

République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement
Supérieur Et de La Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences et Technologies
Département Département de Génie Civil et Hydraulique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Domaine :Sciences et Technologies

Filière :Hydraulique

Spécialité :Hydraulique Urbaine

Par : MEDKOUR Chaima

Thème

**Modélisation hydraulique du réseau d'AEP
El Menia pour l'amélioration de ces performances**

Soutenu publiquement le

Devant le jury :

Boulmaiz tayeb	Grade	Université de Ghardaïa	président
Lachehab senna	Grade	Université de Ghardaïa	Examineur
CHEBIHI Lakhdar	MAA	Université de Ghardaïa	Encadreur
CHOUIREB Mostafa	MAA	Université de Ghardaïa	Ce_Encadreur

Année Universitaire : 2025 2026

Résumé

Le système d'eau potable est une partie importante de la vie humaine il est aussi une base essentielle dans vie, et il fait partie intégrante du bien-être de l'individu et de la société en même temps Par conséquent, ce système doit être préservé et maintenu de toute détérioration ou vieillissement qui nuit à ses caractéristiques d'origine en raison du facteur temps ou d'autres facteurs. Notre travail consiste à rechercher les problèmes du système d'eau potable de la ville de EL MENIA et à proposer les solutions afin d'assurer Le provisionnement durable de la population en eau potable en utilisant le logiciel Google Arth pour obtenir la forme géométrique exacte puis transférer les éléments et les données de base du réseau (débit - vitesse - pression ...) sur EPANET et Auto CAD 2019 programme pour avoir une idée bien claire sur les éléments essentiels afin de donner une simulation du comportement et de l'efficacité du réseau Pour but d' apporter les corrections nécessaires qui assureraient un flux fluide

Mots clés : réseau d'alimentation en eau potable, diagnostic, simulation, EPANET, Google Arth, Auto CAD 2019.

The abstract

The drinking water system Is an important part of humane life; it is also a fundamental basis of life and forms an integral part of both individual and societal well-being. Therefore, this system must be preserved and maintained against any deterioration or aging that may compromise its original characteristics due to time or other factors.

Our work involves identifying the problems in the drinking water system of the city of El Menia and proposing solutions to ensure the sustainable supply of drinking water to the population. To do this, we use Google Earth software to obtain the exact geometric layout, then transfer the network's key elements and data (flow rate, velocity, pressure, etc.) into EPANET and AutoCAD 2019 programs. This allows us to gain a clear understanding of the essential components and to simulate the network's behavior and efficiency with the goal of implementing the necessary corrections to ensure smooth flow.

Keywords: drinking water supply network, diagnosis, simulation, EPANET, Google Earth, AutoCAD 2019.

ملخص

نظام مياه الشرب هو جزء مهم من حياة الإنسان؛ كما أنه يشكل أساساً جوهرياً للحياة ويمثل جزءاً لا يتجزأ من رفاهية الفرد والمجتمع على حد سواء. لذلك، يجب الحفاظ على هذا النظام وصيانته ضد أي تدهور أو تقادم قد يؤثر على خصائصه الأصلية بسبب عامل الزمن أو عوامل أخرى.

يتمثل عملنا في تحديد المشاكل الموجودة في نظام مياه الشرب بمدينة المنبوعة واقتراح الحلول لضمان توفير

مستدام لمياه الشرب للسكان. ولتحقيق ذلك، نستخدم برنامج **Google Earth** للحصول على الشكل الهندسي

الدقيق، ثم نقوم بنقل العناصر والبيانات الأساسية للشبكة (مثل التدفق، السرعة، الضغط، إلخ) إلى برنامجي **EPANET**

و **AutoCAD 2019** يتيح لنا ذلك فهماً واضحاً للعناصر الأساسية، ومحاكاة سلوك وكفاءة الشبكة بهدف إجراء التصحيحات اللازمة لضمان

تدفق سلس.

الكلمات المفتاحية: شبكة توزيع مياه الشرب، التشخيص، المحاكاة،

EPANE ،Google Earth ،AutoCAD 2019.

Remerciement

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude et ma sincère dévotion à **Dieu Tout-Puissant**, qui m'a accordé la volonté, le courage et la force nécessaires pour mener à bien ce travail.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à mes **chers parents**, pour leur soutien indéfectible, leur patience et leurs encouragements constants tout au long de ma vie.

J'adresse également mes vifs remerciements à mes encadreurs, **Monsieur Chebihi Lakhdar** et **Monsieur Chouireb Mostafa**, pour leur précieuse aide, leur grande disponibilité et la qualité de leurs conseils, qui ont été d'un apport fondamental à la réalisation de ce mémoire.

Je suis profondément reconnaissant aux **membres du jury**, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail et d'y consacrer de leur temps.

Je remercie tout particulièrement **Monsieur le Directeur de la Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Ghardaïa et le wilaya de el menia**, pour m'avoir offert toutes les conditions nécessaires à la collecte d'informations pertinentes, ainsi que l'ensemble des **employés et agents de cette direction**, pour leur accueil et leur collaboration.

Je n'oublie pas non plus le personnel de l'**entreprise Algérienne des Eaux – Agence de Ténia**, et je remercie de façon particulière **Monsieur le Directeur**, ainsi que **Monsieur Ben Saha Abdelhakim** et **Monsieur Ibrahim Hakim**, dont l'implication a été déterminante pour la réussite de ce travail.

Je tiens aussi à remercier le **Bureau d'Études de Monsieur ALAN IBRAHIM et Monsieur Boumnad Abdelbasset** pour son soutien et sa contribution.

Ma reconnaissance s'étend à l'**ensemble des enseignants du département d'hydraulique**, qui m'ont transmis, avec passion et générosité, leur savoir et leur expertise durant toutes mes années d'études.

Enfin, je remercie du fond du cœur toutes les personnes — connues ou discrètes — qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail modeste à...

