

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Hydraulique et Génie Civile

Mémoire de Licence

Domaine : Sciences et de la Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique

Thème

**Etude Du Réseau D'eau Potable Du Quartier 100
logement commun de Bouhraoua**

Réalisé par : TAHAR Abderrahmane

Encadré par : Dr LACHEHEB Sena

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
{رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت عليّ وعلى والديّ وأن أعمل صالحاً ترضاه}

« Avant de présenter ce travail, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers notre Tout-Puissant Allah pour nous avoir accordé la patience et le courage dans la réalisation de ce mémoire. »

« Tout d’abord, nous tenons à remercier le Dr LACHEHEB SENNA pour son avis, disponibilité et me permettre de bénéficier de ses connaissances et
Avec sa qualité, professionnelle et humaine. »

« Je remercie tous les enseignants du département Hydraulique. »
Et Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin

Dédicace

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidés sur la bonne voie tout au long de ce travail et qui nous a inspiré les bons pas et les bons réflexes, sans sa miséricorde ce travail n'aurait pas abouti

À ma très chère mère,

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'Amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as soutenu et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'Allah te protéger et te donner la santé, le bonheur et longue vie.

À mon très cher père,

M'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour leur amour, leurs encouragements. Que ce travail, soit pour toi. Qu'Allah le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège

À mes frères, à toute ma famille, et mes amis, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible. Sans oublier tout

À Tout le groupe Hydraulique de L'université de

GHARDAIA.

ملخص

التزايد الديمغرافي يتلازم مع التطور العمراني ومع تزايد احتياجات السكان أهمها التزود بالماء الشروب مما يتطلب تشكيل شبكة تزويد جديدة ابتداء من المصدر إلى المستهلك يهدف هذا المشروع إلى نمذجة شبكة توزيع المياه الصالحة لشرب لحي مائة مسكن بلدية بوهراوة بعد دراسة تدقيقية للموقع من ناحية المناخ و التطور الديمغرافي وتقدير الاحتياجات اليومية و بعد التأكد من سعة الخزان قمنا بتحديد كمية و نوعية الأنابيب التي ستستعمل في انجازه و ذلك باستخدام برنامج مع مراعاة السرعات الضغوطات المناسبة

Résumé

L'augmentation démographique coïncide avec le développement urbain et avec les besoins croissants de la population, dont le plus important est l'approvisionnement en eau potable, qui nécessite la constitution d'un nouveau réseau d'approvisionnement de la source au dernier consommateur. Ce projet vise à modéliser le réseau de distribution d'eau potable de la nouvelle quartier 100 logement Bouhraoua, après une étude d'audit du site en termes de climat, d'évolution démographique et d'estimation des besoins quotidiens, et après s'être assuré de la capacité du réservoir, nous avons déterminé la quantité et la qualité des canalisations qui seront utilisées dans sa mise en œuvre en utilisant un programme prenant en compte vitesses et pressions adéquates.

Abstract

Population growth coincides with urban development and the growing needs of the population, the most important of which is the supply of drinking water, which requires the creation of a new supply network from source to last consumer. This project aims to model the drinking water distribution network of the new 100 Bouhraoua housing district, after an audit study of the site in terms of climate, demographic evolution and estimation of daily needs, and after ensuring the capacity of the reservoir, we determined the quantity and quality of the pipes that will be used in its implementation using a program taking into account adequate speeds and pressures.

Introduction générale.....	10
I -1 : Introduction	12
I.2: Présentation d'un réseau d'AEP	12
Définition	12
I.2.1 : Les composants d'un réseau AEP.....	14
I.2.2 : Le réseau de distribution.....	14
I.2.3: Les conduits d'adduction	14
I.2.4 : Station de traitement	16
I.3.1 : Réseau de distribution ramifié	16
I.3.2 : Réseau de distribution maillé.....	16
I.3.3: Réseau de distribution étagé :	17
I.4.1 : types de réservoirs :	17
I.6.1 : Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP	21
II.2. Cadre géographique.....	26
II.2.1. Aspect géomorphologique	26
II.2.2. Aspect topographique	27
II.2.3. Réseau hydrographique	27
II.3. Cadre hydro-climatique	28
II.3.1. Les éléments du climat	28
II.3.1.4. Humidité relative	30
II.4. Cadre géologique.....	31
II.5. Cadre hydrogéologique.....	33
II.5.1. Aquifère du SASS	33
II.5.1.1.1. Limites et structure du CI	34
II.5.1.1.2. Piézométrie et alimentation du CI	35
II.5.1.1.3. Structure du ci dans la région du m'Zab.....	35
II.5.1.2.1. Alimentation –écoulement.....	36
II.5.2. Aquifère albien dans la région de Ghardaïa	37
II.5.3. Répartition et Nombre de forages.....	38
II.5.4. Exploitation et usage	38
III. Présentation du parc étudier	40
IV.6. Conclusion	40

III.1. Introduction :	43
III.2. Etude du la capacité du réseau :	43
III. 3. Situation démographique :	43
III.4. Estimations des besoins :	43
III.4.1. Choix de la dotation :	43
III.4.2. Besoins domestiques :	44
III.4.3. Besoins d'équipements :	44
III.4.4. Estimations des besoins totaux.	45
III.5. Etude de la variation des débits :	46
III.5.1 Débit maximal journalier	46
III.6.2 Débit Pointe:	46
III.7. Calcul hydraulique du réseau :	48
III.7.1Calcul du débit spécifique :	48
III.7.2. Débit en route :	48
III.7.3. Débit de nœud :	49
III.8. Conclusion.	50
IV.1. Introduction.	51
IV.2. Présentation du logiciel EPANET.	51
IV.2. 1. Capacités modélisation de hydraulique d'EPANET	52
IV.2. 2. L'EPANET calcule	52
IV.2. 3. Les objets du logiciel EPANET :	53
IV. 3. Méthode de calcul	53
IV.4. Les résultats de la simulation :	54
IV.5. Conclusion	58
CONCLUSION GENERALE	60
Références bibliographique	61

Introduction générale

Introduction générale

L'alimentation en eau potable d'une ville constitue une nécessité vitale pour la population. C'est pourquoi il est élémentaire d'entamer au maximum les problèmes qui perturbent cette alimentation. L'enjeu principal des services d'AEP concerne essentiellement à protéger les réseaux, de limiter les fuites et d'apporter un service de qualité. Il s'agit de réaliser le diagnostic et d'assurer l'entretien des réseaux tout en construisant un programme de maintenance et réhabilitation.

C'est dans ce sens que s'inscrit ce travail qui a pour objectif de mener une étude critique du réseau d'AEP de Bouhraoua et de vérifier son fonctionnement.

La démarche adoptée a consisté en premier lieu à calculer les indicateurs de performance pour se prononcer sur l'état du réseau, ensuite créer la base de données du réseau d'AEP de Bouhraoua sous SIG et enfin transférer ce réseau pour simuler son comportement avec Epanet. Ceci est fait pour ressortir les points faibles du réseau et de proposer les solutions adéquates. Dans le cadre de notre étude, Epanet doit nous permettre d'avoir plusieurs configurations du réseau pour choisir la configuration optimale, qui assure les débits, les diamètres, les pressions et les vitesses les plus convenables possibles.

Pour ce faire, ce travail se propose de développer un aspect théorique et un aspect technique, qui sont organisés comme suit :

Chapitre I : Etude bibliographique

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

Chapitre III : Calcul hydraulique d'un réseau maillé

Chapitre IV : Modélisation hydraulique.

Chapitre I:

Etude

bibliographique

I -1 : Introduction

La mission d'un service d'eau potable consiste à garantir la production et la distribution d'eau potable en quantité, qualité et pression adéquates, en fonction des capacités du système, tout en respectant les normes en vigueur. Il veille également à la préservation du patrimoine, ainsi qu'à la sécurité des usagers, du public et du personnel. Au fil du temps, les canalisations se détériorent, les diamètres deviennent insuffisants et les matériaux se fragilisent. Il arrive un moment, tôt ou tard, où il devient nécessaire de remplacer les conduites de distribution ou les branchements.

Dans ce chapitre, nous allons faire une étude bibliographique sur le réseau d'AEP et nous Présentons certaines notions que nous utilisons dans les chapitres suivants.

I.2: Présentation d'un réseau d'AEP

Définition

Un réseau d'eau potable est un système de canalisations et d'équipements conçu pour assurer l'acheminement et la distribution de l'eau potable aux habitants d'une ou plusieurs collectivités. (Siges Aquitaine)

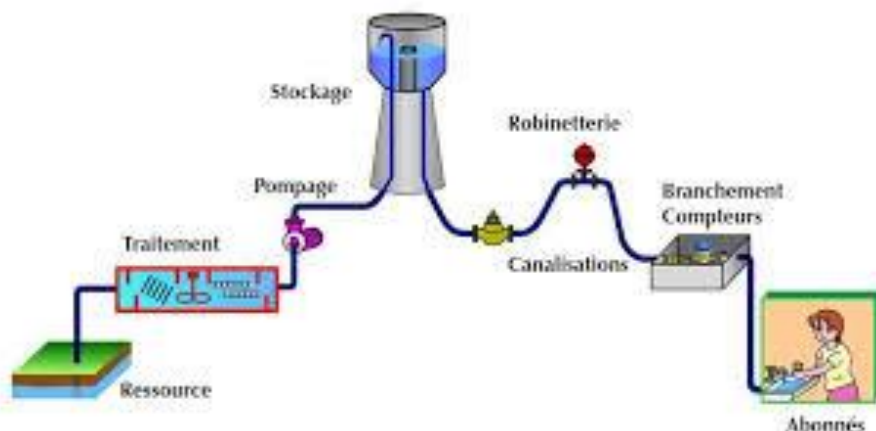


Figure I.1 : Schéma descriptif d'un système d'AEP (Abdelbaki.C,2014)

I.2.1 : Les composants d'un réseau AEP

Un système d'AEP peut être divisé en trois composantes.

1. La zone d'adduction entre les ressources (puits, forages, captage de sources, prises en rivières...) et l'usine de potabilisation (appelée aussi station de traitement).
2. La zone de transfert entre station de traitement et le réservoir de distribution. L'eau y est traitée, et les débits sont les mêmes que dans la zone d'adduction
3. La zone de distribution à l'aval du réservoir de stockage. (ENGEES)

I.2.2 : Le réseau de distribution

Il est composé de canalisations, de dispositifs de robinetterie et d'ouvrages de génie civil, tels que les réservoirs, qui assurent l'alimentation en eau des consommateurs via un branchement privé relié à une conduite collective.

Elle est effectuée par gravité d'un réservoir se situant d'un point haut vers le réseau de distribution. L'adduction vers le réservoir peut aussi se faire d'une manière gravitaire ou parfois par pompage. (André DUPONT, 1979)

I.2.3: Les conduits d'adduction

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution. On distingue généralement deux types d'adduction :

I.2.3.1 adduction gravitaire (écoulement à surface libre ou en charge)

Lorsque la cote de la source est plus élevée que celle du réservoir, l'adduction gravitaire peut se faire par aqueduc, par conduite forcée ou sous pression. Dans le cas des aqueducs ou des canaux à ciel ouvert, l'écoulement s'effectue à surface libre, sans pression, sous l'effet de la pente. Il demeure généralement uniforme sur l'ensemble du parcours, conçu pour assurer le transit du débit requis.

Avec des conduites en charge, l'écoulement est à section pleine, c'est-à-dire sous pression.

