issue of this work to the contribution of the forecast water demand. It is by that to determine a reliable forecast model that meets the needs of the population with drinking water and economic sectors while taking into account the savings imposed by the limitations of this resource and the need for its preservation.

**Keywords:** water stress, water infrastructure, water resources, water demand forecasting model, financial constraint.

## ملخص

لقد بذلت الجزائر جهودا هائلة للتعامل مع الإجهاد المائي لها. وعلى الرغم من مجموع الإنجازات المتعلقة بالبنية التحتية في القطاع على مر السنوات الأخيرة، إلا أنها تواجه نقص موارد المياه. وهذا راجع إلى الظروف المناخية وضعف في حماية موارد المياه السطحية والجوفية.

إن توقعات الطلب على المياه تستخدم لتقديري الاستهلاك المستقبلي مع حمايتي هذه الموارد، وكذلك تحدد تكاليف البري القاعدي للمياه. أيتنبؤ خاطئ قد سبب الإفراط في استغلال هذه الموارد بالإضافة إلى مبالغ مائي.

لهذا فان هذه المذكرة مكرسة لدراسة مختلف الطرق لدراسة الطلب على المياه. ومن خلال ذلك تحدد نماذج تنبؤات يمكن الاعتماد عليها لتلبي احتياجات السكان بالماء الصالح للشرب والقطاعات الاقتصادية مع الأخذ بعين الاعتبار القيود التي تفرضها محدودية هذه الموارد والحاجة للحفاظ عليه.

**مفتاح الكلمات:** الإجهاد المائي، البري التحني للماء، الموارد المائية، الطلب على الماء، نموذج التنبؤ، مبالغ مائية.

# **Introduction générale**

## Introduction générale

L'eau, l'air et la terre sont les ressources qui déterminent la vie de tout être vivant et qui contribuent au développement des activités humaines, l'harmonie entre ces éléments garantie la continuité de la vie des Hommes, des animaux et des plantes. N'importe quel déséquilibre entre ces trois éléments peut causer un déséquilibre et un désastre par la suite si les préventions ne sont pas bien tenues.

L'eau recouvre 70% de la surface de la Terre, d'où elle vient de son nom « la planète bleue » de cela l'eau est convoitée plus qu'une autre ressource, elle est disponible en quantités strictement fixes, dictées par les lois de conservation et le cycle de l'eau, sa rareté maintient des populations entières dans des trappes à pauvreté, et alimente des conflits politiques qui peuvent aller éventuellement jusqu'aux conflits armés.

L'Algérie est classée parmi les pays qui ont les ressources en eau les plus limitées au monde avec « Bahreïn, Koweït, Jordanie, Libye, Oman, Territoires palestiniens, Qatar, Arabie saoudite, Tunisie, Émirats arabes unis et Yémen » (D'après le dernier rapport de Banque Mondiale, 2015).

Avec la male gestion des ressources actuelles, L'Algérie risque d'affronter le stress hydraulique d'ici 2040, de plus de ça, Il a été constaté ces dernières années que les prévisions officielles existantes sont souvent très au-dessus des valeurs consommées dans la réalité.

Du coup, l'Algérie est appelée à développer ces capacités en ce qui concerne la maîtrise de l'eau, la bonne estimation de la demande en eau offre une meilleure gestion des ressources. Cette dernière implique que la ressource soit utilisée à son taux économiquement optimal, La connaissance de la demande permet d'éviter également le gaspillage ainsi que les surcoûts provoqués par le surdimensionnement des infrastructures que pourrait engendrer un excès d'offre.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude de master qui est la contribution de la prévision de la demande en eau en Algérie.

La nécessité de la bonne gestion des eaux et la problématique d'estimation des besoins en eau potable vont être présentés dans le premier chapitre, le deuxième en l'occurrence sera consacré pour discuter les facteurs majeurs influençant sur la demande en eau. Dans le troisième chapitre nous allons définir les différentes méthodes de prévision de la consommation en eau tout en faisant une projection sur un échantillon réel, pour pouvoir soustraire une méthode de prévision fiable ici en Algérie. Dans le dernier chapitre, nous réaliserons une étude de dimensionnement du réseau de distribution d'alimentation en eau potable du site 1<sup>er</sup> Mai de la commune d'El Bouni. En fin, nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

# Problématique

Notre travail de recherche est réalisé sur le réseau d'alimentation en eau potable du site 1<sup>er</sup> mai de la commune d'EL Bouni.

Notre démarche a débuté par les différents constats avec divers interlocuteurs ayant un lien direct avec notre thème ainsi que les différents constats fait sur le terrain.

Nous signalons qu'un réseau d'alimentation en eau potable existe sur site dans un état de vétusté et de dégradation avancées engendrant plusieurs perforations, d'où des perturbations fréquentes dans la distribution de l'eau potable aux citoyens, Cette situation a été aggravée par une demande constamment en hausse due essentiellement par :

- Extension de l'agglomération, objet de notre étude, par la construction de nouvelles habitations.
- Implantation de bidonvilles tout autour du site avec des piques illicites sur le réseau existant.

Ce que nous avons également constaté au cours de notre étude, c'est un problème qui touche directement à la santé des citoyens en ce qui concerne la contamination de l'eau potable par les eaux usées due à la perforation des deux canalisations, et ce, à cause de la dégradation dans le temps.

Compte tenu de ce constat, au cours de notre modeste travail de recherche et devant l'urgence, la prise en charge de ce problème devient cruciale, nous estimons qu'il est impératif de réaliser une nouvelle étude pour l'alimentation en eau potable de ce site, la est la question principale à laquelle nous essayerons de répondre tout au long de notre mémoire.

**PARTIE I : SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE.**

# **CHAPITRE I : LA GESTION ET LA PROBLEMATIQUE DES BESOINS EN EAU.**

## **Introduction**

Tous les professionnels de l'eau s'accordent et reconnaissent l'existence d'un problème majeur de l'eau. Les ressources en eau sont devenues rares et mal gérées. Aux quatre coins du monde, une grande partie de la population mondiale particulièrement la plus pauvre, celle qui vit dans des zones rurales et dans les pays en voie de développement, n'a pas accès à une eau salubre. Il est bien évident que le fléau n'est pas récent ni nouveau, mais les évolutions de ces trois dernières décennies l'ont amplifié. Ainsi les efforts mobilisés pour le résoudre et l'éradiquer n'étaient pas suffisants, efficaces et ciblés. Cette situation est causée par le traitement pour une longue période de l'eau comme un bien libre et donc gratuit.

Avant de faire l'objet de l'analyse économique, l'eau était considérée comme une ressource abondante, inépuisable et dont le processus de production ou de consommation ne posait pas de contraintes particulières. Toutefois, après la seconde guerre mondiale le monde a connu une période de croissance faramineuse. Cette période, caractérisée par un changement profond dans les systèmes de production des biens et les modes de consommation des populations, a fait évoluer la place de cette ressource dans le système économique et social, et a mis en évidence les spécificités de celle-ci. Le bouleversement de l'activité économique accompagné d'un accroissement démographique dans divers pays, le développement de tourisme, l'augmentation des besoins énergétiques sont quelques facteurs qui ont contribué à l'apparition d'une nouvelle relation entre l'eau et ses différentes fonctions économiques.

Dans ce premier chapitre, nous commencerons en premier lieu par une spécification de cette ressource et ce à travers ses caractéristiques et sa nature, ensuite, la présentation des besoins en eau des populations qui connaissent dans ces dernières années un accroissement massif, faire le point sur ces défis et contraintes, et les problèmes majeurs de l'eau tandis que la gestion des ressources en eau en Algérie et sa politique de l'eau.

## **I.1 Caractéristiques de l'eau**

*« Aucune théorie ne peut rendre compte, actuellement, des propriétés physiques de l'eau, l'eau était et reste un défi permanent aux lois physiques connues »,* écrivait J. Collin (1993). En fait, la composition de l'eau varie de manière complexe dans l'environnement où elle se trouve en

fonction des éléments chimiques entrant dans sa formation (eau douce, eau dure, eau juvénile...etc.). La structure d'une molécule de l'eau se décompose en deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène : H<sub>2</sub>O. En dépit de son goût et sa couleur transparente sa consommation est vitale pour l'ensemble des êtres vivants. Elle est présente à tous les niveaux de la vie humaine, de l'écologie à l'industrie, en passant par l'agriculture et elle reste la seule ressource sans substitut. Quant à la quantité de l'eau disponible sur Terre, théoriquement elle est la même que celle d'il y a des millions d'années. Elle est sans cesse recyclée (Figure 1). L'eau douce intervient dans toutes les manifestations de la vie, mais paradoxalement elle est fragile et rare sur la planète. Le corps de l'être humain est constitué d'eau organique à hauteur de 60 % à 80 % de son poids suivant l'âge, ou jusqu'à 95 % pour certains végétaux et animaux marins<sup>1</sup>. Les caractéristiques propres à l'eau font d'elle une ressource spécifique. M. Hanemann (2006) énonce la particularité de l'eau par rapport aux autres ressources et évoque aussi l'obligation d'en saisir la spécificité physique afin de définir les politiques adéquates de gestion efficace et tous ce qui s'en suit. Avant de procéder à l'analyse économique de l'eau, nous trouvons donc crucial d'aborder ses quelques principales caractéristiques spécifiques.

## **I.2 L'eau : une ressource renouvelable ou non-renouvelable ?**

L'eau est une ressource renouvelable. Elle se régénère par le cycle hydrologique naturel. Dans ce sens, les flux et la disponibilité de l'eau ne sont pas affectés par les prélèvements. À la différence de ressources naturelles non-renouvelables à l'instar le charbon ou le pétrole. La quantité de l'eau disponible dans un bassin n'est pas altérée par les prélèvements passés. Néanmoins, cette ressource renouvelable peut devenir non-renouvelable par le fait des actions humaines ou de la sécheresse comme ce qui s'est passé au lac Tchad. Ainsi certaines nappes phréatiques et lacs ont des taux de rechargement relativement faible l'exploitation au-dessus de ces taux est l'équivalent du pompage de pétrole ou l'exploitation d'une ressource minière. Elle réduit le stock disponible pour les usages ultérieurs d'où le caractère non-renouvelable et épuisable<sup>2</sup>.

La pollution des stocks de l'eau pourrait transformer une ressource renouvelable en une ressource non-renouvelable. Enfin, les activités humaines peuvent modifier les lignes de partage des eaux<sup>3</sup> par la déforestation, l'industrialisation et le rejet des effluents dans les

---

<sup>1</sup> J. Collin, 1993; J. Margat et V. Andreassian, 2008.

<sup>2</sup> P. Gleik, et al. 2002; WWDR3, 2009

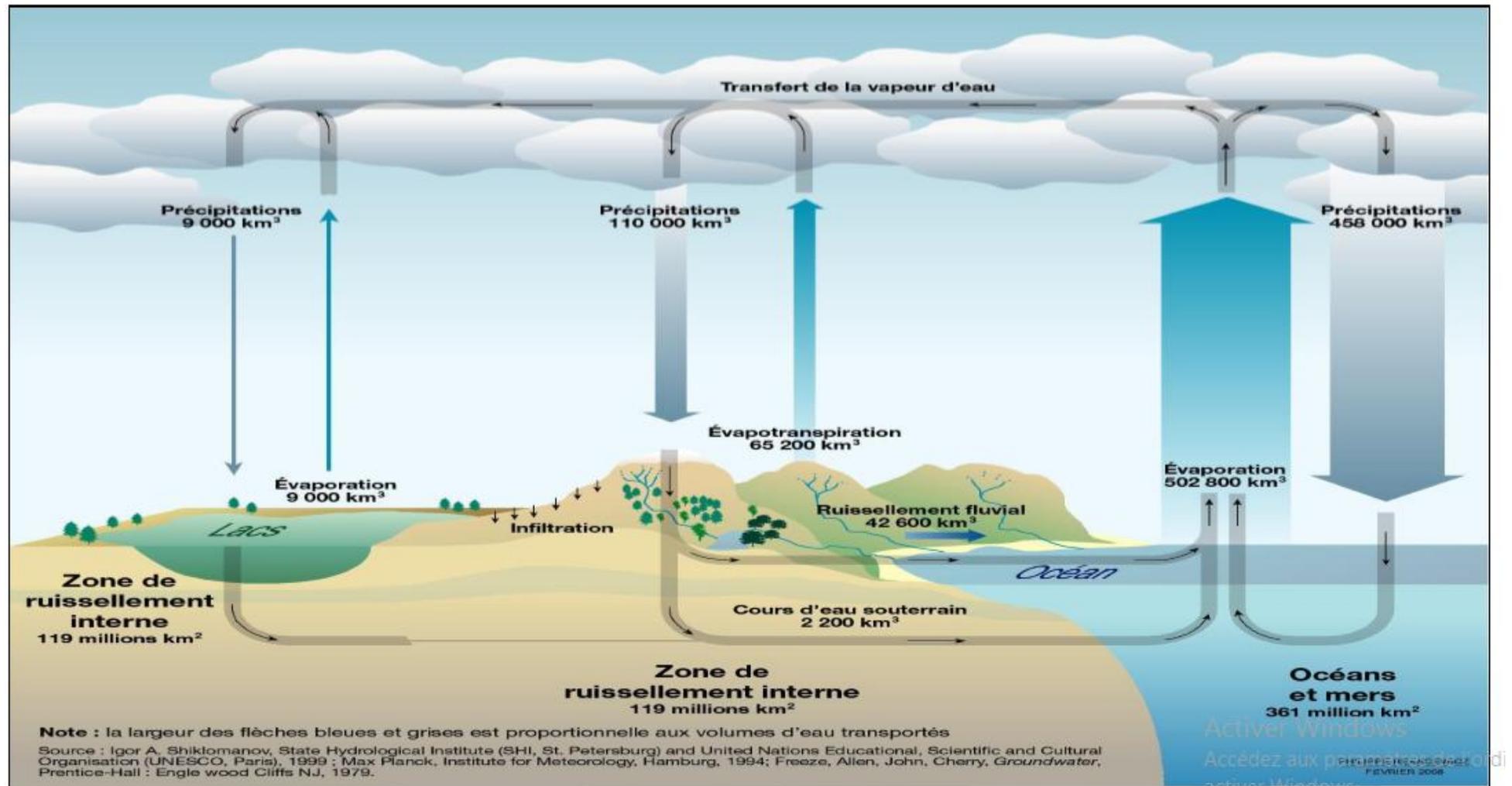
<sup>3</sup> Appelés aussi « lignes de crête », elles constituent une délimitation géographique entre un bassin versant et un autre. Nous appelons un bassin hydrographique un groupe de bassins versants délimité par ces mêmes lignes de crête (France Nature Environnement, 2008).

rivières. Elles pourraient rompre l'équilibre hydrologique global, réduire des caractéristiques de recharge ou d'écoulement, altérer la qualité et dans le cas extrême épuiser une ressource jusque-là renouvelable. L'exemple de la mer d'Aral en Asie centrale qui a perdu 75 % de son volume depuis 1960 montre un cas de dégradation de la ressource en eau causée par l'homme (déviations des apports pour l'irrigation)<sup>4</sup>. Une ressource en eau non-renouvelable se définit par J. Margat et A. Erhard-Cassegrain, 1983 p.137 comme: « *Un stock potentiel, prélevable une seule fois pendant la durée considérée (et plus généralement à l'échelle humaine historique)* ». Les auteurs précités estiment que cette ressource non- renouvelable, exprimée en flux temporaire, ne doit pas être additionnée au flux de ressource renouvelable sans mention d'une durée de validité afin d'éviter une surexploitation potentielle. La gestion efficiente de l'eau requiert selon P. Hugon (2003) une prise en compte des coûts de mobilisation, les temps de renouvellement et la mise en place des droits d'usage et d'accès.

---

<sup>4</sup>WWDR3, 2009

Figure 1: Le cycle de l'eau.



Source : S. Diop et P. Rekacwicz (2006, p.13)

### **I.3 La répartition de l'eau dans le monde**

L'eau est distribuée partout à travers la croûte terrestre, Le volume total d'eau que porte la Terre est de 1,386 milliards de km<sup>3</sup> ou approximativement 1,4 billions de m<sup>3</sup>(<sup>5</sup>). De ce volume, seulement 2,53 %, soit 35 millions de km<sup>3</sup>, est de l'eau douce dont la plupart de cette quantité est inaccessible et est stockée sous forme solide dans les glaciers dont on a 2,15% : glaces polaires, soit 25 millions de km<sup>3</sup>. Une partie de l'eau douce contenue dans les aquifères qui représente 0,63% : eaux souterraines, soit 150 000 km<sup>3</sup>.

Comme elle est aussi contenue dans les eaux de surfaces : 0,019% (lacs, fleuves, et rivières), 350 000 km<sup>3</sup>. Et dans l'atmosphère 0,001% : eaux dans l'atmosphère, soit 13 000 km<sup>3</sup> sous forme de vapeur d'eau et de pluie. La majeure partie de l'eau de la planète est salée et est contenue dans les différentes mers et océans qui représente 97,20% du volume total<sup>6</sup>.

### **I.4 Crise de l'eau : Rappel de la problématique de l'eau globalement**

Au premier abord, les ressources en eau de certains pays sont très élevées, rendant aisée et peu onéreuse la satisfaction des besoins dans leurs diversités voire dans leurs futilités.

Toutefois, d'autres pays souffrent de carences en ce liquide ; créant des situations de pénurie qui elles-mêmes entraînent l'incapacité à répondre aux besoins les plus élémentaires de la population.

Le changement climatique a affecté non seulement le cycle de l'eau mais aussi la géographie des ressources hydriques, ce qui a causé une répartition inégale de cette ressource sur l'ensemble des pays, et qui a créé des tensions et en fait une source de conflits. 2,1 milliards de personnes, soit 30 % de la population mondiale, n'ont toujours pas accès à des services d'alimentation domestique en eau potable et 4,5 milliards, soit 60 %, ne disposent pas de services d'assainissement gérés en toute sécurité.<sup>7</sup>

Dans certains pays comme au Cambodge, au Tchad, en Ethiopie, en Mauritanie, en l'Afghanistan et à Oman moins de 40% de la population a accès à l'eau salubre.<sup>8</sup> Selon la

---

<sup>5</sup> Peter H. Gleick et Meena Palaniappan, Peak water limits to freshwater withdrawal and use, *Proceedings of the National Academy of Science* (2010) **107** 11155–11162. (doi: 10.1073/pnas.1004812107).

<sup>6</sup> Merieme Boukamoum, CONTRIBUTION A LA PREVISION DE LA DEMANDE EN EAU EN ALGERIE (APPLICATION SUR L'AGGLOMERATION DE SETIF), Mémoire de master, P1, 2015/2016

<sup>7</sup> D'après le rapport du Programme commun de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de l'UNICEF intitulé Progrès en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène : mise à jour 2017.

<sup>8</sup> Nesrine Badjadj, ANALYSE DU SYSTEME DE PRODUCTION D'EAU POTABLE AINSI QUE SA GESTION ET SON EXPLOITATION AU NIVEAU DE LA WILAYA DE BEJAIA, mémoire de Master, P16, 2016/2017.

Banque Mondiale, près de 60% des ressources naturelles renouvelables d'eau douce du monde sont partagés par 9 pays « géants de l'eau » leurs richesses se calculent en milliers de milliards de m<sup>3</sup> par an ou km<sup>3</sup> par an. Ces pays sont : Brésil, Fédération Russe, Indonésie, Chine, Canada, Etats-Unis, Colombie, Pérou et Inde.<sup>9</sup> A l'autre extrémité, le Koweït, Bahreïn, Emirats Arabes Unis, Malte, Libye, Singapour, Jordanie, Israël, Chypre souffrent de pénurie d'eau, leurs ressources en eaux sont extrêmement faibles, voire quasi nulles dont le niveau d'eau se s'exprime qu'en millions de m<sup>3</sup>. L'eau une ressource renouvelable ou non renouvelable.

La répartition aléatoire de l'eau dans l'espace et dans le temps, donne à croire que la question de la pénurie de l'eau est une donnée naturelle rendue plus sévère par l'accroissement de la population mondiale. Dès lors, dans le sillage de la crise de l'eau actuelle, surgissent des analystes qui plaident pour une autre approche du bien « eau ». Dans leur idée la pénurie d'eau est plus profonde qu'un problème naturel lié à la géographie planétaire ; c'est surtout une question sociale et un construit social lié notamment à des pressions exercées sur la ressource par le truchement d'une augmentation des besoins d'un développement économique de l'humanité jamais connu. L'amélioration du niveau de vie et le changement de mode de vie imposés par la mondialisation ou l'*American way of life*, supposant des comportements gaspilleurs d'eau, tandis que la pollution des ressources souterraines et superficielles par les différents secteurs de l'activité économique entre autres l'agriculture et l'industrie, ne cesse de s'accroître. Le tout est exacerbé par une mauvaise gestion de l'eau<sup>10</sup>.

## **I.5 Les usages de l'eau et les besoins des populations**

Pour l'instant, l'estimation des volumes d'eau dont l'homme a besoin pour un niveau de vie acceptable relève d'une grande incertitude. P. Gleick estime en général que 20 à 40 litres<sup>11</sup> d'eau douce par personne et par jour (l/hab./j) comme le minimum indispensable pour répondre aux seuls besoins en boisson et en assainissement. L'ajout de l'eau qui sert à l'hygiène personnelle et à la cuisson accroît ce chiffre jusqu'à 200 l/hab./j. La Fondation d'Eau Potable Sûre (FEPS) évalue ces besoins à 235 l/hab./j<sup>12</sup>. En outre, H. Smets (2002) et A. Taithe (2002) proposent que les États et les organisations internationales adoptent un chiffre de base compris entre 20 et 50 l/hab./j à titre de norme minimum pour répondre à quatre besoins fondamentaux:

---

<sup>9</sup> ONU : Banque Mondiale. <http://dev2.churchill.fr/cieau2019/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/ou-en-sont-les-ressources-en-eau-dans-le-monde/>

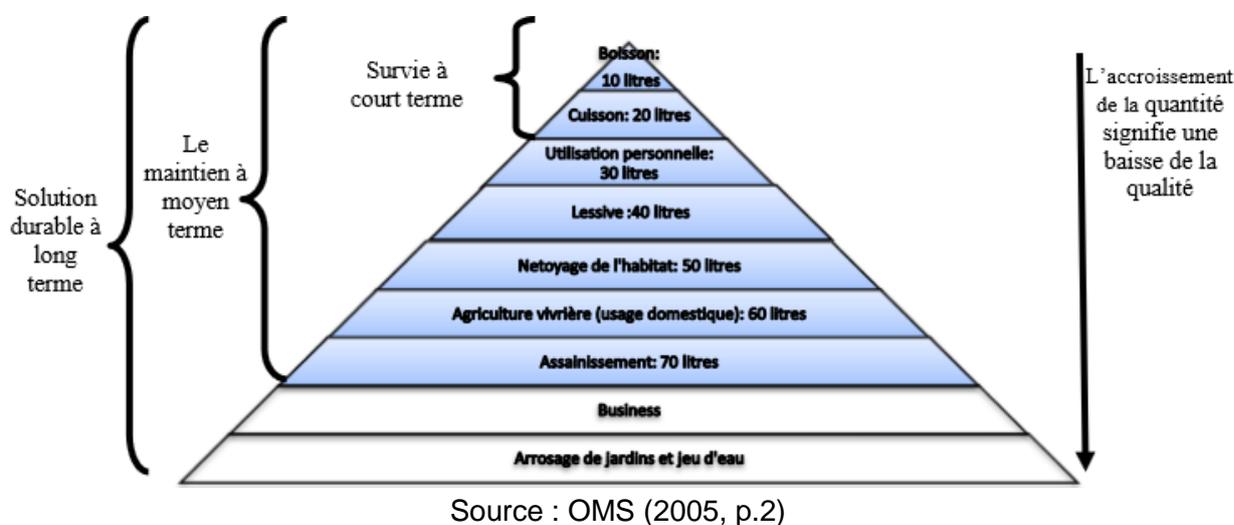
<sup>10</sup> Kherbache Nabil, la problématique de l'eau en Algérie, 2014.

<sup>11</sup> Opinion aussi de centre national de recherche scientifique :www.cnrs.fr. 53

<sup>12</sup> Fondation de l'Eau Potable Sûre (FEPS) :www.safewater.org

Boisson, assainissement, hygiène et cuisson. Le volume recommandé doit être inscrit selon ces auteurs dans la constitution de chaque pays. C'est pourquoi T. Clarke et M. Barlow (2002) dénomme l'accès à une quantité vitale de l'eau de 25 l/hab./j : « Un droit constitutionnel à l'eau ». Cependant, ce ne sont pas seulement les besoins en eau qui sont effectivement variés car la qualité et la quantité diffèrent aussi en fonction de l'utilisation espérée. Chaque usage supplémentaire a d'autres avantages avec des degrés de priorités divergentes. Les besoins en eau peuvent être adaptés à la pyramide d'hierarchisation des besoins d'A. Maslow (1908-1970). L'OMS (2005) a appliqué cette pyramide aux besoins en eau et elle les a estimés à 280 l/hab./j.

**Figure 2 : Hiérarchie des besoins en eau.**



## I.6 L'essence économique de l'eau

L'eau est une denrée indispensable, un bien de consommation et un facteur de production. Elle abrite ainsi toutes les caractéristiques des biens économiques. Par conséquent l'eau est un bien économique comme il est reconnu à la conférence internationale sur l'eau et l'environnement tenue à Dublin en 1992 sous le quatrième principe: « *l'eau utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme bien économique. En vertu de ce principe, il est primordial de reconnaître le droit fondamental de l'homme à une eau salubre et à une hygiène adéquate pour un prix abordable. La valeur économique de l'eau a été longtemps méconnue, ce qui a conduit à gaspiller la ressource et à l'exploiter au mépris de l'environnement. Considérer l'eau comme un bien économique et la gérer en conséquence, c'est ouvrir la voie à une utilisation efficace et équitable de cette ressource, à sa préservation et à sa protection* » (the Dublin Statement, 1992).

### ***1.6.1 L'impact de développement économique sur les ressources en eau***

Le volume d'eau que les habitants d'un pays utilisent effectivement est fonction non seulement des besoins minimaux et de la quantité d'eau disponible mais aussi du niveau de développement économique et de l'ampleur de l'urbanisation. Pour l'ensemble du monde, entre les trois les grands utilisateurs de l'eau : agriculture, industrie et usages domestiques, c'est l'agriculture irriguée qui prédomine. Celle-ci absorbe environ 70 % de tous les prélèvements annuels d'eau, l'industrie environ 20 % et les usages domestiques environ 10 %. Entre régions et pays, les différences sont considérables (voir tableau 1).

**Tableau 1: Le prélèvement de l'eau dans le monde par secteur en m<sup>3</sup> et en %.**

| Région       | Prélèvements globaux |            | Prélèvements de l'eau par secteur |             |            |             |            |             |
|--------------|----------------------|------------|-----------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|              | Quantité             | Part (%)   | Agriculture*                      |             | Industrie  |             | Domestique |             |
|              |                      |            | Quantité                          | Part (%)    | Quantité   | Part (%)    | Quantité   | Part (%)    |
| Afrique      | 224                  | 5,7        | 184                               | 82,1        | 12         | 5,4         | 28         | 12,5        |
| Amérique     | 801                  | 20,3       | 381                               | 47,6        | 285        | 35,6        | 135        | 16,8        |
| Asie         | 2 526                | 64,1       | 2 057                             | 81,4        | 242        | 9,6         | 227        | 9           |
| Océanie      | 27                   | 0,7        | 20                                | 74,1        | 3          | 11,1        | 4          | 14,8        |
| Europe       | 364                  | 9,2        | 101                               | 27,7        | 191        | 52,5        | 72         | 19,8        |
| <b>Monde</b> | <b>3 942</b>         | <b>100</b> | <b>2 743</b>                      | <b>69,6</b> | <b>733</b> | <b>18,6</b> | <b>466</b> | <b>11,8</b> |

\*La part de l'agriculture ici se réfère à la composante de l'irrigation.

Source : WWDR4 (2012 p. 443) (notre traduction)

Selon le rapport mondial d'évaluation des ressources en eau (WWDR4, 2012): 82 % de l'eau douce (soit une baisse de 4 % par rapport à 2009) sert à l'agriculture en Afrique, 12,5 % aux usages domestiques et 5,4 % à l'industrie. En Asie avec 64,1 % de prélèvement global mondial, l'eau sert à l'agriculture, à hauteur de 81,4 %, contre 9,6 % à l'industrie et 9 % aux usages domestiques. En revanche, en Europe, la plus grande partie de l'eau sert à l'industrie, à hauteur de 52,5 %, contre 27,7 % à l'agriculture et 19,8 % aux usages domestiques. La comparaison des prélèvements par habitant révèle des quantités disparates : 416 m<sup>3</sup>/hab./an en Inde : 5000 m<sup>3</sup>/hab./an au Turkménistan (petit pays de 5,2 millions d'habitants en 2012), alors que la moyenne mondiale se situe autour de 600 m<sup>3</sup>/hab./an<sup>13</sup>.

Le niveau de consommation de l'eau douce d'un pays augmente en fonction de son niveau de développement économique. Pour cela, la majorité des pays cherche à réduire l'intensité hydrique du PIB par les actions de la politique de l'eau<sup>14</sup>. Dans les régions du monde en

<sup>13</sup> WWDR3, 2009

<sup>14</sup> A. Buchs, 2012

développement, le niveau de consommation d'eau est beaucoup plus faible de même l'utilisation diffère entre régions (urbaines ou rurales). (Voir tableau 2)

**Tableau 2: La consommation de l'eau à usage de ménage par habitant et par jour.**

| Région géographique          | Fourchette de consommation d'eau |
|------------------------------|----------------------------------|
| Amérique de nord et le japon | Plus de 600                      |
| Europe                       | Entre 250 à 350                  |
| Afrique subsaharienne        | Entre 10 à 20                    |

Source : Données recueillies du WWDR2 (2006, p. 46 et p. 65)

En se référant aux statistiques précédentes, nous constatons que moins le pays est développé, plus il utilise d'eau pour irriguer et vice-versa, c'est-à-dire plus le développement est avancé, plus l'eau sert à des usages domestiques et à des fins industrielles et moins à l'agriculture. Par exemple la France emploie seulement 10 % de son eau pour l'agriculture, 74 % pour l'industrie (dont 23 % à la production d'énergie) et 16 % aux usages domestiques<sup>15</sup>. Aux quatre coins du monde, la demande d'eau douce par personne s'accroît sensiblement au fur et à mesure que les pays se développent. Les prélèvements d'eau augmentent dans toutes ses utilisations, engendrant des conflits entre acteurs utilisateurs et posant des problèmes d'allocation de la ressource<sup>16</sup>.

## **I.7 L'eau, un enjeu majeur pour l'Algérie**

L'eau est un enjeu majeur pour toute la planète. L'Algérie, un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) dont ses ressources en eau sont limitées, irrégulières, et inégalement réparties subissent depuis plus de deux décennies les effets néfastes de la sécheresse et de la pollution. En Algérie l'eau est un facteur fondamental et l'une des vulnérabilités géographiques qui pourrait être source de tensions, de conflits sociaux et de sous-développement économique. Le problème de l'eau est, en effet, amplifié ces dernières années par une sécheresse sévère qui a touché l'ensemble du territoire. La crise a sévi particulièrement dans les régions Ouest et Centre, où le déficit pluviométrique se situe entre 30 % et 40 % et qu'il dépend des effets normaux d'un réchauffement climatique planétaire c'est « la rareté naturelle de l'eau » (PNE, 2005d ; PNE, 2010b ; PNE, 2011c ; PNUD, 2009). L'Algérie se situe comme le montre le tableau suivant parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques et se trouve loin

<sup>15</sup> <https://www.eaufrance.fr/>

<sup>16</sup> J. A. Allan, 1996

de la consommation théorique fixée par habitant et par an par la Banque Mondiale et qui est de 1000 m<sup>3</sup>.

**Tableau 3 : Les prélèvements d'eau dans le monde, en m<sup>3</sup>/habitant/an (2004).**

|            |      |                |            |
|------------|------|----------------|------------|
| États-Unis | 1840 | Maroc          | 387        |
| Canada     | 1623 | <b>Algérie</b> | <b>201</b> |
| Espagne    | 1040 | Vietnam        | 371        |
| Italie     | 976  | Royaume-Uni    | 292        |
| Australie  | 839  | Sénégal        | 151        |
| Japon      | 735  | Cambodge       | 48         |
| France     | 547  | Tchad          | 26         |
| Allemagne  | 532  |                |            |

Source : La Banque Mondiale.