À **mon éternel modèle**, mon soutien moral, la source de ma joie et de mon bonheur, à celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir... **à toi, mon père.**

À **la lumière de mes jours**, la source de mes efforts, la raison de mon existence, le symbole de tendresse et la joie de ma vie... **à ma chère mère que j'adore.**

Aucun mot ne saurait exprimer ni aucun hommage égaler l'amour dont ils m'ont comblé tout au long de ma vie. **Je prie Dieu de leur accorder santé et longue vie.**

À celles et ceux dont la présence à mes côtés en ce jour si spécial a été pour moi un grand bonheur...

À **mes chères sœurs** : Asma, Ghania, Aya,

À **mon cher frère** : Yahia,

À **mes fidèles amies** : Imen, Roumayssa, Zahra, Manel, Aïcha, Meriem.

À toutes celles et ceux qui m'ont soutenu, encouragé, et qui ont toujours été là pour moi...

À **ma famille bien-aimée**, à **mes chers amis**,

À **mes estimés collègues**...

En témoignage de l'amitié qui nous a liés, des souvenirs partagés, et de tous les beaux moments vécus ensemble, **je vous dédie ce travail**, et je vous souhaite à toutes et à tous une vie remplie de joie et de bonheur.

Liste d'Abréviation

AEP : Alimentation en eau potable.

EPA : Environmental Protection Agency

ADE : Algérienne des eaux

PEHD : Polyéthylènes haute densité.

ILP: Indice linéaire des pertes.

ILR: Indice linéaire de réparation.

Q_{équipement} : Débit des équipements.

Q_{moyj}: Débit moyen journalier.

Q_p: Débit de pointe.

PPR: Polypropylène

PVC :Polychlorure de vinyle

Kh_{max}: coefficient de changement de temps.

α max : Le coefficient de préparation des installations et des conditions de travail

β max : coefficient changer selon nombre de population,

Table des matières

Résumé	
Remerciement	
Dédicace	
Liste des Abréviation	
Introduction générale	01
Chapitre I : Le diagnostic d'un réseau d'alimentation en eau potable	02
I. Introduction	03
1.Qu'est-ce qu'un diagnostic ?	03
2.Différentes formes de diagnostics	03
3.Pourquoi faire un diagnostic ?	04
4.Étapes de diagnostic du réseau d'A.E.P	08
Conclusion du chapitre I	18
Chapitre II : Présentation de la région d'El Meniaa	19
I. Cadre géographique	20
I.2 Contexte socio-économique	20
I.3 La géomorphologie	21
I.4 Le réseau hydrographique	21
I.5 La géologie régionale	22
I.6 La géologie locale	23
I.7 La description lithostratigraphique	23
II.1 Paramètres climatiques de la région	29
II.2 Caractérisation du climat	36
Conclusion du chapitre II	38
Chapitre III : Simulation hydraulique	39
I. Choix du logiciel de simulation	40
II. Construction du modèle hydraulique	43
III. Validation du modèle	49
Conclusion du chapitre III	60

Chapitre IV : Analyse des résultats et proposition d'amélioration	61
1.Généralités	62
1.2 Méthodologie	62
2.Modélisation de l'adduction	64
3.Modélisation hydraulique pour les réseaux de distribution	66
Sectorisation du réseau	73
Conclusion du chapitre IV	74
Conclusion générale	76
Bibliographie / Références	78
Annexes	81

Liste des figures

Figure I.1 : Carte topographique de la région d'El-Goléa (source ANRH)	09
Figure II.2 : Carte géologique locale d'El-Goléa	20
Figure II.3 : Carte topographique de la région d'El-Goléa	22
Figure II.4 : Coupe géologique verticale suivant la direction El-Goléa, Djafou, Ourgla	24
Figure II.5 : Carte géologique local d'El-Goléa.	25
Figure II.6 : Corrélation entre les points du sondage	27
Figure II.7 : Corrélation entre les points du sondage.	28
Figure II.8: Température moyenne mensuelle (2008-2017)	30
Figure II.9 : Précipitations annuelles (2008-2017)	31
Figure II.10 : Carte en isohyètes moyennes annuelles du Sahara algérien	32
Figure II.11 : Précipitation moyenne mensuelle (2008-2017)	33
Figure II.12 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air (2008-2017)	34
Figure II.13 : Vitesse moyenne mensuelle du vent (2008-2017)	35
Figure II.14 : Moyenne mensuelle de l'insolation (2008-2017).	35
Figure II.15 : Diagramme ombrothermique (2008-2017)	37
Figure III.16 : Covadis utilisé avec AutoCAD	40
Figure III.17 : Barre de menus Covadis	40
Figure III.18 : Logiciel EPANET	42
Figure III.19 : Réservoir de stockage	44

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : Température moyenne mensuelle (2008-2017)	30
Tableau II.2 : Précipitation annuelle (2008-2017)	31
Tableau II.3 : Précipitation moyenne mensuelle (2008-2017)	32
Tableau II.4 : L'humidité relative moyenne mensuelle de l'air (2008-2017)	33
Tableau II.5 : La vitesse moyenne mensuelle du vent (2008-2017)	34
Tableau II.6 : Moyenne mensuelle de l'insolation (2008-2017)	35
Tableau II.7 : Moyenne des précipitations et des températures (2008-2017)	36
Tableau IV.1 : β_{\max} en fonction de la population	41
Tableau IV.2 : Synthèse des paramètres techniques pour l'estimation de la demande	41
Tableau IV.3 : Répartition des diamètres d'adduction (El Menia)	42
Tableau IV.4 : Valeurs hydrauliques de la conduite d'adduction	43
Tableau IV.5 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	43
Tableau IV.6 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	44
Tableau IV.7 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	45
Tableau IV.8 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	45
Tableau IV.9 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	46
Tableau IV.10 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	47
Tableau IV.11 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction	47
Tableau IV.12 : Diamètres min. et max. (mm) du réseau d'El Menia	48
Tableau IV.13 : Répartition par tranches de diamètres (mm) du réseau d'El Menia	48
Tableau IV.14 : Répartition des diamètres des vannes (mm) du réseau d'El Menia	48
Tableau IV.15 : Pressions dans le réseau (Réservoirs + Forages)	49
Tableau IV.16 : Pressions dans le réseau (Réservoirs)	49
Tableau IV.17 : Répartition des zones dans le réseau d'El Menia	50

*Introduction
générale*

Introduction générale

. Le réseau de distribution d'eau potable constitue un actif stratégique essentiel que les responsables doivent gérer avec efficacité, afin d'adapter le niveau de service aux attentes des abonnés, devenus de plus en plus exigeants et soucieux de la qualité, tout en respectant les contraintes réglementaires croissantes.