Ce mode d'adduction a les avantages suivants :

- permet d'avoir des vitesses plus grandes que dans le cas des aqueducs
- l'eau est isolée du milieu extérieur : moins de pertes et pas de risque de pollution
- pas de contraintes en ce qui concerne la pente de la conduite

Il est évident que, dans ces conduites en charge, la perte de charge est plus importante que dans les aqueducs. (Site scolaire)

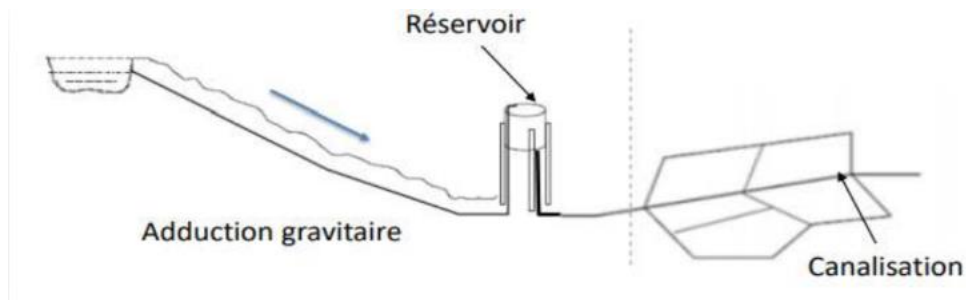


Figure I.2: Adduction gravitaire. (ENGEES)

I.2.3.2 Adduction par refoulement : (écoulement en charge seulement)

L'adduction par refoulement repose sur l'utilisation d'une station de pompage. Lorsque le point de captage se trouve à une altitude inférieure à celle du réservoir de distribution, l'eau captée ou traitée est acheminée par une conduite de refoulement grâce au pompage. (Site scolaire)

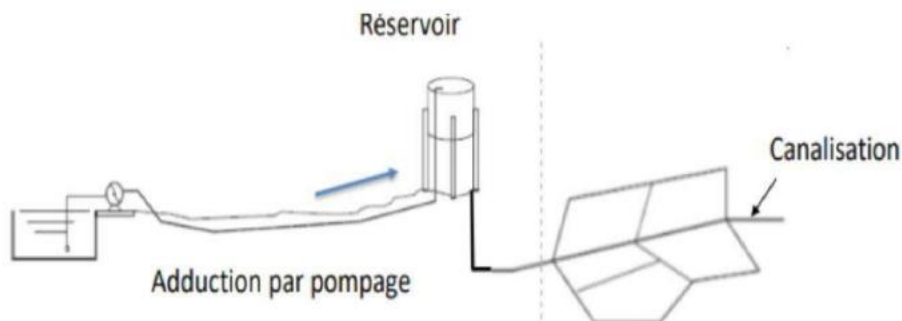


Figure I.3: Adduction par pompage (ENGEES)

I.2.4 : Station de traitement

La qualité de la source d'approvisionnement en eau détermine le niveau de traitement nécessaire. Par exemple, une eau souterraine de bonne qualité peut simplement nécessiter une désinfection pour être conforme aux normes en vigueur. En revanche, l'eau provenant d'un lac ou d'une rivière requiert un traitement plus approfondi pour garantir sa potabilité. (Abdelbaki, 2014)

D'une façon générale, toute utilisation d'eau de surface exige un traitement continué avant son captage la composition de l'eau sera examinée de point de vue turbidité. Pouvoir comatant degré hydrotimétrique pH teneur en matières organiques et en Escheria coli. (André DUPONT ,1979)

I.3 : Les types des réseaux distribution

Un réseau de distribution d'eau est une infrastructure conçue pour assurer l'approvisionnement en eau potable d'une zone résidentielle ou industrielle. Il en existe plusieurs types, notamment les réseaux ramifiés, maillés et étagés.

I.3.1 : Réseau de distribution ramifié

Les réseaux ramifiés sont les plus simples, conçus uniquement pour acheminer l'eau jusqu'au point de livraison. Dans ce type de réseau, l'eau suit un trajet unique pour atteindre chaque point de distribution. (Site cours/engées)

I.3.2 : Réseau de distribution maillé

Les réseaux maillés sont constitués de conduites formant des boucles fermées, permettant une alimentation en retour et réduisant ainsi les risques de perturbation du service. Chaque point du réseau peut ainsi être approvisionné par plusieurs directions. En général, les réseaux maillés sont privilégiés pour les zones urbaines, tandis que les réseaux ramifiés sont plus adaptés aux zones rurales. (Site cours/engées)

I.3.3: Réseau de distribution étagé :

Le réseau étagé se distingue par des variations de niveau significatives, entraînant une distribution d'eau à haute pression aux points les plus bas, souvent en dehors des normes requises. Pour remédier à cette situation, un réservoir intermédiaire, alimenté par le réservoir principal, est installé afin de réguler la pression dans le réseau. (DJAIDJA et al,2018)

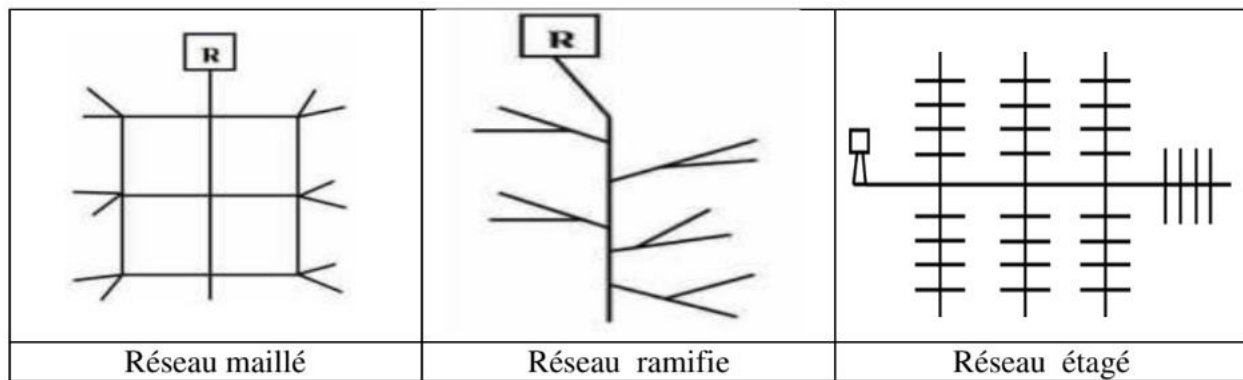


Figure I.4: types des réseaux distribution (ENGEES)

I.4 : Les Réservoirs

Un réservoir d'eau est un dispositif destiné à stocker l'eau pour une utilisation future. Il sert également de régulateur de pression et de débit, assurant la transition entre le système de production et celui de consommation. (Journal Vol,1996)

I.4.1 : types de réservoirs :

Afin de répondre en permanence à la demande en eau potable des abonnés, des réservoirs sont installés pour gérer les pics de consommation.

Lors de la conception de réservoirs, on est amené à faire plusieurs choix concernant le type de réservoir, son emplacement, sa capacité, son altitude son équipement.

- La technique de construction (métal maçonnerie, béton armé ou précontraint)
- L'intégration au site (surélevés (1). Enterrés ou semi-enterré (2), etc....)
- Les considérations esthétiques.

Les caractéristiques topographiques de la région ainsi que les conditions hydrauliques de la distribution seront des factures importantes pour le choix de l'ouvrage. (outil d'aide au diagnostic)

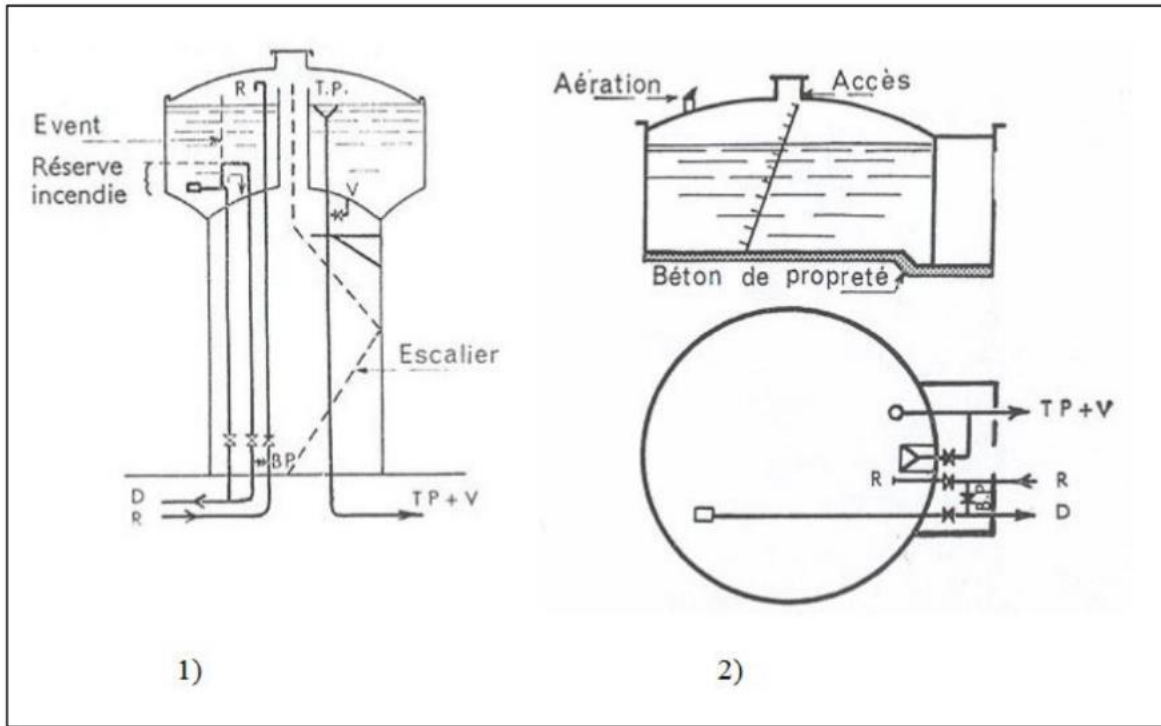


Figure I.5: les types de Réservoirs. (Outil d'aide au diagnostic)

I.5 Canalisation :

L'acier : permet une réduction importante du nombre de joints et est concurrentiel à la fonte au niveau du prix mais, nécessite une protection cathodique contre la corrosion. (Outil d'aide au diagnostic)



Figure I.6: Canalisation en Acier. (ENGEES)

Le béton : est un bon compromis entre l'acier et la fonte (pose continue sans joint, protection cathodique inutile) mais, peut affecter les caractéristiques organoleptiques de l'eau (outil d'aide au diagnostic)

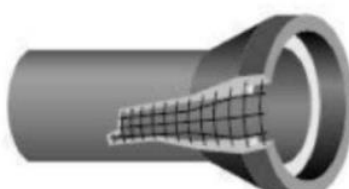


Figure I.7: Canalisation en Béton Armé (ENGEES)

Le PPR : est un tube utilisé sur une installation sanitaire. Effectivement, il peut acheminer l'eau chaude comme l'eau froide. Le polypropylène random, un matériau neutre qui résiste fabuleusement bien aux attaques des agents corrosifs (outil d'aide au diagnostic)



Figure I.8: canalisation en PPR (ENGEES)

Le PEHD : résiste à la corrosion, à la casse et aux UV, permet une manutention plus aisée mais, demande un savoir spécifique pour les raccords, a des risque d'ovalisation pour les gros diamètres, coûte cher pour les gros diamètres (outil d'aide au diagnostic)



Figure I.9: Canalisation en PEHD (ENGEES)

La fonte ductile : à une meilleure résistance. L'installation de la fonte nécessite un remblai plus soigné, les coûts de manutention sont plus chers car la fonte est plus lourde, tout comme les coûts hors pose présente un nombre de joints important et nécessite des butées "béton" lors des changements de direction pour les joints standards. (Outil d'aide au diagnostic)



Figure I.10: canalisation en fonte ductile (ENGEES)

Le PVC : n'est pas cher pour les petits diamètres, résiste à la corrosion, permet une manutention plus aisée mais, se dégrade à la lumière et au gel et rélargie certaines substances dans l'eau. (Outil d'aide au diagnostic)



Figure I.11: Canalisation en PVC (ENGEES)

Tuyaux en amiante-ciment : ils sont fabriqués pour canalisation sous pression à partir d'un mélange intime et homogène en présence d'eau, d'amiante en fibre et de ciment Portland, à l'exclusion de toute armature métallique. (Outil d'aide au diagnostic)



Figure I.12: Tuyaux en amiante-ciment (ENGEES)

I.6: Modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique est une technique de simulation numérique des écoulements des cours d'eau, réalisée à l'aide de logiciels spécialisés. Elle permet de représenter le fonctionnement d'un réseau à la fois dans l'espace et dans le temps. Ces logiciels offrent la possibilité de visualiser les caractéristiques hydrauliques du réseau à chaque point, telles que les débits, les vitesses d'écoulement et les pressions.