La disponibilité de l'eau constitue une contrainte nationale majeure aujourd'hui et pour le futur. L'écart grandissant entre une demande en constante augmentation et une diminution des ressources disponibles d'une part et la mauvaise gestion des ressources d'une autre part, conduit à la surexploitation des ressources limitées pour répondre à la croissance des besoins, aux recours accrus aux ressources dites non conventionnelles, La recharge artificielle des nappes à partir des eaux d'assainissement, à une marchandisation croissante des ressources, de plus aux conditions hydro climatique défavorable qui rendent ainsi difficile l'adéquation besoins-ressources.

C'est à ce constat que l'Algérie a pris conscience de l'urgence de modifier sa politique en eau, et de la nécessité d'installer une gestion intégrée des ressources en eau efficiente et opérationnelle.

## **I.8 Qu'est-ce que la gestion intégrée ressource en eau**

La gestion intégrée des ressources en eau est un concept empirique élaboré à partir d'expériences sur le terrain. Plusieurs de ses éléments existent déjà depuis plusieurs décennies (depuis la première conférence mondiale sur l'eau qui s'est tenue à Mar DelPlata en 1977), mais c'est à partir de l'Agenda 21 et du Sommet mondial pour le développement durable en 1992 à Rio de Janeiro que l'on s'est véritablement interrogé sur la dimension pratique de ce concept. La définition de la gestion intégrée des ressources en eau formulée par le Partenariat

mondial pour l'eau fait désormais autorité. Elle établit que « la GIRE est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux ».

## **I.9 La nouvelle politique de l'eau : vers une GIRE en Algérie**

La disponibilité de l'eau en Algérie est marquée par deux phénomènes qui vont en parallèle, d'une part, une évolution inquiétante des indicateurs de rareté à cause notamment de la sécheresse qui a réduit les apports de quelque 35 % par rapport aux années 70 et, d'autre part, un accroissement démographique plus rapide que le renouvellement de l'eau ce qui fait que les dotations par habitant sont en baisse permanente. La pollution augmente suite à la surexploitation des nappes phréatiques et des conflits intersectoriels nécessitant des arbitrages difficiles à un coût social de plus en plus élevé. Cet état de fait a suscité un changement de regard vis-à-vis de l'eau. De fait, la politique de l'eau en Algérie est passée par deux étapes importantes : la première débute après les assises nationales de l'eau et l'amendement de la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 portant le code des eaux et la seconde commence depuis la promulgation de la loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau.

### ***1.9.1 Les grands axes de la politique de l'eau de première génération***

La politique de l'eau de première génération commence à noter sens par la promulgation de l'ordonnance n° 96-13 du 15 juin 1996 qui définit les principes de mise en œuvre de la politique nationale de l'eau en tant que bien de la collectivité nationale. Celle-ci s'articule autour de cinq principes universellement admis et mondialement appliqués.

- **Le principe de l'unité** : étant donné que l'eau est une propriété de l'État, il faut qu'il y ait unicité de l'action : « l'unicité de la ressource en eau, bien de la collectivité nationale, implique l'unicité dans la vision de sa mobilisation, de sa gestion, de son utilisation et de sa préservation » (ex-MEAT, 1995 p.6). Il en découle que la gestion de l'eau ne peut se faire indépendamment de la nature de la ressource (superficielle ou souterraine) avec une prise à la fois des aspects quantitatifs comme les aspects qualitatifs de la ressource en eau.

- **Le principe de la concertation** : c'est parce que l'échange de l'information, la communication et la concertation relèvent dans un tel secteur d'une importance catégorique, ce principe offre une alternative afin de résoudre ou d'éviter les conflits entre les acteurs à intérêts contradictoires. L'ex-MEAT (1995) a proposé le cadre de concertation suivant :

- a) La création des comités régionaux de l'eau (CRE) ;

**b)** Une réforme du cadre national de concertation incarnant alors dans le conseil national de l'eau pour permettre sa réactivation.

Les acteurs susceptibles de constituer le point focal de ce principe sont : les collectivités locales, des usagers (les associations d'usagers et des EPIC) et l'État (à travers les walis, les ministres ou toute autre personne concerné par le problème de l'eau).

• **Le principe d'économie** : la rareté de l'eau en termes qualitatifs ou quantitatifs en fait un bien économique spécifique requérant une gestion économique, id est qu'il faut faire en sentir aux usagers. Cette démarche doit s'effectuer par des régimes incitatifs qui portent notamment sur des mesures institutionnelles et organisationnelles incitant à faire baisser la demande de l'eau, un recouvrement total de coûts de l'eau mobilisée, car l'utilisateur ne paie pas en fait l'eau en tant que telle mais doit payer le service de l'eau, par le biais d'une tarification juste, sélective, progressive et régionale et une gestion commerciale des entreprises de l'eau. Ceci contribue dans l'éradication du déficit de responsabilisation (OCDE, 2012 ; ex-MEAT, 1995)

• **Le principe d'écologie** : le principe d'écologie s'intéresse à la rareté qualitative de l'eau qui pourrait porter atteinte à l'intégrité des écosystèmes ainsi que la protection de la santé publique. Il passe en revue des actions et la stratégie à mettre en place contre la pollution de l'eau et la lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH). La prise en charge des recommandations de ce principe ne peut se faire qu'à partir d'une concertation multisectorielle avec le ministère chargé de l'environnement et celui de la santé. Afin de l'appliquer de manière efficiente, une panoplie des mesures sont prônées par l'ex-MEAT (1995) entre autres la réhabilitation des STEP, l'épuration des eaux usées et la protection de la qualité de l'eau.

• **Le principe d'universalité** : « l'eau a aussi un caractère universel, parce qu'elle ne connaît pas de frontières : le cycle de l'eau traverse les limites géographiques, physiques, biologiques et bien sûr sectorielles » (ex-MEAT, 1995 p. 31). Bref, l'eau doit être l'affaire et la préoccupation de tous les usagers et les secteurs, selon ce principe nul n'est censé être dispenser dans l'adhésion à une démarche solidaire et participative de gestion de l'eau, commençant par les particuliers, en passant par le secteur industriel et agricole non pas parce que sont les gros préleveurs mais aussi des gros pollueurs. L'application de ce principe appelle à un changement des attitudes de consommation et une protection de l'eau.

Dès lors, nous pouvons considérer que les actions engagées entre 1995 et 2004 comme une période de réformes de première génération parce que les structures institutionnelles créées durant cette période ont servi de base pour une autre étape de la politique de l'eau en Algérie et

les textes réglementaires promulgués après 2005 bénéficient d'une nette amélioration de la vision du législateur.

## ***1.9.2 Les points focaux de la politique de l'eau de seconde génération***

La rénovation du soubassement réglementaire de la politique de l'eau de l'Algérie était une condition pour une harmonisation avec les changements vécus par le pays dans la dernière décennie. Celle-ci a eu lieu par l'entrée en vigueur de la loi n° 05-12 qui a abrogé le code de l'eau de 1983.

### **1.9.2.1 Les objectifs de la nouvelle politique de l'eau**

La loi n°05-12 consiste, en premier lieu, à fixer les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau dans une perspective de propriété étatique de l'eau. Les objectifs principaux de la nouvelle politique sont :

- **Priorisation des besoins domestiques** : cet objectif a conduit maintes fois à pratiquer la politique de fermeture de l'eau « water closed policy », c'est-à-dire une fermeture des robinets de l'irrigation pour satisfaire la demande des villes (J. A. Allan, 1998 ; 1996). En vertu de cet objectif, l'approvisionnement en eau à travers la mobilisation et la distribution de l'eau en quantité suffisante et en qualité requise se fait en priorité pour les besoins de la population et de l'abreuvement du cheptel et pour couvrir la demande de l'agriculture, de l'industrie et des autres activités consommatrices d'eau.
- **La protection des ressources en eau** : elle découle du principe d'écologie, sa mise en œuvre passe par la collecte et l'épuration des eaux usées, une protection contre la pollution et une préservation de la salubrité publique.
- **La mobilisation des ressources non conventionnelles** : la faiblesse des potentialités naturelles de l'Algérie a incité les pouvoirs publics à déterminer les instruments de mobilisation et de valorisation des ressources non conventionnelles notamment les eaux usées épurées et le dessalement de l'eau de mer.
- **L'évaluation et la surveillance des ressources en eau** : il faut procéder à l'évaluation efficiente des ressources en eau (superficielle et souterraine), étant donné que l'information sur les ressources sert de substrat pour une quelconque politique de l'eau et aux décisions d'investissement, une surveillance de leur état quantitatif et qualitatif par des procédés préventifs, ainsi qu'une mise en place des actions de régulation des effets nuisibles de l'eau.

### **I.9.2.2 Les principes de la nouvelle politique de l'eau**

Pour mettre en fonctionnement cette politique de l'eau, le cadre juridique et réglementaire définit les principes avec lesquelles l'utilisation et la gestion de l'eau s'effectuent dans une optique du développement durable. Parmi ces principes, nous citons (article 3 de la loi n°05-12) :

- **Le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement** : en Algérie le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population dans le respect de l'équité est consacré par la loi. Quand bien même la loi relative à l'eau considère l'eau comme un droit, mais elle ne définit pas les modalités de son application.
- **La gestion de l'eau à l'échelle du bassin hydrographique** : au niveau mondial, le bassin hydrographique conditionne la gestion intégrée des ressources en eau. De fait, la planification des aménagements hydrauliques de mobilisation et de répartition des ressources en eau doit s'effectuer au niveau des milieux naturels qui sont les bassins hydrographiques ou les grands systèmes aquifères. Actuellement, les cinq ABH élaborent des schémas directeurs d'aménagement des ressources en eau (SDARE) pour donner plus de pertinence à la politique nationale.
- **La cohérence avec les orientations d'aménagement du territoire** : la politique de l'eau ne peut être efficiente que si elle prend en considération de toutes les actions, les instruments et les orientations de la politique nationale en matière d'aménagement du territoire et la protection de l'environnement. Par exemple, le plan national de l'eau (PNE) a été élaboré sur la base du SNAT 2025 par rapport aux objectifs de développement des Hauts Plateaux, l'évolution de la population des régions programmes et l'adéquation entre ressources et besoins de ces mêmes régions.
- **La prise en compte des coûts réels des services de l'eau et les coûts d'intervention publique** : deux remarques s'imposent ici, d'une part, le secteur de l'eau est une industrie à fort investissement initial, de remplacement, voire même de modernisation et, d'autre part, progressivement avec les phénomènes d'urbanisation et l'accroissement démographique dans les villes, les ressources en eau proches et bon marché sont devenues rapidement insuffisantes ce qui engendre une réalisation des transferts sur de longues distances à coût unitaire de mobilisation considérable. Partant, la prise en compte de ces coûts est devenue une rigueur. Celle-ci ne concerne pas évidemment seul l'approvisionnement en eau à usage domestique, industriel, agricole ou les coûts de services d'assainissement, mais elle s'étend à

la récupération des coûts d'intervention publique liés à la protection quantitative et qualitative des ressources en eau. Le moyen préconisé ici est le système tarifaire.

•**La systématisation des pratiques d'économie et de valorisation de l'eau** : l'axe de l'économie d'eau relève d'une importance primordiale car les ressources exploitables sont très limitées. Il offre une possibilité de réduire la demande par le biais des procédés et des équipements appropriés ainsi que le comptage généralisé afin d'absorber la facturation forfaitaire, et de mesurer ainsi les eaux produites, distribuées et consommées, pour lutter contre les pertes, le gaspillage et les free rider. Cet axe demeure insuffisamment engagé en Algérie.

•**La promotion de la concertation** : coordination et cohérence de l'action dans la politique de l'eau requièrent la concertation et la participation des administrations, des collectivités territoriales, des opérateurs concernés et des représentants des différentes catégories d'utilisateurs, pour la prise en charge des questions liées à l'utilisation et à la protection des eaux et à l'aménagement hydraulique.

La loi n° 05-12 constitue un cadre juridique et réglementaire approprié à la nouvelle politique de l'eau en Algérie puisqu'elle abrite tous les ingrédients d'efficacité, d'équité et de l'équilibre financier et elle adopte des principes mondialement appliqués pour la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Néanmoins, l'arrivée de cette loi aurait dû constituer une rupture avec les pratiques du passé, mais ce n'est pas le cas car en 1995 les pertes dans les réseaux de distribution étaient 40 % (ex-MEAT). Or les pertes physiques et commerciales pour l'ADE (2012) est égale à 58,63 %.

## **I.10 Les administrations chargées de la gestion des ressources en eau en Algérie**

L'organisation de la gestion de l'eau en Algérie est placée sous l'autorité directe ou sous la tutelle du ministère des Ressources en Eau (MRE). Il est le principal responsable de la politique nationale de l'eau. Sa compétence s'étend à l'ensemble des activités relatives à la recherche, l'exploitation, la production, le stockage, la distribution de l'eau pour tous les usages, ainsi qu'à l'évacuation et à l'épuration des eaux usées.

Le MRE veille par ailleurs, avec les ministères de l'environnement et de la santé, à la préservation de la qualité des ressources en eau et à leur protection contre les pollutions.

À l'échelle locale, dans chaque wilaya, les attributions du MRE sont exercées par la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya sous l'autorité administrative du Wali. Cette direction assure la

conduite des projets locaux, l'assistance technique aux communes et veille à la protection et à la bonne gestion du domaine public hydraulique.

À l'échelle communale, sous tutelle directe du MRE, la gestion des services de l'eau de toutes les communes du pays est assurée à l'Algérienne des Eaux (ADE). Une réforme similaire a été adoptée parallèlement pour les compétences en matière d'assainissement transférées progressivement à l'Office National de l'Assainissement (ONA).

À l'échelle régionale, depuis 1996, un nouveau découpage par bassin hydrographique est mis en place, suite aux recommandations des assises nationales sur l'eau quant à l'instauration de la gestion intégrée des ressources en eau. Cinq Agences de Bassins Hydrographiques et cinq Comités de Bassins ont été alors créés. Ces agences ont pour but de promouvoir la gestion intégrée et concertée de l'eau par bassin. Leurs missions essentielles portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, les plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau.

## Conclusion

Potentialité, mobilisation et organisation sont trois nœuds intimement liés d'un système en perpétuelle interaction. La défaillance de l'un serait un signe d'insuffisance et de dysfonctionnement de tout le processus.

En 2002, l'Algérie a vécu une situation d'arrêt de mobilisation au point où l'idée d'importer de l'eau par bateau commence à être envisagée sérieusement, c'était un véritable « choc hydrique » qui a engendré un début de prise de conscience sur l'ampleur de la contrainte. Durant la période 1970-2002 le pays a subi un affaiblissement des potentialités et une baisse des apports qui varie entre 30 % et 40 % par rapport aux périodes moyennes. Sur le plan organisationnel, en dépit des réformes et des politiques engagées en faveur de la valorisation de la ressource en eau, l'Algérie a supporté une longue période de dysfonctionnements surtout durant la période 1986-1999 et il vit encore en une forme d'un déficit de politiques au sens de l'OCDE (2012).

Nous pouvons dire, à la lumière de ce chapitre, que l'Algérie vit une situation qui nécessite une prise en charge sérieuse car elle est en situation de rareté d'eau voire en rareté chronique, quoi que l'Algérie témoigne d'une prise de conscience sur le fait que l'eau doit être considérée comme la priorité des priorités. À côté de la construction des infrastructures de mobilisation de l'eau, les pouvoirs publics ont entamé une série de réformes institutionnelles, organisationnelles et juridiques qui touchent au statut de l'eau et aux moyens de sa gestion afin de renforcer une approche de la bonne gestion de l'eau. Ils sont susceptibles d'assurer une cohérence de la politique de l'eau, une coordination entre les acteurs intervenant et une responsabilisation des usagers

## **CHAPITRE II : PARAMETRES INFLUENCANT SUR LA DEMANDE EN EAU.**

### **Introduction**

La demande en eau potable est la composante la plus essentielle à analyser en raison de la priorisation réglementaire et parce que la satisfaction de cette demande est à la fois stratégique et problématique. Toutefois, l'utilisation de deux concepts économiques ; le besoin et la demande, l'un pour l'autre dans des documents servant à la prise de décisions et de recherches nous incite à soulever la subtile différence inhérente.

Une étude de « World Resources Institute » tire la sonnette d'alarme. L'Algérie affrontera de graves pénuries d'eau d'ici 2040 affirme l'institut mondial des ressources (WRI) en 2015.

Selon les chercheurs de l'institut des ressources mondiales, l'Algérie fait partie des 44 pays les plus marqués par le stress hydrique comme le montre la figure suivante<sup>17</sup>

**Figure 3: Classement des pays les plus marqués par le stress hydrique.**



Source : World Resources Institute, 2019

<sup>17</sup> Andrew Maddocks, Robert Samuel Young and Paul Reig - August 26, 2015. WORLD RESOURCES INSTITUTE. <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>

De ce fait, le risque de tensions au Moyen-Orient et en Afrique du Nord n'est pas écarté par le National Intelligence Council, le risque de pénurie entraînera, dès les dix prochaines années une « exacerbation des tensions » et « une forte instabilité » dans la région nord-africaine.

En 2019 l'institut des ressources mondiales publie une liste de 17 pays, abritant un quart de la population mondiale sont confrontés à un stress hydrique extrêmement élevé.

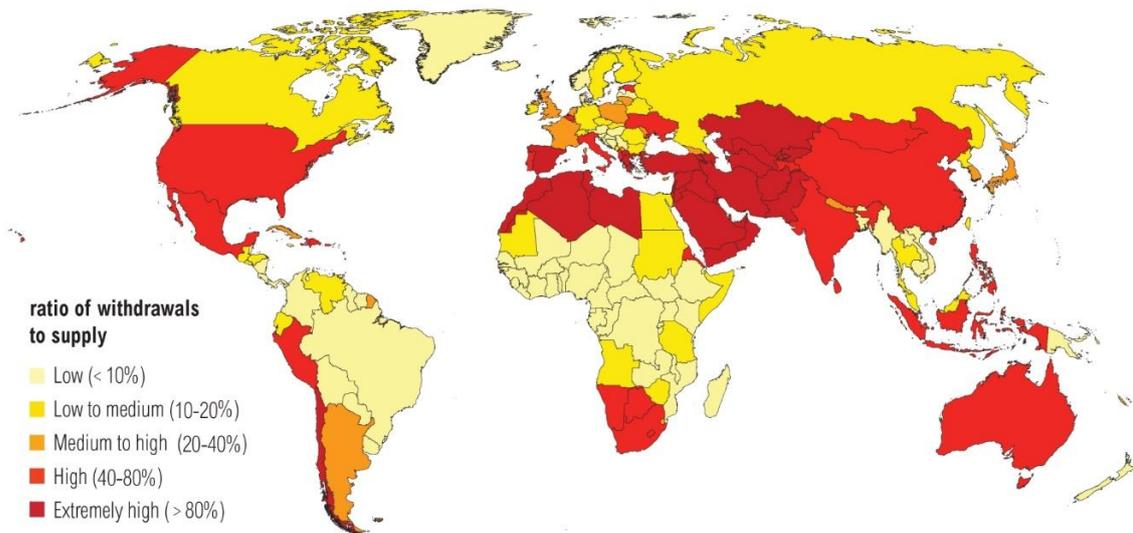
“ Douze des 17 pays les plus stressés par l'eau se trouvent au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. La région est chaude et sèche, de sorte que l'approvisionnement en eau est déjà faible, mais la demande croissante a poussé les pays encore plus dans un stress extrême. Le changement climatique devrait encore compliquer les choses : la Banque mondiale a constaté que cette région connaît les pertes économiques les plus importantes dues à La pénurie d'eau liée au climat, estimée à 6-14% du PIB d'ici 2050.”<sup>18</sup> Révèle l'institut des ressources mondiales dans un récent rapport. La figure ci-dessus représente une cartographie publiée par le WRI, figurent en rouge les pays où le risque de pénurie en eau sera le plus important. Les Etats du Moyen-Orient et l'Afrique du nord sont les plus concernés et occupent la tête du classement basé sur l'épuisement des eaux de surfaces.

#### **Figure 4: Stress hydrique par pays : 2040.**

---

<sup>18</sup> Rutger Willem Hofste, Paul Reig and Leah Schleifer - August 06, 2019, WORLD RESOURCES INSTITUTE.  
<https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress>

## Water Stress by Country: 2040



**NOTE:** Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: [ow.ly/RiWop](https://ow.ly/RiWop)

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

Source : World Resources Institute, 2015

Selon les normes établies par la Banque mondiale : seuil de rareté fixé à 1000 m<sup>3</sup>/hab/an et seuil de confort qui est de 2000 m<sup>3</sup>/hab/an. L'Algérie est classée comme un pays pauvre en matière des ressources en eau. « Potentialités en eau : estimées globalement à 19 milliards de m<sup>3</sup>/an, correspondant à environ 600 m<sup>3</sup>/ hab/ an en 2006 », avance M. Dekiche, ex-cadre à l'ANRH. Ainsi, le taux du mètre cube par habitant passera à 500 m<sup>3</sup>/hab/an en 2020 (taux calculé sur la base de la projection de population). Ce taux s'affiche en tendance baissière et Le déficit en pluviométrie évalué à près de 30% sur l'ensemble du territoire national pendant les 30 dernières années, n'a fait qu'aggraver la situation.

L'Algérie est donc confrontée à l'épineuse équation entre des ressources en eaux limitées et des besoins croissants et diversifiés de la population, de l'industrie et de l'irrigation. Le responsable premier de cet état critique et des pénuries répétées est la mauvaise gouvernance de l'eau.

Plusieurs paramètres participent et influencent sur la demande en eau, parmi les plus importants on peut citer :

## II.1 Evolution de la population

A l'échelle mondiale — Une population qui ne cesse de croître, les besoins de l'industrie, de l'énergie et

un secteur agricole de plus en plus gourmands en eau... autant de raisons qui expliquent une augmentation significative des besoins en eau à travers le monde.

Selon les dernières données liées aux tendances démographiques communiquées, la population actuelle est de 7,4 milliards d'individus, et la planète devrait accueillir près de 8 milliards d'habitants en 2030 et les prévisionnistes annoncent pour 2050 une population qui se situe entre 9 et 10 milliards, ce qui représente tout de même une croissance démographique de 80 millions d'habitants par an (ONU<sup>19</sup>, 2015).

A l'échelle nationale — Au cours de l'année 2018, la population résidente en Algérie est estimée à 42 578 000 personnes en date du 1er juillet. Au 1er janvier 2019, la population a atteint 43 millions d'habitants. (D'après les derniers chiffres de l'Office National des Statistiques ONS<sup>20</sup>)

Ainsi, et sous l'hypothèse du maintien du rythme de croissance de l'année 2018, la population résidente totale atteindrait 43,9 millions au 1er janvier 2020.

L'augmentation rapide de la population a des implications énormes pour toutes les ressources y compris l'eau. Si la demande de cette ressource augmente, en parallèle Les gens feront face aux pénuries d'eau douce qui sérieusement va freiner la production de la nourriture et le développement économique. Les années à venir vont être critique, prévoient les experts ; L'Algérie devrait compter plus de 55 millions d'habitants d'ici 2050, selon les prévisions de l'ONU.

## II.2 Les potentialités hydriques

L'Algérie est un pays qui se caractérise par un climat semi-aride à aride dans sa grande partie.

Les ressources en eaux sont donc rares dans notre pays. Un intérêt particulier est donc à accorder au suivi quantitatif de la ressource.

Trois types de ressources sont mobilisés pour répondre au besoin : les ressources souterraines, les ressources superficielles et les ressources non conventionnelles. Elles sont exploitées dans différents usages respectivement à hauteur de 64%, 31% et 5%.

---

<sup>19</sup> L'ONU: L'Organisation des Nations Unies est une organisation internationale fondée en 1945, regroupant 193 États <https://www.un.org/fr/>

<sup>20</sup> L'ONS: Office National des Statistiques, est le service officiel des statistiques en Algérie créée en 1964 <http://www.ons.dz/-Demographie->

Le pays est divisé en cinq (05) grands bassins hydrographiques constituant des grandes entités hydrographiques naturelles et qui regroupent les 19 bassins versants du pays.

Les grands bassins hydrographiques<sup>21</sup> :

- **Constantine-Seybousse-Melléque** : située dans le Nord-Est de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 44 348 Km<sup>2</sup>. Composée de cinq (05) bassins versants : Le bassin Côtier Constantinois, le bassin KebirRhumel, le bassin des Hauts Plateaux, le bassin de la Medjerda et le bassin de Seybousse.
- **Cheliff Zahrez** : située dans le centre Ouest de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 56.000 Km<sup>2</sup>. Composée de trois (03) bassins versants : Le bassin Côtier Dahra, le bassin Cheliff et le bassin Zahrez
- **Algérois-Hodna-Soummam** : située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord. S'étend sur une superficie de 47 588 Km<sup>2</sup>. Composée de trois (03) bassins versants : Le bassin de l'Algérois, le bassin de la Soummam et le bassin du Chott El Hodna.
- **Oranie-Chott-Chergui** : située dans le Nord-Ouest de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 77 251 Km<sup>2</sup>. Composée de quatre (04) bassins versants qui sont : Le bassin côtier, le bassin de la Tafna, le bassin de la Macta et le bassin du Chott Chergui.
- **Sahara** : se situe au Sud de l'Algérie, s'étend sur une Superficie de 2 078 251 Km<sup>2</sup>. Composée de quatre (04) bassins versants qui sont : Le bassin versant chott melghir. Le bassin hydrographique du Sahara septentrional. Le bassin du Hoggar- tassili. Le bassin Saoura Tindouf.

---

<sup>21</sup> Etude réalisé par AGIRE 2016 : <https://www.agire.dz/wp-content/uploads/2019/06/les-20ans-web.pdf>

**Figure 5: Les cinq (05) régions hydrographiques de l'Algérie.**



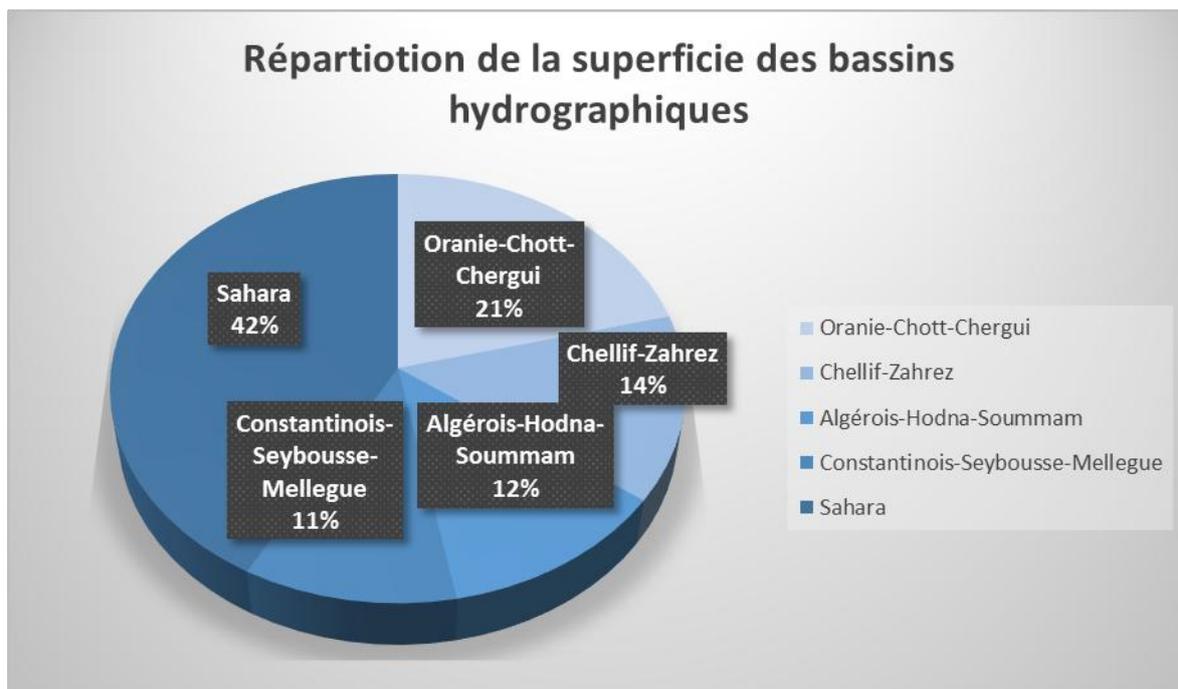
Source : ABH/CZ

La superficie totale des bassins hydrographiques est 393937Km<sup>2</sup> soit 16.5% de la superficie totale du pays (2381741km<sup>2</sup>).

La figure ci-dessous présente la répartition de la superficie des cinq (05) bassins hydrographiques :

- Oranie Chott-Chergui 21%
- Cheliff - Zahrez 14%
- Algerois - Hodna - Soummam 12%
- Constantinois - Seybouse - Mellegue 11%
- Sahara 42%

**Figure 6: Répartition de la superficie des bassins hydrographiques.**



Source: réalisé par nos soins a partir des statistiques obtenus.

### ***II.2.1 État actuelle des potentialités des ressources en eau***

Les ressources en eau de l'Algérie sont irrégulières, mal localisées et mal réparties, que ce soit au niveau de localisation géographique, de leur quantité, de leur qualité voire de leur nature à savoir souterraines ou superficielles.

Les potentialités en eau du pays s'élèvent à environ 16,8 milliards de m<sup>3</sup> dont 80 % seulement sont renouvelables (70 % pour les eaux de surface et 10 % pour les eaux souterraines) et sont localisés dans la frange nord du pays (Loucif, 2003). Les ressources non renouvelables concernant les nappes du Sahara. La répartition des potentialités des ressources en eau en Algérie se présente comme suit :

**Tableau 4: La répartition des ressources hydraulique.**

|       | Ressources               |             |                          |       |
|-------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------|
|       | Superficielle            | Souterraine | Total                    |       |
|       | Milliards m <sup>3</sup> |             | Milliards m <sup>3</sup> | %     |
| Sud   | 12                       | 1.9         | 13.9                     | 82    |
| Nord  | 1.5                      | 1.4         | 2.9                      | 18    |
| Total | 13.5                     | 3.3         | 16.8                     | 100   |
| %     | (80)                     | (20)        | (100)                    | (100) |

Source : Hamlet Abdelkader, Contribution des ressources en eau des BV, 2014.

## ***II.2.2 Les potentialités en eau superficielle***

### **II.2.2.1 La pluviométrie**

Le régime climatique semi-aride de l'Algérie est caractérisé par l'extrême irrégularité saisonnière et interannuelle des apports en eau, vu que la majorité des écoulements superficiels sont essentiellement concentrés dans la frange septentrionale du pays, le nord qui représente seulement 7% du territoire national, reçoit un pourcentage très élevé de précipitation de l'ordre de 92% du total.

La précipitation annuelle est estimée à 12.4 milliards de m<sup>3</sup> (ANRH 1993) (CNES, 2000 ; MRE, 2005). A. Mebarki (2010) a donné une estimation de 12 milliards m<sup>3</sup> pour les eaux de surface dans le Nord du pays et 0,2 milliards m<sup>3</sup> pour le Sud. Actuellement, dans le cadre d'élaboration du plan national de l'eau (PNE) elles sont estimées à 10,92 milliards de m<sup>3</sup> réparties par bassin hydrographique, comme le montre le tableau suivant :

**Tableau 5: Répartition des ressources superficielle de l'Algérie.**

|        | Superficie |       | Apport en eau moyen |       |
|--------|------------|-------|---------------------|-------|
|        | Km2        | %     | Hm3                 | %     |
| ABG    |            |       |                     |       |
| OCC    | 77 320.2   | 3.25  | 702                 | 6.43  |
| CZ     | 56 134.4   | 2.36  | 1 340               | 12.27 |
| AHS    | 47 297     | 1.99  | 3 359               | 30.76 |
| CSM    | 43 887     | 1.84  | 4 908               | 44.94 |
| Sahara | 2157 102.4 | 90.56 | 611.6               | 5.6   |
| Total  | 2 381 741  | 100   | 10 920.6            | 100   |

Source : Données PNE 2010d.