La réhabilitation de la performance des infrastructures nécessite une intervention directe sur leurs composants. Les conduites de distribution d'eau représentent un élément fondamental du réseau, se trouvant ainsi au cœur d'une problématique de gestion technique à enjeux stratégiques, financiers et fonctionnels majeurs.

La généralisation de la distribution d'eau potable par réseau est relativement récente en Algérie. Avec l'expansion de la connexion des populations, des questions émergent sur la qualité du service rendu au citoyen.

Bien que la majorité des Algériens disposent aujourd'hui de l'eau au robinet, la maîtrise complète de l'eau distribuée est devenue une préoccupation majeure nécessitant un traitement immédiat.

Pour atteindre ce niveau dans notre zone d'étude, et selon son niveau de développement socio-économique et culturel, deux étapes essentielles ont été franchies ou sont en voie de l'être :

1. L'étape quantitative : qui consiste à satisfaire les besoins physiologiques de base, mesurée principalement par le taux de couverture de la population.
2. L'étape qualitative : qui vise à répondre aux besoins culturels et esthétiques, en complément de l'étape précédente.

Les usagers d'hier sont aujourd'hui des clients qu'il convient de satisfaire individuellement, ce qui rend indispensable l'amélioration effective de la performance.

Cette étude vise à :

- Diagnostiquer le réseau de distribution d'eau potable (AEP) actuel dans la wilaya d'El Menea
- Présentation de la région d'El Meniaa
- Simulation hydraulique
- Analyse des résultats et proposition d'amélioration

Chapitre I

*Le diagnostic d'un réseau
d'alimentation en eau
potable*

I. Introduction

Dans cette section, l'objectif est d'élucider le concept de diagnostic, en abordant des questions critiques telles que la raison d'être d'un diagnostic et les méthodes permettant d'en établir un précis. Il est essentiel de comprendre le diagnostic, car il constitue la base d'un traitement et de soins efficaces aux patients.

1. Qu'est-ce qu'un diagnostic ?

Le terme « diagnostic » vient du grec et signifie « connaissance », ce qui implique que le diagnostic implique l'acquisition d'une compréhension à partir de signes observables. Il englobe le processus de raisonnement qui conduit à identifier la cause d'une défaillance, d'un problème ou d'une maladie, sur la base des informations collectées par le biais d'observations, de tests ou de contrôles. Cette compréhension est cruciale en milieu clinique, car elle oriente les décisions thérapeutiques et les soins aux patients.

A l'origine utilisé dans le domaine médical, ce terme signifie :

- ✓ Identification d'une maladie par ses symptômes
- ✓ Un jugement porté sur une situation, sur un état

L'approche diagnostique en hydraulique joue un rôle crucial pour garantir la fiabilité des réseaux d'alimentation en eau potable. En identifiant les dysfonctionnements et en comprenant les forces et les faiblesses du système, les diagnostics peuvent améliorer la sécurité opérationnelle et éclairer les améliorations futures. Cet aperçu met en évidence l'importance des différentes méthodes de diagnostic et de leurs applications dans les systèmes hydrauliques. . [Belmokhtar, 2010]

2. Différentes formes de diagnostics

Dans les situations d'urgence, le diagnostic peut se manifester sous différentes formes, en fonction des circonstances spécifiques et de la nature du problème. Malgré ces variations, les principes sous-jacents de l'évaluation clinique rationnelle restent les mêmes. Cette capacité d'adaptation est cruciale pour l'efficacité des soins d'urgence, car elle permet aux professionnels de santé de réagir de manière appropriée à diverses présentations cliniques.

2.1 Diagnostic global (approfondi)

Ce modèle fondamental évalue le réseau de manière globale en analysant ses fonctions et son organisation, afin de formuler des propositions d'amélioration. Le diagnostic met en lumière les atouts et les faiblesses du réseau, tout en offrant une

compréhension de son évolution passée. Il permet également d'identifier les menaces et opportunités à venir. Ces informations aident les décideurs à orienter leurs actions pour optimiser les performances du réseau.

2.2 Diagnostic express

Cependant, il arrive que l'urgence ou le caractère ponctuel d'un problème ne justifie pas ou ne permette pas d'attendre les conclusions d'un diagnostic approfondi. Dans ce cas, un diagnostic express s'impose. Son objectif est alors d'identifier les causes des difficultés, de proposer des mesures de redressement immédiates et de prioriser les actions à mener en fonction de leur urgence et de leur importance.

2.3 Diagnostic fonctionnel

La troisième forme de diagnostic est le diagnostic fonctionnel. Ce type d'analyse ciblée vise à résoudre des problèmes internes spécifiques et à optimiser les performances. Par ailleurs, un diagnostic express peut révéler des dysfonctionnements localisés, nécessitant alors un approfondissement ciblé sur la zone concernée pour une meilleure compréhension et résolution des problèmes identifiés.

Dans ce cas, le diagnostic combinera une analyse express avec un diagnostic spécialisé, ciblé sur une seule partie spécifique. [*Belmokhtar*, 2010].

3. Pourquoi faire un diagnostic ?

Le recours au diagnostic est une nécessité incontournable : l'observation, l'identification et l'analyse des anomalies permettent de déterminer les causes des dysfonctionnements et de définir des mesures adaptées pour améliorer la fiabilité du réseau d'alimentation en eau potable. En d'autres termes, il s'agit de proposer des solutions efficaces afin de répondre aux besoins des populations, tant en termes de qualité que de quantité. Un réseau d'A.E.P. peut être confronté à divers problèmes d'origines multiples, tels que les fuites, les branchements illicites, les erreurs de comptage, les enjeux environnementaux, l'infiltration de contaminants, les chutes de pression, les ruptures ou casses des conduites et de leurs accessoires, ainsi que les interruptions de service.