En calculant l'évolution de ces caractéristiques dans le temps, le modèle permet de mieux comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau, d'en faire un diagnostic, et de tester différents scénarios résultant d'actions volontaires (changement du marnage d'un réservoir, construction d'une nouvelle canalisation, etc.) ou involontaires (fuite en réseau, défaillance d'une pompe). (BUOUSALAA et BENBEKHTI,2018)

La modélisation hydraulique est un outil très utile (voire incontournable pour les réseaux complexes) pour définir certaines actions de lutte contre les pertes et évaluer leur impact

I.6.1 : Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP

- **PORTEAU**

Portaux est un logiciel de simulation hydraulique et de cinétique adapté aux réseaux d'eau sous pression, il est développé par le Cemagref de Bordeaux en 2001.

Il permet : une schématisation du réseau, la représentation de son fonctionnement en pointe, sur un horizon de plusieurs heures ou jours, la modélisation de la qualité avec temps de séjour, cinétique et traçage de provenances. Il est utile comme outil de gestion et d'aide au dimensionnement

- **EPANET**

Logiciel Epanet est né suite à une initiative du Congrès des Etats-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable (CHEMIDI et KADDOUR,2026)

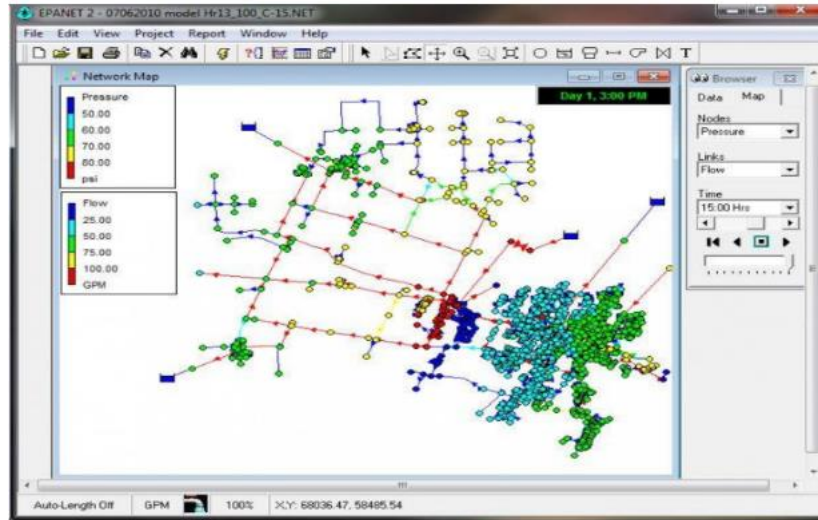


Figure I.13: logiciel epanet.

- **Water CAD**

Est un logiciel de modélisation et d'analyse de la distribution de l'eau ; il permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution.

Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureaux d'étude font confiance à Water CAD, un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision du contrôle des systèmes de lutte contre les incendies à l'analyse de l'eau, de la consommation énergétique et à la gestion des coûts. (BUOUSALAA et BENBEKHTI,2018)

- **PICCOLO**

Piccolo est un logiciel de modélisation des réseaux d'eau potable, développé par le Siège en 1986. C'est un outil général de simulation des écoulements en charge dans les réseaux maillés en utilise pour mesurer Sonomètre.

A partir des données du réseau, Piccolo calcule les vitesses, les pressions, les débits, l'évolution des niveaux de réservoirs...

Les calculs peuvent concerner un régime statique ou dynamique, c'est un outil puissant de modélisation des réseaux de fluides (eau potable, eau surchauffée). (BUOUSALAA et BENBEKHTI,2018)

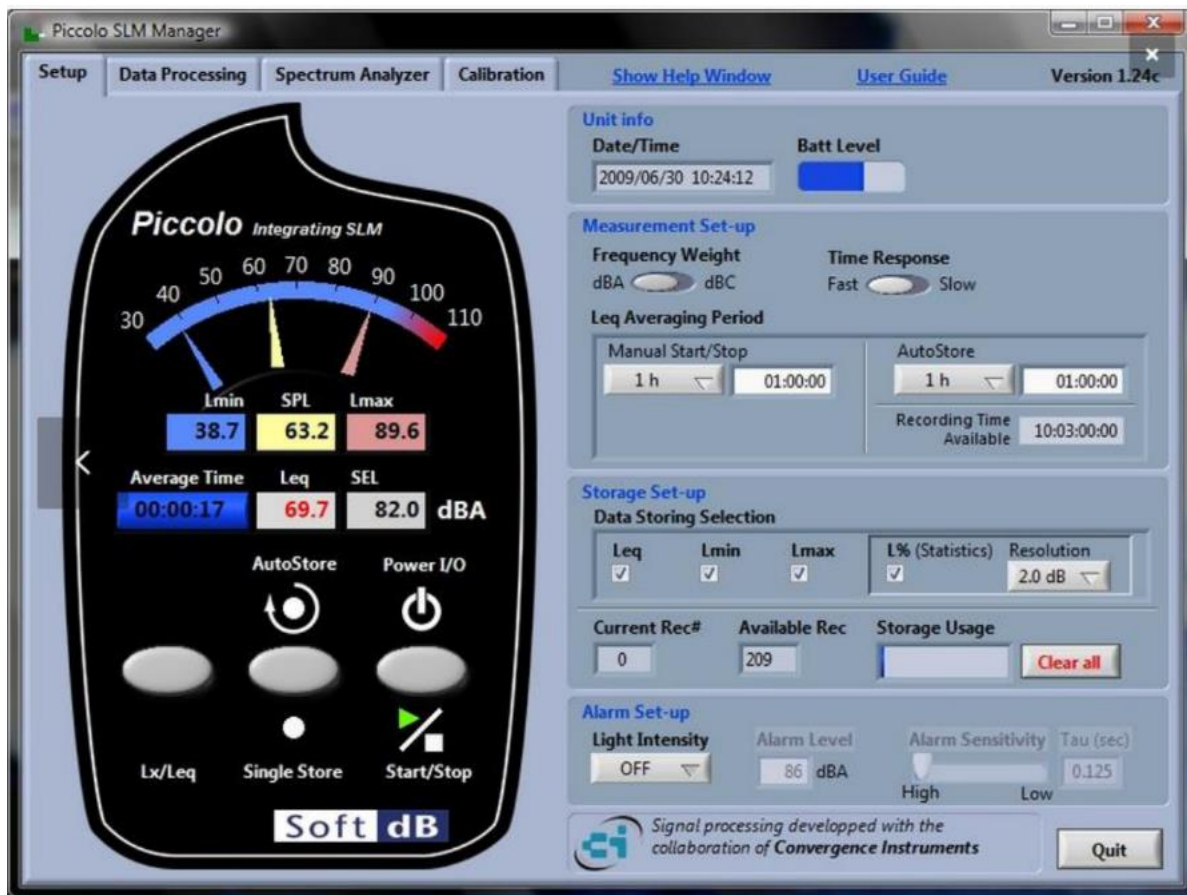


Figure I.14: Sonomètre Piccolo (ENGES)

- **RESODO :**

RESODO est un logiciel de modélisation des réseaux d'eau potable et d'une manière générale des réseaux d'eau.

Il permet de modéliser les réseaux de tout type et de toute dimension : petits réseaux ruraux, grands réseaux urbains, prise en compte d'une grande gamme d'équipements : réservoirs, pompes, vannes régulatrices, etc.

Il propose de nombreux outils d'aide à l'utilisateur, parmi lesquels : calculs des pressions résiduelles, calculs de défense contre l'incendie, estimation des fuites, calculs de bilans, etc.

RESODO utilise le moteur de calcul EPANET pour effectuer ses calculs hydrauliques et de qualité. (BUOUSALAA et BENBEKHTI,2018)

I.7: Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'alimentation en eau potable, on a défini les différents types de canalisation et quelques logiciels de modélisation.

Chapitre II :

Présentation de la

région d'étude

II.1. Introduction

La région de Ghardaïa appartient à la vaste plateforme saharienne. Ce chapitre propose une présentation générale du cadre physique de la zone d'étude, en mettant en avant ses caractéristiques géographiques, climatiques, géologiques et hydrogéologiques.

II.2. Cadre géographique

II.2.1. Aspect géomorphologique

La wilaya de Ghardaïa se trouve dans le nord du Sahara Algérien. La ville de Ghardaïa est située à environ 600 km au sud de la capitale d'Alger. La superficie totale de la wilaya est estimée à 26165 km², avec une extension d'environ 100 à 150 km du nord au sud et de 200 à 250 km d'est en ouest. Son altitude moyenne au-dessus du niveau de la mer est de 460 mètres. De plus, la wilaya de Ghardaïa est limitée par :

- La wilaya de Djelfa et la wilaya de Laghouat au nord,
- La wilaya d'El Bayadh à l'ouest,
- La wilaya d'Ouargla à l'est,
- Et la wilaya de Manéa au sud.

La commune de Ghardaïa, capitale de la wilaya éponyme, est située à environ 200 km de Laghouat et d'Ouargla, à près de 400 km d'El Bayadh et à environ 270 km de la ville de El Ménéa. (Monographie Avril 2022).

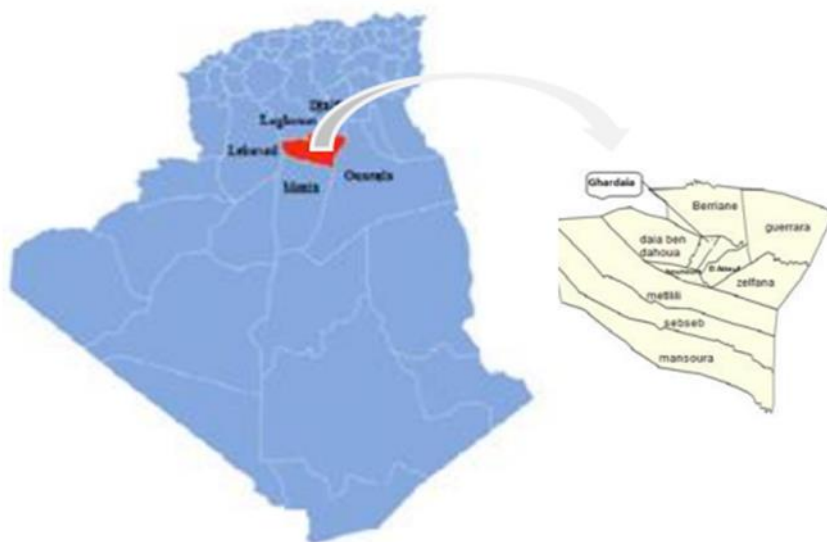


Figure II.1: Localisation géographique de la région de Ghardaïa (Monographie Avril 2022).

II.2.2. Aspect topographique

L'agglomération se caractérise par un relief essentiellement plat, avec une pente moyenne de 4% en direction du sud-ouest. Son altitude moyenne est d'environ 360 mètres (Sebti, 2015).

II.2.3. Réseau hydrographique

La région de Ghardaïa se caractérise par les Oueds sont :

Oued M'Zab

Le bassin du M'Zab couvre une superficie d'environ 5000 km², bien que ses limites soient imprécises dans sa partie orientale. Toutefois, en le restreignant à la zone de Ghardaïa, où se situe le point le plus bas généralement affecté par les crues, sa superficie se réduit à 1500 km². L'Oued M'Zab s'étend sur environ 320 km d'ouest en est, depuis la région de Bohna Rouila jusqu'à la Sebkret Safioune. Il prend sa source à une altitude de 750 mètres sous le nom de vallée El Abiod et se termine à la Sebkret Safioune, située à 107 mètres d'altitude (Mihoub and Chabour, 2000).

Oued Metlili

Le bassin de Metlili, situé au cœur de l'oasis éponyme, s'étend sur une superficie ne dépassant pas 400 km². Comme les autres bassins de la région, ses limites orientales restent floues en raison des particularités géologiques de cette zone, marquée par le domaine continental du Pliocène. L'Oued Metlili, long de 214 km, est interrompu à 134 km de sa source par la ceinture dunaire de l'Areg Rhanem. Plus en aval, son lit est jalonné de daïas qui absorbent une partie des eaux de ruissellement, la plus importante étant la Daïa Ghemta (Mihoub and Chabour, 2000).