L'inégale répartition de ces précipitations fait que les eaux de surface soient également mal réparties, les régions de l'OCC et CZ bien qu'elles présentent plus de trois fois la région de CSM en termes de superficie, elles n'en représentent que 42 % en termes des ressources en eau superficielle. La région de CSM étant la région la plus arrosée et par conséquent elle est la plus riche en eau de surface (45 % des potentialités nationales). Les régions de l'OCC et du Sahara sont les plus pauvres en eau de surface, ne contribuant qu'à hauteur de 12 % du total national.

### II.2.2.2 Les barrages

Les barrages ont été longtemps le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles. Depuis 1962, de nombreux barrage ont été réalisés. En l'année 2000 l'Algérie ne possédait que 44 barrages, en 2007, 15 nouveaux barrages ont été mis en exploitation dont ceux de Beni Haroun et de Taksebt. A la fin de 2009, avec les 13 barrages en fin de réalisation, ce nombre sera porté à 72 barrages.

La capacité totale des barrages des 5 bassins hydrographique été de 2.5milliards de m<sup>3</sup> en 2000 et 6.45 milliards de m<sup>3</sup> en 2008, après la réalisation des nouveaux barrage la capacité de mobilisation de l'eau des barrages a été augmenté à 7.8 milliards de m<sup>3</sup> à la fin de l'année 2009 ainsi que la réalisation de 3 grands transferts, qui ont permis de mobiliser un volume régularisé total de 940 Millions de m<sup>3</sup>/an.

Actuellement, l'Algérie compte 75 barrages d'une capacité totale de 8.11 milliards de m<sup>3</sup> avec un taux de remplissage de 68% déclaré par le ministre de des ressource en eau et de l'environnement Mr. Hocine Necib en 2019. Le gouvernement entend faire passer à 139 le nombre total de barrages en Algérie d'ici 2030, et, ce faisant, atteindre une capacité de

stockage de près de 12 milliards de mètres cubes sur l'ensemble du pays. Le MRE, met en œuvre un programme de transferts régionaux qui vise à assurer une meilleure équité entre les territoires pour l'accès à l'eau, Ces transferts d'eau répondent également aux objectifs de la stratégie de sécurité alimentaire du pays qui vise à soutenir des régions à fort potentiel agricole. A titre d'exemple ; le système Beni-Haroun (504 hm<sup>3</sup>/an), le Complexe hydraulique Sétif–Hodna, le Transfert Tichy Haf-Béjaia (150 Milliards de m<sup>3</sup>/an), le Transfert Taksebt-Alger (180 Milliards de m<sup>3</sup>/an), le Transfert KoudiatAcerdoune-Hauts Plateaux (178 Milliards de m<sup>3</sup>/an), le Système Axe Mostaghanem- Arzew-Oran (MAO) (155 Milliards de m<sup>3</sup>/an).

### **II.2.2.3 Les retenues collinaires**

Les retenues collinaires en Algérie ont été réalisées pour mobiliser les eaux superficielles et permettre aux populations rurales d'exploiter les terres agricoles dans les régions où la ressource en eau se raréfie.

Selon les chiffres fournis par le ministère des Ressources en eau (MRE), il y avait, en 2007, 265 retenues collinaires exploitées pour l'irrigation, permettant de couvrir 5 099 hectares à l'échelle nationale, avec une capacité de stockage avoisine les 90 millions de m<sup>3</sup>.

A partir de 2008, dans le cadre de la deuxième génération de projets de développement rural, les retenues collinaires ont été présentées par les acteurs publics comme un outil de développement territorial, vu que l'agriculture est comme le levier principal de la dynamique territoriale. Les chiffres du ministère indiquent que 176 retenues ont été réalisées entre 2008 et 2015 dans le cadre de la petite et moyenne hydraulique. (Soit une augmentation de 66 %).

La gestion et l'exploitation des retenues relève que 80% de ces ouvrages sont opérationnels et que les eaux mobilisées sont utilisées à : (CNES 2000)

- 75% (81 000 000 m<sup>3</sup>) pour l'agriculture (maraichage, arboriculture et céréaliculture),
- 4% pour l'élevage
- 1% pour l'alimentation en eau potable,
- 20% des retenues ne sont pas exploitées pour des raisons diverses, notamment l'absence d'exploitant, de structure de gestion, de matériel d'irrigation ou de disponibilité de terres à proximité.

### ***II.2.3 Les potentialités en eau souterraines***

**Au Nord de l'Algérie**, Les ressources souterraines sont estimées à 1.9 Milliards de m<sup>3</sup> par le CNES (2000) et 2 Milliards de m<sup>3</sup> par le MRE (2005). Les différentes études et prospections ont permis de répertorier ; 147 aquifères et ; 9000 sources, 23000 forages et 60 000 puits qui

sollicites les nappes pour les besoins agricoles et l'alimentation en eau potable et industrielles (CNES, 2000).

Ces ressources qui sont relativement plus facile à mobiliser, sont aujourd'hui exploitées a plus de 90% (CNES 2000), beaucoup de nappes sont même dans un état de surexploitation critique (Mitidja).

Ses nappes sont renouvelables et par conséquent alimentées par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. La répartition des ressources souterraines dans les régions hydrographiques se présente comme le montre le tableau ci-dessous :

**Tableau 6: Répartition spatial des eaux souterraines du Nord d'Algérie.**

| Bassin hydrographique | Oranie-Chott-Chergui | Chelliff-Zahrez | Algerois-Hodna-Soummam | Constantinois-Seybousse-Mellegue | Total. |
|-----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|--------|
| Ressources (Hm3/an)   | 547                  | 346             | 1 063                  | 667                              | 2623   |
| Pourcentage %         | 19.7                 | 12.2            | 39.2                   | 28.9                             | 100    |

Source : Données PNE 2010d.

Les faibles précipitations dans les régions de OCC et CZ cause une faible dotation en eau souterraines, ce qui complique encore plus une situation déjà précaire en termes de ressources en eau de surface. C'est pourquoi la satisfaction des besoins passe par l'exploitation des potentiels en eau non-conventionnelles.

**Au Sud de l'Algérie**, Le Sahara Algérien se caractérise par l'existence des ressources souterraines considérables provenant des nappes de Complexe Terminal (CT) et du Continental Intercalaire (CI). Selon le MRE (2007) les réserves d'eau emmagasinées dans ces nappes sont de l'ordre 60 000 km<sup>3</sup> et 40 000 km<sup>3</sup> sont situés en Algérie. Pour la nappe CT, l'exploitation nécessite un pompage profond entre 100m et 400m, et pour la nappe CI dite aussi la nappe d'Albien, nécessite 1000 à 1500m de profondeur, Cette nappe est la plus grande réserve d'eau douce dans le monde, elle est à cheval sur trois pays : l'Algérie, la Tunisie et la Libye. 70% de la nappe se trouve en territoire algérien au sud-est du pays.

**Figure 7: Système aquifère du Sahara septentrional (nappes CT et CI).**



Source : Wikipédia.

Ces ressources sont fossiles, fragiles, non-renouvelable, et caractérisées par des contraintes physiques et géologiques (ABH), donc c'est un patrimoine qui nécessite une gestion rationnelle pour garantir sa durabilité. Le Système Aquifère du Sahara Septentrionale (SASS), a fait plusieurs études pour une estimation des volumes d'exploitation tolérables, la méthode d'estimation retenue est la modélisation, le premier modèle a été réalisé en 1971, le plus récent été en 2003. Il existe d'autres nappes phréatiques au Sud, souvent saumâtres, situant dans les lits d'Oueds tel que les Oueds Ghir, M'Zab, Soura, etc.

**Tableau 7: Bilan des eaux souterraines en l'Algérie.**

| Régions                                       | Potentialités en année moyenne               |                         |
|---|--|-------------------------|
|   | Potentialités en Milliards de m <sup>3</sup> | Part des ressources (%) |
| Total des ressources souterraines du Nord (1) | 2 623  | 49.3                    |
| Chott Melghir (Nord)                          | 109  | 2.1                     |
| Continental Intercalaire (CI)                 | 1 210  | 22.7                    |
| Complexe Terminal (CT)                        | 1 120  | 21                      |
| Nappes de l'extrême Sud                       | 257.4  | 4.8                     |
| Total des ressources souterraines du Sud (2)  | 2 696.4                                      | 50.7                    |
| Total en eau souterraines du pays (1) + (2)   | 5319.4                                       | 100%                    |

Source : Données PNE 2010d

### ***II.2.4 Récapitulatif général des potentialités en eau de l'Algérie***

Compte tenu de ce qui précède, nous pouvons récapituler les ressources en eau superficielle et souterraine en Algérie dans le tableau suivant :

**Figure 8: Récapitulatif des potentialités en eau de l'Algérie.**

| Régions       | Eau superficielle (Milliards de m <sup>3</sup> ) | Eau souterraine (Milliards de m <sup>3</sup> ) | Total (Milliards de m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|--|--------------------------------------|
| OCC           | 702  | 547  | 1 249                                |
| CZ            | 1 340  | 346  | 1 686                                |
| ASH           | 3 359  | 1 063  | 4 422                                |
| CSM           | 4 908  | 667  | 5 575                                |
| Sahara        | 611.6  | 2 696.4  | 3 308                                |
| Total général | 10 920.6   | 5 319.4  | 16 240                               |

## ***II.2.5 Les potentialités non-conventionnelles***

La mobilisation des ressources en eau non conventionnelle est devenue une priorité du secteur pour pallier aux déficits régionaux en eau conventionnelle et afin d'assurer une sécurité future en matière de mobilisation des ressources en eau, ces ressources non conventionnelles regroupent :

- Dessalement de l'eau de mer,
- Déminéralisation des eaux saumâtres,
- Réutilisation des eaux usées urbaines épurées,

➤ **Dessalement de l'eau de mer** : Le dessalement est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce à partir d'une eau salée, notamment eau de mer.

La politique de dessalement de l'eau de mer en Algérie vise à satisfaire les besoins en eau potable des villes côtières et réaffecter les eaux de barrages vers les wilayas en déficit hydrique dans les Hauts Plateaux, ainsi que pour les besoins d'irrigation. L'Algérie compte actuellement 21 stations de dessalement réparties sur 14 Wilaya sur l'ensemble de son littoral. Elles fournissent 17% de l'eau consommée dans le pays ce qui permet d'alimenter 6 millions d'habitants en eau potable avec un volume de 1.34 millions m<sup>3</sup>/jour. (CNES 2018)

C'est la société Algerian Energy Company (AEC) qui s'occupe de la promotion, la gestion et la production de l'eau dessalé, sous l'autorité du ministère de l'énergie et des mines (MEM).

Ce processus est pratiqué dans : Annaba (50 000 m<sup>3</sup>/j), El Taref (50 000 m<sup>3</sup>/j), Skikda (100 000 m<sup>3</sup>/j), Alger ( 200 000 m<sup>3</sup>/j), Chlef (200 000 m<sup>3</sup>/j), Béjaïa (100 000 m<sup>3</sup>/j),

Telemcen (deux station de 200 000 m<sup>3</sup>/j), etc.

➤ **Déminéralisation des eaux saumâtre** : Le processus de la déminéralisations se fait dans le sud et les hauts plateaux qui concentrent 97% du potentiel total d'eaux saumâtres, ce qui représente une quantité susceptible d'être déminéralisé de 2.5 millions m<sup>3</sup>/j.

La station de Brédéah (Boutelis Oranie) est la première station de déminéralisation, opérationnelle depuis 2006 avec une production insuffisante par manque de mobilisation dans le champ captant Sa capacité est 34 000 m<sup>3</sup>/j.

Le Ministère des Ressources en Eau (MRE) annonce la réalisation de 14 stations de déminéralisation pour une capacité de 92 429 m<sup>3</sup>/j

Ce processus est pratiqué dans la Wilaya de Ouergla par plusieurs stations on site : Gharbouz (5 000 m<sup>3</sup>/j), Ain El Kheir ( 9 000 m<sup>3</sup>/j), Hai Bouzid (10 000 m<sup>3</sup>/j), etc.

- **Réutilisation des eaux usées urbaines épurées** : La réutilisation des eaux usées urbaines épurées, consiste en la mobilisation superficielles des eaux usées épurées produites par les stations d'épurations afin de satisfaire en priorité les besoins en eau d'irrigation et/ou d'autres usages non potables (municipales et industrielle). Le volume nominal des eaux usées épurées produit par l'ensemble des stations d'épuration (271) en exploitation et en travaux (Boues activées et lagunage) est de 800 millions de m<sup>3</sup>/an (MRE 2018)  
Les eaux usées représenteront un volume très appréciable, la quantité d'eau susceptible d'être réutilisée avoisine 1 millions de m<sup>3</sup> à l'horizon 2030.

### ***II.2.6 Les prélèvements et approvisionnement de l'eau***

Pour répondre aux besoins de différents usages et d'activités humaines, des prélèvements d'eau sont réalisés dans les milieux. L'eau prélevée permet non seulement de produire l'eau potable indispensable à la vie de tous les jours, mais également de répondre aux autres besoins : activités industrielles, agriculture, production d'électricité, etc.

Dans la majorité des cas, c'est de l'eau douce qui est prélevée. Il provient d'une ressource donnée (une rivière, un lac, une nappe souterraine), à destination d'un usage spécifique. Elle est prélevée par des dispositifs de captage, appelés « ouvrages de prélèvement ».

Quant à l'approvisionnement en eau, c'est la livraison d'eau aux utilisateurs finaux, y compris les prélèvements en vue d'une utilisation finale pour compte propre (auto-approvisionnement).

**Tableau 8: Bilan des prélèvements d'eau douce (2000-2009).**

| Année   | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Volume brut d'eau douce prélevé (1<sup>22</sup>)</b>               | 6 100 | 6 100 | 6 100 | 6 100 | 6 300 | 6 450 | 6 500 | 6 850 | 6 950 | 7 150 |
| <b>Eaux restituées à l'environnement sans avoir été utilisées (2)</b> | 900   | 900   | 900   | 900   | 1 000 | 1 000 | 1 100 | 1 100 | 1 150 | 1 190 |
| <b>Volume net d'eau douce prélevé (3)</b>                             | 5 200 | 5 200 | 5 200 | 5 200 | 5 300 | 5 450 | 5 400 | 5 750 | 5 800 | 5 960 |
| <b>Eau dessalée (4)</b>   | 36    | 36    | 36    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    |
| <b>Eau réutilisée</b>   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 16    | 16    |
| <b>Volume total d'eau douce rendue utilisable (5)</b>                 | 5 236 | 5 236 | 5 236 | 5 286 | 5 386 | 5 536 | 5 486 | 5 836 | 5 902 | 6 062 |

Source : MRE 2010. Unité : Millions m<sup>3</sup>

Ce bilan représente un aperçu général sur l'état des prélèvements d'eau douce durant les années 2000-2009, effectué par les services d'alimentation en eau potable. Le volume d'eau brut prélevé en eau douce en 2009 a enregistré une augmentation de 1 050 Millions de m<sup>3</sup> à partir de l'année 2004, soit un taux d'accroissement annuel moyen de 1.78%

Pareil aux eaux restituées à l'environnement sans avoir été utilisées, de l'année 2004 à l'année 2009 ces volumes enregistrent une augmentation qui représentent plus de 16,5% du volume brut d'eau douce prélevée pour la même année.

(1) Volume brut d'eau douce prélevé : Eau prélevée définitivement ou temporairement d'une source. Il s'agit de l'eau prélevée par les services d'alimentation en eau, de l'eau prélevée directement par les autres agents économiques et de l'eau restituée à l'environnement sans avoir été utilisée, telle que les eaux de mine (eau d'exhaure) et les eaux de drainage.

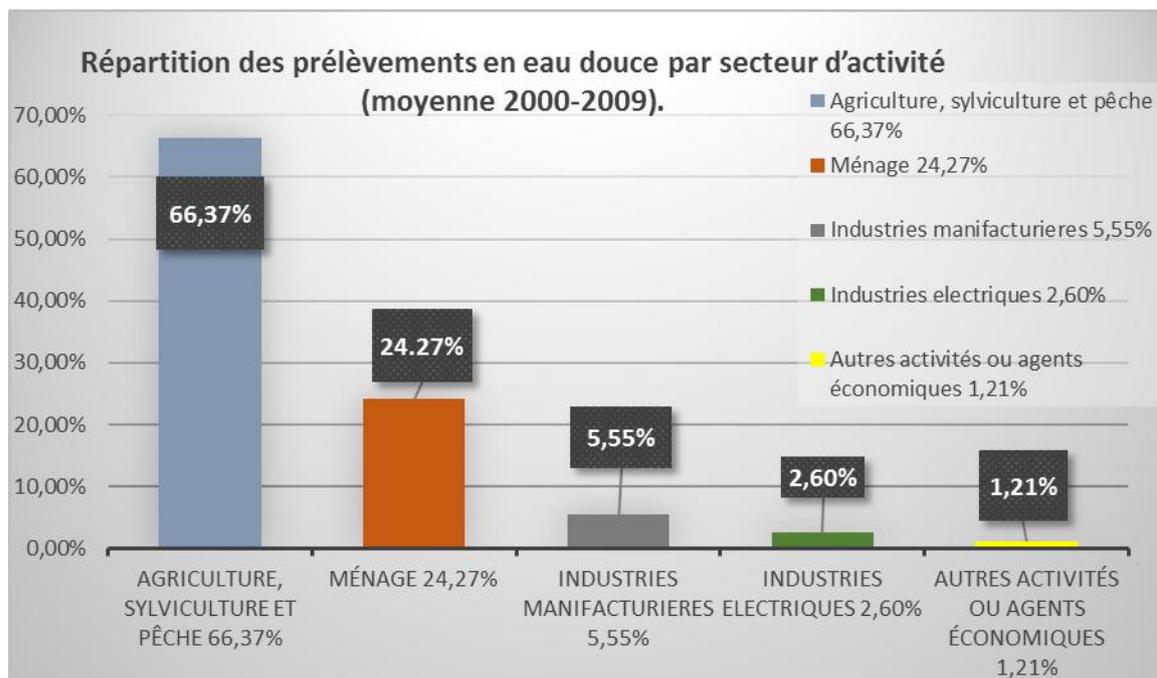
(2) Eaux restituées à l'environnement sans avoir été utilisées : Eau déversée dans les eaux douces sans avoir été utilisée ou avant de l'avoir été, essentiellement dans le cadre d'activités minières et de construction. Elle ne comprend pas les déversements dans la mer.

(3) Volume net d'eau douce prélevé : Ce volume est égal au volume brut d'eau douce prélevé diminué du volume des eaux restituées à l'environnement sans avoir été utilisées.

(4) Eau dessalée : Volume total d'eau obtenu par dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres.

(5) Volume total d'eau douce rendue utilisable : Volume net de l'eau douce prélevée + eau dessalée + eau réutilisée + eau importée - eau exportée.

**Figure 9: Répartition des prélèvements en eau douce par secteur d'activité (moyenne 2000-2009).**



Réalisé par nos soins à partir des données du MRE 2010.

Les ressources en eau prélevé en 2009 sont estimées à 6 445 Millions m<sup>3</sup> dont 3 980 Millions m<sup>3</sup> pour Le secteur de l'agriculture, la sylviculture et pêche qui consomme la plus grande quantité d'eau douce prélevé ce qui correspond a plus de 60% de l'approvisionnement total de l'eau, suivi par 1 980 Millions de m<sup>3</sup> pour les activités ménagères avec une part de 24.27%. Les industries manufacturières, l'industrie électrique et les autres activités ou agents économiques sont peu représentatifs, soient respectivement 5,55%, 2,61% et 1,21%

**Tableau 9: Approvisionnement public. Unité : Millions m<sup>3</sup>.**

| Année  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Volume net d'eau douce fourni par les services d'alimentation en eau</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | 4 266 | 4 266 | 4 266 | 4 318 | 4 518 | 4 718 | 4 770 | 5 070 | 5 768 | 6 013 |
| <b>Aux Ménages</b>   | 1 400 | 1 400 | 1 400 | 1 450 | 1 550 | 1 650 | 1 700 | 1 800 | 1 846 | 1 980 |
| <b>Agriculture, sylviculture et pêche</b>                                    | 2 700 | 2 700 | 2 700 | 2 700 | 2 800 | 2 900 | 2 900 | 3 100 | 3 461 | 3 560 |
| <b>Industries manufacturières</b>  | 46    | 46    | 46    | 48    | 48    | 48    | 50    | 50    | 288   | 296   |
| <b>Industrie électrique</b>  | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 118   | 126   |
| <b>Autres activités ou agents économiques</b>                                | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 58    | 62    |
| <b>Pourcentage de la population alimentée par l'approvisionnement public</b> | 84    | 84    | 86    | 86    | 88    | 90    | 90    | 95    | 95    | 96    |

Le volume net d'eau douce fourni par les services d'alimentation en eau en 2009 sont estimées à 6 013 millions m<sup>3</sup>, pour un taux d'accroissement annuel moyen de 3.5%. L'agriculture consomme une quantité de 3 560 millions m<sup>3</sup> de ce volume et les usages domestique consomme une quantité de 1 980 millions de m<sup>3</sup>. Cette augmentation est due à l'évolution de la population agglomérée alimentée par les services d'approvisionnement public au cours de la période considérée, avec un taux de 12% par rapport à l'année 2000.

### **II.3 La tarification**

La tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement a été définie en janvier 2005, elle couvre tout ou partie des charges financières liées à l'exploitation, à la maintenance, au renouvellement et au développement des infrastructures et installations hydrauliques correspondantes. Les tarifs de l'eau sont différenciés selon des zones tarifaires territoriales. La facturation aux usagers des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement comprend une partie fixe et une partie variable. La partie fixe est déterminée pour couvrir tout ou partie des frais d'abonnement et d'entretien du compteur d'eau ainsi que des frais d'entretien des branchements de l'utilisateur sur les réseaux publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

La partie variable est déterminée en fonction du volume d'eau consommé par l'utilisateur à partir du branchement au réseau public d'alimentation en eau potable.

Les tarifs en eau en Algérie sont trop bas, Le cout de production d'un mètre cube se situe entre 60 et 80 DA, alors il est cédé au consommateur à 18 DA (2005). Ce qui pose un problème lors de la mobilisation de la ressource en eau, "Il est impossible de gérer correctement si le prix actuel est maintenu, Le bas niveau des prix maintient la gestion à un niveau rudimentaire ", a déclaré Merrah Zidane, ancien responsable de l'Algérienne des Eaux.

Il est nécessaire de réajuster le tarif afin de réduire le gaspillage de la ressource car seul 42% du volume d'eau potable produit actuellement est facturé, le reste (58%) est réparti en 30% sous forme de pertes dans les réseaux d'alimentation et le vol à travers des branchements illicites.

### **II.4 Les infrastructures en eau**

L'Algérie a investi près de 50 milliards de dollars ces dernières années pour la réalisation de grandes infrastructures destinées au stockage des ressources en eau, afin d'éviter une véritable crise en matière d'approvisionnement en eau potable (AEP) et le raccordement des citoyens au réseau d'assainissement, selon le ministère des ressources en eau et de l'environnement. Effectivement, plusieurs barrages et transferts ont contribué à l'amélioration de l'alimentation en eau potable et de l'irrigation des terres agricoles. Il y a lieu de citer la

réalisation de 84 barrages pour le stockage des eaux et de 13 stations de dessalement de l'eau de mer, avec une capacité de production de plus de 2,3 millions de m<sup>3</sup>/j, outre les grands transferts dans la région des Hauts Plateaux et à l'ouest du pays, le transfert d'In Salah à Tamanrasset, sur une distance de 750 Km et d'autres projets ayant permis d'élever la capacité de stockage de 3,5 milliards de m<sup>3</sup> en 2000 à 9 milliards de m<sup>3</sup> actuellement.

En dépit de ces réalisations, il restait beaucoup à faire en vue de réaliser l'équilibre entre les différentes régions du pays et répondra aux besoins dans les futurs horizons.

Notamment, ces infrastructures subissent beaucoup de problèmes techniques qui troublent leur bon fonctionnement et qui influencent sur la demande en eaux en affectant la qualité et la quantité des ressources en eau, il s'agit des problèmes suivants :

- **Envasement des barrages** : les barrages de la région de Chéllif – Zahrez sont les barrages les plus menacés par le phénomène de l'envasement, du a la nature des sols et l'absence de boisement ainsi qu'à la forte érosion des bassins versants de la région.
- **Evaporation des lacs de barrages** : Le phénomène de l'évaporation des lacs des barrages en Algérie est considérable, une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages de l'Algérie, à cause du climat, Le volume d'eau total perdu durant dix années d'exploitation (1992-2002) avoisine la valeur de 2.5 milliards de m<sup>3</sup>, la quantité évaporée représente la moitié du volume consommé par l'irrigation, l'alimentation en eau potable et l'industrie, ce qui est énorme.
- **Fuites dans les barrages** : Le problème est beaucoup plus grave qu'on imagine, il ne s'agit plus de perte de la capacité de l'eau, mais plutôt la déstabilisation de l'ouvrage. En réalité l'eau des fuites ne se perd pas, il peut être récupérée et réutilisée pour l'agriculture et à la limite le laisser s'infiltrer pour réalimenter la nappe. A titre d'exemple, un réseau de collecte des fuites d'eau installé à l'aval du barrage de Fom El Gherza permet de récupérer en moyenne 5 millions de m<sup>3</sup>/an et de les utiliser pour l'irrigation. Environ 22 barrages ont fait l'objet des mesures périodiques des fuites en Algérie durant les dix dernières années (1992-2002). Certains barrages enregistrent une perte annuelle par fuite avoisinant même la valeur de 10% de leur capacité comme ceux de Ouizert, Fom El Gueiss et Fom El Gherza. Le volume total des fuites enregistré durant

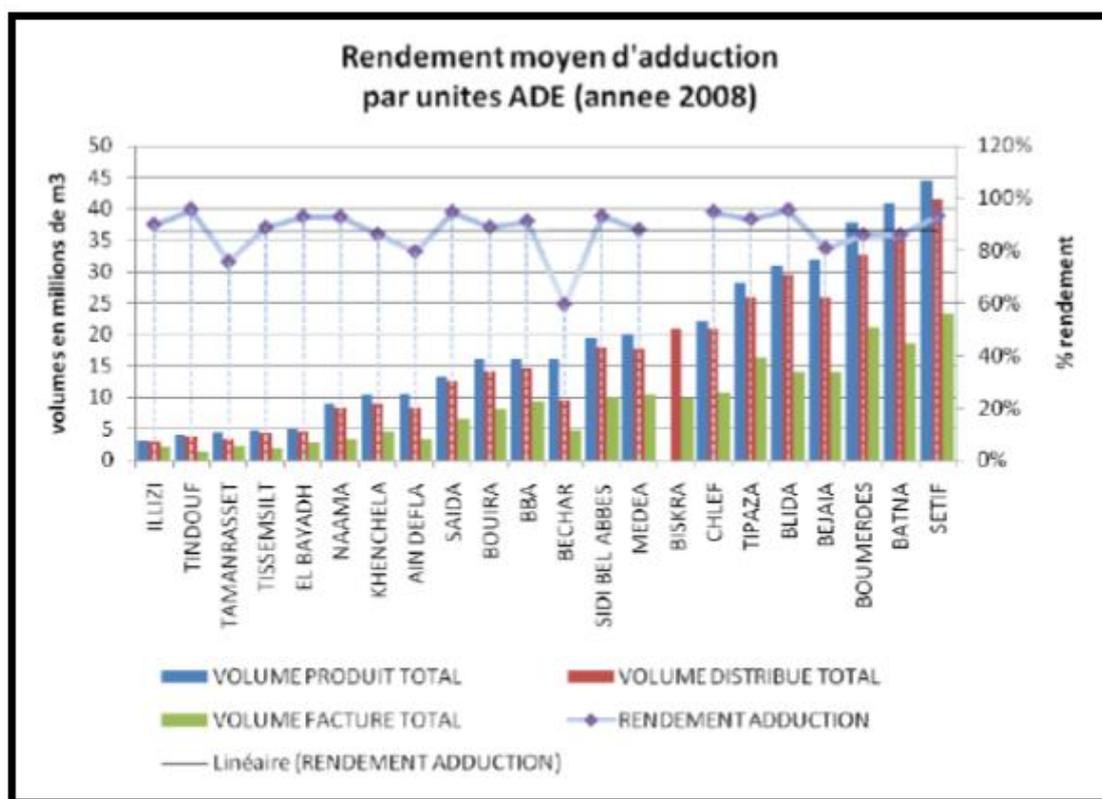
la période 1992-2002 avoisine les 350 millions de m<sup>3</sup>, alors que le volume moyen perdu annuellement est de 40 millions de m<sup>3</sup> d'eau.

- **Eutrophisation des retenues de barrages** : L'eutrophisation est l'enrichissement d'une eau en sels minéraux (nitrates et phosphates notamment) entraînant des déséquilibres écologiques comme la prolifération de la végétation aquatique et l'appauvrissement en oxygène dissous. Ces dernières années les rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des ressources en eau dans les barrages. Plusieurs tronçons d'oueds sont déjà pollués (Tafna, Mekerra, Chellif, Soummam et Seybouse). Si le phénomène persiste encore, des retenues de barrages seront pollués
  
- **Intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers** : En Algérie, le phénomène a pris de l'ampleur ces vingt dernières années à cause de la sécheresse qui a frappé le nord algérien, associé aux pompages excessifs et anarchiques. Aujourd'hui, toutes les régions du littoral algérien (1200km) sont menacées par ce phénomène ; plusieurs lieux de contaminations des nappes ont été signalés le long du littoral. La région du centre n'a pas échappé à ce phénomène, notamment les nappes des plaines d'Oued Nador, Oued Mazafran et la région de Bord El Bahri.

#### ❖ **Le rendement des infrastructures :**

- Rendement d'adduction : représente les pertes d'eau dans les systèmes de distribution  
 $Rd = \text{Consommation totale} / \text{Volume distribué}$ .  
Il est calculé à partir des volumes produits et distribués, Le rendement moyen d'adduction (sur l'ensemble des 22 unités d'ADE) est estimé à 88 %. (PNE, 2010).  
Comme représenté sur la figure ci-dessus :

Figure 10: Rendement moyen d'adduction par unités ADE 2008.

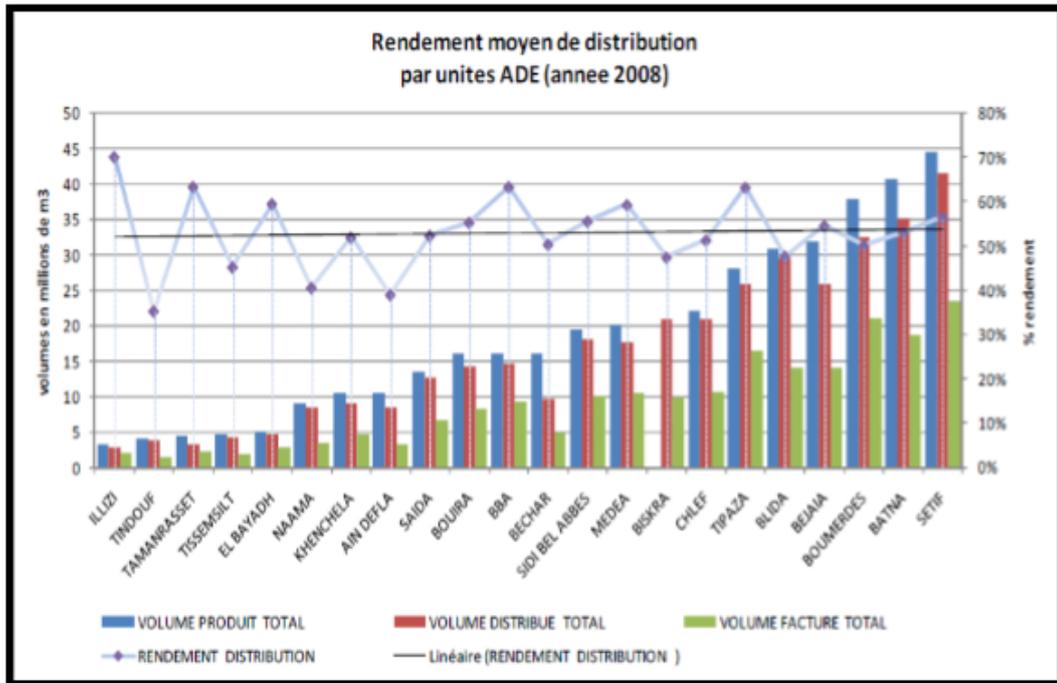


Source : ADE 2008

- Rendement de distribution : représente les pertes d'eau dans les systèmes d'adduction  
 $R_a = \text{Volume distribué} / \text{volume produit}$ .