Divers facteurs peuvent contribuer à l'augmentation de la rugosité d'une conduite, notamment les caractéristiques de l'eau, le matériau utilisé, le type et le mode d'application du revêtement intérieur, le cas échéant, ainsi que l'action des bactéries ferrugineuses, entre autres. [*Lencastre*, 1995].

À ces dysfonctionnements s'ajoutent des problèmes de gestion du réseau, engendrant le mécontentement des consommateurs. Ces derniers expriment leurs préoccupations en déposant des plaintes auprès des services compétents, notamment en raison d'une quantité insuffisante d'eau, d'une qualité médiocre ou d'interruptions de l'alimentation.

Les problèmes rencontrés dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés comme suit :

- Dégradation de la qualité de l'eau ;
- Diminution de la capacité de transport ;
- La corrosion des conduites ;
- Augmentation des fuites diffuses ;
- Ruptures ou fuites apparentes ;
- Problème de gestion des réseaux d'A.E.P.

3.1 Dégradation de la qualité de l'eau

L'évaluation de la dégradation de la qualité de l'eau permet de caractériser l'état des conduites situées à proximité du point de mesure ou de l'endroit où une plainte a été signalée par un abonné. Elle peut également fournir des indications sur la corrosion des conduites métalliques, notamment lorsque des produits de corrosion sont transportés à travers le réseau. C'est le cas du phénomène « d'eau rouge », qui résulte de l'oxydation des ions ferreux en ions ferriques, principalement dans les eaux douces, acides ou désaérées. D'autres substances, comme le manganèse, peuvent également altérer la couleur de l'eau, lui donnant une teinte noire.

L'analyse des teneurs en bactéries ferrugineuses ou sulfatoréductrices permet également de détecter la corrosion bactérienne. De plus, un mauvais état des joints ou des conduites en matériau plastique peut altérer la qualité de l'eau en favorisant l'infiltration de substances extérieures, telles que les hydrocarbures.

La relation entre l'âge de la conduite et la dégradation de la qualité de l'eau constitue un indicateur clé du vieillissement de certains composants du réseau. Toutefois, la principale difficulté réside dans l'identification précise de la conduite défectueuse, car il est souvent impossible de déterminer avec exactitude celle qui est à l'origine de la détérioration de la qualité de l'eau. [*Blindu*, 2004].

3.1 Diminution de la capacité de transport

Cette valeur reflète soit la réduction du diamètre interne de la conduite, soit l'augmentation de son coefficient de rugosité. Ce phénomène est causé par l'entartrage calcaire sur les conduites dépourvues de revêtement interne, ainsi que par la formation de protubérances résultant de produits de corrosion tels que $\text{Fe}(\text{OH})_2$ et FeS .

La réduction de la capacité de transport se traduit par une augmentation des pertes de charge sur tout ou partie du réseau. Elle peut être évaluée de la manière suivante :

- En comparant les observations, telles qu'une pression ou un débit insuffisant au niveau des habitations, avec les débits théoriques attendus en certains points du réseau.
- En analysant des échantillons de canalisations prélevés directement sur le réseau. Toutefois, ces relevés restent ponctuels et leur interprétation ne peut être généralisée avec précision.

Le diamètre réduit ou le coefficient de rugosité, estimé ou mesuré sur une conduite, permet d'évaluer son degré d'entartrage. Il est également possible d'analyser l'évolution de la corrélation entre la dégradation de la conduite et certains facteurs tels que son âge, sa nature ou la qualité de l'eau à l'entrée du réseau, à condition que d'autres variables, comme les fuites, puissent être isolées. [*Blindu*, 2004].

3.2 Corrosion extérieure des conduites

Cette corrosion résulte d'une attaque du métal causée par des facteurs externes, généralement liés à la nature du sol ou à la présence d'installations électriques à courant continu à proximité des réseaux d'alimentation en eau. [*Dupont*, 1979].

3.3 Augmentation des fuites diffuses

Les fuites diffuses sont détectées lors de mesures spécifiques ou lors de l'ouverture d'une tranchée de conduite. Elles ne nécessitent généralement pas de réparation, mais contribuent à la baisse du rendement du réseau, l'empêchant d'atteindre un taux supérieur à 90 % ou 95 %.

Elles résultent soit d'une fragilisation du tuyau par de petites ouvertures, soit d'une détérioration des joints devenus poreux. Les fuites diffuses se manifestent de différentes façons, notamment par :

- Une baisse significative du rendement du réseau.
- Une augmentation inexplicite de la production.

- Une discordance entre les volumes mesurés sur les compteurs de zone.
- Des indices visuels, des anomalies dans la distribution ou des bruits inhabituels sur le réseau, tels que :
 - ✓ L'affaissement du terrain.
 - ✓ Une végétation anormalement développée.
 - ✓ Un sol humide en période de temps sec.
 - ✓ Une baisse de pression, même temporaire.
 - ✓ Une insuffisance d'eau chez l'abonné.
 - ✓ Une humidité inhabituelle sur la chaussée.
 - ✓ L'infiltration d'eau claire dans les égouts ou autres ouvrages.
 - ✓ La présence d'humidité sur les murs due à la remontée capillaire.
 - ✓ Des bruits inhabituels sur les branchements des abonnés.
- Une diminution inhabituelle du niveau d'un réservoir.
- Une augmentation progressive de la consommation nocturne.

Lorsque les signes observés sur le terrain ne sont plus suffisants, des mesures peuvent être effectuées à l'aide de techniques de corrélation acoustique. Ces méthodes permettent d'identifier avec précision les conduites les plus dégradées. [**Blindu**, 2004].