Oued Zegrir

Le bassin, délimité à hauteur de Guerrara, s'étend sur une superficie de 4100 km². Il se développe principalement sur les affleurements continentaux du Miocène et du Pliocène et est parcouru par de nombreuses daïas, souvent drainées par des vallées. En raison des phénomènes karstiques présents dans la région, ces cours d'eau tendent à s'assécher avant d'atteindre leur confluence avec le Zegrir ou son prolongement, le Zgag, ce qui rend les frontières nord et sud peu distinctes.

La principale artère hydrologique s'étire sur 270 km, de la tête de l'Oued Ajerma jusqu'à la Daïa Ben Feïlah, constituant ainsi la limite naturelle des grandes crues. (Mihoub and Chabour, 2000).

Oued N'sa

Le bassin d'El-Nissa, situé au sud du bassin précédent, s'étend sur environ 7800 km². Ses limites orientales restent floues en raison des caractéristiques géologiques de la région. Sa principale artère, longue de 320 km, prend naissance dans la région de Tilrempt à une altitude d'environ 750 mètres et se termine à la Sebkret Safioune, au nord d'Ouargla, à une altitude de 107 mètres. (Mihoub and Chabour, 2000).

II.3. Cadre hydro-climatique

II.3.1. Les éléments du climat

La région de Ghardaïa se trouve dans une zone désertique où le climat est aride et sec (Monographie Avril 2022).

II.3.1.1. Température

La température est considérée comme étant le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des animaux et des plantes ainsi que sur la durée du cycle biologique des insectes tout en déterminant le nombre de générations par an. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère (RAMADE., 1984).

Les températures mensuelles enregistrées durant l'année de 2020 dans la région de Ghardaïa sont notées dans le Tableau II.1.

Tableau II.1 : Températures mensuelle en °C de la région de Ghardaïa durant l'année 2020

T (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	17,5	22,1	22,7	27,4	33,5	37,7	40,5	40,9	34,4	28	22,3	18,1
m	4,9	8,7	11,4	16	20,6	25	27,6	27,5	22,9	16,1	11,8	8,1
(M + m) / 2	11,3	15,7	17,3	21,8	27,6	31,9	34,6	34,9	28,9	22,1	17	13

T : Température mensuelle en (°C) ;

M : Moyenne mensuelle des températures maximales de l'année 2020 en °C ;
 m : Moyenne mensuelle des températures minimales de l'année 2020 en °C ;
 (M + m) / 2 : Moyenne mensuelle des températures de l'année 2020 en °C.

La région de Ghardaia est caractérisée par des valeurs de température moyenne la plus faible est enregistré en janvier ($T_{\text{moy}} = 11,3^{\circ}\text{C}$). Par ailleurs la température moyenne du mois le plus chaud est notée en Aout ($T_{\text{moy}} = 34,9^{\circ}\text{C}$).

II.3.1.2. La pluviométrie

La pluviométrie agit sur la vitesse du développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (DAJOZ., 1982).

Pour la région d'étude, les valeurs des précipitations mensuelles obtenues à Ghardaïa a 2020 (exprimées en millimètres). Les valeurs des précipitations mensuelles de la région de Ghardaïa en 2020 sont mentionnées dans le Tableau II.2.

Tableau II.2: Précipitations mensuelles enregistrées dans de la région Ghardaïa en 2020

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
P	0	0	3,3	9,4	5,59	0	0	0	4,57	0	0	0	22,86

P : Précipitation mensuelle exprimées en millimètres.

D'après le tableau 2, il faut signaler que les précipitations sont très rares durant l'année 2020 à Ghardaïa, cela est justifié par un faible cumul annuel qui est de 22,86 mm et le mois le plus pluvieux est Avril ($P = 9,4 \text{ mm}$).

II.3.1.3. Le vent

Les vents jouent un rôle clé dans la formation du relief désertique et accentuent son aridité. Leur caractère sec favorise une évaporation intense. (MOULIAS, 1927).

Le vent constitue le principal facteur de transport et d'accumulation du sable, de formation des dunes, d'érosion et de polissage des roches, tout en contribuant à l'augmentation de l'évaporation et à d'autres processus environnementaux. (Monod, 1992).

C'est le principal moteur de la dispersion à grande distance par le vent (Kuhnelt, 1969).

En raison de sa puissance et de sa froideur, il constitue un facteur limitant. Il influence la répartition des précipitations en accentuant l'évaporation et en abaissant les températures. (White, 1986)

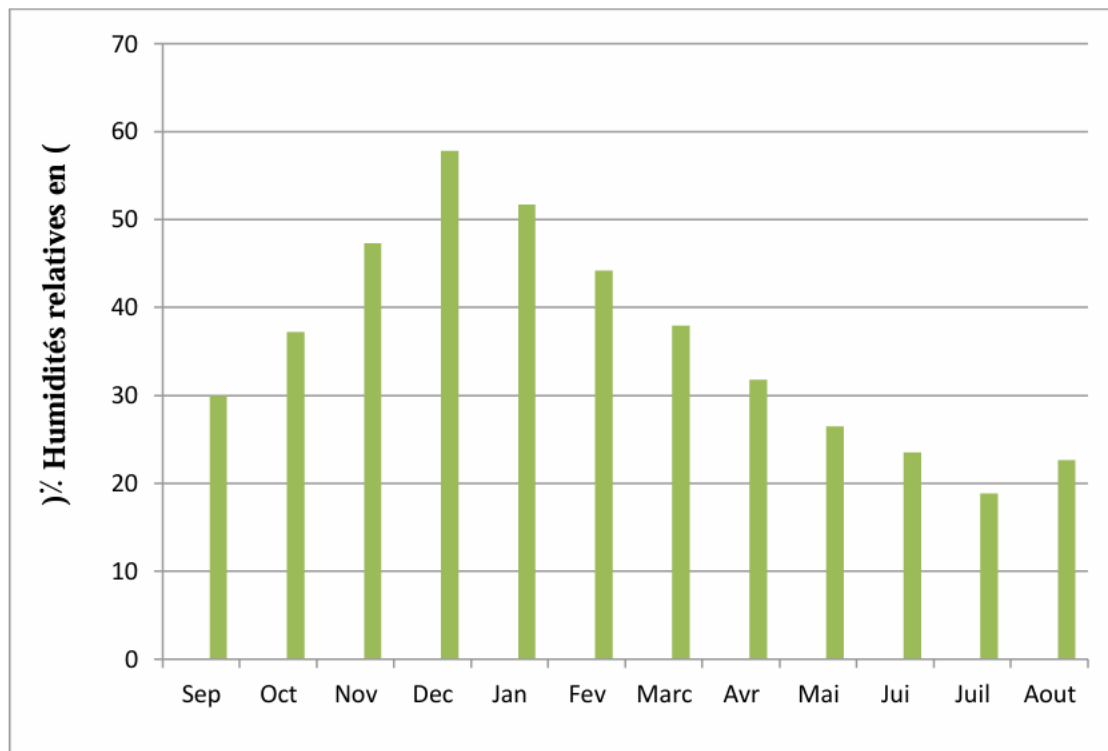
II.3.1.4. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en %, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante. C'est un élément atmosphérique très important puisqu'il station de Ghardaïa a 2020 sont présentées dans le Tableau II.3. (DAJOZ., 1982).

Tableau II.3: Humidité relative moyenne (en%) à la station de Ghardaïa (2011-2020).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Marc	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Ann
	30	37.2	47.3	57.8	51.7	44.2	37.9	31.8	26.5	23.5	18.8	22.6	

D'après l'histogramme de la Figure II.2, on remarque que l'augmentation taux d'humidité de la rentrée de l'automne au mois septembre jusqu'a au printemps au mois mars, en revanche on remarque la diminution de taux d'humidité au mois d'avril jusqu'à la fin mois d'aout. (DAJOZ., 1982).



*Figure II.2: Histogramme des humidités relatives en (%) à la station de Ghardaïa (2011-2020).
(DAJOZ., 1982).*

II.4. Cadre géologique

La région de Ghardaïa se trouve au cœur du vaste bassin sédimentaire du Sahara septentrional, caractérisé par des terrains tabulaires légèrement inclinés vers le nord-est, en direction du centre du bassin. La stratigraphie des formations sus-jacentes à l'Albien y est relativement simple, les distinctions stratigraphiques reposant essentiellement sur les caractéristiques lithologiques en raison de la rareté des fossiles. (Sebti, 2015)

Albien

Ce dépôt continental, constitué de sable, de grès et d'argile sableuse aux teintes variées, peut atteindre une épaisseur de plus de 400 mètres et renferme une importante réserve d'eau souterraine (Sebti, 2015).

Cénomanién

Ce dépôt argilo-lagunaire se compose d'argile grise et noire, surmontée de couches de gypse et d'anhydrite dans sa partie supérieure, tandis que sa partie inférieure est constituée d'argile multicolore.

L'épaisseur du Cénomanién atteint 335 mètres, tandis que celle du Vraconien est de 70 mètres. (Sebti, 2015)

Turonien

Ce dépôt carbonaté, d'une épaisseur de 120 mètres, est principalement constitué de calcaire gris massif avec une fraction dolomitique (Sebti, 2015).

Sénonien

a. Sénonien carbonaté

Il s'agit d'un dépôt carbonaté de 25 m d'épaisseur, caractérisé par une succession de calcaire blanc fissuré et karstique, d'argile jaune et de dolomie (Sebti, 2015).

b. Sénonien lagunaire

Il s'agit d'un dépôt lagunaire de 75 m d'épaisseur, comprenant une succession de marne bariolée, d'anhydrite et de calcaire marneux jaune et rouge (Sebti, 2015).

MioplIOCène

Ce dépôt continental détritique, d'une épaisseur de 65 mètres, est constituée de sables moyens à grossiers de teinte rougeâtre, riches en argile (Sebti, 2015).

Quaternaire

Ces formations sédimentaires sahariennes sont des alluvions quaternaires fluviales qui ne se cantonnent pas aux vallées de ruissellement, mais s'étendent également sur de vastes dépressions au sein des chaînes montagneuses de l'Atlas saharien. (Mutin, 1977).

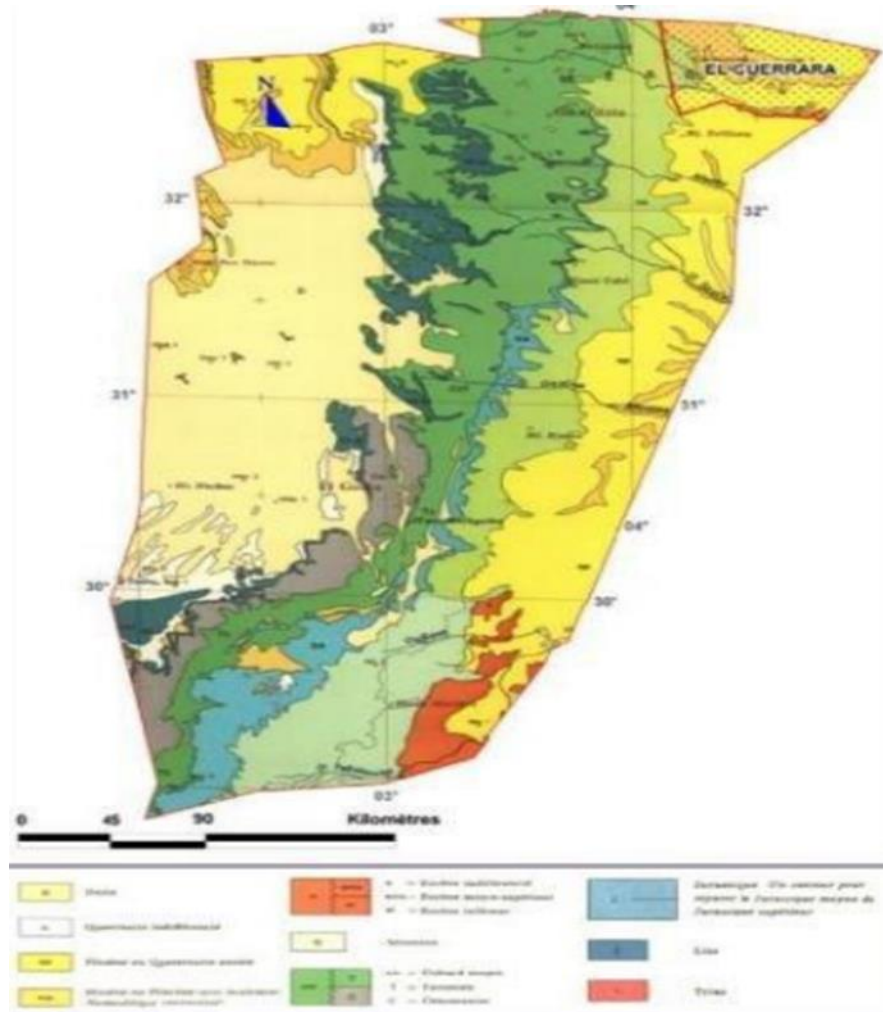


Figure II.3: carte géologique de la région de Ghardaïa selon (ANRH, 2010)

II.5. Cadre hydrogéologique

II.5.1. Aquifère du SASS

Le système aquifère du Sahara septentrional (SASS) s'étend du nord au sud, de l'Atlas saharien aux plateaux de Tidikelt et Tinrhert, et d'ouest en est, de la vallée Guir-Saoura en Algérie jusqu'au Graben de Hun en Libye. Les études révèlent qu'il est constitué de deux principaux réservoirs aquifères : le complexe terminal, situé en surface avec une nappe sub-superficielle, et le continental intercalaire, le plus vaste, caractérisé par une nappe profonde captive (Achour 2014).