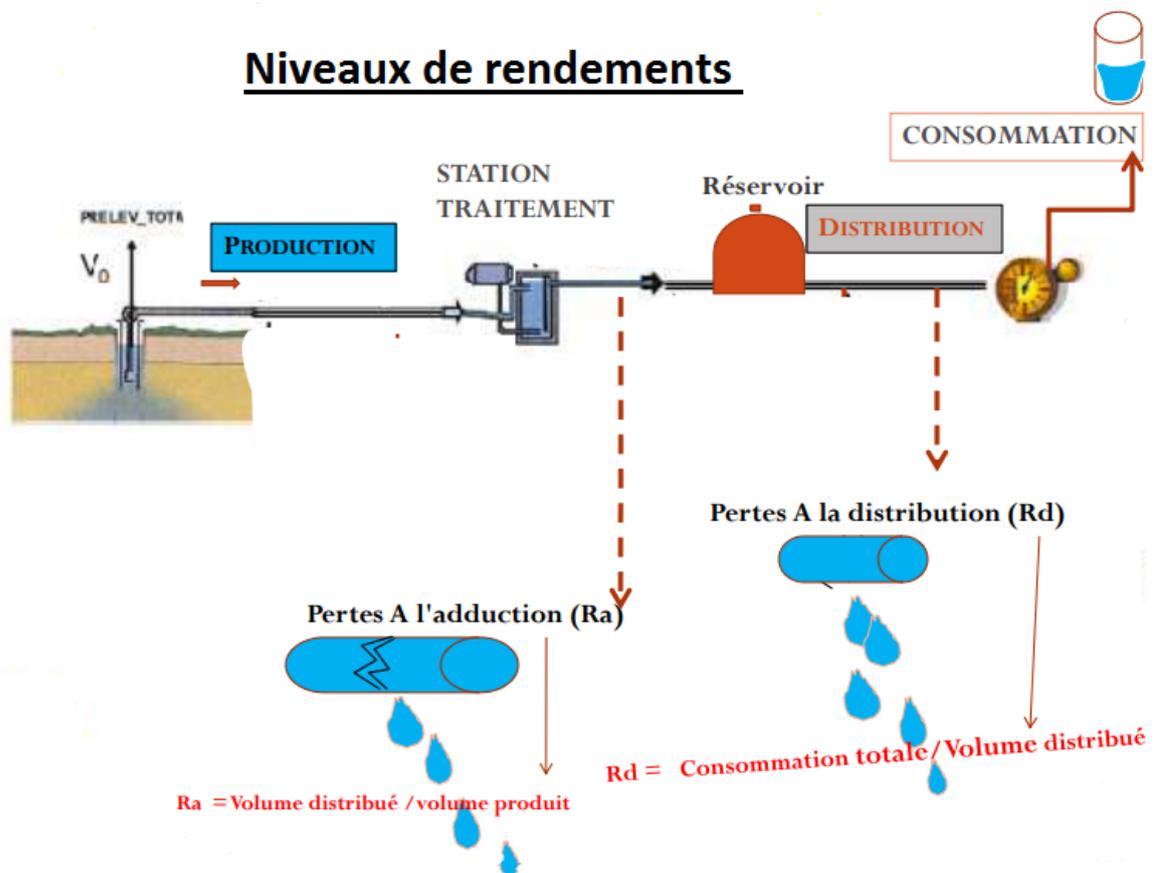
Le rendement moyen de distribution par les réseaux d'AEP (sur l'ensemble des 22 unités d'ADE sur le territoire national) est estimé à 54 %. (PNE, 2010). (Voir la figure ci-dessus)

Figure 11 : Rendement moyen de distribution par unités.



Source : ADE 2008

Figure 12: Les niveaux de rendements.



## II.5 Le climat

Le climat algérien est un climat de transition entre le climat tempéré humide et le climat désertique, il varie de manière contrastée du type méditerranéen et semi-aride dans le Nord vers le type désertique dans le Sahara.

Les précipitations varient considérablement dans l'année et selon les régions. Alors que certaines régions côtières de l'Est reçoivent jusqu'à 1 500 mm, voire plus, à l'Ouest il ne tombe que 350 mm. En plus à ce déséquilibre d'Est en Ouest, les précipitations baissent d'intensité au fur et à mesure que nous nous éloignons du littoral vers le Sud, la pluviométrie dans la région des Hauts Plateaux varie de 200 mm à 400 mm. Quant au Sahara, il continue à guetter la moindre goutte qui tombe du ciel puisque les précipitations sont souvent inférieures à 100 mm et elles sont souvent violentes et ravageuses causant des inondations en aval et des érosions en amont.

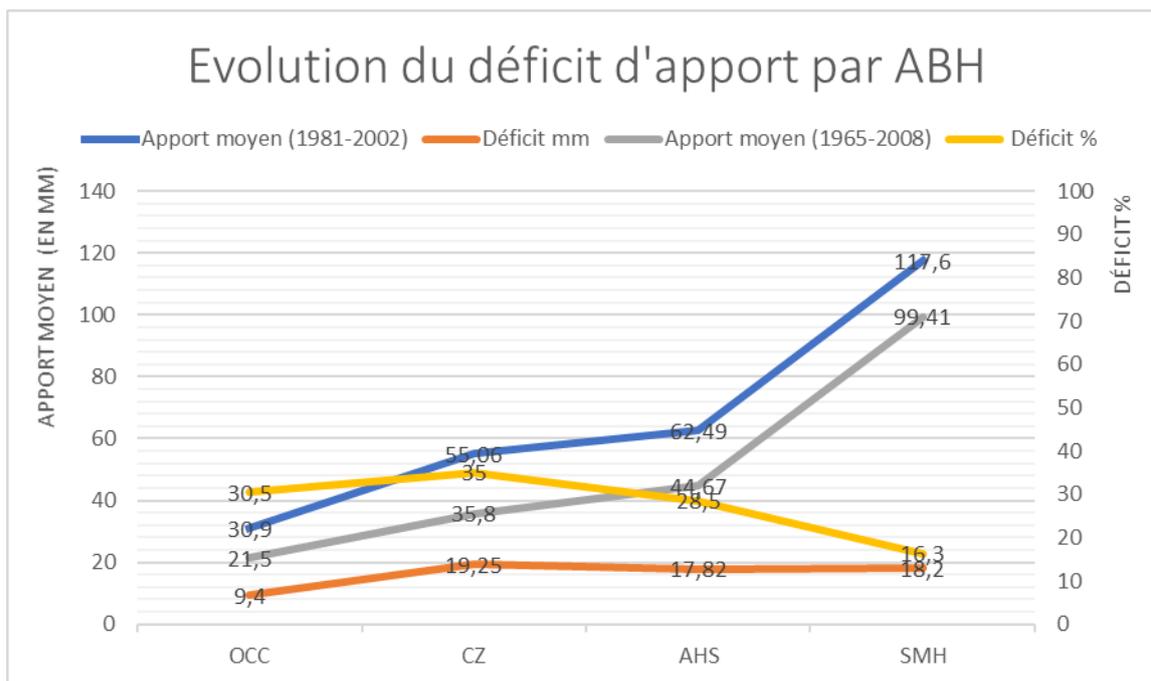
Le changement climatique a déjà prélevé un grand tribut sur le cycle de l'eau à l'échelle mondiale. Pour la région du Maghreb, le réchauffement est estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée pour les trente années passées, les projections convergent vers un réchauffement global de la région évalué de 2 à 4°C au cours du XXI<sup>e</sup> siècle (PNUD, 2009 ; R. ARRUS, 1997). L'Algérie n'échappe pas à ces impacts néfastes du réchauffement qui ont déjà été ressentis notamment dans les séquences de sécheresses chroniques, la désertification et les déficits pluviométriques.

Le réchauffement climatique est un facteur aggravant de la vulnérabilité hydrique en Algérie, il engendre une baisse des apports au niveau des bassins versants de barrages, il augmente les taux d'évaporation et de l'évapotranspiration (ETP)<sup>82</sup> empêchant ainsi le rechargement des nappes phréatiques.

Plusieurs institutions publiques, notamment le MRE et l'ANRH, ont lancé des projets d'évaluation, dont le plus récent est l'étude d'actualisation du PNE, de ces empreintes défavorables sur les ressources en eau. Afin de mesurer les déficits d'apport, le PNE (2010b) prend, tout d'abord, les apports moyens mensuels pour une période de 43 ans (1965/2008) et distingue, ensuite, des différences d'apport à l'intérieur de cette période pour l'ensemble du territoire national comme suit : une séquence relativement humide s'étale entre 1965 et 1980, une séquence relativement sèche de 1980 à 2001 et une période moyenne de 2001 à 2008.

Les résultats de cette étude sont illustrés dans le graphique 3 qui montre l'intensité du déficit pour quelques bassins versants de barrages répartis par région hydrographique dans des périodes moyennes et sèches.

**Figure 13: Evolution du déficit par bassin hydrographique.**



Source : donnée du PNE 2010b

Le déficit d'apport diminue en allant de l'Ouest vers l'Est. Les régions de l'Oranie-Chott-Chergui (OCC) et le Cheliff-Zahrez (CZ) sont les plus touchées avec un déficit variant entre 30 % à 40 % surtout pour la période (1991-2001) où les barrages étaient presque secs et l'Algérie s'apprêtait alors d'importer de l'eau. Dans la région hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue (CSM), la sécheresse a été moins intense avec des proportions du déficit inférieures à 17 %.

## Conclusion

La répartition des ressources en eau a contribué de façonner l'occupation du territoire par les populations et les activités économiques. Ce facteur a favorisé une concentration au Nord du pays, accentuant le phénomène de littoralisation et de l'urbanisation qui se traduit par une augmentation de la pression sur une ressource déjà limitée.

Nous avons constaté, dans ce chapitre, que la situation des ressources en eau du pays est beaucoup plus grave qu'une question de rareté ou de stress, l'évaluation de l'état de notre pays au regard des ressources en eau du point de vue de l'indice d'exploitation dévoile une très grande pauvreté. Cet indice pourrait être proche de 78 %<sup>108</sup>. A ce rythme, la limite de volume exploitable sera atteinte avant 2050. Partant, il est nécessaire de mettre en œuvre une politique de l'eau pouvant réduire l'intensité des pressions exercées sur l'eau, susceptible d'enclencher une gestion durable de la ressource et capable de différer les empreintes corrompues de cette vulnérabilité géographique. Afin de mieux mobiliser ces ressources et mieux répondre aux

différents besoins, comme il faut agir ainsi sur la demande en eau, et pas uniquement sur l'offre.

**PARTIE II : CONCEPTION  
ET RESULTATS.**

# CHAPITRE III : MODELES D'ESTIMATION ET PREVISION DE LA DEMANDE EN EAU

## Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération est la phase primaire dans la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable.

Les besoins en eau d'une agglomération dépendent de plusieurs paramètres :

- Du type d'agglomération ;
- Du niveau de vie ;
- Des différents équipements existants ;
- Du taux d'accroissement de la population ;

Une bonne étude de l'alimentation en eau potable d'une agglomération nécessite la connaissance de ces fondamentaux pour le bon dimensionnement du réseau de distribution.

## III.1 La demande en eau potable

Les services publics d'eau potable produisent, transportent et distribuent de l'eau pour satisfaire les besoins des usagers. Les ingénieurs appréhendent souvent la demande en eau comme la quantité de ressource en eau devant être prélevée pour satisfaire ces besoins, en tenant compte des pertes qui ont lieu pendant la production, l'adduction et la distribution. La demande totale est alors définie comme la somme de la consommation facturée et non facturée des différents usagers et des pertes survenant dans les réseaux.

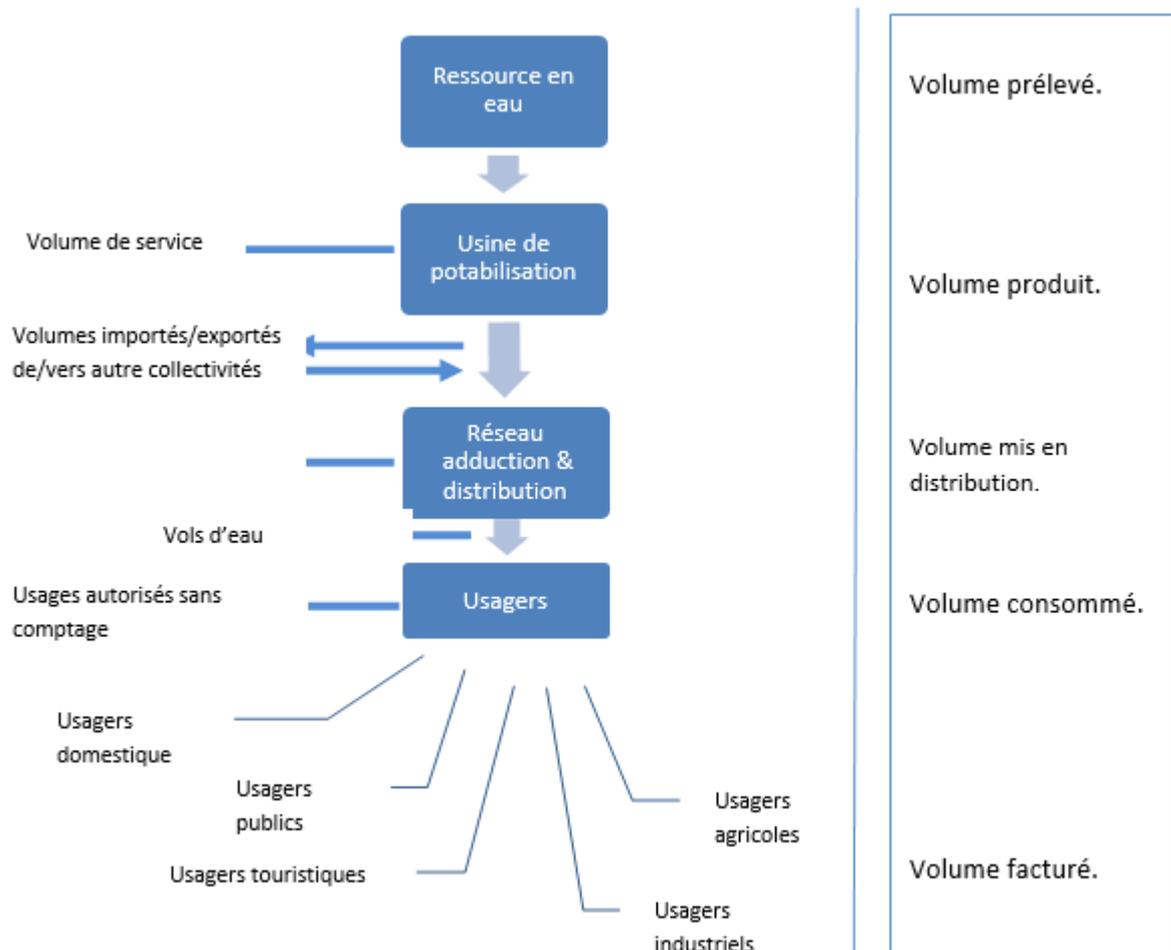
On peut ainsi distinguer différentes catégories de consommation de l'eau :

- **Consommation domestiques** : eau destinée aux besoins personnels, qui couvrent la consommation des particuliers (boissons, lavage, douche, WC, ...) Exprimée en litre/habitant/jour.
- **Consommation publique** : l'eau destinée aux équipements publique tel que : les écoles, les administrations, les hôpitaux...
- **Consommation industrielle** : l'eau des industries est consommée en deux façons :
  - Matière première.
  - Refroidissement.

La consommation dépend de la nature de l'industrie.

- **Consommation touristique** : l'eau destinée aux établissements touristique : hôtels, campings...
- **Consommation agricole** : l'agriculture est la principale source de consommation d'eau, essentiellement à des fins d'irrigation. A noter que l'aquaculture (algues, mollusques, crustacés et poissons) est assimilée aux activités agricoles.

**Figure 14: La demande en eau : du prélèvement à la consommation.**



Les facteurs qui déterminent l'évolution de la demande en eau :

- La croissance démographique, l'accroissement de l'espérance de vie à la naissance et les migrations internes dans le même pays entre le milieu rural et le milieu urbain.
- La taille de l'agglomération.
- Niveau de vie et type d'habitat.
- Les exigences de pressions élevées.
- Le climat, La consommation augmente avec la température (arrosage des jardins et remplissage des piscines, fréquence des douches) et baisse avec les précipitations.

- Les dotations unitaires domestiques et à leurs évolutions aux différents horizons.
- Les activités économiques, commerciales et industrielles.
- Les rendements des infrastructures et à leurs évolutions dans le temps.

Certains de ces facteurs peuvent être activé pour maîtriser la demande en eau, un ensemble d'hypothèses et actions futurs en été mis en place :

- Sensibilisation des consommateurs à la nécessité d'utiliser l'eau avec modération, pouvant être accompagnée de distribution de kits hydro-économiques.
- Mise en place de tarifications incitatives, visant à modifier le comportement des plus gros consommateurs notamment ceux utilisant beaucoup d'eau à l'extérieur.
- Généralisation des compteurs individuels et des compteurs intelligents, qui permettent de sensibiliser les usagers à leur consommation et de les avertir en cas de fuites.
- Densification de l'urbanisme et maîtrise des surfaces privées et publiques consommatrices d'eau.

## **III.2 Evolution de la demande en eau potable et dotation par habitant**

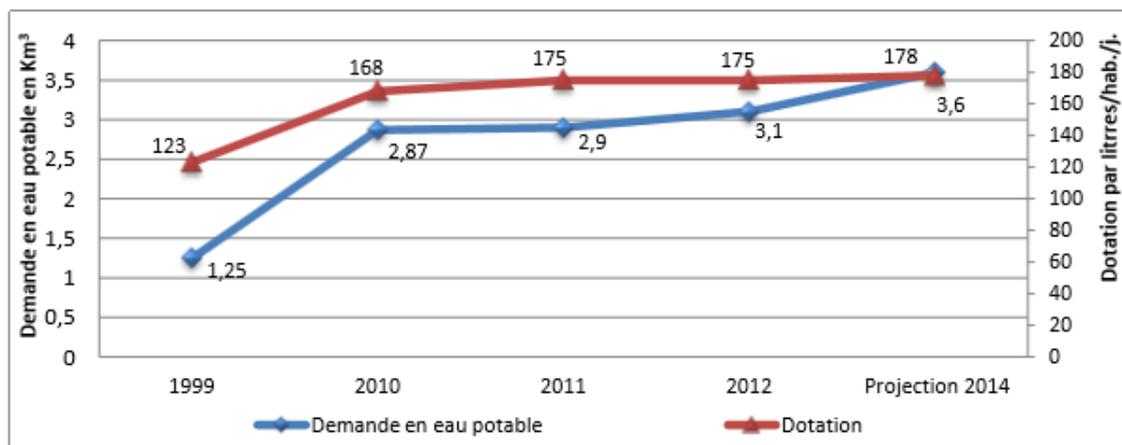
Depuis l'année 2000 l'Algérie vit dans une période de transition des indicateurs démographique, cette transition est accompagnée par une augmentation appréciable de la demande en eau potable suite à l'amélioration de niveau de vie de l'algérien mesurée en PIB<sup>23</sup> par habitant, à titre indicatif en 2000 le PIB per capita était 1 801,4 USD celui-ci a passé en 2011 à 5 413,3 USD.

La transition de la demande en eau potable et avec elle de la dotation par habitant est interprétée par le graphique suivant :

---

<sup>23</sup> Il s'agit donc d'un indicateur qui reflète l'activité économique interne d'une nation. La variation du PIB d'une année sur l'autre permet de mesurer le taux de croissance économique d'un pays. Le PIB mesure la valeur de tous les biens et services produits dans un pays sur une année.

**Figure 15: Evolution de la demande en eau potable et la dotation en eau en Algérie.**



**Source : DMRE (2012), DAEP (2012), et e-MRE (2011)**

Ainsi la demande en eau potable et la dotation sont en augmentation continue. De fait la demande a été multipliée par 2,5 soit un accroissement phénoménal de 150 % entre 1999 et 2012. Elle est passée de 1,25 km<sup>3</sup> en 1999 à 3,1 km<sup>3</sup> en 2012. La projection de la demande vers 2014 prévoit environs 3,6 km<sup>3</sup> soit une augmentation de 8 % par année<sup>24</sup>. La même observation a été soulevée pour la dotation en eau par habitant, cette composante a connu aussi une augmentation égale à presque 42,5 % entre 1999 et 2012. Toutefois, cette quantité ne concerne pas seuls les usagers domestiques parce que la demande en eau potable au sens du PNE regroupe la part des administrations, le commerce et l'artisanat et des activités touristiques et, en plus, une part liée aux pertes dans les réseaux de distribution.<sup>25</sup>

**Dotation** : C'est une estimation de la consommation unitaire par catégorie d'utilisateur. Elle s'obtient par le rapport entre la consommation totale d'une catégorie déterminée et le nombre de consommateurs de cette catégorie

On définit aussi d'autres dotations considérées comme des indicateurs d'exploitation dans un centre donné :

<sup>24</sup> Le PNE (2011d) projette une demande en eau potable de 4 113,1 hm<sup>3</sup> à l'horizon 2030, c'est-à-dire une mobilisation supplémentaire 1 013,1 hm<sup>3</sup>, ce qui nécessite un programme d'investissement volontariste à des coûts de milliards de dinars, dans le cas d'absence d'une politique penchée sur la gestion de la demande

<sup>25</sup> Kherbache Nabile, La problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contrainte, 2014

- **Dotation nette domestique** : La dotation nette domestique correspond à la consommation moyenne journalière destinée à la consommation domestique (calculée à partir des volumes facturés issus des informations d’ADE).
- **Dotation nette domestique et autres usages** : La dotation nette domestique et autres usages correspond à la dotation moyenne journalière destinée à la consommation du domestique et des autres usages (calculée à partir des volumes facturés pour l’ensemble des catégories domestiques, administration, commerce, petite industrie et tourisme, au sein des unités d’ADE sur le territoire Algérien).

### **III.3 La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable**

Nos agglomérations urbaines ont connu ces dernières décennies un accroissement très important et très rapide. Ceci a été plus particulièrement constaté dans les grandes métropoles des pays en voie de développement. Devant, ces évolutions rapides parfois impossible à prévoir à l'avance, La prévision des demandes en eau en zone urbaine revêt un enjeu capital à deux niveaux à la fois :

- Au niveau du planificateur de la mobilisation des ressources en eau et de son programme d’investissement. Celui-ci tend en permanence à anticiper et réaliser en avance les extensions des infrastructures de mobilisation, d’adduction, de stockage et de distribution qui permettraient de faire face au développement socio-économique projeté pour les agglomérations urbaines afin de ne pas tomber dans une situation de déficit en eau.
- Au niveau du gestionnaire du service de distribution en eau qui, sans une prévision convenable de la demande ne serait pas en mesure de projeter dans le futur ses comptes d’exploitation et ses tarifs de ventes d’eau à même d’assurer sa viabilité financière et par suite lui permettre de garantir à ses abonnés un niveau de service adéquat.

Dans ce cadre, la prévision en eau devient un outil de décision stratégique aussi bien pour le planificateur d'aménagement des ressources en eau que pour le distributeur d'eau. Tous les deux se basent sur les résultats de cette prévision qui ne doit être ni très surestimée au risque de programmer des investissements trop prématurément ni très sous-estimée au risque d'être surpris à court terme par des déficits chroniques d'eau potable qui pourraient avoir des conséquences graves sur le développement économique de l'agglomération.

## III.4 Les méthodes de prévision

La prévision en eau consiste à établir un modèle qui permet d'évaluer la demande en eau future, la prévision de la demande en eau future peut être effectuée à court et long termes avec un pas de temps des calculs d'une année comme elle peut être effectuée à court ou à très court terme avec un pas de temps mensuel voire journalier.

Les méthodes classiques les plus utilisées pour la prévision des demandes en eau potable à moyen et long terme peuvent être classées en trois méthodes principales :

- Méthode tendancielle,
- Méthode globale,
- Méthode analytique.

Les principes, les fondements et les limites de chaque méthode sont passés en revue ci-après.

### III.4.1 *Méthode tendancielle*

La méthode tendancielle est basée sur l'analyse statistique des chiffres de production passée d'eau potable. Elle consiste à prévoir l'évolution future des besoins sur la base des tendances constatées dans le passé.

Cette méthode ne peut bien évidemment être appliquée que lorsqu'on dispose d'une longue série de productions annuelles qui reflètent dans l'ensemble une progression régulière dans le temps. Elle sous-entend non seulement que la série des statistiques passées est suffisamment homogène et bien corrélée pour confirmer une très nette tendance passée, mais également que les chiffres de production sont suffisamment fiables et traduisent effectivement la demande de l'agglomération et pas seulement l'offre que permettent les ressources mobilisées.

Cette méthode ignore les différentes composantes constituant la consommation d'eau d'une agglomération et évalue la production future sur la base des productions passées sans se préoccuper du rythme de développement spécifique à chacun des secteurs consommateurs d'eau (domestique, administrations, industries et tourisme). Sur le plan systémique, cette méthode considère par conséquent une agglomération comme une boîte noire qui consomme l'eau et dont on ne cherche pas à analyser dans le détail les différents composants<sup>26</sup>.

La méthode de calcul qui fait partie de ce processus est la méthode d'extrapolation temporelle :

- **Modèles d'extrapolation temporelle** : Cette méthode suppose que l'évolution future de la demande peut être déduite des tendances passées. La projection des tendances peut

---

<sup>26</sup> Dominique Geoffray, Prévision des demandes en eau en zone urbaine, 1997.

être appliquée globalement à l'échelle d'un service d'eau potable ou d'une région. Elle peut être affinée en raisonnant par classes de consommateurs (usagers domestiques, secteur tertiaire, industrie) ou par secteurs géographiques. Son application est un peu difficile en Algérie à cause du manque de données enregistrées au niveau des administrations, les APC et l'ADE à titre d'exemple.

### **III.4.2 Méthode globale**

La méthode globale quant à elle essaie de relier la production en eau potable à un facteur explicatif de la consommation (démographie ou nombre d'abonnés) par la dotation brute unitaire globale qui s'exprime par le rapport de ces deux variables en l/hab/jour ou en l/abonné/jour.

La prévision consiste alors à émettre des hypothèses sur l'évolution future de cette dotation sur la base des statistiques passées disponibles aussi bien en matière de production d'eau que de démographie ou du nombre d'abonné.

La méthode de calcul qui fait partie de ce processus est la méthode basée sur des ratios de consommation spécifique qui repose sur l'utilisation d'un ratio de consommation spécifique correspondant à la consommation moyenne annuelle d'un habitant ou d'un ménage. Ses applications diffèrent principalement en fonction du niveau de décomposition de la demande qui est retenu pour réaliser les calculs<sup>27</sup> :

- **Estimation globale** : on estime un unique ratio de consommation en divisant la consommation totale de la commune par le nombre d'habitants.
- **Estimation séparée de la demande domestique** : on estime un ratio pour chaque consommateur. Chacun de ces consommateurs peut à son tour être décomposé en sous catégories

### **III.4.3 Méthode analytique**

La méthode analytique, méthode la plus utilisée actuellement, consiste en un modèle linéaire qui comporte plusieurs paramètres de base. Cette méthode a l'avantage d'analyser dans un premier temps, et de façon relativement fine, la structure passée de la consommation en eau de l'agglomération selon les volumes consommés par chaque catégorie de consommateur. Ce qui permet d'expliquer les raisons saillantes des évolutions passées des consommations en eau par type d'utilisateur.

---

<sup>27</sup> Jean-Daniel RINAUDO, La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable, 2013.

La variante de base de cette méthode prend en compte les paramètres principaux suivants (en situations passée, actuelle et future (Dominique Geoffroy, 1997) :

- a) Démographie, taux de raccordement au réseau de distribution.
- b) Nombre d'abonnés selon les différentes catégories d'usager (domestique, administratif, industriel, point d'eau public, complexe touristique.
- c) Consommations unitaires par type d'usager : consommation domestique, consommation administrative et municipale, consommation industrielle et touristique ainsi que d'autres consommations relatives à certains complexes particuliers de grands consommateurs d'eau potable (ports, casernes militaires, centres de loisir ...),
- d) Les pertes d'eau et les rendements des ouvrages hydrauliques de production, d'adduction et de distribution.

Les méthodes de calcul qui font partie de ce processus sont (Jean-Daniel RINAUDO,2013) :

- **Méthode de modélisation des usagers finaux** : Cette méthode consiste à simuler finement les différents usages que les consommateurs font de l'eau potable pour évaluer leur consommation totale. Principalement appliquée à la consommation domestique. Cette approche reste cependant limitée en Algérie par l'impossibilité d'intégrer l'effet de tous les facteurs, à cause de la difficulté de la collecte des données des différents établissements, et à l'inexistence des statistiques fiables et aussi les changements de caractéristiques économiques de la population.
- **Méthode statistique multivariés** : Cette méthode consiste à construire un modèle statistique établissant une relation numérique entre consommation unitaire d'une part (variable expliquée) et un ensemble de variables explicatives d'autre part. Les principales variables explicatives sont le prix de l'eau, le revenu des ménages, le niveau d'activité économique (emploi ou chiffre d'affaire), les caractéristiques de l'habitat (proportion d'habitat individuel ou collectif, densité urbaine), éventuellement les conditions météorologiques, etc.  
Ce modèle sera appliqué sur un échantillon de communes pour lequel on dispose de données sur un intervalle du temps de dix ans afin d'avoir de bons résultats
- **L'estimation basée sur les prévisions d'urbanisation et d'occupation du sol** : Cette méthode consiste à l'estimation de la demande future en eau potable sur les prévisions en matière d'urbanisme définies dans les documents de planification urbaine comme les Plans d'Occupation du Sol. Les besoins en eau potable sont estimés à l'échelle d'entités spatiales homogènes (quartiers ou lotissements pour l'habitat individuel, zone d'activité

économique) en utilisant des ratios de consommation par logement estimés pour chaque type d'entités.

L'application de cette méthode est presque impossible en Algérie à l'horizon actuel parce qu'elle nécessite les schémas de planification d'urbanisme actuel pour qu'elle soit appliquée, ce qui est très difficile, car ils ne sont pas respectés lors de réalisation. La méthode est applicable si seulement les autorités réétudient les parties aménagées et refont des plans d'occupation du sol identiques de la réalité et aussi tout en s'engageant ultérieurement à la réalisation de ces plans d'occupation.

Pour notre zone d'étude, les approches qui vont être appliquées sont :

- Méthode tendancielle par le modèle de l'extrapolation temporelle,
- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs,
- Méthode analytique par le modèle statistique multi variée.

### III.5 Présentation de la zone d'étude

La ville d'Annaba est située sur le bord est de l'Edough dans le nord-est du pays, à 536 km à l'est d'Alger et à 105,7 km à l'ouest de la frontière tunisienne. Annaba est une métropole ouverte sur le littoral méditerranéen sur 80 km elle s'étend sur une superficie de 1 439 km<sup>2</sup>. Composée de 12 communes, répartie en 6 daïras.

El Bouni est la deuxième commune la plus peuplée de la wilaya d'Annaba après Annaba, selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, la population de la commune d'El Bouni est évaluée à 125 265 habitants contre 26 746 en 1977.

**Tableau 10 : Évolution démographique de la commune de El Bouni (1977-2008).**

| 1977   | 1987   | 1998    | 2008    |
|--------|--------|---------|---------|
| 26 746 | 83 008 | 111 179 | 125 265 |

El Bouni est l'une des communes de la wilaya d'Annaba, elle compte 6 agglomérations secondaires, Sidi Salem, Haï Essarouel, Chabbia, Oued Ennil, Aïn Djebbarra et notre zone d'étude : Cité 1<sup>er</sup> mai 1956.