3.4 Ruptures ou fuites apparentes

Ces ruptures nécessitent une intervention immédiate sur le réseau et sont qualifiées de « défaillances ». Elles sont généralement détectées soit par une inondation plus ou moins importante sur la chaussée, soit par une augmentation soudaine de la consommation nocturne. Dans ces situations, le système de vannes permet de localiser avec précision l'origine de la fuite ou de la rupture. Ces casses révèlent un mauvais état de la conduite, témoignant d'une fragilisation progressive due à la corrosion, à des mouvements du sol ou à une augmentation de la pression interne. Elles résultent soit d'un amincissement de la paroi de la conduite, soit de la formation de perforations. Leur nature varie selon le diamètre des conduites : les petits diamètres sont principalement sujets aux ruptures transversales, tandis que les grands diamètres subissent plutôt des ruptures longitudinales ou des défaillances au niveau des piquages. Par ailleurs, les fuites au niveau des joints, fréquentes sur les grandes conduites, peuvent devenir apparentes en fonction de leur ampleur. [**Blindu**, 2004].

3.5 Problème de gestion des réseaux d'A.E.P

Les problèmes liés à la gestion des réseaux sont variés :

- Méconnaissance des besoins en eau des populations.
- Entretien insuffisant, voire inexistant, des canalisations et de leurs accessoires.
- Fuites non détectées ou non répertoriées.
- Interventions trop tardives sur les fuites.
- Effectif insuffisant et manque de personnel qualifié.
- Absence de pompes de secours dans les stations de pompage.

Les problèmes mentionnés ci-dessus peuvent affecter un réseau d'alimentation en eau potable. Grâce au diagnostic, l'ingénieur hydraulicien doit approfondir son analyse afin d'identifier précisément leurs causes et mettre en place des solutions adaptées pour améliorer la fiabilité du réseau.

4. Etapes de diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable

Le diagnostic d'un réseau d'alimentation en eau potable repose sur une approche progressive, structurée et méthodique. Il suit une série d'étapes visant à établir un lien logique entre les observations, les causes potentielles et les conséquences engendrées, dans le but unique de définir un plan d'action efficace. Les différentes étapes de cette démarche sont illustrées dans le schéma suivant :

La connaissance du Le patrimoine :

1. L'existant ;
2. Les données relatives au fonctionnement du réseau ;
3. Les données relatives au réseau ;
4. Les données relatives aux défaillances et interventions.

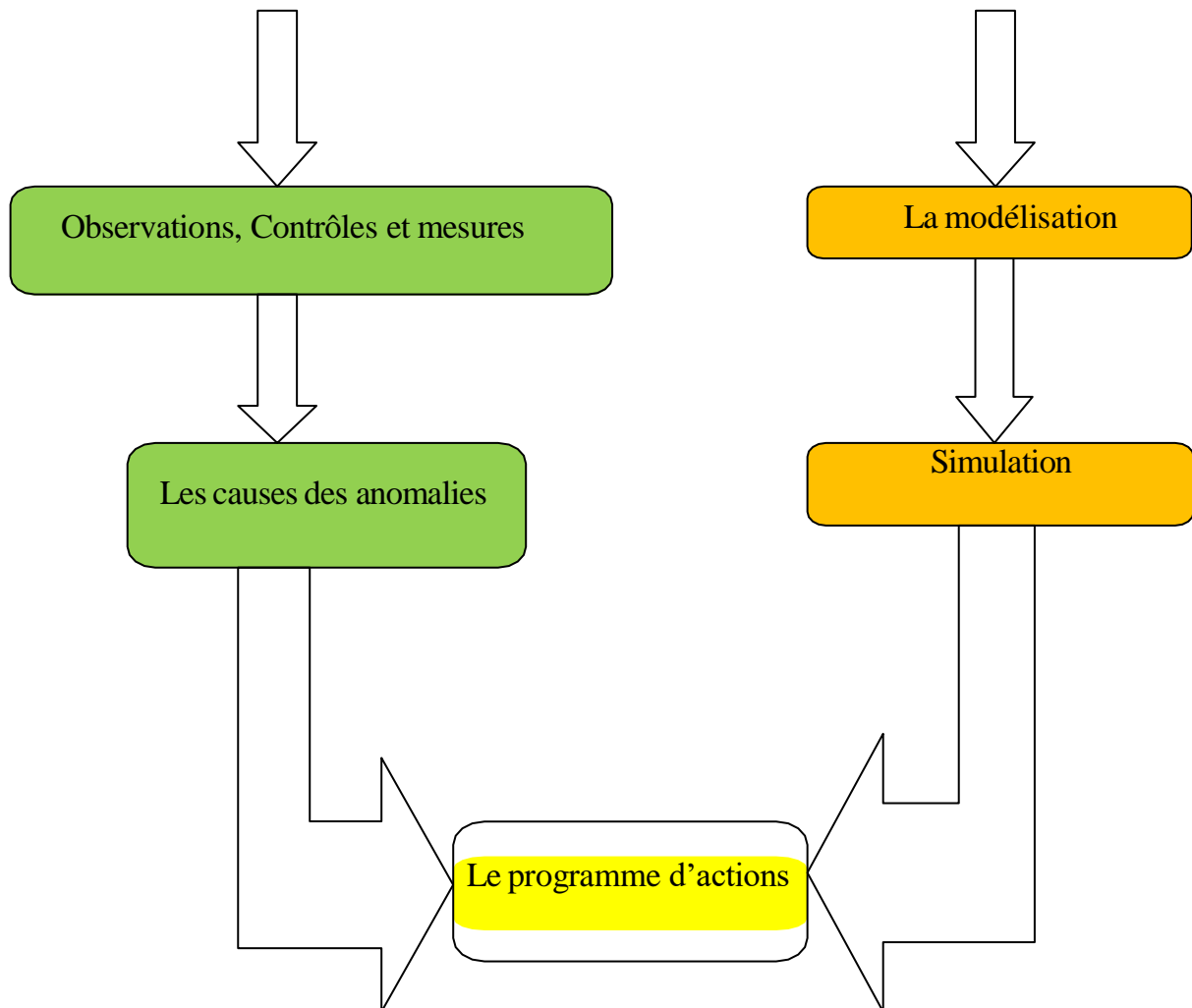


Figure -1 : Différentes étapes du diagnostic d'un réseau d'A.E.P

4.1 Connaissance du patrimoine

Il est évident que pour gérer efficacement un système, il est essentiel de bien le connaître. Pourtant, cette exigence n'est pas toujours respectée en matière de gestion des réseaux, alors qu'elle constitue un critère fondamental pour envisager leur renouvellement. Cette connaissance repose sur quatre aspects essentiels :