Le continental intercalaire, considéré comme le plus vaste aquifère du bassin, délimite également l'étendue du domaine du SASS. Il englobe principalement l'ensemble des formations sablo-gréseuses et argilo-sableuses du Crétacé inférieur. Les épaisses couches argilo-évaporitiques du Cénomaniens jouent un rôle de couverture imperméable au-dessus de cet aquifère. (Achour, 2014).

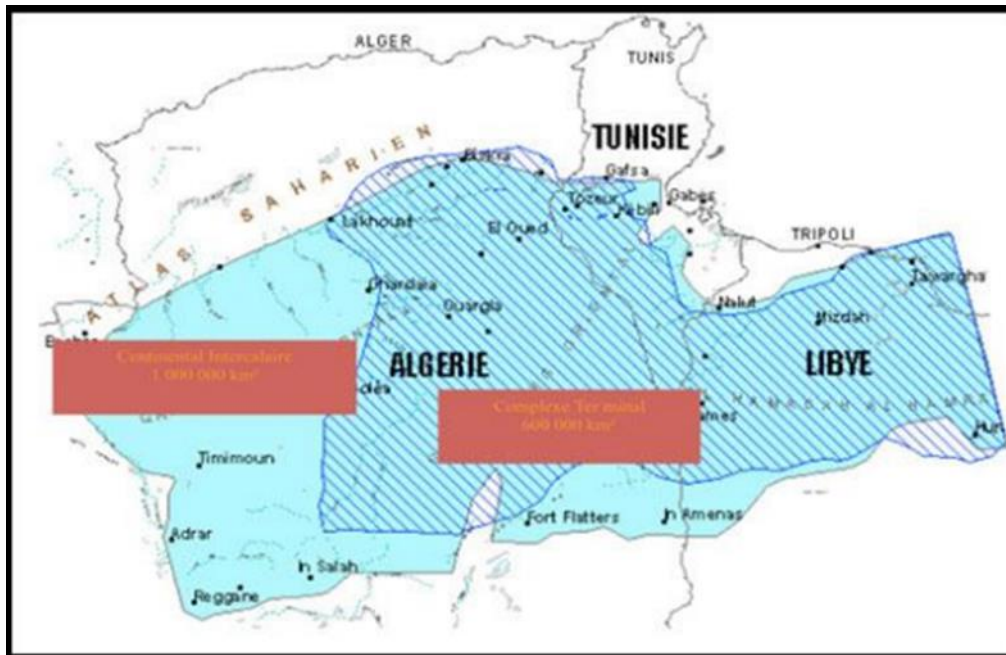


Figure II.4: Limites du domaine SASS (Achour, 2014).

II.5.1.1. Continental Intercalaire

Le continental intercalaire, le plus vaste aquifère du bassin, délimite également l'étendue du domaine du SASS. Il englobe principalement les formations sablo-gréseuses et argilo-sableuses du Crétacé inférieur. Les épaisses couches argilo-évaporitiques du Cénomaniens forment une barrière imperméable recouvrant l'aquifère. (Achour, 2014).

II.5.1.1.1. Limites et structure du CI

La dorsale du M'Zab, s'étendant approximativement du nord au sud, divise le continental intercalaire en deux sous-bassins hydrogéologiques : oriental et occidental. L'ensemble de ce système couvre une superficie de 1 100 000 km², avec une épaisseur moyenne de 358 mètres (Ould Baba, 2005).

La partie sud du réservoir du continental intercalaire (CI) est fortement influencée par les fractures nord-sud d'Amguid-El Biod, qui s'étendent depuis le socle primaire de l'El Hoggar sur une distance de 358 mètres (Ould Baba, 2005).

II.5.1.1.2. Piézométrie et alimentation du CI

L'analyse de la carte piézométrique de la nappe du continental intercalaire (OSS, 2003) montre que les flux d'eau, en provenance de l'Atlas saharien, se scindent au niveau de la dorsale du M'Zab en deux directions principales : l'un s'écoulant vers le sud et le sud-ouest, alimentant les régions de Tidikelt, Touat et Adrar, et l'autre se dirigeant vers le nord-est, atteignant la zone des chotts ainsi que la nappe de la région côtière de la Tunisie.

Bien que situé en zone aride, le continental intercalaire (CI) reçoit une alimentation directe par l'infiltration des eaux de ruissellement au niveau des zones périphériques d'affleurement, notamment sur les piémonts de l'Atlas saharien et les bordures sud des plateaux de Tidikelt et Tinrhert. Il est également alimenté de manière indirecte dans le Grand Erg Occidental, à travers l'infiltration des eaux au sein des dunes de sable (OSS, 2003).

II.5.1.1.3. Structure du ci dans la région du m'Zab

Dans la région du M'Zab, le continental intercalaire est principalement composé de sables fins et de grès jaunâtres à gris, entrecoupés de couches d'argile. Cette formation grésosableuse constitue un aquifère, dont l'Albien est l'étage exploité avec succès par de nombreux forages à travers la wilaya de Ghardaïa. La profondeur du toit de l'aquifère varie selon la zone, se situant entre 650 et 700 mètres dans les régions de Zelfana et Guerrara. (OSS, 2003).

Dans la vallée du M'Zab, le toit de l'aquifère albien se situe à une profondeur comprise entre 290 et 300 mètres. Les forages réalisés pour exploiter cet aquifère atteignent en moyenne 500 mètres de profondeur. L'hydrodynamisme de la nappe dépend de l'altitude de la zone ainsi que de l'épaisseur des formations sus-jacentes qui en constituent le toit. Dans les régions sud et est de la wilaya, la nappe est artésienne et jaillissante, avec des pressions en tête des ouvrages de captage variant entre 0,5 et 4 bars. En revanche, dans les régions ouest et nord, son exploitation nécessite un pompage. (OSS, 2003).

II.5.1.2. Complexe terminal

Le complexe terminal couvre une superficie de 665 000 km² et regroupe plusieurs aquifères formés à différentes périodes géologiques, notamment le Turonien, le Sénonien, l'Éocène et le

Mio-Pliocène. Ces aquifères sont interconnectés, constituant ainsi un système hydraulique intégré. Les limites d'affleurement de ces formations sont ;

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- A l'Est, le long du flanc oriental du Dahar et du J. Nafusa en Tunisie,
- Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït,
- A l'Ouest, sur la dorsale du M'zab (calcaires du Turonien), considérée comme une zone d'alimentation du CT (Achour, 2014).

Etant la limite de la nappe du CT est située plus à l'Est de la région du M'zab, cette dernière n'est pas captée avec succès dans la région de Ghardaïa. De ce fait, nous n'abordons en détail que la nappe du CI (Achour, 2014).

II.5.1.2.1. Alimentation –écoulement

La nappe du complexe terminal s'étend plus à l'est de la région du M'Zab, ce qui limite son exploitation dans la région de Ghardaïa. Par conséquent, l'étude se focalise exclusivement sur l'exploitation détaillée de la nappe du continental intercalaire :

- Soit par infiltration du ruissellement des Oueds descendant des massifs montagneux. Ces derniers traversent les formations perméables affleurantes, notamment au pied de l'atlas saharien, du M'zab et du Dahar.
- Soit par infiltrations des pluies exceptionnelles dans les sables du grand Erg oriental reposant en partie sur des horizons perméables du Complexe Terminal (Ouali, 2005)

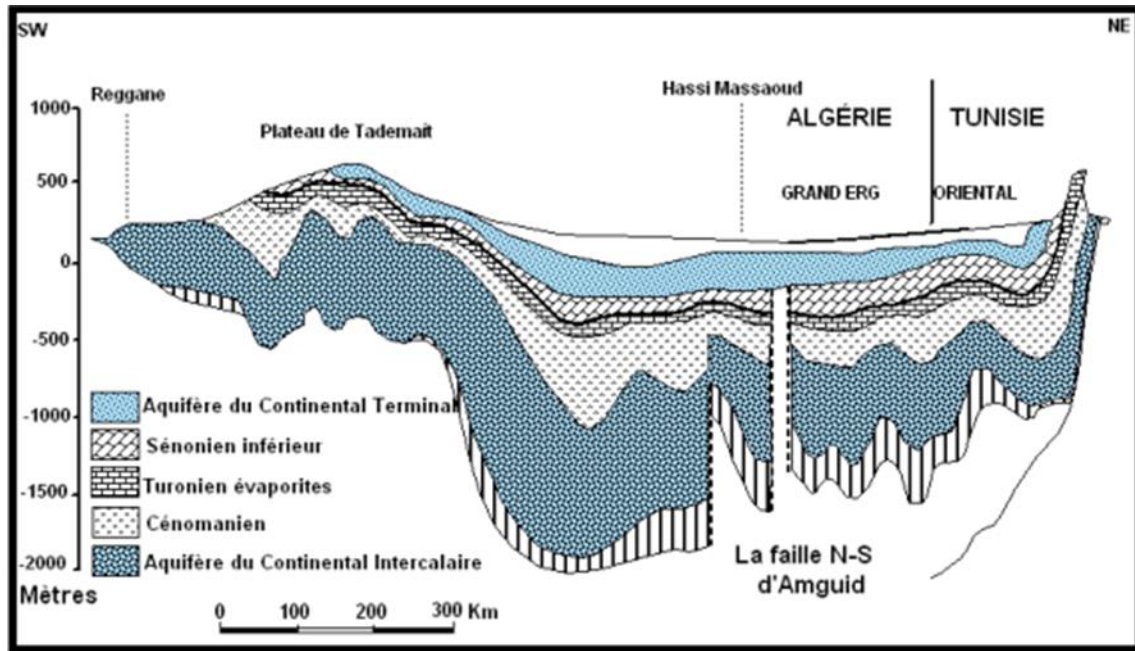


Figure II.5: Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (Unesco, 1972)

II.5.2. Aquifère albien dans la région de Ghardaïa

Cette nappe, caractérisée par des eaux chaudes, représente ainsi le principal réservoir géothermique du Sahara algérien. (Sebti, 2015).

La nappe du Continental Intercalaire dans le Sahara septentrional est principalement constituée de formations sableuses et argileuses datant du Barrémien à l'Albien. Cependant, dans la région de Ghardaïa, seule la couche aquifère argilo-gréseuse de l'Albien est exploitée avec succès. Selon la région et la pente de la formation, l'Albien est accessible à des profondeurs variant entre 160 et 1000 mètres, allant de l'ouest vers l'est de la wilaya. (Sebti, 2015).