#### **III.5.1 Situation**

Située dans la partie ouest de la ville de Annaba le long de la RN 44 reliant Annaba à Constantine. La cité du 1<sup>er</sup> mai est délimitée par :

- Le Nord : le mont Edough
- Le sud : la RN 44
- L'Est : des terres agricoles et la cité Chabbia

L'Ouest : la station-service et la gare routière

#### **III.5.2 Historique**

L'occupation du site a commencé suite à la décision des autorités locales (wilaya) de mener une guerre contre les bidonvilles à Annaba. Attiré par l'offre d'emploi suite à l'ouverture d'usine tel que la SNS, Sonatrach, de grandes entreprises de réalisation tel que GeniSider, Real Sider, Cosider, STA et toutes les autres entreprises qui recrutaient pour leurs chantiers.

La ville voyait arriver des dizaines de milliers de personnes qui ne trouvaient plus de logement et qui commençaient à s'installer dans la périphérie, dans des bidonvilles. En 1985 Annaba était entourée de milliers de baraques dans des sites tels que Bouhamra, Pont blanc ou Sidi Salem.

Les autorités locales ont décidé d'éradiquer les bidonvilles en déplaçant ces populations vers des sites choisis le long de la RN 44 : Kharraza, Chabia, Oued Ziad, Serrouel, Oued Enil et 1er Mai.

Elles devaient être prises en charge par leurs employeurs qui devaient leur construire des "logements" pour les abriter.

La cité du 1er Mai a vu sa création durant cette période avec l'installation d'un programme de logements " Clos et Couvert" destiné aux travailleurs de la " STA".

En 1989 est lancé le premier lotissement de la cité, 88 lots par l'APC d'El Bouni dans le cadre du programme auto construction. Il est destiné à reloger les habitants bénéficiaires des constructions " Clos et Couvert ". Des équipements ont été réalisés tel que l'école primaire 12 classes, l'antenne APC, PTT, la mosquée et la salle de soins.

Malheureusement le programme de relogement de ces habitants dans des logements durs et définitifs a été abandonné. Ce qui a eu pour conséquence une extension anarchique et informelle du tissu urbain avec l'installation de constructions précaires et des baraques sur le piémont de la colline Nord, Nord-Ouest du site.

Actuellement, la cité du 1er Mai regroupe 3500 habitants et près de 600 logements, sous équipés, sans aucunes infrastructures. Une agglomération secondaire dépendant de la ville de Annaba pour les besoins les plus élémentaires.

La politique d'éradication des bidonvilles de Annaba a favorisé l'émiettement du tissu urbain et le déplacement pendulaire vers la ville, donc de nouveaux besoins en transport ont vu le jour, pour l'éducation, l'emploi, le loisir, le commerces, etc.

Des projets de Plans d'occupation des sols ont été lancés afin d'urbaniser, aménager et structurer la cité 1Mai qui pose de véritables problèmes de viabilité. Ces études ont eu pour conséquence la programmation de programmes importants de logements et d'équipements qui devront recevoir des populations importantes de différents quartiers de la ville de Annaba et de tout le territoire de la wilaya.

### **III.5.3      *Caractères physiques du site***

#### **III.5.3.1      L'aspect morphologique**

C'est un terrain qui oppose une basse plaine pratiquement plate exploitée par des jardins potagers et des vergers à un relief assez brutal couvert de forêt d'oléastres et d'eucalyptus.

Cet ensemble morphologique fait partie du géosynclinal de la vallée de Kheraza qui a été comblé par les dépôts alluvionnaires d'origine fluviale et laguno-marin dès la fin du pliocène à l'actuel.

Le réseau hydrographique est composé de deux Oueds à écoulement torrentiel dont les bassins versants remontent jusqu'aux hauteurs du massif de Boukantas.

Après la traversée de la RN44, ces Oueds alimentent l'Oued Boudjemaa au centre de la plaine de Kheraza.

Le climat qui règne sur ce terrain est celui du reste de la plaine chaux caractérisée par deux saisons, une saison douce et humide d'octobre à avril et une saison chaude et sèche de mai à septembre.

#### **III.5.3.2      La déclivité des pentes**

Le relief d'un terrain peut avoir une influence considérable sur la trame et la typologie des constructions et par conséquent sur le type de réseaux qui devront être projetés, cependant on peut modifier artificiellement les déclivités mais ces modifications auront des répercussions financières importantes tout en affectant l'équilibre et l'aspect morphologique naturel du site.

Ainsi le terrain étudié est différencié en 06 catégories de pentes.

➤ **Pentes de 0 % à 8 % :**

Ce sont des terrains à pentes douces qui représentent la totalité de plaine où l'implantation des constructions et des réseaux ne pose aucun problème.

➤ **Pentes de 8 % à 15 % :**

Ce sont des terrains à pentes moyennes qui ne posent pas de problèmes pour l'implantation des constructions et des réseaux. Cependant la limite de 15 % représente la pente maximale admissible pour le réseau viaire secondaire et tertiaire.

➤ **Pentes de 15 % à 25 % :**

Cette catégorie de pente permet encore une urbanisation continue mais adaptée à la morphologie du terrain naturel (allongement des constructions parallèlement aux courbes de niveau).

➤ **Pentes de 25 % à 35 % :**

Ce sont des terrains à pentes assez raides où les constructions doivent être bien adaptées à la morphologie du terrain naturel en limitant au maximum les terrassements

(Constructions étagées en gradins).

Les talus importants créés par les terrassements doivent être maintenus par des murs de soutènement ou des végétations appropriées selon l'état et l'humidité des sols.

➤ **Pentes de 35 % à 45 % :**

Cette catégorie de pente est indiquée pour les constructions de faibles emprises au sol bien adaptées à la morphologie du terrain naturel en limitant au maximum les terrassements (constructions étagées en gradins)

Tous les talus importants doivent être maintenus par murs de soutènement équipés d'un système de drainage des eaux d'infiltration afin d'éviter le déséquilibre de la couche de recouvrement colluvionnaire.

Le réseau viaire sera remplacé par des vives piétonnes en escaliers.

➤ **Pentes  $\geq$  45 %**

Ce sont des terrains très accidentés déconseillés aux constructions.

### **III.5.3.3 La nature géologique et géotechnique**

La reconnaissance géologique et géotechnique des sols constitue une donnée fondamentale pour le choix et la conception des infrastructures de toute construction.

Elle permettrait de se prémunir des éventuels risques de désordres dans les constructions occasionnés par des tassements excessifs ou des affaissements et des glissements de terrains dans le cas de fondations non adaptées aux contraintes locales des sols.

Ainsi des études de sols ponctuelles basées sur les sondages et les essais de laboratoires sont à entreprendre pour chaque programme de construction.

Le terrain étudié est composé d'une formation géologique alluvionnaire récente qui remonte au néopleistocène et une formation métamorphique ancienne attribué au cambrien ordovicien qui est représentée par des gneiss ocellés ou porphyroïdes.

La formation alluvionnaire limono sableuse couvre l'ensemble de la plaine et la formation métamorphique occupe toute la partie montagneuse.

➤ **Alluvions récentes (Néo pléistocène)**

C'est un dépôt fluvial limono sableuse de grande puissance résultant de l'érosion et l'altération du bassin versant qui passe insensiblement en aval aux sables et argiles laguno-marins de la plaine de Kheraza.

➤ **Gneiss ocellés (Cambrien Ordovicien)**

C'est un gneiss non schisteux qui contient une grande quantité de quartz, du feldspath alcalin, des plagioclases sodiques et des micas blancs et noirs (muscovite, biotite)

Les gneiss sont facilement altérables, les feldspaths se caolinisent, les micas se transforment en chlorites puis en argiles mais les cristaux de quartz restent intacts.

Il subsiste donc une arène gneissique argilo sableuse enrobant la roche saine ou altérée qui constitue la couche de recouvrement colluvionnaire dont la puissance augmente considérablement vers les piémonts.

### ***III.5.4 Alimentation en eau potable***

Le potentiel hydrique dans l'agglomération du 1<sup>er</sup> Mai se limite à des puits individuels ou collectifs. Actuellement la cité 1<sup>er</sup> Mai abrite un nombre de **530** logements avec une population de **3 000** habitants, L'alimentation en eau potable est faite en premier lieu sur une conduite diamètre Ø 90mm à partir du quota de la zone de sidi Achour. Il alimente la partie ouest de la cite notamment le lotissement et la cité TCA, la dotation est 24/24.

Pour le renforcement, alimentation s'effectue à partir de la station de pompage d'Essarouel. L'eau est acheminée à l'aide d'une conduite de diamètre Ø **150** acier, vers les réservoirs de **2 x 1000** m<sup>3</sup> situés à une cote de 72.5 et 74.5 N.G. Apuis la distribution en diamètre Ø 200mm jusqu'aux réseaux du 1<sup>er</sup> Mai. C'est aussi le cas de l'agglomération de CHABBIA qui est alimentée de ces réservoirs avec une dotation de ½ durant une moyenne de 4 heures sur deux jours.

La distribution est réalisée selon un réseau ramifié, où le diamètre principal Ø **200**, et le réseau est en acier et PEhd**90**.

A moyen terme, le nombre de logement additionnel prévu dans le cadre de notre étude est de **6 546** logements, et la population sera de **39 276** habitants en 2030.

Le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable ainsi que les besoins en réserve d'eau devront se faire pour la population à l'horizon de 30 ans qui sera de l'ordre de **52 899** habitants.

Le renforcement en apport d'eau est prévu à partir de barrage Mexa qui devra combler tous les besoins additionnels de la commune d'El Bouni.

### ***III.5.5 Le réseau de distribution***

Nous constatons que le réseau d'AEP est vétuste, seule la cité ETCA et plus récemment le lotissement qui sont alimentés en eau potable. Certaines constructions utilisent des bornes fontaines.

Les conduites existantes ont des diamètres Ø100, Ø90, Ø60 et Ø40 en PVC et acier, la dotation journalière actuelle est faible par rapport aux normes, vu que le quota d'amenée d'eau est faible. Le débit est très faible, des fuites fréquentes dues à la vétusté du réseau en plus des piquages illicites qui aggravent la situation.

Une étude a été lancée par la direction de l'hydraulique a essayé de régler les problèmes soulevés mais malheureusement elle ne prend pas en ligne de compte tous les programmes prévus au niveau de la cite du 1<sup>er</sup> Mai.

### ***III.5.6 Définition de l'aménagement adopté***

La variante retenue, se ramène à la proposition d'une distribution de la zone 1<sup>er</sup> mai, en tenant compte des extensions futures.

La variante adoptée est caractérisée par :

1. Le changement du type du réseau au type mixte.
2. La projection de nouveaux tronçons permettant le maillage des réseaux existants.
3. Le recours au maintien de l'assiette du tracé existant (initiale), pour les rénovations, afin de permettre au maitre de l'ouvrage la conservation du domaine public hydraulique
4. La projection d'un réservoir de capacité 2\*2000 m<sup>3</sup>, pour assurer l'alimentation de la zone 1<sup>er</sup> Mai avec le POS d'extension.

5. La réhabilitation des réseaux de distribution de la localité 1<sup>er</sup> Mai avec toute fois la rénovation des canalisations en PVC et le maintien du réseau de la zone ETCA avec toute fois le changement du point de piquage de la boucles Sidi Achour.

### III.6 Note de calcul

Comme il est précisé auparavant, les méthodes appliquées pour cet échantillon sont :

- Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle
- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers
- Méthode analytique par La méthode statistique multi variée.

Toutes les données utilisées dans cette étude proviennent de l'organisme public chargé de la gestion et la production d'eau potable l'Algérienne des Eaux (ADE) et de la direction d'hydraulique.

#### III.6.1 *Calcul par la méthode tendancielle par l'extrapolation temporelle*

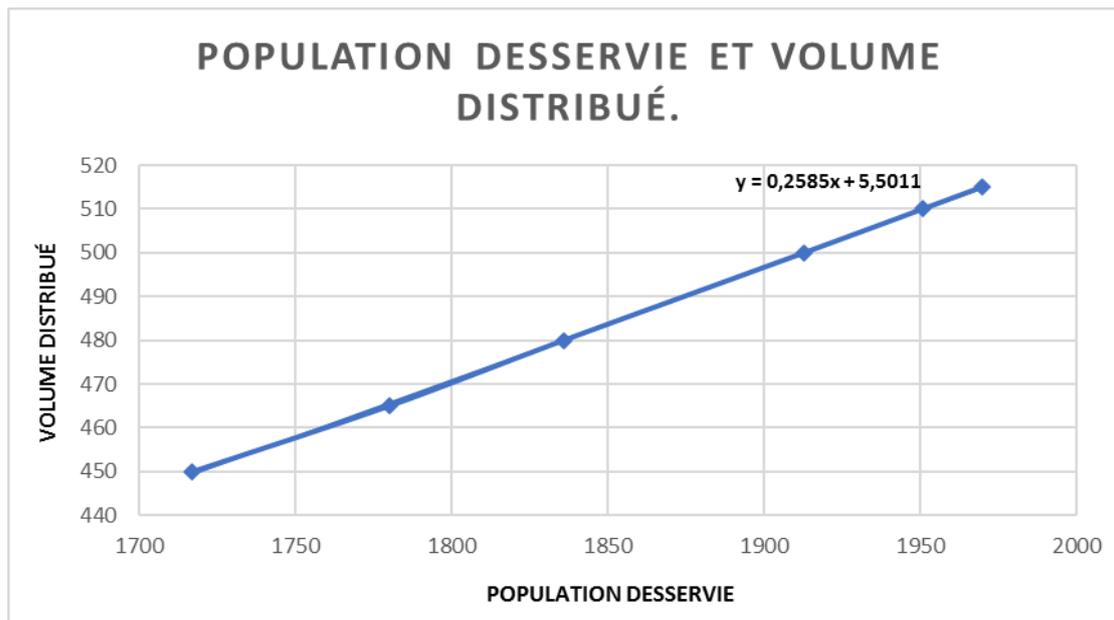
Cette méthode consiste à prévoir la demande future à partir des consommations passées, c'est pour cela on a travaillé dans ce mémoire avec les informations sur la consommation en eau de la zone du 1<sup>er</sup> mai sur une série de données « population-volume distribué » de six ans (2015-2020).

**Tableau 11: Population et volume distribué.**

| Années | Population totale (Hab) | Population desservie (Hab) | Volume produit (m <sup>3</sup> /j) | Volume distribué (m <sup>3</sup> /j) |
|--------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2015   | 3000                    | 1717                       | 784.28                             | 450                                  |
| 2016   | 3066                    | 1780                       | 801.15                             | 465                                  |
| 2017   | 3132                    | 1836                       | 818.78                             | 480                                  |
| 2018   | 3199                    | 1913                       | 836.30                             | 500                                  |
| 2019   | 3268                    | 1951                       | 854.33                             | 510                                  |
| 2020   | 3338                    | 1970                       | 872.64                             | 515                                  |

Source : : Direction d'hydraulique, Annaba.

**Figure 16 : Population desservie et volume distribué 2015-2020.**



Source : réalise par nos soins a partir des données precedants.

Ce graphe représente le volume distribué par l'ADE pour la zone du 1<sup>er</sup> mai pendant les années de 2015 à 2020.

En mathématiques, l'extrapolation est le calcul d'un point d'une courbe dont on ne dispose pas d'équation, on fait l'étude afin de connaître l'équation qui grêle l'évolution d'une série de données. L'équation doit être le la forme :  $Y= A.X + B$

La série qu'on dispose s'évolue suivant la fonction :

$$Y= 0.2585X+5.5011$$

Tel que :

Y= Volume distribué

X= Population desservie

Avec la construction de presque 7000 nouveaux logements dans la zone étudiier (1<sup>er</sup> mai) qui seront prêt à être habités à partir de l'année 2025, un apport de population a eu lieu avec un taux de 44% de 2020 jusqu'à 2030 (ce qui explique l'augmentation énorme de population à l'horizon 2030). Et à partir de l'année 2030 la croissance de la population redevient à la normale avec un taux de 1.5%

L'équation est appliquée pour calculer les besoins en eau de la zone étudiier, les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau suivant ;

**Tableau 12 : Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai.**

| Années | Population totale hab | Population desservie hab | Besoins domestiques m <sup>3</sup> /j | Besoins d'équipement m <sup>3</sup> /j | Besoins total m <sup>3</sup> /j | Pertes m <sup>3</sup> /j | Q <sub>moy</sub> m <sup>3</sup> /j |
|--------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 2020   | 3338                  | 1970                     | 514,75                                | 154,42                                 | 669,17                          | 133,83                   | 803,00                             |
| 2025   | 20490                 | 12093                    | 3131,54                               | 939,46                                 | 4071,00                         | 814,20                   | 4885,20                            |
| 2030   | 39276                 | 23180                    | 5997,53                               | 1799,26                                | 7796,79                         | 1559,36                  | 9356,15                            |
| 2045   | 49104                 | 28980                    | 7496,83                               | 2249,05                                | 9745,88                         | 1949,18                  | 11695,06                           |
| 2050   | 52899                 | 31220                    | 8075,87                               | 2422,76                                | 10498,63                        | 2099,73                  | 12598,36                           |

Avec :

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

**Les pertes** : compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25% à 35% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50% de la consommation moyenne journalière. **Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre 20%**

**Besoin total** : la somme des besoins domestiques et besoins d'équipements.

### ➤ **Conclusion**

En appliquant la Méthode tendancielle par l'extrapolation temporelle, l'agglomération étudiée atteindra à l'horizon 2050 les 5 2899 hab en prenant en considération l'apport de population. Ils auront besoin d'un volume de 8 075.87 m<sup>3</sup>/j, un besoin d'équipement de 2 422.76 m<sup>3</sup>/j et un débit moyen de 12 598.36 m<sup>3</sup>/j.

### III.6.2 Calcul par la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs

Cette méthode repose sur l'utilisation d'un ratio de consommation spécifique correspondant à la consommation moyenne annuelle d'un habitant ou d'un ménage. La demande est estimée en multipliant un ratio représentant la consommation moyenne d'un individu par le nombre d'habitants (ou de ménages).

Pour estimer les besoins par cette méthode, il est indispensable d'effectuer une étude démographique pour estimer l'évolution de l'agglomération.

L'évolution démographique en Algérie suit la loi des accroissements géométriques qui est donnée par la formule suivante :

$$P_n = P_0[1 + \tau]^n$$

Avec :

- ✓  $P_n$ : nombre d'habitants futurs (hab.).
- ✓  $P_0$ : nombre d'habitants de l'année de référence (hab.).
- ✓  $n$ : nombres d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.
- ✓  $T$ : taux d'accroissement annuel de la population

**Tableau 13: Les taux d'accroissements de 2001 jusqu'à 2019.**

| Années   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019          |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| <b>POPULATION</b>                                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |               |
| Population au milieu de l'année (en milliers)    | 30 879 | 31 357 | 31 848 | 32 364 | 32 906 | 33 481 | 34 096 | 34 591 | 35 268 | 35 978 | 36 717 | 37 495 | 38 297 | 39 114 | 39 963 | 40 836 | 41 721 | 42 578 | <b>43 424</b> |
| Accroissement naturel (en milliers)              | 478    | 479    | 503,5  | 528    | 556    | 595    | 634    | 663    | 690    | 731    | 748    | 808    | 795    | 840    | 858    | 886    | 870    | 845    | <b>837</b>    |
| Taux d'Accroissement Naturel (en %)              | 1,55   | 1,53   | 1,58   | 1,63   | 1,69   | 1,78   | 1,86   | 1,92   | 1,96   | 2,03   | 2,04   | 2,16   | 2,07   | 2,15   | 2,15   | 2,17   | 2,09   | 1,99   | <b>1,93</b>   |
| Taux de Dépendance Démographique Ensemble (en %) | 65,6   | 63,2   | 60,7   | 58,5   | 56,6   | 55,6   | 54,3   | 55,0   | 55,2   | 55,0   | 55,4   | 56,2   | 57,3   | 58,5   | 60,1   | 61,8   | 63,5   | 65,2   | <b>66,6</b>   |
| Taux de Dépendance Démographique moins de 15 ans | 54,3   | 51,8   | 49,4   | 47,2   | 45,3   | 44,1   | 42,8   | 43,5   | 43,7   | 43,0   | 43,0   | 43,5   | 44,2   | 45,0   | 46,1   | 47,4   | 48,6   | 49,8   | <b>50,7</b>   |
| Taux de Dépendance Démographique 60 ans et plus  | 11,3   | 11,3   | 11,4   | 11,3   | 11,4   | 11,4   | 11,4   | 11,5   | 11,5   | 12,0   | 12,4   | 12,7   | 13,1   | 13,5   | 14,0   | 14,4   | 14,9   | 15,4   | <b>15,9</b>   |

Source : ONS, 2019.

Le taux d'accroissement de la wilaya de Annaba est de 1.93% de l'année 2019.

L'évolution démographique de la zone étudiée est présentée dans le tableau suivant ;

**Tableau 14: Evolution démographique de la population de la zone étudiée (1er mai) de l'année 2020 jusqu'à 2050.**

| Horizons         | Actuel | Court terme | Moyen terme |       | Long terme |
|------------------|--------|-------------|-------------|-------|------------|
| Années           | 2020   | 2025        | 2030        | 2045  | 2050       |
| Population (hab) | 3338   | 20490       | 39276       | 52319 | 57566      |

Le calcul de l'évolution des besoins se fait en fonction de l'évolution de la démographie et de la consommation moyenne unitaire par individu. Pour cette méthode les besoins journaliers par individu sont estimés selon des dotations, ils sont déterminés par strate de population conformément à la typologie définie par l'Office National des Statistiques.

**Tableau 15: Typologie des agglomérations.**

| TYPOLOGIE AGGLOMERATIONS / STRATES DE POPULATION          |  |
|---|--|
| DESIGNATION   | CARACTERISTIQUE  |
| Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE) : | Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba                              |
| Les métropoles  | viles de plus de 300.000 habitants                               |
| L'urbain dit « supérieur » :                              | 100.000 < pop. ≤ 300.000 habitants                               |
| L'urbain :  | 20.000 < pop. ≤ 100.000 habitants                                |
| Semi urbain :   | 5.000 < pop. ≤ 20.000 habitants                                  |
| Semi rural :  | 3.000 < pop. ≤ 5.000 habitants                                   |
| Rural aggloméré :   | 600 (100 unités d'habitation) < pop. ≤ 3.000 habitants           |
| Rural éparse :  | population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation). |

Source : ONS, 2008.

Le 1<sup>er</sup> mai est considéré comme une agglomération semi urbaine, d'après l'étude d'actualisation du plan national de l'eau, la dotation est estimée de 125 l/hab/j pour l'horizon 2050 (PNE, 2010). Toujours en prenant en considération le taux de l'apport de population futur.

La consommation moyenne journalière est exprimée en mètre cube par jour et donnée par la relation suivante :

$$Q_{moy} = D \times \frac{Ni}{1000}$$

Avec :

- ✓  $Q_{moy, j}$  : consommation moyenne journalière en  $m^3/j$ .
- ✓  $Q_i$  : dotation moyenne journalière en  $l/j/hab$ .
- ✓  $N_i$  : nombre de consommateurs.

Le tableau ci-après représente les débits moyens journaliers calculés par la formule précédente pour la localité étudiée.

**Tableau 16: Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai.**

| Années | Population totale (hab) | Dotation ( $m^3/j/hab$ ) | Besoins domestique ( $m^3/j$ ) | Besoins d'équipements ( $m^3/j$ ) | Besoins total ( $m^3/j$ ) | Pertes ( $m^3/j$ ) | $Q_{moy}$ ( $m^3/j$ ) |
|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| 2020   | 3338                    | 85                       | 283,73                         | 85,119                            | 368,85                    | 73,77              | 442,62                |
| 2025   | 20490                   | 100                      | 2049                           | 614,7                             | 2663,70                   | 532,74             | 3196,44               |
| 2030   | 39276                   | 100                      | 3927,6                         | 1178,28                           | 5105,88                   | 1021,18            | 6127,06               |
| 2045   | 52319                   | 100                      | 5231,9                         | 1569,57                           | 6801,47                   | 1360,29            | 8161,76               |
| 2050   | 57566                   | 125                      | 7195,75                        | 2158,72                           | 9354,48                   | 1870,90            | 11225,37              |

Avec :

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

**Les pertes** : compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25% à 35% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50% de la consommation moyenne journalière. **Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre 20%**

**Besoin total** : la somme des besoins domestiques et besoins d'équipements.

Tableau récapitulatif des besoins en eau à l'horizon de 2050 ci-dessous :

**Tableau 17: les besoins en eau de la population étudier à l'horizon de 2050.**

| Horizons      | 2020                    |                                   |                           |                          | 2050                    |                                   |                           |                          |
|---------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|               | Nombre d'habitant (hab) | Besoins total (m <sup>3</sup> /j) | Perte (m <sup>3</sup> /j) | Qmoy (m <sup>3</sup> /j) | Nombre d'habitant (hab) | Besoins total (m <sup>3</sup> /j) | Perte (m <sup>3</sup> /j) | Qmoy (m <sup>3</sup> /j) |
| Agglomération | 3338                    | 368,85                            | 73,77                     | 442,62                   | 57566                   | 9354,48                           | 1870,90                   | 11225,37                 |

➤ **Conclusion**

En appliquant la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs, l'agglomération étudiée atteindra à l'horizon 2050 les 57 566 hab avec un apport de population et un taux d'accroissement de 1.93 %. Ils auront besoin d'un volume total de 9 354.48 m<sup>3</sup>/j et un débit moyen de 11 225.37 m<sup>3</sup>/j.

***III.6.3 Calcul par la méthode analytique par la méthode multi variée***

Cette méthode consiste à construire un modèle statistique établissant une relation numérique entre la consommation unitaire d'une part (variable expliquée) et un ensemble de variables explicatives d'autre part. Dans ce présent travail, on va discuter l'influence de la variation de la dotation, le climat et l'accroissement démographique. On ne va pas discuter l'influence du prix car en Algérie la tarification est subventionnée. Ces variables varient en fonction du temps et de l'espace, dans ce qui suit, les variations sont prises selon l'étude d'actualisation du plan national (PNE).

➤ **Evolution de la population**

L'évolution de la population est estimée suivant la loi des accroissements géométriques, dans cette méthode, on varie les taux d'accroissement en fonction du temps et d'espace. Toujours en prenant en considération le taux de l'apport de population futur.

On commence par le classement de l'agglomération, la zone du 1<sup>er</sup> mai appartient à la strate S3 selon la classification faite par l'étude d'actualisation du plan national.

**Tableau 18: Nomenclature des strates de population.**

| Strates | Classe de population |                 | Agglomération à dominante |
|---------|----------------------|-----------------|---------------------------|
| S7      | 100 000              | < population    | Urbaine                   |
| S6      | 50 000               | ≤ pop < 100 000 |                           |
| S5      | 20 000               | ≤ pop < 50 000  | Semi urbaine              |
| S4      | 10 000               | ≤ pop < 20 000  |                           |
| S3      | 5 000                | ≤ pop < 10 000  | Semi rurale               |
| S2      | 2 000                | ≤ pop < 5 000   |                           |
| S1      | population < 2 000   |                 | rurale                    |

Source : PNE, 2010.

Dans cette méthode, on varie le taux d'accroissement de l'agglomération en fonction du temps (selon les différents horizons), et en fonction de l'espace (la localité étudiée fait partie de la région Nord et elle est semi urbaine). L'agglomération du 1<sup>er</sup> mai avait un taux d'accroissement de 0.61 % entre 1987/2008 (ONS, 2008).

Afin de faire la projection de la population de l'agglomération étudiée, des taux d'accroissement de différents horizons sont indispensables, et qui sont démontrés dans le tableau suivant.

**Tableau 19: Taux d'accroissement de différents horizons.**

| Horizon              | 2008 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Taux d'accroissement | 1.92 | 2.03 | 2.15 | 2    | 1.8  | 1.5  |

Les calculs effectués de l'évolution de la population de l'agglomération pour les futurs horizons :

**Tableau 20: Evolution démographique de la population de la zone étudiée (1er mai) de l'année 2020 jusqu'à 2050.**

| Horizon          | Actuel | Court terme | Moyen terme |       | Long terme |
|------------------|--------|-------------|-------------|-------|------------|
| Années           | 2020   | 2025        | 2030        | 2045  | 2050       |
| Population (hab) | 3338   | 20490       | 39276       | 52860 | 58362      |

### ➤ Dotation

La dotation est la consommation d'eau moyenne journalière d'un individu, elle peut être tendancielle ou volontariste.

### 1. La dotation tendancielle

Suivre la tendance actuelle qui est d'augmenter la consommation par individu systématiquement au cours du temps, au motif que les années antérieures n'ont pas permis une alimentation satisfaisante ; dans cette optique on envisagerait un accroissement modéré mais régulier de la dotation.

**Tableau 21: Dotation par hypothèse tendancielle**

| HYPOTHESE TENDANCIELLE                          | Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab) |      |      |      |      |                       |      |      |      |      |            |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
|   | Région Nord   |      |      |      |      | Région Hauts Plateaux |      |      |      |      | Région Sud |      |      |      |      |
| HORIZON   | 2010  | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2010                  | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2010       | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Métropoles (SPE)                                | 170   | 179  | 187  | 196  | 204  | 179                   | 187  | 196  | 205  | 214  | 196        | 205  | 215  | 225  | 235  |
| Métropoles                                      | 144   | 152  | 160  | 176  | 192  | 151                   | 160  | 168  | 185  | 202  | 166        | 175  | 184  | 202  | 221  |
| Urbain sup                                      | 128   | 128  | 135  | 150  | 165  | 134                   | 134  | 142  | 158  | 173  | 147        | 147  | 155  | 173  | 190  |
| Urbain  | 112   | 119  | 126  | 140  | 154  | 118                   | 125  | 132  | 147  | 162  | 129        | 137  | 145  | 161  | 177  |
| Semi urbain                                     | 108   | 108  | 115  | 122  | 135  | 113                   | 113  | 120  | 128  | 142  | 124        | 124  | 132  | 140  | 155  |
| Semi rural                                      | 94  | 100  | 106  | 113  | 125  | 98                    | 105  | 112  | 118  | 131  | 108        | 115  | 122  | 129  | 144  |
| Rural aggloméré                                 | 81  | 86   | 92   | 98   | 104  | 85                    | 91   | 97   | 103  | 109  | 93         | 99   | 106  | 112  | 119  |
| DOTATION MOYENNE PONDEREE population agglomérée | 121   | 125  | 133  | 143  | 155  | 118                   | 123  | 131  | 145  | 160  | 126        | 132  | 140  | 154  | 171  |
| Eparses   | 60  | 60   | 60   | 60   | 60   | 63                    | 63   | 63   | 63   | 63   | 69         | 69   | 69   | 69   | 69   |

Source : PNE,2010.

### 1. La dotation volontariste

Envisager une hypothèse volontariste qui prendrait en compte la mise en œuvre d'une politique de l'eau efficace de résorption des « gaspillages » et une maintenance des infrastructures efficaces qui diminue les fuites, ce qui assure une maîtrise de l'évolution de la dotation.

**Tableau 22: Dotation par hypothèse volontariste**

| HYPOTHESE VOLONTARISTE                          | Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab) |      |      |      |      |                       |      |      |      |      |            |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
|   | Région Nord   |      |      |      |      | Région Hauts Plateaux |      |      |      |      | Région Sud |      |      |      |      |
| HORIZON   | 2010  | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2010                  | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2010       | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Métropoles (SPE)                                | 170   | 170  | 162  | 153  | 145  | 179                   | 179  | 170  | 161  | 152  | 196        | 196  | 186  | 176  | 166  |
| Métropoles                                      | 144   | 144  | 136  | 136  | 128  | 151                   | 151  | 143  | 143  | 134  | 166        | 166  | 156  | 156  | 147  |
| Urbain sup                                      | 128   | 128  | 120  | 120  | 120  | 134                   | 134  | 126  | 126  | 126  | 147        | 147  | 138  | 138  | 138  |
| Urbain  | 112   | 112  | 105  | 98   | 98   | 118                   | 118  | 110  | 103  | 103  | 129        | 129  | 121  | 113  | 113  |
| Semi urbain                                     | 108   | 108  | 101  | 95   | 95   | 113                   | 113  | 106  | 99   | 99   | 124        | 124  | 116  | 109  | 109  |
| Semi rural                                      | 94  | 94   | 88   | 88   | 88   | 98                    | 98   | 92   | 92   | 92   | 108        | 108  | 101  | 101  | 101  |
| Rural aggloméré                                 | 81  | 81   | 81   | 81   | 81   | 85                    | 85   | 85   | 85   | 85   | 93         | 93   | 93   | 93   | 93   |
| DOTATION MOYENNE PONDEREE population agglomérée | 121   | 121  | 114  | 109  | 108  | 118                   | 119  | 113  | 110  | 110  | 126        | 128  | 121  | 117  | 118  |
| Eparses   | 60  | 60   | 60   | 60   | 60   | 63                    | 63   | 63   | 63   | 63   | 69         | 69   | 69   | 69   | 69   |

Source : PNE, 2010.