4.1.1 Connaissance de l'existant

Il est essentiel de maîtriser la position et l'étendue des conduites du réseau, en tenant compte de leur matériau, de leur diamètre et de leur ancienneté, ainsi que de la localisation et du type des équipements (appareils de mesure, dispositifs de protection, etc.). Ces informations doivent être consignées sur des plans de réseau régulièrement mis à jour.

Les plans se déclinent généralement en deux types :

Des plans généraux, à une échelle relativement petite (entre 1/2000 et 1/1000), permettent d'avoir une vue d'ensemble du réseau et de mieux comprendre son fonctionnement, notamment lors de l'isolement d'un secteur.

De nombreux services disposent de ce type de plans, mais ils ne sont pas toujours mis à jour de manière systématique. Il arrive fréquemment que chaque agent note les modifications sur son propre plan sans transmettre ces informations de manière centralisée. L'utilisation de Systèmes d'Information Géographique (SIG), lorsqu'ils sont adaptés aux besoins des utilisateurs, pourrait grandement faciliter cette mise à jour.

Ces plans doivent inclure les éléments suivants :

- L'ensemble des équipements et dispositifs liés au fonctionnement du réseau (réservoirs, vannes, appareils de régulation, etc.).
- Le diamètre et le matériau des conduites.
- Quelques repères altimétriques du terrain.

Des plans détaillés à grande échelle (1/200, 1/500), établis par rue, doivent inclure :

- L'emplacement des branchements et la triangulation des robinets de prise en charge.
- La position exacte du réseau en trois dimensions (3D) ainsi que celle des équipements spécifiques, tels que les vidanges et ventouses.
- La localisation des réseaux adjacents.
- Le matériau, le diamètre et l'ancienneté des conduites et des branchements.

4.1.2 Information relative au fonctionnement du réseau

Cet aspect de la connaissance, bien que moins courant que le précédent, est tout aussi essentiel et parfaitement complémentaire. Lorsqu'un réseau atteint une certaine envergure, par exemple avec une distribution annuelle de 100 000 m³, il devient indispensable de l'organiser en secteurs de distribution. Il est alors crucial de maîtriser les différentes catégories de volumes, aussi bien pour l'ensemble du réseau que pour chacun de ses secteurs, notamment :

- Le volume distribué annuellement.
- Les volumes comptabilisés sur la même période.
- Les volumes non comptabilisés, incluant les pertes d'eau et la consommation liée aux incendies.
- Les paramètres hydrauliques de chaque tronçon.

Il est également pertinent de disposer d'une estimation des principales lignes piézométriques à différentes périodes, de suivre l'évolution des caractéristiques de l'eau et d'effectuer régulièrement des analyses de débit sur les compteurs des différents secteurs de distribution.

4.1.3 Données relatives au réseau

La nature et l'origine des données sont différentes selon les services concernés par le réseau. Globalement, l'information relative au réseau conduira à la liste suivante :

- Secteur, nom de la rue et éventuellement le numéro du bâtiment ;
- Le diamètre des tronçons ;
- La longueur des tronçons ;
- Equipements de réseaux (vannes, des organes de régulation, ventouses, etc..) ;
- La date de pose ;
- Emplacement de la conduite par rapport à la chaussée ;
- Conditions de pose et protection ;
- Le matériau des canalisations ;
- Ouvrages annexes (éléments des réservoirs, les stations de pompage ou de traitement d'eau dont les caractéristiques interviennent dans les calculs des réseaux) ;

- Points des livraisons particuliers :
 - ✓ Poteaux et bouches d'incendie ;
 - ✓ Abonnés spéciaux (hôpitaux, installations de lutte contre l'incendie, etc.).
- Pressions (charge hydraulique) :

La charge maximale autorisée ;

- ✓ La charge prévue (valeur théorique) ;
 - ✓ La charge de service ;
 - ✓ La charge de sécurité.
- Débits ;
 - Nombre d'abonnés par unité de longueur ;
 - Date du dernier abonné ;
 - Nature de l'eau ;
 - Le sol et sa corrosivité ;
 - Le trafic automobile.

4.1.4 Données concernant les défaillances et interventions

Les défaillances prises en compte ici correspondent aux fuites ou casses ayant nécessité une réparation sur le tuyau, à l'exclusion des fuites diffuses.

L'intervention de réparation permet de collecter certaines données relatives à la détérioration, telles que la profondeur de pose, la nature et l'humidité du sol, ainsi que l'état de corrosion de la conduite.

À ce jour, aucune norme spécifique ne régit la description des travaux d'entretien ou de réparation. Par conséquent, il est parfois difficile de différencier une réparation réalisée sur un tuyau ou un branchement, ou encore d'identifier précisément la canalisation concernée, notamment lorsque plusieurs conduites coexistent sur une même rue et que leur diamètre n'est pas systématiquement renseigné.

En résumé, les fiches et formulaires relatifs aux défaillances et aux dysfonctionnements permettent de recueillir les informations suivantes [*Blindu*, 2004] :

- L'emplacement précis de la défaillance (rue et secteur)
- La date et l'heure de l'incident
- Le diamètre concerné
- Le type de réparation effectuée
- La durée de l'intervention

- Les outils, pièces et matériaux employés
- La cause identifiée de la défaillance
- Le coût associé à la réparation ou au remplacement

4.2 Observations, contrôles et mesures

Une fois le patrimoine du service d'alimentation en eau potable et son mode de fonctionnement bien maîtrisés, l'étape suivante consiste à mener une campagne d'observations, de contrôles et de mesures afin d'identifier les dysfonctionnements.