Dans les zones du sud-ouest, comme Hassi-Fhal, le toit de l'aquifère est relativement peu profond, variant entre 60 et 150 mètres, ce qui favorise un grand nombre de forages, principalement destinés à l'agriculture. En revanche, dans les zones du nord-est, telles que Guerrara et Zelfana, la profondeur du toit est plus importante, allant de 650 à 700 mètres, expliquant ainsi un nombre plus restreint de forages albiens. Dans les communes environnantes du chef-lieu, comme Metlili, Daya, Bonoura, Atteuf, Berriane, Sebseb et Mansoura, cette profondeur varie entre 250 et 320 mètres. À l'échelle locale, l'écoulement général des eaux suit une direction d'ouest en est (Sebti, 2015).

Bien que minime, l'alimentation de la nappe provient directement des précipitations au pied Sud de l'Atlas Saharien, en particulier en faveur de l'accident Sud-Atlasique (Sebti, 2015).

II.5.3. Répartition et Nombre de forages

Les caractéristiques de la nappe de l'Albien varient en fonction de l'altitude de la zone et de l'épaisseur des formations géologiques qui se sont déposées après le Continental Intercalaire :

- Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage (Zelfana et Guerrara).
- Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120m (Ghardaïa, Metlili et Berriane).

Dans notre zone d'étude, la nappe du Continental Intercalaire est exploitée par des forages dont la profondeur varie selon les régions, allant de 450 à 500 mètres à Sebseb et Ghardaïa, et de 900 à 1 000 mètres à Zelfana et Guerrara. L'inventaire réalisé par l'ANRH en 2016 à l'échelle de la wilaya de Ghardaïa a recensé un total de 766 forages exploitant cette nappe pour divers usages, notamment l'irrigation, l'industrie et l'alimentation en eau potable (AEP) (ANRH,2016).

Tableau II.4: Inventaire des forages albiens selon l'état de l'exploitation (ANRH, 2016).

Désignation	Exploité	Non Exploité	Totaux
Forage AEP	124	48	172
Forage Irrigation	441	133	574
Forage Industrie	18	2	20
Totaux	583	183	766

II.5.4. Exploitation et usage

Les données recueillies auprès des différents organismes gestionnaires de l'eau, notamment la Direction des Services Agricoles (DSA), la Direction des Ressources en Eau (DRE), l'Algérienne des Eaux (ADE) et l'ANRH, indiquent que le volume d'eau extrait de la nappe du Continental Intercalaire est passé de 186,5 hm³ en 2005 à 367,47 hm³ en 2011, atteignant 419,76 hm³ en 2016. Cela correspond à un prélèvement annuel de 419,76 millions de m³ d'eau (ANRH,2016).

Tableau II.5: Evolution du volume d’exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage (ANRH, 2016)

Usage	Volume d’eau exploité (hm ³ /an)		
	2005	2011	2016
AEP	43.49	58.74	68.5
IRR	137.02	302.02	344.33
AEI	5.99	6.71	6.93
Totaux	186.5	367.47	419.76

Il apparaît que le secteur agricole est le principal consommateur d’eau, avec une utilisation annuelle de 344,33 hm³, en raison des programmes de développement lancés par l’État depuis les années 2000, notamment la mise en valeur par la concession et l’Accès à la Propriété Foncière Agricole (APFA).

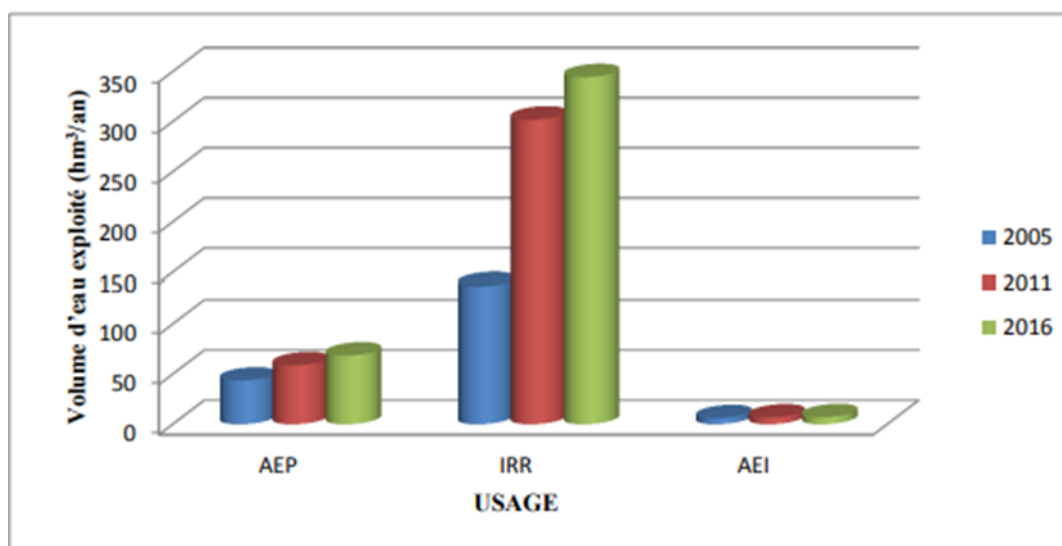


Figure II.7: Evolution de l’exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage du 2005 au 2016 (ANRH, 2016)

L’analyse de l’histogramme met en évidence une forte augmentation de la consommation d’eau pour l’irrigation entre 2005 et 2016, suivie d’une hausse des besoins en eau pour l’approvisionnement en eau potable (AEP). En revanche, la demande en eau pour l’industrie est restée relativement stable sur cette période.

III. Présentation du parc étudiant

III.1. Les coordonnées géographiques du parc industriel

(SOURCE : ANAT -ALGER)

- 32° 30' 23,35'' N
- 3° 40' 10,90'' E



Figure II.8: site du parc (Google Earth ,2025)

Google Earth : est un logiciel, propriété de la société Google, permettant une visualisation de la Terre avec un assemblage de photographies aériennes ou satellitaires. Ce logiciel permet à tout utilisateur de survoler la Terre et de zoomer sur un lieu de son choix (Wikipédia, 2021)

IV.6. Conclusion

La région de Ghardaïa, située dans le nord du Sahara algérien, se trouve à environ 600 km au sud de la capitale, Alger.

Son climat est typiquement saharien, caractérisé par des hivers courts et froids ainsi que des étés longs et torrides, avec des températures estivales pouvant dépasser les 40 °C.

Ghardaïa fait partie du système aquifère du Sahara septentrional (SASS), où les principales ressources en eau sont souterraines. Ces ressources sont réparties entre deux types d'aquifères :

- Les aquifères superficiels, localisés dans les calcaires fissurés du Sénonien carbonaté et du Turonien, ainsi que dans les alluvions des vallées des oueds de la région. Ils sont alimentés directement par les précipitations et les écoulements intermittents des oueds.
- L'aquifère profond du Continental Intercalaire, souvent captif, constitue une source d'eau majeure. Il est composé de sable, de grès et d'argiles sableuses datant de l'Albien. Sa profondeur de captage varie entre 80 et 1000 m selon les zones, à travers des forages destinés à l'irrigation, à l'industrie et à l'alimentation en eau potable (AEP).

Chapitre III :

Calcul

hydraulique d'un

réseau maillé

III.1. Introduction :

Pour créer un réseau d'approvisionnement en eau potable ou d'assainissement (aep), il est nécessaire de collecter des données géographiques, démographiques et topographiques.

Ces données nous aident à réaliser une étude pour déterminer l'emplacement approprié pour atteindre cet objectif. Les informations utiles dans ce contexte peuvent inclure les distances entre les différentes zones, la disponibilité des ressources en eau, le relief, la population, et d'autres informations pertinentes.

III.2. Etude du la capacité du réseau :

Pour la détermination de la capacité du réseau et l'estimation des débits nécessaires au dimensionnement du réseau, On doit tenir compte des données suivantes :

- La Population.
- Les Besoins en eau de la consommation.

III. 3. Situation démographique :

La population peut être estimée sur la base d'un taux d'occupation 6 habitant/logement. Le nombre de la population pour l'année d'étude pourra calculer par la formule suivante :

$$P = \text{Nombre de logement} \times \text{taux d'occupation}$$

Tableau III.1 : Estimations du nombre de population

Nombre de logement	Taux d'occupation	Nombre de population (hab)
100	6	600

III.4. Estimations des besoins :

III.4.1. Choix de la dotation :

En plus de l'impact de la situation économique du consommateur, de la disponibilité des ressources, de l'usage des équipements domestiques modernes et de l'activité industrielle sur la variation des besoins d'une agglomération, ces derniers subissent également une fluctuation saisonnière. En effet, la consommation atteint son minimum en hiver et son maximum en été, en raison d'une demande plus élevée durant les périodes chaudes et humides. Selon les tendances et recommandations internationales, la dotation moyenne en eau par habitant et par jour, hors consommation industrielle, est estimée comme suit :

- Commune rurale : considérée comme étant une agglomération de moins de 2000hab.

125l/j/hab. (200l/j/hab. si l'élevage est intensif).

- Commune dont la population est supérieure à 2000 hab.
 - Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
 - Ville de 20000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
 - Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

Donc pour le calcul des besoins domestiques futur de la zone d'étude on recommande de prendre 200 l/j/hab.

III.4.2. Besoins domestiques :

Pour l'estimation des besoins domestique, nous prenons en considération une consommation journalière en eau potable de 200 l/j/habitant (dotation hydrique). Les besoins domestiques sont représentés dans le tableau suivant (tableau III - 2).

Les besoins sont calculés par la formule suivante :

$$Q_{moy j} = \frac{d \cdot Ni}{1000} \text{ (m3/j)}$$

$Q_{moy j}$: consommation moyenne journalière en (m3/j)

d : dotation journalière en (l/j/hab.)

Ni : nombre de population

Tableau III.2 : Estimations du besoin domestique

Nombre d'habitant (hab)	$Q_{moy j \text{ hab}}$ (m3/j)	$Q_{moy j \text{ hab}}$ (l/s)
600	120	1.388

III.4.3. Besoins d'équipements :

Puisque notre cité d'étude englobe que des logements nous estiment pour les équipements proposés un pourcentage de 15 % du débit journalier moyen habitant. (DMI Annuaire Statique,2018)

Tableau III.3 : Estimations du besoin d'équipement

$Q_{\text{moy j hab}}$ (m ³ /j)	$Q_{\text{moy j équi}}$ (m ³ /j)	$Q_{\text{moy j équi}}$ (l/s)
120	18	0.208

III.4.4. Estimations des besoins totaux

Les besoins totaux regroupent les besoins domestique et les besoins d'équipement.

$$Q_{\text{moy j totale}} = Q_{\text{moy j habitant}} + Q_{\text{moy j équipements}}$$

Tableau III.4 : Estimations du besoin des équipements totaux

$Q_{\text{moy j hab}}$ (m ³ /j)	$Q_{\text{moy j équi}}$ (m ³ /j)	$Q_{\text{moy j tot}}$ (m ³ /j)	$Q_{\text{moy j tot}}$ (l/s)
120	18	138	1.597

Généralement, les réseaux de distribution sont soumis au phénomène de vieillissement ainsi qu'aux éventuels accidents qui provoquent des pertes d'eau considérables qui ne peuvent pas être contrôlées qui se produisent dans le cadre de l'exploitation et la gestion (rupture des canaux, les réparations, pertes, la mauvaise fermeture à l'intérieur de soupape des bâtiments).

Afin d'assurer à la population la quantité d'eau nécessaire, on majore la valeur calculée précédemment (consommation journalière moyenne) avec des degrés divers (20% -50%), on prend 30%, alors le débit moyen majoré est calculé comme suit (tableau III.5) :

Tableau III.5: Estimations des débits moyens majorés

$Q_{\text{moy j totale}}$ (l/s)	$Q_{\text{moy j maj}}$ (l/s)
1.597	2.0761

III.5. Etude de la variation des débits :

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi ces variations :

- Variation annuelle et longtemps qui dépendent du niveau de vie de l'agglomération
- Variation mensuelle et saisonnière qui dépend de l'importance de la ville
- Variation journalière qui dépend de jour de la semaine ou la consommation est plus importante
- Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population.