➤ **Influence du climat**

On multiplie les besoins trouvés par des coefficients de majoration climatique pour faire intervenir l'influence du climat, ces coefficients varient avec l'espace, entre le Nord, les Hauts Plateaux et le Sud. Ils s'établissent comme suit :

**Tableau 23: Coefficient de majoration climatique.**

| Région               | Taux de majoration |
|----------------------|--------------------|
| Région nord          | -                  |
| Région haut plateaux | 5                  |
| Régions sud          | 15                 |

Source : PNE 2010.

Les différentes valeurs de dotations (tendancielle et volontariste) pour chaque horizon sont prise des tableaux 20 et 21. L'agglomération étudiier (1<sup>er</sup> mai) est semi urbaine et appartient aux régions nord. Le calcul des besoins en eau par les deux dotations est démontré dans le tableau suivant :

**Tableau 24: Les calculs des besoins en eau des futurs horizons pour la zone du 1er mai par deux valeurs de dotation (tendancielle et volontariste).**

| Années      | Population totale (hab) | Dotation (m <sup>3</sup> /j/hab) |       | Besoins domestique (m <sup>3</sup> /j) |         | Besoins d'équipements (m <sup>3</sup> /j) |         | Besoins total (m <sup>3</sup> /j) |         | Pertes (m <sup>3</sup> /j) |         | Q <sub>moy</sub> (m <sup>3</sup> /j) |         |
|-------------|-------------------------|----------------------------------|-------|--|---------|---|---------|-----------------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
|             |                         | M tend                           | M vol | M tend                                 | M vol   | M tend                                    | M vol   | M tend                            | M vol   | M tend                     | M vol   | M tend                               | M vol   |
| <b>2020</b> | 3338                    | 115                              | 101   | 383,87                                 | 337,138 | 115,16                                    | 101,14  | 499,03                            | 438,28  | 99,81                      | 87,66   | 598,84                               | 525,94  |
| <b>2025</b> | 20490                   | 122                              | 95    | 2499,78                                | 1946,55 | 749,93                                    | 583,97  | 3249,71                           | 2530,52 | 649,94                     | 506,10  | 3899,66                              | 3036,62 |
| <b>2030</b> | 39276                   | 135                              | 95    | 5302,26                                | 3731,22 | 1590,68                                   | 1119,37 | 6892,94                           | 4850,59 | 1378,59                    | 970,12  | 8271,53                              | 5820,70 |
| <b>2045</b> | 52860                   | 135                              | 95    | 7136,14                                | 5021,73 | 2140,84                                   | 1506,52 | 9276,99                           | 6528,25 | 1855,40                    | 1305,65 | 11132,38                             | 7833,90 |
| <b>2050</b> | 58362                   | 135                              | 95    | 7878,88                                | 5544,40 | 2363,66                                   | 1663,32 | 10242,54                          | 7207,72 | 2048,51                    | 1441,54 | 12291,05                             | 8649,26 |

Tableau récapitulatif des besoins en eau à l'horizon de 2050 ci-dessous :

**Tableau 25: Les besoins en eau de la population étudiée à l'horizon de 2050.**

| Horizons              | 2020                    |                                   |                           |                                      | 2050                    |                                   |                           |                                      |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                       | Nombre d'habitant (hab) | Besoins total (m <sup>3</sup> /j) | Perte (m <sup>3</sup> /j) | Q <sub>moy</sub> (m <sup>3</sup> /j) | Nombre d'habitant (hab) | Besoins total (m <sup>3</sup> /j) | Perte (m <sup>3</sup> /j) | Q <sub>moy</sub> (m <sup>3</sup> /j) |
| <b>M tendancielle</b> | 3338                    | 499,03                            | 99,81                     | 598,84                               | 58362                   | 10242,54                          | 2048,51                   | 12291,05                             |
| <b>M volontariste</b> | 3338                    | 438,28                            | 87,66                     | 525,94                               | 58362                   | 7207,72                           | 1441,54                   | 8649,26                              |

Avec :

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

**Les pertes** : compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25% à 35% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50% de la consommation moyenne journalière. **Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre 20%**

**Besoin total** : la somme des besoins domestiques et besoins d'équipements.

### ➤ **Conclusion**

En appliquant la méthode analytique par le modèle multi variée, l'agglomération étudiée atteindra à l'horizon 2050 les 58 362 hab tout en prenant en considération l'apport de population. Avec un besoins total tendancielle de 10 242.54 m<sup>3</sup>/j et un débit moyen de 12 291.05. Et un besoin total volontariste de 7 207.72 m<sup>3</sup>/j avec un débit moyen de 8 649.26 m<sup>3</sup>/j.

## **III.7 Comparaison et interprétations des résultats**

Afin de bien comparer et interpréter les résultats, il est favorable de les regrouper dans un seul tableau ;

**Tableau 26: Tableau récapitulatif des calculs.**

|           |              | Nombre d'habitant (hab) | Besoins nécessaires m <sup>3</sup> /j | Volume distribué m <sup>3</sup> /j | Déficit m <sup>3</sup> /j |
|-----------|--------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Méthode 1 |              | 52899                   | 12598,36                              | 500                                | -12098,36                 |
| Méthode 2 |              | 57566                   | 11225,37                              | 500                                | -10725,37                 |
| Méthode 3 | Tendancielle | 58362                   | 12291,05                              | 500                                | -11791,05                 |
|           | Volontariste | 58362                   | 8649,26                               | 500                                | -8149,26                  |

### **III.7.1 Comparaison des résultats**

#### **III.7.1.1 Nombre d'habitant**

La méthode qui a donné une estimation maximale pour le nombre d'habitant est la méthode multi variée avec N3 = 58 362 hab. Tandis que la méthode d'estimation globale a donné un nombre d'habitant assez proche du précédant avec un N2= 57 566 hab. concernant la méthode avec une estimation minimale c'est l'extrapolation temporelle avec un nombre d'habitant N1 = 52 899 hab.

#### **III.7.1.2 Besoins nécessaires**

L'extrapolation temporelle a donné la plus grande estimation des besoins en eau avec l'estimation multi variée tendancielle qui a donné des besoins en eau proche a cette dernière avec des débits de Q1 = 12 598,36 m<sup>3</sup>/j et Q3 tendancielle = 12 291,05 m<sup>3</sup>/j respectivement, la méthode d'estimation globale vient en troisième position avec une estimation de besoins en eau équivalente à Q2= 11 225.37 m<sup>3</sup>/j et la plus petite consommation est par l'estimation multi variée volontariste avec un débit de Q4 volontariste = 8 649,26 m<sup>3</sup>/j.

#### **III.7.1.3 Déficit**

La plus grande valeur de déficit est estimée par la méthode d'extrapolation temporelle avec une quantité énorme de D1 = 12 098,36 m<sup>3</sup>/j, la méthode d'estimation globale et la méthode multi variée tendancielle donne des quantités déficits un peu proche avec D2 = 10725,37 m<sup>3</sup>/j et D3 tend = 11791,05 m<sup>3</sup>/j. l'estimation de déficit minimale mais qui reste quand même une très grande quantité est donné par la méthode multivariée volontariste avec D3 vol = 8 149.26 m<sup>3</sup>/j.

### **III.7.2 Interprétation des résultats**

L'analyse des résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, permet d'avancer les interprétations suivantes

✓ **La méthode N°1**

La méthode tendancielle par extrapolation temporelle donne l'estimation la moins excessive du nombre d'habitants dans le futur horizon (52 899hab ) inférieur de plus que 5000 habitants aux autres méthodes, mais donne un besoin en eau énorme (12 598.36 m<sup>3</sup>/j) et vu que seulement 500 m<sup>3</sup>/j de volume d'eau sont distribués ça cause un déficit très grand et difficile à gérer (-12 098.36 m<sup>3</sup>/j), ce qui influence sur la consommation moyenne par individu, puisque avec une dotation de 125 l/j/hab ça risque de ne pas répondre aux besoins journaliers d'un consommateur surtout avec le développement technologique et l'amélioration du niveau social de la population à l'horizon 2050.

Il faut noter que cette extrapolation est appliquée sur une série de données issues des informations de la direction d'hydraulique Annaba, chaque erreur commise lors d'un recensement passé risquera d'augmenter l'erreur aux futurs horizons, aussi elle dépend de la fiabilité du réseau de comptage. De plus, la notation de prolongation de la série n'est pas dépourvue d'ambiguïté puisque selon l'importance accordée aux données statistiques récentes, l'évolution future peut suivre différents rythmes d'accroissement. Et aussi l'extrapolation n'est pas détaillée c'est-à-dire elle ne tient pas en compte l'influence des autres paramètres comme le niveau socioculturel et le développement technologique qui influencent par leurs tours sur les habitudes des consommateurs et le mode de consommation en général.

Cette méthode ne tiens pas compte des problèmes trouvés dans les infrastructures existantes, parce que la série de données actuelle représente une consommation excédentaire due aux fuites et aux branchements illicites qui vont causer une augmentation des valeurs des besoins trouvés par cette approche, et par la suite les infrastructures hydrauliques risquent d'être surdimensionnées.

✓ **La méthode N°2**

La méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs donne une estimation acceptable pour les besoins en eau journaliers (11 225.37m<sup>3</sup>) pour le nombre d'habitants (57 766 hab) mais avec un réseau en mauvaise état et déficitaire il y aura une insuffisance de -10 725.37 m<sup>3</sup>/j ce qui est inquiétant.

Mais cette méthode ne prend pas en considération les facteurs influençant sur la consommation par exemple les habitudes de consommation, la dotation proposée est de 125 l/hab./j pour l'horizon 2050 alors que la dotation à l'horizon actuel est de 85 l/hab./jour (l'information est collectée par une étude approuvée par la direction d'hydraulique), du coup c'est un peu alarmant que la consommation par individu

augmente de 40 l/hab./jour 'seulement' dans 30 ans. Et si on utilise ces besoins pour dimensionner les infrastructures d'alimentation, on risquera d'atteindre la durée de leur mise en service avant d'achever le 2050.

✓ **La méthode N°3**

La méthode analytique par la méthode multi-variée donne une estimation maximale pour le nombre d'habitant (58 362 hab) avec une consommation acceptable si on calcul par la voie tendancielle 12 291.05 m<sup>3</sup>/j. la ressource disponible n'est que 500 m<sup>3</sup>/j représentant l'exploitation maximale de la source, ainsi un déficit étonnamment plus faible est enregistré (-8 649.26 m<sup>3</sup>/j) inférieur de presque 3000 m<sup>3</sup>/j par rapport aux autres méthodes. Et si on calcule par la voie volontariste on aura une estimation des besoins en eau plus faible que la dernière 110791.05 m<sup>3</sup>/j avec un déficit encore plus faible estimé à 8 149.26 ce qui relativement la meilleure estimation en compte tenu des autres méthodes, ce qui est dû au fait que cette méthode prend en considération le changement climatique et le changement de population et leurs habitudes des populations qui résultent du développement technologique et socioculturel. En ce qui concerne le calcul des infrastructures hydrauliques, cette méthode tient compte de tous les facteurs influençant ; ce qui diminue le risque du surdimensionnement ou bien de sous-dimensionnement vu les résultats statistiques de l'évolution des besoins. Donc la méthode multi-variée est l'approche la plus fiable pour estimer les besoins en eau.

**N.B** : le débit des ressources mobilisées ne peut pas faire face à la demande actuelle et future. Le manque d'eau existant est dû à la mauvaise gestion du réseau, donc ce dernier doit être réhabilité et restructuré afin de réduire les fuites (pertes physique) à des niveaux techniquement et économiquement acceptables.

Pour éviter toute insuffisance dans la consommation journalière on prévoit une augmentation de la ressource par (captage, forage...) pour arriver à alimenter la zone d'étude en matière d'alimentation en eau potable 24h/24h.

## Conclusion

Après l'application de trois approches d'estimation des besoins en eau, qui sont

- ✓ Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs.
- ✓ Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle.
- ✓ Méthode analytique par La méthode statistique multi-variée.

Sur une population de de 3338 habitants, la méthode analytique par la méthode statistique multi variée est la plus fiable car elle tient en compte les différents facteurs influençant sur la consommation en eau et elle donne des résultats abordables pour bien dimensionner les infrastructures hydrauliques sans être surdimensionnés ou bien sous dimensionnés. Donc c'est cette dernière qu'on va utiliser pour le dimensionnement de notre zone d'étude.

# **CHAPITRE IV : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP.**

## **Introduction**

Pour ce dernier chapitre, notre travail est de faire le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de notre zone d'étude : 1<sup>er</sup> Mai, El Bouni, Annaba. Et ce à partir des résultats de calculs par la méthode choisie dans le chapitre III : la méthode analytique volontariste.

Tout d'abord on commence par donner un petit rappel sur les réseaux hydrauliques, les réservoirs et les conduites d'un réseau d'alimentation d'eau potable. Par la suite on entame l'étude hydraulique par le calcul et l'évaluation et des variations des régimes de consommations horaires des habitants de notre zone d'étude qui est utile pour le régime de travail des éléments du système, à partir desquelles nous allons faire le dimensionnement du réseau d'AEP à l'aide d'un logiciel de dimensionnement hydraulique : WaterCAD.

## **III.1 Classification des réseaux d'AEP**

Le but principal d'un réseau de distribution est de garantir l'eau aux différentes catégories de consommateurs, et à tous les points de l'agglomération, sans oublier de satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression. Pour cela, les différents tronçons des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimaux et ils seront dimensionnés en conséquence.

### ***III.1.1 Conception du réseau de l'agglomération***

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre de facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons:

- L'emplacement des quartiers ;
- L'emplacement des consommateurs ;
- Le relief ;
- Le souci d'assurer un service souple et régulier.

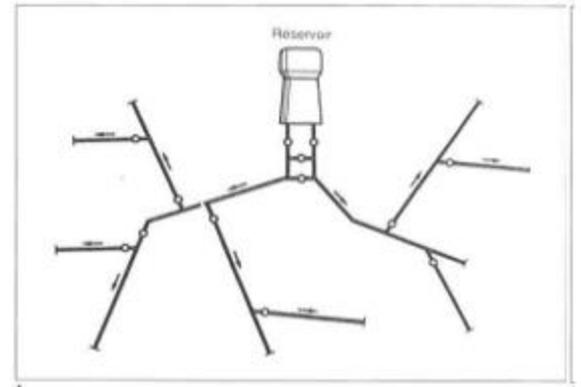
Le réseau de distribution peut prendre plusieurs schémas, qui seront choisis selon l'importance de l'agglomération. On distingue différents types de réseaux de distribution dont les plus utilisés sont les réseaux ramifiés, les réseaux maillés, les réseaux mixtes ou combinés et les réseaux étagés :

## III.1.2 Choix du type de réseau de distribution

### III.1.2.1 Le réseau ramifié

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

Figure 17: réseau ramifié.



### III.1.2.2 Le réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons, disposés de telle manière qu'il soit possible, de décrire une ou plusieurs boucles fermées, en suivant son tracé. Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales, sous forme associées à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

Figure 18: Réseau maillé.

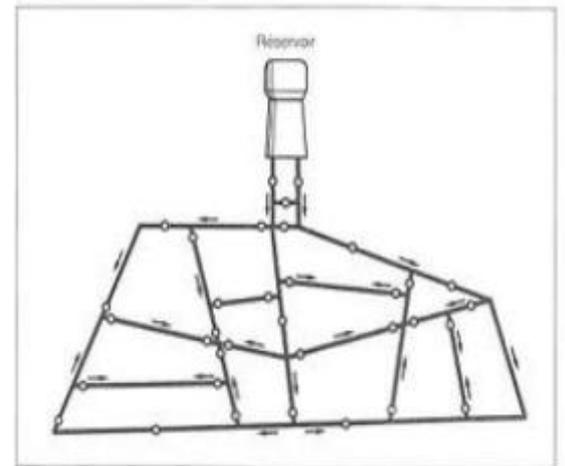


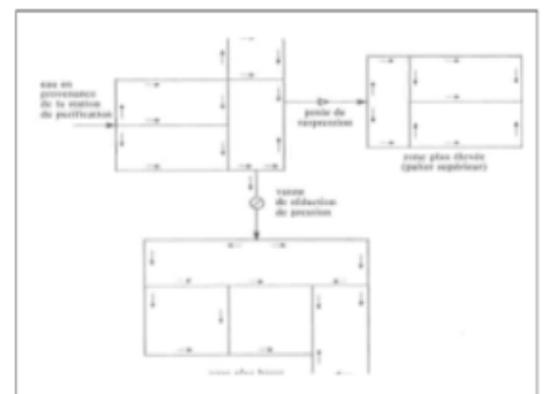
Figure 19: réseau étagé.

### III.1.2.3 Le réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveaux très importants. Ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées). En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser (réguler) la pression dans le réseau.

### III.1.2.4 Le réseau mixte

Un réseau mixte est constitué d'une série de maille sous forme associée à des réseaux ramifiés. Ce type de réseau est généralisé dans les agglomérations urbaines et rurales et présente les mêmes avantages que le réseau maillé. Dans notre cas le réseau est mixte (maillé et ramifié) et la distribution se fera entièrement gravitaire.



L'aménagement a adopté un changement du type de réseau, au type mixte, et ce pour une meilleure maîtrise des pressions et des vitesses d'une part et une meilleure gestion des réseaux de distribution de l'autre. Vu que ces réseaux sont plus complexes et caractérisés par des parcours de l'eau multiples pour un même point de livraison ils sont plus sécurisés, ils maintiennent la distribution en cas de rupture, car le chemin fermé peut être pallié par un autre. L'exploitation en est alors plus aisée.

### **III.1.3 Paramètres des réseaux**

- **Débits** :

Les conduites doivent supporter les plus grands débits instantanés ainsi que le débit de pointe.

- **Choix des diamètres** :

Après avoir calculé les diamètres théoriques, il faudrait se référer aux catalogues où on expose les diamètres normalisés et commerciales.

- **La vitesse** :

Sachant que les fortes vitesses d'écoulements qui est supérieur à 1.5 (m/s) favorisent la dégradation des parois internes de la conduite, et que les faibles vitesses qui sont inférieure à 0.5(m/s) favorisent la formation des dépôts dans les conduites. Donc il est nécessaire que la vitesse d'écoulement dans la conduite doive être comprise entre 0,5 et 1,5(m/s)

- **Pression de service** :

Cette pression ne peut être inférieure à 1 bar afin d'assurer le fonctionnement de certains appareils (chauffe bain instantané par exemple). Et doit ne pas dépasser 6 bars afin d'éviter la dégradation du matériel. Dans notre cas la pression est supérieure à 6 bars, on est obligé d'adopter un régulateur de pression juste avant le nœud 15 sur la conduite qui relie le réseau avec le réservoir

## **III.2 Les réservoirs**

Le réservoir est un ouvrage hydraulique intermédiaire entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution. Il constitue une réserve qui permet d'assurer des débits aux heures de pointe et permet de combattre efficacement les incendies. Ils offrent les avantages suivants

- Régularisation du fonctionnement de la station de pompage.
- Simplification de l'exploitation.
- Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.

- Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
- Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.

### **III.2.1 Type de réservoir**

Les réservoirs se distinguent en fonction :

- De leur disposition par rapport au sol (réservoirs enterrés, semi enterrés, surélevé, château d'eau).

**Figure 21: Réservoir enterré.**



**Figure 20: Réservoir semi enterré.**



- Des matériaux de construction utilisés (réservoir en béton armé, métalliques, maçonnerie).
- De leur mode de construction, sur site ou en usine (réservoirs préfabriqués).
- De leur forme (parallélépipédique, cylindrique, conique, sphérique, circulaire, carré).
- De leur situation par rapport à la distribution (réservoir en charge sur le réseau, nécessitant une suppression)
- De la pression d'air au-dessus du plan d'eau (pression atmosphérique, contre pression d'air).
- De leur fonction : (stockage, reprise pour hauteur de refoulement importante, brise charge pour distribution étagée, réservoir d'équilibre pour les faibles pressions).

### **III.2.2 Les facteurs intervenants dans la détermination du type du réservoir :**

- Conditions topographiques de la région à desservir.
- Conditions hydrauliques de la distribution volume du réservoir, pression à assurer.

Type de décideur : maitre d'ouvrage, maitre d'œuvre ou exploitant.

### **III.2.3 Emplacement des réservoirs**

Malgré l'existence du réservoir, son site doit respecter les aspects suivants :

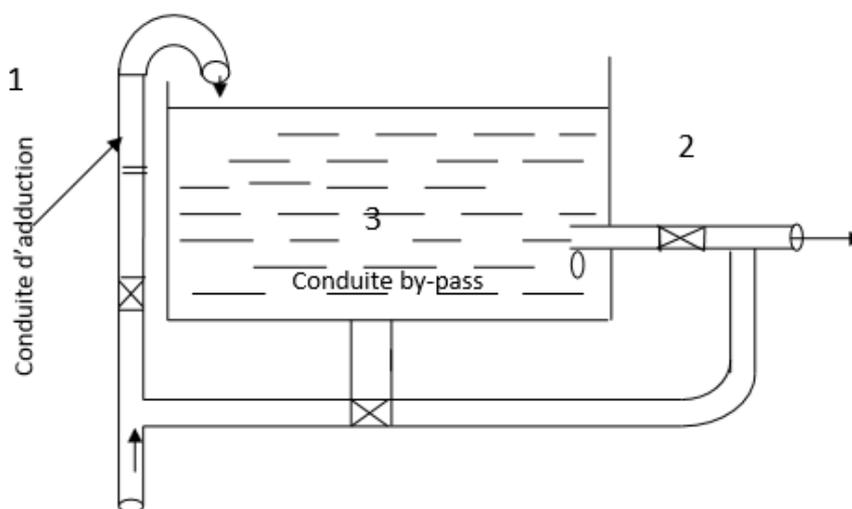
- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire, c'est-à-dire que la cote du radier doit être supérieure à la cote piézométrique maximale dans le réseau.
- Pour des raisons économiques, il est préférable que le remplissage de réservoir se fasse gravitairement, c'est-à-dire le placer a un point bas par rapport à la prise d'eau.
- L'implantation doit se faire aussi, de préférence, à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre de consommation importante.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau.
- L'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés en pression suffisante au moment de plus forte consommation.
- L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et l'exploitation. Donc on est amené à prendre en considération les facteurs.

## **III.3 Les conduites**

### **III.3.1 Conduite d'adduction**

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir peut être placée soit au fond de celui-ci, soit à la partie supérieure, d'où oxygénation de l'eau.

**Figure 22: Conduite d'adduction**

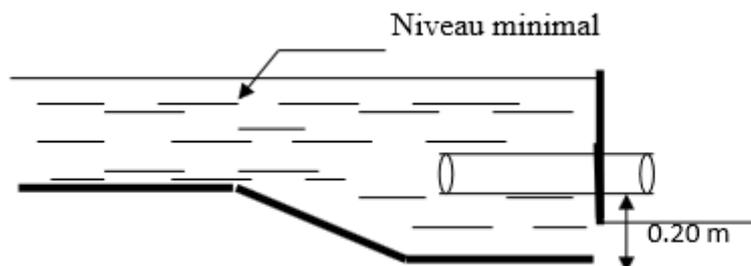


A son débouché dans le réservoir, la conduite s'obture quand l'eau atteint son niveau maximum. L'obturation est assurée par un robinet flotteur si l'adduction est gravitaire, par un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

### III.3.2 Conduite de distribution

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.20 m au-dessus du radier afin d'éviter l'introduction des matières et sables décantés dans la cuve.

Figure 23: Conduite de distribution.



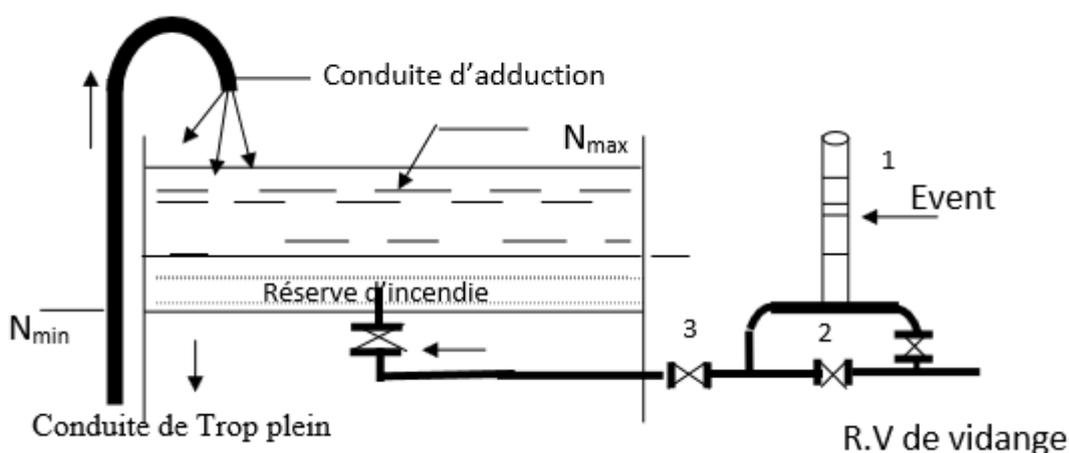
### III.3.3 Conduite du trop-plein

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement. L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

### III.3.4 Conduite de vidange

La conduite de vidange se trouve au point le plus bas du réservoir, elle permet la vidange du réservoir, à cet effet, le radier du réservoir est réglé en pente vers son origine. Elle est raccordée à la conduite de trop-plein et comporte un robinet-vanne.

Figure 24: Matérialisation de la réserve d'incendie



### III.3.5 Conduite BY-PASS

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution. Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir son fonctionnement est le suivant : Normale 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé, En BY-PASS : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

## III.4 Evaluation des besoins en eau de la population a différents horizons par le débit moyen, maximal et débit de pointe

### III.4.1 Calcul du débit moyen journalier ( $Q_{moy}$ )

Les débits moyens des différents horizon (2020-2050) qui ont été calculés dans le chapitre III sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau 27: Les débits moyens des différents horizon (2020-2050).

| Horizon | Population totale (hab) | Dotation ( $m^3/j/hab$ ) | Besoins domestique ( $m^3/j$ ) | Besoins d'équipements ( $m^3/j$ ) | Besoins total ( $m^3/j$ ) | Pertes ( $m^3/j$ ) | $Q_{moy}$ ( $m^3/j$ ) |
|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| 2020    | 3338                    | 101                      | 337,138                        | 101,14                            | 438,28                    | 87,66              | 525,94                |
| 2025    | 20490                   | 95                       | 1946,55                        | 583,97                            | 2530,52                   | 506,1              | 3036,62               |
| 2030    | 39276                   | 95                       | 3731,22                        | 1119,37                           | 4850,59                   | 970,12             | 5820,7                |
| 2045    | 52860                   | 95                       | 5021,73                        | 1506,52                           | 6528,25                   | 1305,65            | 7833,9                |
| 2050    | 58362                   | 95                       | 5544,4                         | 1663,32                           | 7207,72                   | 1441,54            | 8649,26               |

Avec :

**Besoin domestique :** 
$$Q_{moyj} = D \times \frac{Ni}{1000}$$

**D** : dotation (l/hab/j)

**Ni** : nombre d'habitants (hab).

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

**Les pertes** : compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

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

- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25% à 35% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50% de la consommation moyenne journalière. **Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre 20%**

**Besoin total** : la somme des besoins domestiques et besoins d'équipements.

### **III.4.2 Calcul du débit maximal journalier ( $Q_{maxj}$ )**

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

$$Q_{maxj} = Q_{moyj} \times K_{jmax}$$

Avec :

**$Q_{maxj}$**  : Débit maximal journalier M3/j.

**$Q_{moyj}$**  : Débit moyen journalier M3/j

**$K_{jmax}$**  : Coefficient de variation maximale journalière (1,2 à 1,5)

### **III.4.3 Calcul du débit de pointe ( $Q_{pte}$ )**

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = Q_{moy/j} \times K_p$$

Avec

**$Q_{pte}$**  : Débit de pointe (m3/j)

**$Q_{moy/j}$**  : Débit moyen journalier (m3/j)

**$K_p$**  : Coefficient de pointe

$$K_p = K_{jmax} \times K_{Hmax}$$

**$K_p$**  : Coefficient de pointe.

**$K_{jmax}$**  : Coefficient de variation maximale journalière (1,2 à 1,5)

**$K_{Hmax}$**  : Coefficient horaire qui exprime l'irrégularité de la consommation pendant les heures de la journée. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients :  $\alpha_{max}$  et  $\beta_{max}$  ; tel que :

$$K_{Hmax} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

Avec :

**$\alpha$  max** : Tient compte des conditions locales comme le degré du confort des maisons ainsi que le régime de travail, elle est comprise entre  $1,2 < \alpha \text{ max} < 1,4$   
pour notre cas, il a été adopté un coefficient :  **$\alpha \text{ max} = 1,3$**

**$\beta$  max** : Est une fonction étroite du nombre d'habitant de la ville, comme ressortie sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 28: Les variations du coefficient de  $\beta$  max en fonction du nombre d'habitants.**

| Population                   | 1000 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | 10000 | 20000 | 50000 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| <b><math>\beta</math>max</b> | 2    | 1,8  | 1,6  | 1,5  | 1,4  | 1,3   | 1,2   | 1,15  |

Pour notre cas, les résultats des calculs pour les différents horizons sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau 29: Les résultats du coefficient horaire d'irrégularité KH et coefficient de pointe KP.**

| Horizon     | Nombre d'habitants (hab) | $\beta$ max | $\alpha$ max | KH   | KJ  | Kp   |
|-------------|--------------------------|-------------|--------------|------|-----|------|
| <b>2020</b> | 3338                     | 1,23        | 1,3          | 1,60 | 1,3 | 2,08 |
| <b>2025</b> | 20490                    | 1,26        | 1,3          | 1,64 | 1,3 | 2,13 |
| <b>2030</b> | 39276                    | 1,28        | 1,3          | 1,66 | 1,3 | 2,16 |
| <b>2045</b> | 52860                    | 1,24        | 1,3          | 1,61 | 1,3 | 2,10 |
| <b>2050</b> | 58362                    | 1,2         | 1,3          | 1,56 | 1,3 | 2,03 |

Les résultats de l'évaluation des besoins en eau, sont récapitulé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 30: Evaluation des besoins en eau de la population a différents horizons.**

| Horizon     | $Q_{\text{moy}}$ ( $\text{m}^3/\text{j}$ ) | kj  | Q max j  |        | kp   | Q pointe |        |
|-------------|--|-----|----------|--------|------|----------|--------|
|             |  |     | M3/j     | L/s    |      | M3/j     | L/s    |
| <b>2020</b> | 525,94                                     | 1,3 | 683,72   | 7,91   | 2,08 | 1422,14  | 16,46  |
| <b>2025</b> | 3036,62                                    | 1,3 | 3947,61  | 45,69  | 2,13 | 8408,40  | 97,32  |
| <b>2030</b> | 5820,7                                     | 1,3 | 7566,91  | 87,58  | 2,16 | 16344,53 | 189,17 |
| <b>2045</b> | 7833,9                                     | 1,3 | 10184,07 | 117,87 | 2,1  | 21386,55 | 247,53 |
| <b>2050</b> | 8649,26                                    | 1,3 | 11244,04 | 130,14 | 2,03 | 22825,40 | 264,18 |

### III.5 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires pendant la journée est représentée en fonction du nombre d'habitants sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 31: Tableau base de données de variations de consommation/nombre d'habitants.**

| Heures<br>(h) |       | Base des données         |                     |                      |                       |                                 |
|---------------|-------|--------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
|               |       | Nombre d'habitants       |                     |                      |                       |                                 |
|               |       | Moins de<br>10<br>000,00 | 10001<br>à<br>50000 | 50001<br>à<br>100000 | Plus de<br>100 000,00 | Agglomération de<br>type rurale |
| 00:00         | 01:00 | 1                        | 1,5                 | 3                    | 3,35                  | 0,75                            |
| 01:00         | 02:00 | 1                        | 1,5                 | 3,2                  | 3,25                  | 0,75                            |
| 02:00         | 03:00 | 1                        | 1,5                 | 2,5                  | 3,3                   | 1                               |
| 03:00         | 04:00 | 1                        | 1,5                 | 2,6                  | 3,2                   | 1                               |
| 04:00         | 05:00 | 2                        | 2,5                 | 3,5                  | 3,25                  | 3                               |
| 05:00         | 06:00 | 3                        | 3,5                 | 4,1                  | 3,4                   | 5,5                             |
| 06:00         | 07:00 | 5                        | 4,5                 | 4,5                  | 3,85                  | 5,5                             |
| 07:00         | 08:00 | 6,5                      | 5,5                 | 4,9                  | 4,45                  | 5,5                             |
| 08:00         | 09:00 | 6,5                      | 6,25                | 4,9                  | 5,2                   | 3,5                             |
| 09:00         | 10:00 | 5,5                      | 6,25                | 4,6                  | 5,05                  | 3,5                             |
| 10:00         | 11:00 | 4,5                      | 6,25                | 4,8                  | 4,85                  | 6                               |
| 11:00         | 12:00 | 5,5                      | 6,25                | 4,7                  | 4,6                   | 8,5                             |
| 12:00         | 13:00 | 7                        | 5                   | 4,4                  | 4,6                   | 8,5                             |
| 13:00         | 14:00 | 7                        | 5                   | 4,1                  | 4,55                  | 6                               |
| 14:00         | 15:00 | 5,5                      | 5,5                 | 4,2                  | 4,75                  | 5                               |
| 15:00         | 16:00 | 4,5                      | 6                   | 4,4                  | 4,7                   | 5                               |
| 16:00         | 17:00 | 5                        | 6                   | 4,3                  | 4,65                  | 3,5                             |
| 17:00         | 18:00 | 6,5                      | 5,5                 | 4,1                  | 4,35                  | 3,5                             |
| 18:00         | 19:00 | 6,5                      | 5                   | 4,5                  | 4,4                   | 6                               |
| 19:00         | 20:00 | 5                        | 4,5                 | 4,5                  | 4,3                   | 6                               |
| 20:00         | 21:00 | 4,5                      | 4                   | 4,5                  | 4,3                   | 6                               |
| 21:00         | 22:00 | 3                        | 3                   | 4,8                  | 3,75                  | 3                               |
| 22:00         | 23:00 | 2                        | 2                   | 4,6                  | 3,75                  | 2                               |
| 23:00         | 24:00 | 1                        | 1,5                 | 3,3                  | 3,7                   | 1                               |

**Remarque** : Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit Maximum journalier des agglomérations.

Pour notre cas on choisit la répartition variante entre 50001 à 100000 hab (puisque la population à l'horizon d'étude est dans l'intervalle cité ci-dessus).