4.2.1 Mise à jour et vérification des plans du réseau

Il s'agit de mettre à jour et de vérifier les plans de réseau existants afin d'assurer leur gestion et de poursuivre le diagnostic. Cette phase inclut la vérification du bon fonctionnement des vannes de sectionnement, permettant d'identifier et de proposer, si nécessaire, leur remplacement dans le cadre du plan de sectorisation.

Une série de plans, à l'échelle la plus appropriée et basée sur un fond cadastral digitalisé, sera présentée. Ces plans intégreront :

- Le tracé des canalisations, accompagné d'informations telles que la nature du matériau, le diamètre, le parcours, ainsi que, si possible, l'âge et la profondeur des conduites ;
- Les vannes de sectionnement et de branchement, avec des précisions sur leur type et leur fonctionnement ;
- Les dispositifs spécifiques du réseau (ventouses, vidanges, bouches à clé, etc.), avec des détails sur leur type et leur mode de fonctionnement ;
- Les bouches et poteaux d'incendie, assortis d'indications sur leur type et le débit disponible.

4.2.2 Analyse de la production

4.2.2.1. Production : quantité

Cette analyse sera menée à partir des relevés périodiques collectés sur une période d'au moins cinq ans. Elle permettra d'évaluer l'évolution de la production au fil des années, d'identifier ses variations saisonnières et de déterminer la pointe journalière, donnée essentielle pour établir le bilan besoin-ressources dans la suite de l'étude.

Une analyse critique de la validité des données de comptage sera réalisée en tenant compte des divers facteurs susceptibles d'influencer les mesures, tels que le type de

compteur, son diamètre, son emplacement, son ancienneté et la date du dernier étalonnage.

Dans ce cadre, la fiabilité des compteurs de production et des compteurs généraux de distribution sera vérifiée à l'aide d'un débitmètre à ultrasons. Si une erreur supérieure à 5 % est constatée, un étalonnage sera effectué, accompagné d'une correction des mesures antérieures en précisant les hypothèses de dérive retenues.

4.2.2.2. Production : qualité

Une analyse de la qualité de l'eau produite devra être réalisée. Le chargé d'étude établira une synthèse des caractéristiques des eaux distribuées en s'appuyant sur les données fournies par les services des Eaux, incluant les paramètres physico-chimiques, les éventuels retours d'eau et les plaintes des abonnés. Une attention particulière sera portée à la vérification, à partir des analyses du service des Eaux, que l'eau distribuée n'est pas agressive et ne présente aucun risque de corrosion pour les canalisations.

4.2.3 Analyse de la consommation-distribution

Cette analyse sera réalisée à partir des relevés périodiques des cinq dernières années, afin de mettre en évidence d'éventuelles tendances et d'interpréter son évolution en lien avec celle de la production. La structure de consommation sera examinée et caractérisée selon les critères suivants :

- La répartition des consommations entre les différents usages : domestique, agricole, industriel et public ;
- La distribution des abonnés par tranche de consommation et par commune.

4.2.3.1 Estimation des consommations non comptabilisées

Une liste aussi complète que possible des consommations non comptabilisées sera établie, incluant les usages collectifs, le parasitage, la défense incendie, l'exploitation et les pertes. Ces consommations seront soit estimées à partir de ratios de référence et d'enquêtes sur site, soit mesurées lorsque cela est réalisable, afin d'assurer une représentativité plus fiable que par une simple estimation.

4.2.3.2 Visite des ouvrages et examen des pertes du service d'eau

À cette étape, une visite des ouvrages du réseau (production, traitement, stockage, pompage) sera effectuée afin de :

- Estimer les volumes potentiellement consommés, notamment en raison des lavages de filtres ou des trop-pleins ;

- Identifier d'éventuelles anomalies ;
- Évaluer l'état des infrastructures et recenser les travaux à prévoir dans le cadre du programme d'actions.

4.2.3.3 Examen des pressions sur le réseau

À cette étape, une vérification des pressions observées sur le réseau sera réalisée afin de s'assurer qu'elles ne sont ni :

- Excessives, pouvant entraîner une surconsommation chez les abonnés ou des fuites importantes sur les canalisations ;
- Trop faibles, risquant de provoquer des problèmes de distribution ou des dysfonctionnements des appareils ménagers et industriels.

4.2.4 Etablissement du bilan besoin-ressource

4.2.4.1 Ressources

Les ressources seront caractérisées tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Leur vulnérabilité sera évaluée en fonction de leur environnement et de leurs caractéristiques intrinsèques. Par ailleurs, un inventaire des solutions adaptées pour résoudre les problèmes identifiés sera établi, incluant des mesures de protection, d'abandon ou encore la mise en place de traitements spécifiques.

4.2.4.2 Besoins

Les besoins seront estimés en intégrant des hypothèses réalistes de croissance démographique tout en considérant les économies d'eau potentielles sur le territoire.

4.3 Détermination des causes des anomalies

À cette étape du diagnostic, l'objectif est d'identifier les causes possibles des dysfonctionnements signalés précédemment. Pour ce faire, une démarche d'élimination des facteurs non responsables sera appliquée afin de cibler la zone potentiellement à l'origine du problème. Cette analyse permet d'orienter les investigations et de concevoir un programme d'actions visant à résoudre les anomalies du réseau et à en améliorer la fiabilité.

4.4 Modélisation

4.4.1 Objectifs et limites de la modélisation

La modélisation poursuit un double objectif :

- Estimer les besoins en renforcement et en extension du réseau en termes d'infrastructures ;
- Fournir une vision précise du fonctionnement du réseau dans toutes les conditions souhaitées.

La précision de cette modélisation dépend directement de la qualité des données intégrées. L'analyse préalable du réseau d'AEP a permis de collecter les informations nécessaires, mais une évaluation critique de ces données sera menée, notamment pour vérifier l'exactitude de l'identification des abonnés et des compteurs.