III.5.1 Débit maximal journalier

Le débit maximal journalier est défini comme étant le débit d'une journée où la consommation est maximale pendant une année. Il est donné par la formule suivante (Tableau III.6) :

$$Q_{\max j} = K_{\max j} * Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$$

$Q_{\max j}$: débit maximum journalier

$Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$: débit moyen journalier majoré = 2.64 l/s

$K_{\max j}$: coefficient de pointe journalier, dans notre cas sera égale à 1,2

Tableau III.6: Estimations des débits maximal journalier

$Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$ (l/s)	$Q_{\max j}$ (l/s)
4.14	4,968

III.6.2 Débit Pointe:

Le débit qui varie considérablement dans la journée en fonction du mode de vie de la population et présente au maximum, appelé pointe. Il est nécessaire pour le calcul et le dimensionnement du réseau de distribution. La détermination de ce débit est donnée par la formule suivante :

$$Q_p = K_p * Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$$

Q_p : le débit de pointe

$Q_{\text{moy j maj}}$: le débit moyen majoré

K_p : coefficient de pointe peut calculer par plusieurs formules

III.6.2.1. Calcul de coefficient de pointe

Il est calculé par cette formule :

$$K_p = K_h \times K_j$$

Avec :

K_h : Coefficient d'irrégularité horaire calculé par la formule suivante :

$$K_h = \alpha_{\max} \times \beta_{\max}$$

Avec :

$\alpha_{\max}$: varie entre [1.1 et 1.4]. Pour notre cas on prend $\alpha_{\max} = 1.4$

$\beta_{\max}$: coefficient varie en fonction de la population (Tableau III.7)

Tableau III.7 : valeurs de β

population	500	1000	1500	2500	4000	6000	50000	100000
β	2.5	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.15	1.1

D'après le tableau ci – dessus et le nombre de population (tableau III.1) nous calculons la valeur de $\beta_{\max}$ et ainsi la valeur de K_p (tableau III. 8)

Tableau III.8: calculer la valeur du coefficient de pointe

K_j	$\alpha_{\max}$	$\beta_{\max}$	K_p
1.3	1.4	2	3.64

Tableau III.9: Estimations du débit de pointe

$Q_{\text{moy j maj}}$ (l/s)	K_p	Q_p (l/s)
2.0761	3.64	7.557

III.7. Calcul hydraulique du réseau :

III.7.1 Calcul du débit spécifique :

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques répartis régulièrement sur la longueur du réseau de distribution. En utilisant le débit spécifique en l/s/m. Le débit spécifique qui est fonction du linéaire se calcule comme suit :

$$Q_{spi} = \frac{Q_p}{\sum L}$$

Avec :

Q_{spi} : débit spécifique.

Q_p : débit de pointe en l/s.

$\sum L$: somme des longueurs du réseau = 2858 m

Tableau III.10: Détermination de débit spécifique.

Débit de pointe (l/s)	Longueur totale du réseau (m)	Débit spécifique (l/s/m)
7.557	1305	0.0057908048

III.7.2. Débit en route :

Le débit en route de chaque tronçon est le produit de débit spécifique par la longueur, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{spi} * L_i$$

Q_r : débit en route.

Q_{spi} : débit spécifique.

L_i : la longueur de tronçon.

Tableau III.11: Détermination de débit en route

Tronçons	conduits	Longueur (m)	Q_{spi} (l/s/m)	Q_r (l/s)
----------	----------	--------------	-------------------	-------------

N1	N2	C2	57	0.0057908048	0.330075
N2	N3	C3	35		0.202678
N3	N4	C4	75		0.434310
N4	N5	C5	35		0.202678
N5	N6	C6	35		0.202678
N6	N7	C7	27		0.156351
N7	N8	C8	35		0.202678
N8	N9	C9	35		0.202678
N9	N10	C10	37		0.214259
N10	N11	C11	37		0.214259
N11	N12	C12	35		0.202678
N12	N13	C13	72		0.416937
N13	N14	C14	63		0.364820
N14	N15	C15	35		0.202678
N15	N16	C16	65		0.376402
N16	N1	C17	38		0.220050
N5	N8	C18	30		0.173724
N17	N9	C19	67		0.387983
N10	N18	C20	70		0.405356
N11	N19	C21	70		0.405356
N8	N19	C22	66		0.382193
N19	N15	C23	65		0.376402
N2	N15	C24	45		0.260586
N17	N4	C25	30		0.173724
N18	N17	C26	38		0.220050
N18	N19	C27	40		0.231632
N13	N19	C28	33		0.191096

III.7.3. Débit de nœud :

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = \Sigma Q_{ri-k}$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

ΣQ_{ri-k} : la somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s)

Tableau III.12: Détermination de débit en nœud

nœud	Q_{ni} (l/s)	nœud	Q_{ni} (l/s)
------	----------------	------	----------------

N1	0.550125	N11	0.822293
N2	0.793339	N12	0.619615
N3	0.636988	N13	0.972853
N4	0.810712	N14	0.567498
N5	0.579080	N15	1.216068
N6	0.359029	N16	0.596452
N7	0.359029	N17	0.781757
N8	0.579080	N18	1.239231
N9	0.804920	N19	1.204486
N10	0.833874		

III.8. Conclusion

La cartier 100 logement de Bouhraoua est dotée actuellement par un réservoir d'eau avec une capacité de stockage de 1000 m3.

D'après notre calcul, le volume du réservoir est suffi pour alimenter la région actuellement.

L'étude des différentes catégories des besoins que nous l'avons effectuée, est basée sur les dotations qui sont fixées selon le plan du développement national.

Chapitre IV :

Modélisation **hydraulique**

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons expliquer la démarche pour avoir le réseau d'AEP de la Ville de Bouhraoua sous le logiciel Epanet ainsi de faire une description de son état en vérifiant sa performance par la simulation avec les Epanet.

IV.2. Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit, la vitesse et les pertes de charge dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs et la concentration en substances chimiques dans les

différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Il a été développé par l'Environmental Protection Agency. EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. (ROSSMAN, 2003)

IV.2. 1. Capacités modélisation de hydraulique d'EPANET

EPANET a de nombreux avantages tel que :

- Taille de réseau illimitée.
- Formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach et Chezy-Manning.
- Sait calculer les pertes de charge singulières aux coudes, joints.
- Sait modéliser les pompes (même à vitesse variable), l'énergie consommée et le coût de fonctionnement.
- Sait modéliser différents types de vannes (clapets anti retour, vannes de contrôle dépression, vannes d'arrêt, etc.).
- Sait modéliser les réservoirs à forme variable.
- Sait modéliser un profil de consommation variable à un nœud ou une consommation dépendante de la pression (asperseur).
- Permet la simulation du réseau par commandes simples ou horodatées.
- Le logiciel présente également un module qualité qu'on ignorera dans notre étude, qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques et les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau.

IV.2. 2. L'EPANET calcule

Plus de ces avantages, EPANET calcule :

- Le débit dans chaque tuyau
- La pression à chaque nœud
- Le niveau d'eau dans les réservoirs
- La concentration en substances chimiques dans les différentes parties de réseau et le temps de séjour

Le logiciel EPANET permet une analyse hydraulique de réseau à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse de systèmes de distribution. EPANET offre aussi une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer un réseau (modification du régime de pompage, précision d'usage des stations de recoloration, planification des entretiens et des remplacements des éléments du réseau, etc.). Il propose aussi de maintenir et d'améliorer la qualité d'eau distribuée aux consommateurs. (ARNALICH, 2011)

IV.2. 3. Les objets du logiciel EPANET :

EPANET reconnaît 6 types fondamentaux d'objets qui interviennent dans un réseau. Ce sont ces objets qui se dessinent et permettent de le faire fonctionner. Ce sont les suivants :



Le nœud : c'est un point auquel on assigne une altitude donnée et par lequel l'eau peut sortir du réseau. Cette sortie se caractérise en lui assignant une demande ou consommation.



La bêche infinie : elle représente une rivière, un lac ou un aquifère souterrain. Elle se caractérise par sa hauteur totale.



Le réservoir : c'est un nœud avec une capacité de stockage limitée. Il se caractérise par : l'altitude de son radier, son diamètre, ses niveaux (maximal, minimal et moyen).



Le tuyau : il permet de véhiculer l'eau dans le système. EPANET suppose que les tuyaux sont pleins à tout instant. De plus, il est possible d'ouvrir, de fermer, ou de limiter le débit à une seule direction sans nécessité d'ajouter des vannes.



La vanne : les vannes seront probablement des éléments à éviter dans notre contexte, car nous avons déjà précisé que les clapets anti-retours et les vannes d'ouverture et de fermeture s'intègrent comme une propriété du tuyau sur lequel elles seront installées.



La pompe : elle permet de pressuriser l'eau dans le réseau. (ARNALICH, 2011)

IV. 3. Méthode de calcul

La perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- Formule de Hazen-Williams
- Formule de Darcy-Weisbach
- Formule de Chezy-Manning

IV.4. Les résultats de la simulation :

Le schéma suivant représente notre réseau

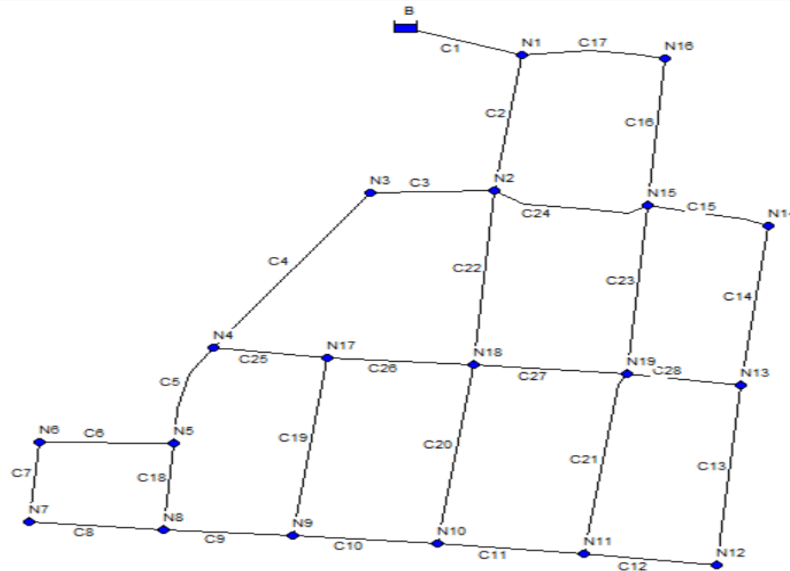


Figure III.1. Le schéma de réseau dans Epanet

On saisit les propriétés des objets :

- ✓ L'altitude (charge totale) de la bête d'eau 576m
- ✓ Les propriétés des tuyaux : les longueurs sont de 27m à 72m, les diamètres sont de 15 à 125, la rugosité est 150 lorsque on choisit tuyaux en PEHD dans tous le réseau
- ✓ Les demandes de base sont de 0,359029 l/s à 1,239231 l/s et altitudes aux nœuds de demande sont de 561 m à 572 m.

Noeud de Demande N1		Tuyau C17	
Propriété	Valeur	Propriété	Valeur
*ID Noeud	N1	*ID Tuyau	C17
Coordonnée X	4082,06	*Noeud Initial	N16
Coordonnée Y	9317,71	*Noeud Final	N1
Description		Description	
Genre		Genre	
*Altitude	572	*Longueur	38
Demande de Base	0,550125	*Diamètre	63
Courbe Modul. Demande		*Rugosité	0,1
Catégories de Demande	1	Coeff. Pertes Singul.	0
Coeff. de l'Émetteur		État Initial	Ouvert
Qualité Initiale		Coef.Réact. dans la Masse	
Qualité de Source		Coef.Réact. aux Parois	
Demande Actuelle	0,55	Débit	-4,50
Charge	575,59	Vitesse	1,44

Figure IV. 2 : Propriétés des tuyaux et des nœuds.