Les résultats sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau 32: Volume du stockage nécessaire du réservoir à l'horizon 2050 de la localité 1<sup>er</sup> Mai.**

| <b>(Heures)</b> |            |          |                                     |                        |                   |                    |                |
|-----------------|------------|----------|-------------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| <b>Départ</b>   | <b>Fin</b> | <b>%</b> | <b>Variation de consommation M3</b> | <b>Volume pompé M3</b> | <b>Différence</b> | <b>Remplissage</b> | <b>Vidange</b> |
| 00:00           | 01:00      | 3        | 337,3                               | 0,00                   | -337,32           | 0,00               | 337,32         |
| 01:00           | 02:00      | 3,2      | 359,8                               | 0,00                   | -359,81           | 0,00               | 359,81         |
| 02:00           | 03:00      | 2,5      | 281,1                               | 0,00                   | -281,10           | 0,00               | 281,1          |
| 03:00           | 04:00      | 2,6      | 292,3                               | 0,00                   | -292,35           | 0,00               | 292,35         |
| 04:00           | 05:00      | 3,5      | 393,5                               | 670,50                 | 276,96            | 276,96             | 0,00           |
| 05:00           | 06:00      | 4,1      | 461,0                               | 670,50                 | 209,49            | 209,49             | 0,00           |
| 06:00           | 07:00      | 4,5      | 506,0                               | 670,50                 | 164,52            | 164,52             | 0,00           |
| 07:00           | 08:00      | 4,9      | 551,0                               | 670,50                 | 119,54            | 119,54             | 0,00           |
| 08:00           | 09:00      | 4,9      | 551,0                               | 670,50                 | 119,54            | 119,54             | 0,00           |
| 09:00           | 10:00      | 4,6      | 517,2                               | 670,50                 | 153,27            | 153,27             | 0,00           |
| 10:00           | 11:00      | 4,8      | 539,7                               | 670,50                 | 130,79            | 130,79             | 0,00           |
| 11:00           | 12:00      | 4,7      | 528,5                               | 670,50                 | 142,03            | 142,03             | 0,00           |
| 12:00           | 13:00      | 4,4      | 494,7                               | 670,50                 | 175,76            | 175,76             | 0,00           |
| 13:00           | 14:00      | 4,1      | 461,0                               | 670,50                 | 209,49            | 209,49             | 0,00           |
| 14:00           | 15:00      | 4,2      | 472,2                               | 670,50                 | 198,25            | 198,25             | 0,00           |
| 15:00           | 16:00      | 4,4      | 494,7                               | 670,50                 | 175,76            | 175,76             | 0,00           |
| 16:00           | 17:00      | 4,3      | 483,5                               | 670,50                 | 187,01            | 187,01             | 0,00           |
| 17:00           | 18:00      | 4,1      | 461,0                               | 670,50                 | 209,49            | 209,49             | 0,00           |
| 18:00           | 19:00      | 4,5      | 506,0                               | 670,50                 | 164,52            | 164,52             | 0,00           |
| 19:00           | 20:00      | 4,5      | 506,0                               | 670,50                 | 164,52            | 164,52             | 0,00           |
| 20:00           | 21:00      | 4,5      | 506,0                               | 670,50                 | 164,52            | 164,52             | 0,00           |
| 21:00           | 22:00      | 4,8      | 539,7                               | 670,50                 | 130,79            | 130,79             | 0,00           |
| 22:00           | 23:00      | 4,6      | 517,2                               | 670,50                 | 153,27            | 153,27             | 0,00           |
| 23:00           | 24:00      | 3,3      | 371,1                               | 670,50                 | 299,45            | 299,45             | 0,00           |
| <b>La somme</b> |            |          |                                     |                        |                   | <b>3548,98</b>     | <b>1270,58</b> |

D'après le tableau on remarque que l'heure du commencement de pompage est à 4 heures du matin jusqu'à minuit ce qui fait une totalité de 20 heures de pompage avec un débit de 670.50m<sup>3</sup>/h.

**Tableau 33: Tableau récapitulatif du système de fonctionnement du réseau de la localité 1<sup>er</sup> Mai.**

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| <b>La zone</b>                   | 1er Mai  |
| <b>Nombre de population</b>      | 58362    |
| <b>Q max j (M3/j)</b>            | 11244.04 |
| <b>Année de l'horizon</b>        | 2050     |
| <b>Volume RV nécessaire M3</b>   | 3549     |
| <b>Volume RV disponible M3</b>   | /        |
| <b>Temps de pompage (h)</b>      | 20       |
| <b>Départ de pompage (h)</b>     | 4        |
| <b>Arrêt de pompage (h)</b>      | 24       |
| <b>Q pompé M3/h</b>              | 670,5    |
| <b>Volume de RV normalisé M3</b> | 4000     |

On a établi un bilan entre la capacité de stockage en eau potable disponible et celle de stockage nécessaire à long terme, on a trouvé comme le montre le tableau ci-dessus pour un temps de pompage égale à 20 heures la capacité existante est insuffisante pour répondre aux besoins nécessaires.

Donc pour satisfaire les besoins de population de la localité 1<sup>er</sup> Mai pour l'horizon 2050 on doit projeter un réservoir da capacité 4000 m3 avec un temps de pompage égale à 20h.

### **III.6 Calcul et simulation hydraulique du réseau de distribution**

Les méthodes utilisées dans notre réseau sont :

- **La méthode linéaire pour la détermination des débits nodaux**, et ce, il a été procédé aux calculs à l'aide du logiciel WaterCAD permettant de calculer les caractéristiques de tous les tronçons.
- **La méthode d'Hardy Cross pour les différents simulations**, il faut s'avoir qu'on ne peut déterminer le débit réel , et le sens exact d'écoulement, qu'après avoir suivi certaines hypothèses et conditions , en tenant compte du fait que pour assurer une circulation d'eau normale , il faut avoir au point de rencontre des deux courants d'eau des pressions égales; Parmi les diverses méthodes qui règlent ce problème, le calcul par la méthode manuelle d'HARDY CROSS, permet par approximations successives d'obtenir le débit réel qui circulera dans chaque tronçon du réseau, et le sens de l'écoulement de celui-ci.

La méthode repose sur 2 Principes qui sont :

- **1<sup>er</sup> Principe (équation de continuité de Kirchhoff) :**

La somme débits entrants égal à la somme des débits sortants danschaque nœud.

$$\Sigma Q_e = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \Sigma Q_s$$

➤ **2eme principe (loi des mailles)**

Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme des pertes de charges est nulle  
 $\Sigma \Delta h = 0$

❖ Par l'application des deux lois de KIRCHHOFF, on obtient :

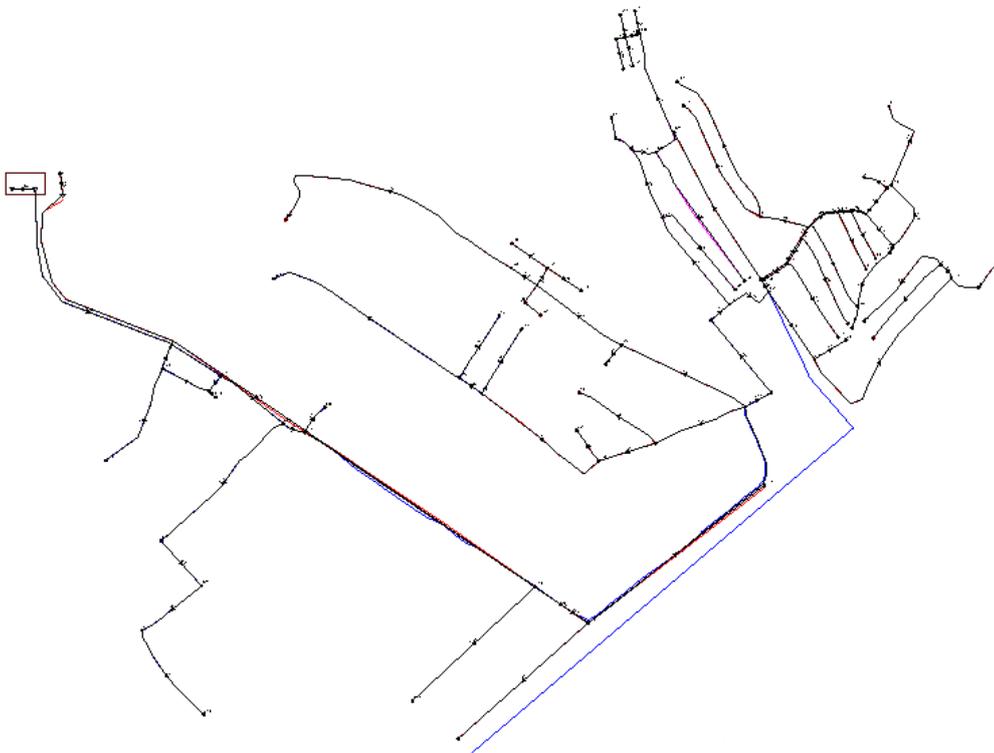
**Calcul du débit correctif**

$$\Delta Q = -\frac{\Sigma \Delta h}{2 \Sigma \left(\frac{\Delta h}{Q}\right)}$$

Pour la simulation hydraulique du reseau de distribution de la zone de notre étude (1<sup>er</sup> mai) on a choisi de travailler avec le logiciel WaterCAD.

Le tracé par le logiciel WaterCAD est représenté sur la figure ci-dessous.

**Figure 25: Schéma du réseau 1er Mai.**



## **III.6.1      *Présentation de logiciel utilisé***

### **III.6.1.1    Définition**

**Bentley WaterCAD** est un logiciel complet de gestion, d'analyse d'affaires, de modélisation du réseau (système de distribution) détenue par entreprise **Software Bentley Système, Incorporated** produit des solutions pour la conception, la construction et l'exploitation des infrastructures dans divers domaines.

**WaterCAD** est le modèle complet pour les simulations du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans des réseaux de conduites sous pression. **WaterCAD** peut effectuer une variété de fonctions, y compris les simulations en régime permanent sur de longues durées dans les réseaux sous pression avec des pompes, réservoirs, vannes de régulation, etc...

Les capacités de **WaterCAD** s'étendent également sur les questions de sécurité publique et de planification à long terme, avec de nombreuses caractéristiques de qualité de l'eau, y compris : les analyses de protection incendie automatisé, gestion globale du scénario, squelettisation, calibration, analyse des coûts, et le partage des données facultés échelle de l'entreprise. En outre, vous pouvez utiliser pour personnaliser **WaterObjects**.

**WaterCAD** est disponible avec plusieurs interfaces :

- Interface utilisateur graphique autonome.
- Interface Auto CAD intégrée.
- Interface Arc View vs Arc Info intégrée.

### **III.6.1.2    Origine et développement**

**WaterCad** a été initialement développé par la société **Haestad Methods**, Inc. basée à Watertown, **CT (USA)**. Cette société a été acquise par **Bentley Systems** à la mi-2004, l'acquisition à partir de laquelle le produit a commencé à être connu dans le commerce comme Bentley **WaterCad**.

**WaterCad** est une évolution d'un produit logiciel publié dans le début des années 90 par la maison **Haestad Methods**, appelé **Cyber Net**. Ce produit était peut-être l'un des programmes novateurs visant à intégrer un modèle hydraulique dans un environnement de **CAO**. Ceci, étant donné que seulement jusqu'à cette décennie a commencé à lancer le marché des différents produits commerciaux de la modélisation hydraulique avec une interface graphique et la première version d'**Epanet** (produit gratuit et de référence sur le marché) a été lancée jusqu'en 1993 seulement.

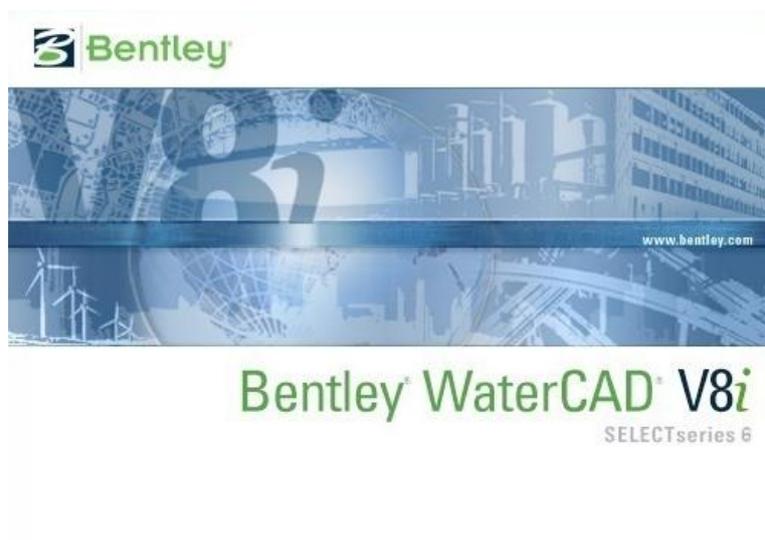
Le **Cyber Net** comme un nom commercial a disparu au début de 2000, et **WaterCad** a commencé à être commercialisé en deux versions : **WaterCad** en autonome et **WaterCad** pour **AutoCad**. Également au cours des premières années du logiciel, il a subi des changements importants ont dû voir non seulement des améliorations à l'interface et la saisie des données

des outils graphiques, mais aussi avec les méthodes de calcul et des algorithmes. En ce qui a à voir avec le modèle de qualité de l'eau dynamique ou une méthode de lagrangien d'approximation, ce qui prouve à être plus polyvalent et plus efficace que d'autres modèles de qualité mis en œuvre.

Au cours des dernières années, le logiciel a eu une grande évolution en particulier dans des fonctions telles que l'interopérabilité, facilité d'utilisation, des outils de productivité, la consultation des processus multicritères, les opérations d'analyse spatiale, des capacités graphiques, l'intégration avec les systèmes d'information géographique (SIG), etc. Parmi les développements les plus récents comprennent les caractéristiques suivantes :

- L'échange de données avec d'autres systèmes d'information, des appareils électroniques et/ ou d'autres programmes de gestion.
- En utilisant des algorithmes génétiques pour les processus automatisés d'étalonnage hydraulique, la conception optimale et d'optimisation de l'énergie.
- Analytique de détection de fuite.
- Plans de vulnérabilité à des événements de pollution.
- L'intégration de systèmes avec SCADA.
- Analyse de la qualité de multi-paramètres

**Figure 26: Interface de Bentley WaterCAD V8i.**



### III.6.2 Détermination des débits de dimensionnement

#### III.6.2.1 Calcul du débit spécifique (Qspe)

Le débit spécifique est défini comme étant le rapport entre les débits pointe et la somme des longueurs des tronçons :

$$Q_{spe} = \frac{Q_{pte}}{\sum L_i}$$

Avec :

**Qsp** : débit spécifique (l/s/m)

**Qpte** : débit de pointe en (l/s)

$\sum L_i$  = la somme des longueurs des tronçons du réseau assurant un service en route (m)

$$Q_{spe} = \frac{264.18}{9876.47} = 0.026748$$

#### III.6.2.2 Calcul du débit en route (Qr)

Ce débit est réparti uniformément le long d'un réseau et calculé d'après la relation suivante

$$Q_r = L_i \times Q_{spe}$$

Avec

**Qr**: débit en route pour chaque tronçon (l/s)

**L** : longueur de tronçon (m)

**Qspe**: Débit spécifique en (l/s/m).

Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau suivant :

**Tableau 34: Calcul des débits en route du réseau.**

| Label                | Length (Scaled) (m) | Start Node | Stop Node | Qspe l/s/m | Qroute l/s |
|----------------------|---------------------|------------|-----------|------------|------------|
| reseau (Polyline)-1  | 151,56              | J-4        | J-5       | 0,027      | 4,05       |
| reseau (Polyline)-2  | 165,35              | J-4        | J-6       | 0,027      | 4,42       |
| reseau (Polyline)-3  | 339,45              | J-9        | J-103     | 0,027      | 9,08       |
| reseau (Polyline)-4  | 57,01               | J-9        | J-8       | 0,027      | 1,52       |
| reseau (Polyline)-5  | 63,91               | J-11       | J-12      | 0,027      | 1,71       |
| reseau (Polyline)-6  | 11,68               | J-12       | J-13      | 0,027      | 0,31       |
| reseau (Polyline)-7  | 133,73              | J-13       | J-14      | 0,027      | 3,58       |
| reseau (Polyline)-8  | 22,3                | J-15       | J-11      | 0,027      | 0,60       |
| reseau (Polyline)-9  | 80,9                | J-15       | J-16      | 0,027      | 2,16       |
| reseau (Polyline)-10 | 21,15               | J-17       | J-15      | 0,027      | 0,57       |
| reseau (Polyline)-11 | 96,28               | J-17       | J-18      | 0,027      | 2,58       |
| reseau (Polyline)-12 | 108,75              | J-10       | J-19      | 0,027      | 2,91       |
| reseau (Polyline)-13 | 100,31              | J-19       | J-11      | 0,027      | 2,68       |
| reseau (Polyline)-14 | 54,55               | J-19       | J-17      | 0,027      | 1,46       |

|                      |        |       |       |       |       |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| reseau (Polyline)-15 | 149,22 | J-19  | J-20  | 0,027 | 3,99  |
| reseau (Polyline)-16 | 149,32 | J-21  | J-22  | 0,027 | 3,99  |
| reseau (Polyline)-17 | 45,77  | J-21  | J-23  | 0,027 | 1,22  |
| reseau (Polyline)-18 | 138,31 | J-23  | J-24  | 0,027 | 3,70  |
| reseau (Polyline)-19 | 41,81  | J-23  | J-25  | 0,027 | 1,12  |
| reseau (Polyline)-20 | 75,3   | J-19  | J-26  | 0,027 | 2,01  |
| reseau (Polyline)-21 | 250,14 | J-26  | J-27  | 0,027 | 6,69  |
| reseau (Polyline)-22 | 214,58 | J-26  | J-29  | 0,027 | 5,74  |
| reseau (Polyline)-23 | 262,8  | J-10  | J-30  | 0,027 | 7,03  |
| reseau (Polyline)-24 | 17,66  | J-19  | J-21  | 0,027 | 0,47  |
| reseau (Polyline)-25 | 119,58 | J-12  | J-98  | 0,027 | 3,20  |
| reseau (Polyline)-26 | 148,39 | J-98  | J-99  | 0,027 | 3,97  |
| reseau (Polyline)-27 | 43,65  | J-98  | J-100 | 0,027 | 1,17  |
| reseau (Polyline)-28 | 51,77  | J-11  | J-101 | 0,027 | 1,38  |
| reseau (Polyline)-29 | 94,24  | J-103 | J-3   | 0,027 | 2,52  |
| reseau (Polyline)-30 | 27,25  | J-103 | J-4   | 0,027 | 0,73  |
| reseau (Polyline)-31 | 124,36 | J-70  | J-9   | 0,027 | 3,33  |
| reseau (Polyline)-32 | 22,57  | J-70  | J-10  | 0,027 | 0,60  |
| reseau (Polyline)-33 | 164,5  | J-76  | J-77  | 0,027 | 4,40  |
| reseau (Polyline)-34 | 116,99 | J-76  | J-78  | 0,027 | 3,13  |
| reseau (Polyline)-35 | 61,78  | J-78  | J-75  | 0,027 | 1,65  |
| reseau (Polyline)-36 | 40,87  | J-78  | J-80  | 0,027 | 1,09  |
| reseau (Polyline)-37 | 240,03 | J-80  | J-79  | 0,027 | 6,42  |
| reseau (Polyline)-38 | 207,4  | J-80  | J-82  | 0,027 | 5,55  |
| reseau (Polyline)-39 | 35,92  | J-82  | J-81  | 0,027 | 0,96  |
| reseau (Polyline)-40 | 22,38  | J-82  | J-85  | 0,027 | 0,60  |
| reseau (Polyline)-41 | 46,52  | J-83  | J-84  | 0,027 | 1,24  |
| reseau (Polyline)-42 | 14,79  | J-85  | J-83  | 0,027 | 0,40  |
| reseau (Polyline)-43 | 45,96  | J-85  | J-86  | 0,027 | 1,23  |
| reseau (Polyline)-44 | 35,53  | J-85  | J-87  | 0,027 | 0,95  |
| reseau (Polyline)-45 | 168,7  | J-74  | J-76  | 0,027 | 4,51  |
| reseau (Polyline)-46 | 36,33  | J-31  | J-74  | 0,027 | 0,97  |
| reseau (Polyline)-47 | 77,78  | J-74  | J-70  | 0,027 | 2,08  |
| reseau (Polyline)-49 | 144,53 | J-104 | J-31  | 0,027 | 3,87  |
| reseau (Polyline)-50 | 44,49  | J-36  | J-104 | 0,027 | 1,19  |
| reseau (Polyline)-51 | 212,43 | J-36  | J-88  | 0,027 | 5,68  |
| reseau (Polyline)-52 | 38,55  | J-88  | J-89  | 0,027 | 1,03  |
| reseau (Polyline)-53 | 158,48 | J-88  | J-37  | 0,027 | 4,24  |
| reseau (Polyline)-54 | 30,54  | J-37  | J-38  | 0,027 | 0,82  |
| reseau (Polyline)-55 | 60,85  | J-38  | J-39  | 0,027 | 1,63  |
| reseau (Polyline)-56 | 67,05  | J-38  | J-40  | 0,027 | 1,79  |
| reseau (Polyline)-57 | 63,94  | J-37  | J-42  | 0,027 | 1,71  |
| reseau (Polyline)-58 | 47,77  | J-37  | J-41  | 0,027 | 1,28  |
| reseau (Polyline)-59 | 443,05 | J-41  | J-96  | 0,027 | 11,85 |

|                      |        |                   |      |       |       |
|----------------------|--------|-------------------|------|-------|-------|
| reseau (Polyline)-60 | 150,42 | J-36              | J-43 | 0,027 | 4,02  |
| reseau (Polyline)-61 | 138,62 | J-43              | J-44 | 0,027 | 3,71  |
| reseau (Polyline)-62 | 453,84 | R-2 (2 x 1000 m3) | J-56 | 0,027 | 12,14 |
| reseau (Polyline)-63 | 29,64  | J-56              | J-57 | 0,027 | 0,79  |
| reseau (Polyline)-64 | 34,97  | J-58              | J-59 | 0,027 | 0,94  |
| reseau (Polyline)-65 | 170,95 | J-58              | J-65 | 0,027 | 4,57  |
| reseau (Polyline)-66 | 79,31  | J-57              | J-58 | 0,027 | 2,12  |
| reseau (Polyline)-67 | 11,92  | J-57              | J-66 | 0,027 | 0,32  |
| reseau (Polyline)-68 | 118,67 | J-56              | J-67 | 0,027 | 3,17  |
| reseau (Polyline)-69 | 261,33 | J-67              | J-61 | 0,027 | 6,99  |
| reseau (Polyline)-70 | 91,72  | J-61              | J-62 | 0,027 | 2,45  |
| reseau (Polyline)-71 | 114,83 | J-62              | J-63 | 0,027 | 3,07  |
| reseau (Polyline)-72 | 159,61 | J-63              | J-64 | 0,027 | 4,27  |
| reseau (Polyline)-73 | 36,26  | J-67              | J-69 | 0,027 | 0,97  |
| reseau (Polyline)-74 | 49,57  | J-69              | J-68 | 0,027 | 1,33  |
| reseau (Polyline)-75 | 986,19 | J-69              | J-36 | 0,027 | 26,38 |
| reseau (Polyline)-76 | 88,75  | J-43              | J-94 | 0,027 | 2,37  |
| reseau (Polyline)-77 | 58,18  | J-94              | J-95 | 0,027 | 1,56  |
| reseau (Polyline)-78 | 229,92 | J-94              | J-92 | 0,027 | 6,15  |
| reseau (Polyline)-79 | 115,42 | J-92              | J-93 | 0,027 | 3,09  |
| reseau (Polyline)-80 | 40,33  | J-92              | J-90 | 0,027 | 1,08  |
| reseau (Polyline)-81 | 112,42 | J-90              | J-91 | 0,027 | 3,01  |
| reseau (Polyline)-82 | 332,79 | J-90              | J-45 | 0,027 | 8,90  |

### III.6.2.3 Calcul du débit nodal (Q nœuds)

Le débit soutire ou bien on l'appelle le débit nodal c'est le débit qui sort au niveau de chaque nœud pour alimenter la population qui se trouve au tour de ce nœud. On détermine le débit au nœud par la formule suivante :

$$Q_n = 0.5 \times Q_r$$

Avec :

**Q<sub>n</sub>** : débit au nœuds (l/s)

**Q<sub>r</sub>** : débit en route pour chaque tronçon (l/s).

Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau suivant :

**Tableau 35: Calcul des débits au nœuds du réseau.**

| Label | Elevation (m) | Zone    | Qn (L/s) |
|-------|---------------|---------|----------|
| J-3   | 7,29          | 1er Mai | 1,21     |
| J-4   | 6             | 1er Mai | 4,41     |
| J-5   | 6,68          | 1er Mai | 1,95     |
| J-6   | 10,18         | 1er Mai | 2,12     |
| J-8   | 6,98          | 1er Mai | 0,72     |

|      |       |         |       |
|------|-------|---------|-------|
| J-9  | 3,14  | 1er Mai | 6,6   |
| J-10 | 4,29  | 1er Mai | 5,02  |
| J-11 | 21,72 | 1er Mai | 3,02  |
| J-12 | 21,4  | 1er Mai | 2,46  |
| J-13 | 20,46 | 1er Mai | 1,84  |
| J-14 | 8,83  | 1er Mai | 1,7   |
| J-15 | 20,05 | 1er Mai | 1,58  |
| J-16 | 19,37 | 1er Mai | 1,03  |
| J-17 | 17,82 | 1er Mai | 2,17  |
| J-18 | 17,47 | 1er Mai | 1,23  |
| J-19 | 11,97 | 1er Mai | 6,44  |
| J-20 | 12,05 | 1er Mai | 1,89  |
| J-21 | 9,45  | 1er Mai | 2,74  |
| J-22 | 9,51  | 1er Mai | 1,92  |
| J-23 | 5,36  | 1er Mai | 2,83  |
| J-24 | 6,29  | 1er Mai | 1,75  |
| J-25 | 4,33  | 1er Mai | 0,53  |
| J-26 | 8,79  | 1er Mai | 6,81  |
| J-27 | 18,44 | 1er Mai | 3,17  |
| J-29 | 13,8  | 1er Mai | 2,69  |
| J-30 | 9,32  | 1er Mai | 3,34  |
| J-31 | 3,65  | 1er Mai | 2,3   |
| J-36 | 2,62  | 1er Mai | 17,62 |
| J-37 | 4,65  | 1er Mai | 3,82  |
| J-38 | 3,94  | 1er Mai | 2,02  |
| J-39 | 4,5   | 1er Mai | 0,79  |
| J-40 | 4,54  | 1er Mai | 0,84  |
| J-41 | 4,8   | 1er Mai | 6,24  |
| J-42 | 3,98  | 1er Mai | 0,81  |
| J-43 | 1,8   | 1er Mai | 4,82  |
| J-44 | 2,95  | 1er Mai | 1,79  |
| J-45 | 9,31  | 1er Mai | 4,22  |
| J-56 | 11,26 | 1er Mai | 2,91  |
| J-57 | 11,47 | 1er Mai | 1,55  |
| J-58 | 18,48 | 1er Mai | 3,64  |
| J-59 | 18,88 | 1er Mai | 0,44  |
| J-61 | 5,45  | 1er Mai | 4,49  |
| J-62 | 4,98  | 1er Mai | 2,62  |
| J-63 | 5,07  | 1er Mai | 3,5   |
| J-64 | 3,68  | 1er Mai | 2,05  |
| J-65 | 17,82 | 1er Mai | 2,19  |
| J-66 | 10,75 | 1er Mai | 0,17  |
| J-67 | 6,13  | 1er Mai | 5,3   |
| J-68 | 4,67  | 1er Mai | 0,63  |

|       |       |         |       |
|-------|-------|---------|-------|
| J-69  | 5,17  | 1er Mai | 13,56 |
| J-70  | 4,03  | 1er Mai | 2,85  |
| J-74  | 4,04  | 1er Mai | 3,6   |
| J-75  | 7,16  | 1er Mai | 0,78  |
| J-76  | 5,6   | 1er Mai | 5,7   |
| J-77  | 3,96  | 1er Mai | 2,09  |
| J-78  | 6,66  | 1er Mai | 2,77  |
| J-79  | 4,15  | 1er Mai | 3,04  |
| J-80  | 7,15  | 1er Mai | 6,19  |
| J-81  | 10,03 | 1er Mai | 0,45  |
| J-82  | 9,93  | 1er Mai | 3,25  |
| J-83  | 9,66  | 1er Mai | 0,9   |
| J-84  | 9,2   | 1er Mai | 0,59  |
| J-85  | 9,81  | 1er Mai | 1,73  |
| J-86  | 9,51  | 1er Mai | 0,69  |
| J-87  | 10,11 | 1er Mai | 0,57  |
| J-88  | 4,33  | 1er Mai | 5,17  |
| J-89  | 3,89  | 1er Mai | 0,48  |
| J-90  | 3,89  | 1er Mai | 6,18  |
| J-91  | 4,56  | 1er Mai | 1,43  |
| J-92  | 3,66  | 1er Mai | 4,91  |
| J-93  | 4,22  | 1er Mai | 1,47  |
| J-94  | 2,18  | 1er Mai | 4,79  |
| J-95  | 2,43  | 1er Mai | 0,73  |
| J-96  | 10,39 | 1er Mai | 5,63  |
| J-98  | 22,91 | 1er Mai | 3,96  |
| J-99  | 24,6  | 1er Mai | 1,89  |
| J-100 | 22,81 | 1er Mai | 0,56  |
| J-101 | 23,15 | 1er Mai | 0,66  |
| J-103 | 3,05  | 1er Mai | 5,85  |
| J-104 | 5,47  | 1er Mai | 2,39  |

### **III.7 Simulation hydraulique du réseau de distribution**

Pour le diagnostic opérationnel ou encore fonctionnel, il a été procédé à une simulation hydraulique des réseaux de distribution avec le logiciel WaterCAD (qui avance des résultats très précises) ; en vue de vérifier le dimensionnement des réseaux existants. Autrement dit, la détermination des vitesses et des pressions dans le réseau à l'état actuel. Pour les calculs des dimensions du réseau, il convient de se repérer aux hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe avec une pression de service suffisante, pour les habitations élevées.

### III.7.1 Les résultats et discussion de la simulation du fonctionnement du reseau

#### III.7.1.1 Résultats des conduites

Le tableau suivant représente les vitesses, les pertes de charges et les diamètres du reseau :

**Tableau 36: Résultats de simulation (vitesses et perte de charges).**

| Tronçons             | Longueur (m) | Start Node | Stop Node | Diamètre (mm) | Materiau     | Hazen-Williams C | Flow (L/s) | Vitesse (m/s) | Headloss Gradient (m/m) |
|----------------------|--------------|------------|-----------|---------------|--------------|------------------|------------|---------------|-------------------------|
| reseau (Polyline)-1  | 151,56       | J-4        | J-5       | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 1,95       | 1,37          | 0,045                   |
| reseau (Polyline)-2  | 165,35       | J-4        | J-6       | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 2,12       | 1,49          | 0,053                   |
| reseau (Polyline)-3  | 339,45       | J-9        | J-103     | 141           | PEHD (PN 10) | 150              | 15,54      | 1             | 0,006                   |
| reseau (Polyline)-4  | 57,01        | J-9        | J-8       | 27,2          | PEHD (PN 10) | 150              | 0,72       | 1,24          | 0,064                   |
| reseau (Polyline)-5  | 63,91        | J-11       | J-12      | 110,2         | PEHD (PN 10) | 150              | 12,41      | 1,3           | 0,014                   |
| reseau (Polyline)-6  | 11,68        | J-12       | J-13      | 63,8          | PEHD (PN 10) | 150              | 3,54       | 1,11          | 0,019                   |
| reseau (Polyline)-7  | 133,73       | J-13       | J-14      | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 1,7        | 1,19          | 0,035                   |
| reseau (Polyline)-8  | 22,3         | J-15       | J-11      | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 0,17       | 0,12          | 0                       |
| reseau (Polyline)-9  | 80,9         | J-15       | J-16      | 34            | PEHD (PN 10) | 150              | 1,03       | 1,13          | 0,042                   |
| reseau (Polyline)-10 | 21,15        | J-17       | J-15      | 63,8          | PEHD (PN 10) | 150              | 2,78       | 0,87          | 0,012                   |
| reseau (Polyline)-11 | 96,28        | J-17       | J-18      | 34            | PEHD (PN 10) | 150              | 1,23       | 1,35          | 0,058                   |
| reseau (Polyline)-12 | 108,75       | J-10       | J-19      | 220,4         | PEHD (PN 10) | 150              | 52,87      | 1,39          | 0,007                   |
| reseau (Polyline)-13 | 100,31       | J-19       | J-11      | 141           | PEHD (PN 10) | 150              | 15,92      | 1,02          | 0,006                   |
| reseau (Polyline)-14 | 54,55        | J-19       | J-17      | 96,8          | PEHD (PN 10) | 150              | 6,18       | 0,84          | 0,007                   |
| reseau (Polyline)-15 | 149,22       | J-19       | J-20      | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 1,89       | 1,33          | 0,043                   |
| reseau (Polyline)-16 | 149,32       | J-21       | J-22      | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 1,92       | 1,35          | 0,044                   |
| reseau (Polyline)-17 | 45,77        | J-21       | J-23      | 79,2          | PEHD (PN 10) | 150              | 5,11       | 1,04          | 0,013                   |
| reseau (Polyline)-18 | 138,31       | J-23       | J-24      | 42,6          | PEHD (PN 10) | 150              | 1,75       | 1,23          | 0,037                   |
| reseau (Polyline)-19 | 41,81        | J-23       | J-25      | 27,2          | PEHD (PN 10) | 150              | 0,53       | 0,91          | 0,036                   |
| reseau               | 75,3         | J-19       | J-26      | 110,2         | PEHD         | 150              | 12,67      | 1,33          | 0,014                   |

|                         |        |       |       |       |                 |     |       |      |       |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|-----------------|-----|-------|------|-------|
| (Polyline)-20           |        |       |       |       | (PN 10)         |     |       |      |       |
| reseau<br>(Polyline)-21 | 250,14 | J-26  | J-27  | 53,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 3,17  | 1,4  | 0,036 |
| reseau<br>(Polyline)-22 | 214,58 | J-26  | J-29  | 53,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 2,69  | 1,19 | 0,027 |
| reseau<br>(Polyline)-23 | 262,8  | J-10  | J-30  | 53,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 3,34  | 1,48 | 0,04  |
| reseau<br>(Polyline)-24 | 17,66  | J-19  | J-21  | 96,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 9,77  | 1,33 | 0,016 |
| reseau<br>(Polyline)-25 | 119,58 | J-12  | J-98  | 79,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 6,41  | 1,3  | 0,02  |
| reseau<br>(Polyline)-26 | 148,39 | J-98  | J-99  | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,89  | 1,33 | 0,043 |
| reseau<br>(Polyline)-27 | 43,65  | J-98  | J-100 | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,56  | 0,96 | 0,04  |
| reseau<br>(Polyline)-28 | 51,77  | J-11  | J-101 | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,66  | 1,14 | 0,054 |
| reseau<br>(Polyline)-29 | 94,24  | J-103 | J-3   | 34    | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,21  | 1,33 | 0,056 |
| reseau<br>(Polyline)-30 | 27,25  | J-103 | J-4   | 96,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 8,48  | 1,15 | 0,013 |
| reseau<br>(Polyline)-31 | 124,36 | J-70  | J-9   | 141   | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 22,86 | 1,46 | 0,013 |
| reseau<br>(Polyline)-32 | 22,57  | J-70  | J-10  | 277,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 61,23 | 1,01 | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-33 | 164,5  | J-76  | J-77  | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 2,09  | 1,47 | 0,051 |
| reseau<br>(Polyline)-34 | 116,99 | J-76  | J-78  | 141   | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 20,96 | 1,34 | 0,011 |
| reseau<br>(Polyline)-35 | 61,78  | J-78  | J-75  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,78  | 1,34 | 0,074 |
| reseau<br>(Polyline)-36 | 40,87  | J-78  | J-80  | 141   | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 17,41 | 1,11 | 0,008 |
| reseau<br>(Polyline)-37 | 240,03 | J-80  | J-79  | 53,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 3,04  | 1,35 | 0,034 |
| reseau<br>(Polyline)-38 | 207,4  | J-80  | J-82  | 79,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 8,18  | 1,66 | 0,031 |
| reseau<br>(Polyline)-39 | 35,92  | J-82  | J-81  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,45  | 0,77 | 0,027 |
| reseau<br>(Polyline)-40 | 22,38  | J-82  | J-85  | 63,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 4,48  | 1,4  | 0,029 |
| reseau<br>(Polyline)-41 | 46,52  | J-83  | J-84  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,59  | 1,02 | 0,044 |
| reseau<br>(Polyline)-42 | 14,79  | J-85  | J-83  | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,49  | 1,05 | 0,027 |
| reseau<br>(Polyline)-43 | 45,96  | J-85  | J-86  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,69  | 1,19 | 0,059 |
| reseau<br>(Polyline)-44 | 35,53  | J-85  | J-87  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,57  | 0,98 | 0,041 |
| reseau                  | 168,7  | J-74  | J-76  | 176,2 | PEHD            | 150 | 28,75 | 1,18 | 0,007 |

|                         |        |                      |       |       |                 |     |        |      |       |
|-------------------------|--------|----------------------|-------|-------|-----------------|-----|--------|------|-------|
| (Polyline)-45           |        |                      |       |       | (PN 10)         |     |        |      |       |
| reseau<br>(Polyline)-46 | 36,33  | J-31                 | J-74  | 352,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 119,29 | 1,22 | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-47 | 77,78  | J-74                 | J-70  | 352,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 86,94  | 0,89 | 0,002 |
| reseau<br>(Polyline)-49 | 144,53 | J-104                | J-31  | 352,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 121,59 | 1,25 | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-50 | 44,49  | J-36                 | J-104 | 352,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 123,98 | 1,27 | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-51 | 212,43 | J-36                 | J-88  | 176,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 25,8   | 1,06 | 0,005 |
| reseau<br>(Polyline)-52 | 38,55  | J-88                 | J-89  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,48   | 0,83 | 0,03  |
| reseau<br>(Polyline)-53 | 158,48 | J-88                 | J-37  | 141   | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 20,15  | 1,29 | 0,01  |
| reseau<br>(Polyline)-54 | 30,54  | J-37                 | J-38  | 63,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 3,65   | 1,14 | 0,02  |
| reseau<br>(Polyline)-55 | 60,85  | J-38                 | J-39  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,79   | 1,36 | 0,075 |
| reseau<br>(Polyline)-56 | 67,05  | J-38                 | J-40  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,84   | 1,45 | 0,085 |
| reseau<br>(Polyline)-57 | 63,94  | J-37                 | J-42  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,81   | 1,39 | 0,079 |
| reseau<br>(Polyline)-58 | 47,77  | J-37                 | J-41  | 110,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 11,87  | 1,24 | 0,013 |
| reseau<br>(Polyline)-59 | 443,05 | J-41                 | J-96  | 79,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 5,63   | 1,14 | 0,016 |
| reseau<br>(Polyline)-60 | 150,42 | J-36                 | J-43  | 176,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 30,34  | 1,24 | 0,007 |
| reseau<br>(Polyline)-61 | 138,62 | J-43                 | J-44  | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,79   | 1,26 | 0,039 |
| reseau<br>(Polyline)-62 | 453,84 | R-2 (2 x<br>1000 m3) | J-56  | 527,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 240,79 | 1,1  | 0,002 |
| reseau<br>(Polyline)-63 | 29,64  | J-56                 | J-57  | 96,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 7,99   | 1,09 | 0,011 |
| reseau<br>(Polyline)-64 | 34,97  | J-58                 | J-59  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,44   | 0,76 | 0,026 |
| reseau<br>(Polyline)-65 | 170,95 | J-58                 | J-65  | 53,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 2,19   | 0,97 | 0,018 |
| reseau<br>(Polyline)-66 | 79,31  | J-57                 | J-58  | 79,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 6,27   | 1,27 | 0,019 |
| reseau<br>(Polyline)-67 | 11,92  | J-57                 | J-66  | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,17   | 0,29 | 0,004 |
| reseau<br>(Polyline)-68 | 118,67 | J-56                 | J-67  | 527,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 229,89 | 1,05 | 0,001 |
| reseau<br>(Polyline)-69 | 261,33 | J-67                 | J-61  | 110,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 12,66  | 1,33 | 0,014 |
| reseau<br>(Polyline)-70 | 91,72  | J-61                 | J-62  | 96,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 8,17   | 1,11 | 0,012 |
| reseau                  | 114,83 | J-62                 | J-63  | 79,2  | PEHD            | 150 | 5,55   | 1,13 | 0,015 |

|                         |        |      |      |       |                 |     |        |      |       |
|-------------------------|--------|------|------|-------|-----------------|-----|--------|------|-------|
| (Polyline)-71           |        |      |      |       | (PN 10)         |     |        |      |       |
| reseau<br>(Polyline)-72 | 159,61 | J-63 | J-64 | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 2,05   | 1,44 | 0,05  |
| reseau<br>(Polyline)-73 | 36,26  | J-67 | J-69 | 440,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 211,93 | 1,39 | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-74 | 49,57  | J-69 | J-68 | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,63   | 1,08 | 0,05  |
| reseau<br>(Polyline)-75 | 986,19 | J-69 | J-36 | 440,6 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 197,74 | 1,3  | 0,003 |
| reseau<br>(Polyline)-76 | 88,75  | J-43 | J-94 | 176,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 23,73  | 0,97 | 0,005 |
| reseau<br>(Polyline)-77 | 58,18  | J-94 | J-95 | 27,2  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 0,73   | 1,26 | 0,065 |
| reseau<br>(Polyline)-78 | 229,92 | J-94 | J-92 | 141   | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 18,21  | 1,17 | 0,008 |
| reseau<br>(Polyline)-79 | 115,42 | J-92 | J-93 | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,47   | 1,03 | 0,027 |
| reseau<br>(Polyline)-80 | 40,33  | J-92 | J-90 | 110,2 | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 11,83  | 1,24 | 0,012 |
| reseau<br>(Polyline)-81 | 112,42 | J-90 | J-91 | 42,6  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 1,43   | 1    | 0,025 |
| reseau<br>(Polyline)-82 | 332,79 | J-90 | J-45 | 63,8  | PEHD<br>(PN 10) | 150 | 4,22   | 1,32 | 0,026 |

### **Remarque 1 :**

Le tableau précédent représente les valeurs des vitesses, des pertes de charges et des diamètres du réseau existant, nous distinguons que toutes les vitesses sont presque sous la norme « 0.12-1.66 m/s » ce qui indique que la totalité des vitesses répond à l'alimentation de l'agglomération complète sans aucun problème.

### **III.7.1.2 Le choix du type de matériaux de canalisation**

Le type de matériaux retenue pour les rénovations et les nouvelles projections, consiste en la conduite en **P.E.H.D** avec **PN10bars**. Ce choix est motivé par les critères suivants :

- La pression de service supportée.
- La durée de vie très longue.
- Une bonne résistance a l'entartrage.
- Matériau non corrosif.
- Présentant des bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible).
- Matériau caractérisé par une bonne adaptation sous les terrains en mouvement, comme le cas du relief du centre en étude.

### III.7.1.3 La répartition des diamètres des conduites :

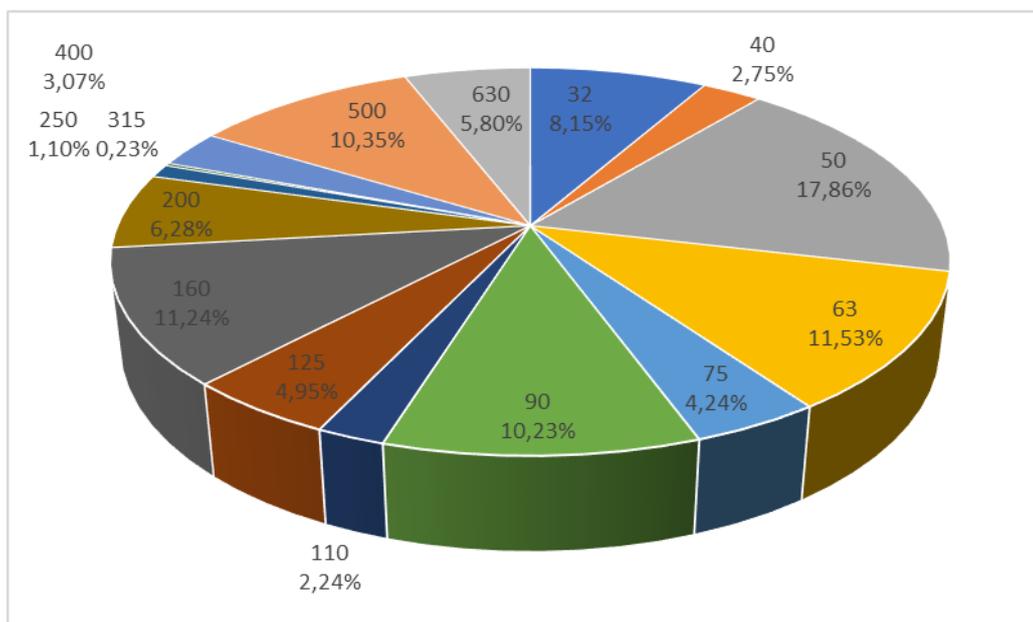
Le tableau suivant représente les différents diamètres des conduites utilisés, leurs longueurs et la répartition de ces derniers dans notre réseau.

**Tableau 37 : Répartition des diamètres du réseau A.E.P de la zone 1<sup>er</sup> Mai**

| <b>PEHD (PN 10 bars)</b> |                 |          |
|--------------------------|-----------------|----------|
| <b>Dext</b>              | <b>Longueur</b> | <b>%</b> |
| 32                       | 804,98          | 8,15     |
| 40                       | 271,42          | 2,75     |
| 50                       | 1763,54         | 17,86    |
| 63                       | 1138,5          | 11,53    |
| 75                       | 418,54          | 4,24     |
| 90                       | 1009,94         | 10,23    |
| 110                      | 220,82          | 2,24     |
| 125                      | 488,64          | 4,95     |
| 160                      | 1110,38         | 11,24    |
| 200                      | 620,3           | 6,28     |
| 250                      | 108,75          | 1,10     |
| 315                      | 22,57           | 0,23     |
| 400                      | 303,13          | 3,07     |
| 500                      | 1022,45         | 10,35    |
| 630                      | 572,51          | 5,80     |
| Total                    | 9876,47         | 100,00   |

Après le calcul du diamètre théorique, le diamètre disponible sur le marché, immédiatement supérieur et le plus proche du diamètre calculé sera retenu. Le choix du diamètre tiendra compte des conditions de vitesses, ( $0,12 < \text{vitesse} < 1,66 \text{ m/s}$ )

**Figure 27 : Répartition des diamètres du réseau AEP de la zone 1<sup>er</sup> Mai.**



### III.7.1.4 Résultats des nœuds

Le tableau suivant représente les pressions ainsi que les charges hydrauliques dans les nœuds de réseau.

Les résultats pour les nœuds et les pressions sont dans le tableau suivant :

**Tableau 38: Caractéristique des nœuds du réseau (élévation, demande, charge hydraulique et pression)**

| Noeuds | Elevation (m) | Zone    | Demand (L/s) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (bars) |
|--------|---------------|---------|--------------|---------------------|-----------------|
| J-3    | 7,29          | 1er Mai | 1,21         | 76,22               | 6,75            |
| J-4    | 6             | 1er Mai | 4,41         | 81,15               | 7,35            |
| J-5    | 6,68          | 1er Mai | 1,95         | 74,3                | 6,62            |
| J-6    | 10,18         | 1er Mai | 2,12         | 72,43               | 6,09            |
| J-8    | 6,98          | 1er Mai | 0,72         | 79,98               | 7,14            |
| J-9    | 3,14          | 1er Mai | 6,6          | 83,6                | 7,87            |
| J-10   | 4,29          | 1er Mai | 5,02         | 85,12               | 7,91            |
| J-11   | 21,72         | 1er Mai | 3,02         | 83,73               | 6,07            |
| J-12   | 21,4          | 1er Mai | 2,46         | 82,86               | 6,01            |
| J-13   | 20,46         | 1er Mai | 1,84         | 82,63               | 6,08            |
| J-14   | 8,83          | 1er Mai | 1,7          | 77,95               | 6,76            |
| J-15   | 20,05         | 1er Mai | 1,58         | 83,73               | 6,23            |
| J-16   | 19,37         | 1er Mai | 1,03         | 80,37               | 5,97            |
| J-17   | 17,82         | 1er Mai | 2,17         | 83,99               | 6,48            |
| J-18   | 17,47         | 1er Mai | 1,23         | 78,43               | 5,97            |
| J-19   | 11,97         | 1er Mai | 6,44         | 84,38               | 7,09            |

|      |       |         |       |       |      |
|------|-------|---------|-------|-------|------|
| J-20 | 12,05 | 1er Mai | 1,89  | 78,01 | 6,46 |
| J-21 | 9,45  | 1er Mai | 2,74  | 84,09 | 7,31 |
| J-22 | 9,51  | 1er Mai | 1,92  | 77,53 | 6,66 |
| J-23 | 5,36  | 1er Mai | 2,83  | 83,49 | 7,65 |
| J-24 | 6,29  | 1er Mai | 1,75  | 78,37 | 7,05 |
| J-25 | 4,33  | 1er Mai | 0,53  | 81,98 | 7,6  |
| J-26 | 8,79  | 1er Mai | 6,81  | 83,31 | 7,29 |
| J-27 | 18,44 | 1er Mai | 3,17  | 74,23 | 5,46 |
| J-29 | 13,8  | 1er Mai | 2,69  | 77,56 | 6,24 |
| J-30 | 9,32  | 1er Mai | 3,34  | 74,6  | 6,39 |
| J-31 | 3,65  | 1er Mai | 2,3   | 85,43 | 8    |
| J-36 | 2,62  | 1er Mai | 17,62 | 86,04 | 8,16 |
| J-37 | 4,65  | 1er Mai | 3,82  | 83,31 | 7,7  |
| J-38 | 3,94  | 1er Mai | 2,02  | 82,7  | 7,71 |
| J-39 | 4,5   | 1er Mai | 0,79  | 78,11 | 7,2  |
| J-40 | 4,54  | 1er Mai | 0,84  | 77,03 | 7,09 |
| J-41 | 4,8   | 1er Mai | 6,24  | 82,72 | 7,63 |
| J-42 | 3,98  | 1er Mai | 0,81  | 78,26 | 7,27 |
| J-43 | 1,8   | 1er Mai | 4,82  | 84,96 | 8,14 |
| J-44 | 2,95  | 1er Mai | 1,79  | 79,61 | 7,5  |
| J-45 | 9,31  | 1er Mai | 4,22  | 73,35 | 6,27 |
| J-56 | 11,26 | 1er Mai | 2,91  | 88,97 | 7,61 |
| J-57 | 11,47 | 1er Mai | 1,55  | 88,64 | 7,55 |
| J-58 | 18,48 | 1er Mai | 3,64  | 87,12 | 6,72 |
| J-59 | 18,88 | 1er Mai | 0,44  | 86,22 | 6,59 |
| J-61 | 5,45  | 1er Mai | 4,49  | 85,11 | 7,8  |
| J-62 | 4,98  | 1er Mai | 2,62  | 84,03 | 7,74 |
| J-63 | 5,07  | 1er Mai | 3,5   | 82,28 | 7,56 |
| J-64 | 3,68  | 1er Mai | 2,05  | 74,36 | 6,92 |
| J-65 | 17,82 | 1er Mai | 2,19  | 83,99 | 6,48 |
| J-66 | 10,75 | 1er Mai | 0,17  | 88,58 | 7,62 |
| J-67 | 6,13  | 1er Mai | 5,3   | 88,8  | 8,09 |
| J-68 | 4,67  | 1er Mai | 0,63  | 86,23 | 7,98 |
| J-69 | 5,17  | 1er Mai | 13,56 | 88,69 | 8,17 |
| J-70 | 4,03  | 1er Mai | 2,85  | 85,18 | 7,94 |
| J-74 | 4,04  | 1er Mai | 3,6   | 85,32 | 7,95 |
| J-75 | 7,16  | 1er Mai | 0,78  | 78,4  | 6,97 |
| J-76 | 5,6   | 1er Mai | 5,7   | 84,21 | 7,69 |
| J-77 | 3,96  | 1er Mai | 2,09  | 75,76 | 7,03 |
| J-78 | 6,66  | 1er Mai | 2,77  | 82,95 | 7,47 |
| J-79 | 4,15  | 1er Mai | 3,04  | 74,57 | 6,89 |
| J-80 | 7,15  | 1er Mai | 6,19  | 82,64 | 7,39 |
| J-81 | 10,03 | 1er Mai | 0,45  | 75,17 | 6,38 |
| J-82 | 9,93  | 1er Mai | 3,25  | 76,13 | 6,48 |

|       |       |         |      |       |      |
|-------|-------|---------|------|-------|------|
| J-83  | 9,66  | 1er Mai | 0,9  | 75,06 | 6,4  |
| J-84  | 9,2   | 1er Mai | 0,59 | 73,02 | 6,25 |
| J-85  | 9,81  | 1er Mai | 1,73 | 75,47 | 6,43 |
| J-86  | 9,51  | 1er Mai | 0,69 | 72,77 | 6,19 |
| J-87  | 10,11 | 1er Mai | 0,57 | 74    | 6,25 |
| J-88  | 4,33  | 1er Mai | 5,17 | 84,91 | 7,89 |
| J-89  | 3,89  | 1er Mai | 0,48 | 83,75 | 7,82 |
| J-90  | 3,89  | 1er Mai | 6,18 | 82,13 | 7,66 |
| J-91  | 4,56  | 1er Mai | 1,43 | 79,27 | 7,31 |
| J-92  | 3,66  | 1er Mai | 4,91 | 82,64 | 7,73 |
| J-93  | 4,22  | 1er Mai | 1,47 | 79,54 | 7,37 |
| J-94  | 2,18  | 1er Mai | 4,79 | 84,55 | 8,06 |
| J-95  | 2,43  | 1er Mai | 0,73 | 80,76 | 7,67 |
| J-96  | 10,39 | 1er Mai | 5,63 | 75,76 | 6,4  |
| J-98  | 22,91 | 1er Mai | 3,96 | 80,47 | 5,63 |
| J-99  | 24,6  | 1er Mai | 1,89 | 74,14 | 4,85 |
| J-100 | 22,81 | 1er Mai | 0,56 | 78,73 | 5,47 |
| J-101 | 23,15 | 1er Mai | 0,66 | 80,93 | 5,65 |
| J-103 | 3,05  | 1er Mai | 5,85 | 81,5  | 7,68 |
| J-104 | 5,47  | 1er Mai | 2,39 | 85,89 | 7,87 |

### **Remarque 2**

Le tableau précédent montre les valeurs de pressions et charges hydraulique, nous remarquons que les pressions varient entre 4.85 bar et 8.17 bar.

## **Conclusion**

A travers ce chapitre nous avons commencé avec un rappel des différents types de reseau de distribution d'eau potable, des réservoirs et des conduites, ensuite nous avons évalué les besoins en eau de la population a différents horizons (2020-2050) par le débit moyen, débit maximal et le débit de pointe. Par la suite nous avons évalué la consommations horaires des habitants de la zone 1<sup>er</sup> mai El Bouni pour l'horizon 2050 afin de déterminer les besoins nécessairesd'ici là pour cette agglomération.

A la fin nous avons dimensionné le reseau de distribution dont le reseau est de type mixte, nous avons déterminé les diamètres des différentstronçons qui sont en PEHD PN 10 bar qui varient entre (32 mm - 630 mm) en vérifiant les vitesses (0.12 m/s - 1.66 m/s) et les pressions (4.85 bar - 8.17 bar) au niveau des de ces tronçons et des nœuds. La modélisation est effectuée à l'aide du logiciel WATERCAD

## Conclusion générale

A travers ce mémoire de fin d'études de master, nous avons abordé en premier lieu la problématique de la thèse qui parlait de l'importance de la gestion et la maîtrise d'eau, en tenant compte des dégâts financiers que peut causer le surdimensionnement des infrastructures hydrauliques dus à la surestimation des besoins en eau.

La bonne gestion nécessite l'étude de tous les facteurs influençant sur la demande en eau, tel que : les ressources limitées, le changement climatique, vieillissement des infrastructures et le développement démographique.

Nous avons fait une synthèse qui englobe toutes les méthodes d'estimation de la demande en eau reconnues dans le monde et nous avons défini les limites d'application de chacune en Algérie.

Afin de connaître la méthode la plus fiable en Algérie, nous avons pris l'agglomération du 1<sup>er</sup> Mai de la commune de El Bouni, il s'agissait d'une zone semi rurale qui va recevoir un apport de population d'un taux de 44% de l'horizon 2020 jusqu'à 2030 (ce qui explique l'augmentation énorme de population à l'horizon 2030) du aux extensions qu'ils y auront lieu.

Il fallait bien suivre les recommandations des experts en appliquant les démarches afin de découvrir la plus optimale et en épinglant le meilleur choix des procédures. Les besoins ont été calculés par trois approches différentes :

Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle    Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers    Méthode analytique par La méthode statistique multi variée.

L'approche qui a donné l'estimation la plus fiable est la méthode analytique par la méthode statistique multi variée qui donne la prévision la plus optimale du nombre d'habitant à l'horizon 2050 et la consommation en eau la plus favorable. Ceci dit, afin de brader le problème de surestimation, sous-estimation, exubérances irrationnelles et de répondre aux besoins hydriques des différents usagers.

Selon les résultats de la méthode choisit, nous avons fait le dimensionnement de notre zone d'étude, en utilisant le logiciel WaterCAD, et après plusieurs simulations nous avons obtenue des résultats satisfaits.

Au terme de notre étude on peut conclure que la réalisation d'un reseau d'alimentation en eau potable se base sur plusieurs critères dépendant du nombre d'habitants, de la nature du terrain,

de la qualité et la quantité d'eau distribuée, et aussi en respectant les normes de réalisation d'un réseau AEP.

Enfin nous espérons que cette étude pourra atteindre les objectifs visés qui recherche d'avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP qui satisfait les besoins nécessaires de ses habitants et des secteurs économiques tout en tenant compte des économies imposées par les limitations de cette ressource et l'exigence de sa préservation.

# Les références

J. Collin, 1993; J. Margat et V. Andreassian, 2008.

P. Gleik, et al. 2002; WWDR3, 2009

WWDR3, 2009

Peter H. Gleick et Meena Palaniappan, Peak water limits to freshwater withdrawal and use, *Proceedings of the National Academy of Science* (2010) **107** 11155–11162. (doi:

10.1073/pnas.1004812107).

MeriemeBoukamoum, CONTRIBUTION A LA PREVISION DE LA DEMANDE EN EAU EN ALGERIE (APPLICATION SUR L'AGGLOMERATION DE SETIF), Mémoire de master, P1,

2015/2016

D'apresle rapport du Programme commun de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de l'UNICEF intitulé Progrès en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène : mise à jour 2017.

Nesrine Badjadj, ANALYSE DU SYSTEME DE PRODUCTION D'EAU POTABLE AINSI QUE SA GESTION ET SON EXPLOITATION AU NIVEAU DE LA WILAYA DE BEJAIA, mémoire de Master, P16, 2016/2017.

ONU : Banque Mondiale. <http://dev2.churchill.fr/cieau2019/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/ou-en-sont-les-ressources-en-eau-dans-le-monde/>

Kherbache Nabil, la problématique de l'eau en Algérie, 2014.

Opinion aussi de centre national de recherche scientifique :www.cnrs.fr. 53

Fondation de l'Eau Potable Sûre (FEPS) :www.safewater.org

A. Buchs, 2012

<https://www.eaufrance.fr/>

J. A. Allan, 1996

Andrew Maddocks, Robert Samuel Young and Paul Reig - August 26, 2015. WORLD

RESOURCES INSTITUTE. <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>

Rutger Willem Hofste, Paul Reig and Leah Schleifer - August 06, 2019, WORLD RESOURCES INSTITUTE. [https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-](https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress)

[face-extremely-high-water-stress](https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress)

L'ONU: L'Organisation des Nations Unies est une organisation internationale fondée en 1945, regroupant 193 États <https://www.un.org/fr/>

L'ONS: Office National des Statistiques, est le service officiel des statistiques en Algérie créée en 1964

<http://www.ons.dz/-Demographie->

Etude réalisé par AGIRE 2016 : <https://www.agire.dz/wp-content/uploads/2019/06/les-20ans- web.pdf>

Le PNE (2011d) projette une demande en eau potable de 4 113,1 hm<sup>3</sup> à l'horizon 2030, c'est-à-dire une mobilisation supplémentaire 1 013,1 hm<sup>3</sup>, ce qui nécessite un programme d'investissement volontariste à des coûts de milliards de dinars, dans le cas d'absence d'une politique penchée sur la gestion de la demande

Kherbache Nabile, La problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contrainte, 2014

Dominique Geoffray, Prévision des demandes en eau en zone urbaine, 1997.

Jean-Daniel RINAUDO, La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable, 2013.