Les résultats du diagnostic sont portés dans les tableaux suivants. En se référant au schéma

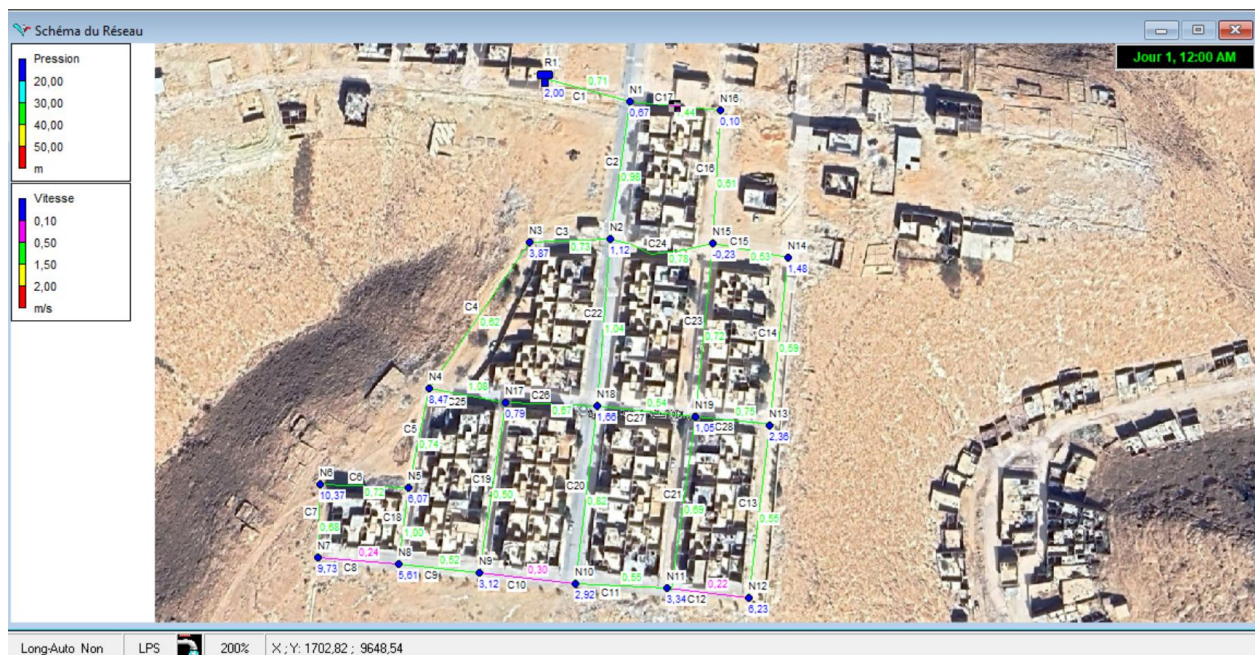


Figure IV.3 : Simulation de réseau par EPANET.

➤ Les tableaux suivants représentent les états aux nœuds et aux tuyaux :

Tableau IV.1 : résultat de simulation de réseaux de 100 logement (les conduits)

Nom de traçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)
Tuyau C01	35	160	0.71
Tuyau C02	57	110	0.98
Tuyau C03	35	90	0.73
Tuyau C04	75	90	0.62
Tuyau C05	35	63	0.74
Tuyau C06	35	40	0.72
Tuyau C07	27	32	0.68
Tuyau C08	35	32	0.24
Tuyau C09	35	32	0.52
Tuyau C10	37	32	0.30
Tuyau C11	37	32	0.55
Tuyau C12	35	32	0.22
Tuyau C13	72	32	0.55
Tuyau C14	63	32	0.59
Tuyau C15	35	50	0.53
Tuyau C16	65	90	0.61
Tuyau C17	38	63	1.44
Tuyau C18	30	63	1.00

Tuyau C19	70	40	0.50
Tuyau C20	70	40	0.82
Tuyau C21	65	32	0.69
Tuyau C22	66	32	1.04
Tuyau C23	65	32	0.72
Tuyau C24	45	32	0.78
Tuyau C25	30	40	1.08
Tuyau C26	38	63	0.67
Tuyau C27	40	32	0.54
Tuyau C28	33	32	0.75

Tableau IV.2 : résultat de simulation de réseaux de 100 logement (les Nœuds)

Nom de Nœud	Altitude (m)	DEBIT de Nœud (l/s)	Pression (m)	Charge (m)
N1	573	0.55	0.67	573.67
N2	572	0.79	1.12	573.12
N3	569	0.64	3.87	572.87
N4	564	0.81	8.47	572.47
N5	566	0.58	6.07	572.07
N6	561	0.36	10.37	570.73
N7	561	0.36	9.93	570.61
N8	565	0.58	5.61	570.12
N9	567	0.80	3.12	569.92
N10	567	0.83	2.92	569.34
N11	566	0.82	3.34	569.23
N12	563	0.62	6.23	570.36
N13	568	0.97	2.36	571.48
N14	570	0.57	1.48	571.77
N15	572	1.22	0.23	572.10
N16	572	0.60	0.10	570.79
N17	570	0.78	0.79	571.66
N18	570	1.24	1.66	571.05
N19	570	1.20	1.05	574.00

A partir de ces tableaux on remarque que ce réseau est caractérisé par :

- Une longueur totale (L_{tot}) du réseau est de 1305 m
- Le réseau est en PEHD de différents diamètres.
- Le réseau de distribution fonctionne en très bon état du point de vue vitesse les vitesses variées entre 0.5 et 1.5 m/s

IV.5. Conclusion

A partir de ce chapitre on peut dire que notre réseau d'alimentation en eau potable fonctionne normalement pour un (1) étage.

On dimensionne notre réseau à partir d'un débit de pointe (Q_p)

On prend dans notre dimensionnement, 150 mm une valeur du minimal diamètre de conduite selon le guide d'alimentation en eau potable du ministère algérien.

Nous avons résumé le dimensionnement des tronçons du réseau dans des figures, en donnant les caractéristiques de chaque tronçon (les cotes terrain naturelles, les débits, les diamètres normalisés, les vitesses, les pertes de charges, et la pression).

Mais il faut installer des accessoires de protection du réseau contre les pressions importantes, avec un contrôle et gestion rigoureuse pour assurer une longue vie au réseau.

Simulation du réseau projeté de type maillée par l'EPANET.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'AEP de Ghardaia de la commune de Bouhraoua

L'étude consiste à établir un diagnostic du système d'alimentation en eau potable c'est à dire la détermination des défaillances (points de piquage), du système de refoulement ainsi que les ouvrages de stockage (réservoirs) et la vérification de rendement du réseau avec des indices IHR, IHP et R%.

Et à l'aide de logiciel EPANAT par des simulations successives.

Cette vérification nous permettra de donner un certains nombres de modifications et recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de ce quartier telle que :

L'installation des accessoires, vannes de sectionnement, ventouses ...,

La rénovation de certaines conduites en PEHD avec des diamètres inférieurs que l'existantes (pour but d'améliorer les paramètres débit, pression et vitesse) et pour éviter le maximum des fuites

L'utilisation du logiciel EPANET malgré sa facilité nous a posé quelques problèmes, mais généralement limitée par les données disponibles au niveau des secteurs concernés.

En fin ce projet nous a permis de découvrir le monde professionnel par la réalisation d'une telle étude à partir des données réelles.

Références bibliographique

1 Abdelbaki, C. (2014). Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG. Cas du GUT. Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid 3 Tlemcen.

2 André DUPONT ; Hydraulique urbaine, Tome 2, Edition Eyrolles, 1979, 484 p.

Site scolaire science et technologie université Batna 2 dz.

<http://www.unit.eu/cours/engees/GEMEue2module4HUpartie1/co/Composantes.html>

DJAIDJA HOUSSAMEDDINE - AHMED MILI ELHASSEN mémoire fin_

Dimensionnement De réseau D'aep par logiciels arc gis et epannet De la nouvelle ville De m'sila
2018 PAGE 54

Canadian Water Resources Journal Vol. 21. No.4. 1996 p341

outil d'aide au diagnostic du reseau d'eau potable pour la ville de Chiisinau par analyse spsial et
tomporalle des dysfonctionnements hydrauliques . dr Igor BLINDU p26.

[http://www.wikip.fr/search?q=définition-canalisation+matériaux-utilisés-dans les réseaux- de-
distribution.](http://www.wikip.fr/search?q=d%C3%A9finition-canalisation+mat%C3%A9riaux-utilis%C3%A9s-dans+les+r%C3%A9seaux-de-distribution)

BUOUSALAA+BENBEKHTI, Hydraulique Urbaine ; mémoire master, Etude diagnostic d'un
réseau d'AEP à l'aide du logiciel Epannet, Juin 2018, page 10-19

CHEMIDI Mostafa & KADDOUR Yasser ; ETUDE DIAGNOSTIQUE DU RESEAU D'AEP DE M'DIG ET SIDI AISSA, CHETOUANE ; mai 2016 ; page 7

MONOGRAPHIE AVRIL (2022). « wilayadeghardaia.dz [archive] »

Sebti, K. (2015) Comparaison entre la qualité des eaux de la nappe phréatique et la nappe albienne de la ville de Zelfana (wilaya de Ghardaïa). Mémoire de Master, Université de Ghardaia

Mihoub,R.,Chabour,N. (2000) "Essais d'interprétation des anomalies hydrogéothermales de la région de Ghardaia, Algérie," université des frères Mentouri Constantine 1.

Ramade, F. (1984). Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Ed. McGrawHill, Paris, 397 pages

Monod, T. (1992)- Du désert. Sécheresse, 3(1). pp. 7-24

FIFATI, A. (2012). Typologie et caractérisation de la qualitédes aquifères d'une zone aride - Cas de la région de Guerrara (Ghardaïa), Mémoire MAGISTER, Université de Tébessa, Algérie

MOULIAS, (1927). L'organisation hydraulique des oasis saharienne. Edition Jules carbonel, Ancienne maison Bastide-Jourdan.305p

Kuhnelt, W. (1969) Écologie générale. Ed. Masson et Cie, Paris, 359 p. 212

White, F. (1986) La Végétation de L'Afrique (The Vegetation of Africa)- Ed IRD, Paris, 384 p.

Sebti, K. (2015) Comparaison entre la qualité des eaux de la nappe phréatique et la nappe albienne de la ville de Zelfana (wilaya de Ghardaïa). Mémoire de Master, Université de Ghardaïa

Mutin, G. (1977). La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed Office Publ. Université., Alger, 606 p.

A.N.R.H., (2010). Note de synthèse sur les premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du Continental Intercalaire dans la wilaya de Ghardaïa, Rapport de l'Agence national ressource hydrique, Ouargla, p 10.

Achour, M. (2014). Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride: cas de la vallée du M'Zab (Ghardaïa–Algérie). Mémoire de magister en sciences de la terre. Université d'Oran

Ould Baba, SY. M. (2005) Recharge et paléorecharge du système aquifère du Sahara SOSS (2003b):Système Aquifère du Sahara Septentrional. Volume 4 : Modèle Mathématique. Projet SASS ; Rapport interne. Annexes. Tunis, Tunisie. 229p.eptentrional. Thèse de doctorat, faculté des sciences de Tunis, 271p.

OSS (2003b) Système Aquifère du Sahara Septentrional. Volume 4 : Modèle Mathématique. Projet SASS ; Rapport interne. Annexes. Tunis, Tunisie. 229p

Hamida, M.,Ryma, B. (2019)Contribution de la géomatique a l'établissement des cartes des indices de la qualité des eaux de la nappe albienne dans la région de Ghardaïa

Ouali, S. (2005). Etude géothermique du sud de L'Algérie. Mémoire de magistère en géophysique. Université M'Hamed BOUGUERRA BOUMERDES

UNESCO. (1972). Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport final, 78p, 1 carte ; 12 planches. OSS, Tunis ; Tunisie

DAJOZ R., 1982 - Précis D'écologie. Éd. Gauthier-Villars, Paris, 503p. Dép. Biol., Univ. Amar Telidji, Laghouat, 83p.

RAMADE F., 1984 - Éléments D'écologie – Écologie Fondamentale. Éd. Mc Graw-Hill, Laghouat, 83p.

DMI Annuaire Statique Année 2018

ROSSMAN Lewis. A, 2003 : Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression Manuel de l'Utilisateur

ARNALICH Santiago, 2011: Epanet and Development, how to calculate water networks by computer, First English Edition. Traduit par Juliana Fernandez, 2016 : Conception et dimensionnement de réseaux d'eau potable par ordinateur, première édition actualisée.

:https://fr.wikipedia.org/wiki/Google_Earth consulté le 24 avril 2021 à 22:15.