4.4.2 Campagne de mesures

La campagne de mesures sera réalisée sur une période d'au moins une semaine, avec un pas de temps inférieur ou égal à 5 minutes. Les points de comptage incluront a minima les compteurs de sectorisation, avec la possibilité d'ajouter des points supplémentaires en fonction de la configuration du réseau.

Les enregistrements suivants seront effectués simultanément :

- Mesure des débits ou des volumes mis en distribution dans chaque secteur du réseau, soit via les compteurs existants, soit à l'aide de débitmètres portatifs placés sur les conduites de distribution ;
- Mesure des variations de niveau dans les bâches de stockage, les reprises et les réservoirs ;
- Mesure des pressions sur le réseau ;
- Mesure des périodes de fonctionnement des pompes des stations de pompage et de surpression, par exemple à l'aide de pinces ampérométriques.

Cette campagne de mesures servira à mieux comprendre le fonctionnement du réseau, à identifier d'éventuels dysfonctionnements et à affiner le calage du modèle.

4.4.3 Construction du modèle

Les objectifs de la modélisation sont les suivants :

- Valider la configuration du réseau et son état de fonctionnement ;
- Analyser les solutions possibles pour résoudre les problèmes identifiés (stockage, débit, pression) ;

- Déterminer les travaux nécessaires pour répondre aux besoins actuels et futurs ;
- Mettre à disposition du gestionnaire un outil opérationnel lui permettant de réaliser lui-même des simulations.

Calage du modèle

Les données du réseau et des ouvrages seront intégrées sous format numérique pour l'élaboration du modèle. Avant toute simulation, un calage rigoureux sera effectué en s'appuyant sur les résultats de la campagne de mesures (débit, pression, niveau, temps de pompage). Ce calage devra être vérifié à chaque point de mesure, avec une comparaison systématique des courbes issues des relevés et du modèle ajusté.

4.4.4 Simulation

4.4.4.1 Simulation actuelle

La modélisation sera réalisée en situation actuelle et en fonctionnement dynamique. L'analyse de cette simulation devra permettre d'identifier d'éventuels problèmes, tels qu'un débit ou une pression insuffisants, des vitesses et des temps de séjour inadaptés dans les conduites, ainsi que des dysfonctionnements au niveau des ouvrages de production et de stockage.

4.4.4.2 Simulations futures

La simulation sera réalisée pour une période future en s'appuyant sur le bilan besoin-ressource établi précédemment. Plusieurs scénarios seront examinés afin d'anticiper les évolutions du réseau.

Si la commune engage une démarche de substitution de ressource, que ce soit pour la voirie, les espaces verts ou l'AEP, la modélisation prospective intégrera ce paramètre afin d'en évaluer l'impact sur le fonctionnement du réseau.

4.4 Programme d'action

À cette étape, une synthèse des phases d'étude précédentes sera réalisée afin de :

- Proposer et évaluer l'installation de compteurs de sectorisation, dans la mesure du possible ;
- Recommander une campagne de recherche de fuites sur le terrain ;
- Hiérarchiser les interventions à mener sur les ouvrages ;
- Élaborer un programme d'actions chiffré et hiérarchisé, en tenant compte du temps d'amortissement des investissements ainsi que des éventuelles urgences

identifiées. Pour chaque action préconisée, les équipements et moyens les plus adaptés seront précisés ;

- Fournir un guide destiné au service des eaux et aux responsables de l'étude pour assurer un suivi optimal du fonctionnement du réseau ;
- Proposer une méthode de relevé et de contrôle annuel des volumes produits et distribués, secteur par secteur.

Conclusion

La gestion technique d'un réseau d'alimentation en eau potable vise principalement à fournir aux consommateurs une eau conforme aux normes de qualité, à un coût maîtrisé et avec une continuité de service optimale. Une gestion efficace repose sur une connaissance approfondie des infrastructures, du fonctionnement hydraulique et de l'état d'entretien du réseau. Cependant, avec le temps, le vieillissement des installations entraîne des perturbations, se traduisant par une dégradation de la qualité du service, une augmentation des interventions, des pertes de charge accrues et une hausse des plaintes des usagers.

Le diagnostic d'un réseau d'alimentation en eau potable permet d'identifier les causes des dysfonctionnements et d'orienter les actions correctives à mettre en place. Il permet notamment de détecter :

- Le degré de vieillissement du réseau ;
- Le taux de fuite existant ;
- Le manque de données sur les infrastructures, la distribution en temps réel et le nombre d'interventions effectuées ;
- L'insuffisance du réseau de capteurs pour le suivi du comportement hydraulique ;
- Les canalisations nécessitant un revêtement immédiat ;
- Le nombre de branchements illégaux.

En corrigeant ces anomalies et en actualisant les données, il devient possible d'améliorer la fiabilité du réseau, d'optimiser sa gestion et d'assurer une meilleure satisfaction des usagers.

Chapitre II

*Présentation de la région
d'EL Meniaa*

Cadre Géographique

I.1 Situation géographique

El-Goléa est située au centre de l'Algérie, formée par El-Meniaa et Hassi El Gara.

Oasis créée sur les rives de l'oued Seeger, à 396 m d'altitude.

Latitude : 30°35' N ; Longitude : 02°52' E.

Bordée à l'ouest par le Grand Erg Occidental et à l'est par la Hamada de Tademaït.

À 900 km d'Alger et 470 km du pied de l'Atlas saharien.

I.2 Contexte socio-économique

I.2.1 La démographique

Selon le recensement de 2008, la population de la commune d'El-Meniaa s'élève à 39 662 habitants, tandis que celle de Hassi El-Gara compte 18 023 habitants, portant ainsi le total de la daïra d'El-Meniaa (ou El-Goléa) à 57 685 habitants. La région se distingue par une densité moyenne de 1,18 habitant par km² et un taux de croissance démographique de 2,33 % (D.P.A.T., 2008).

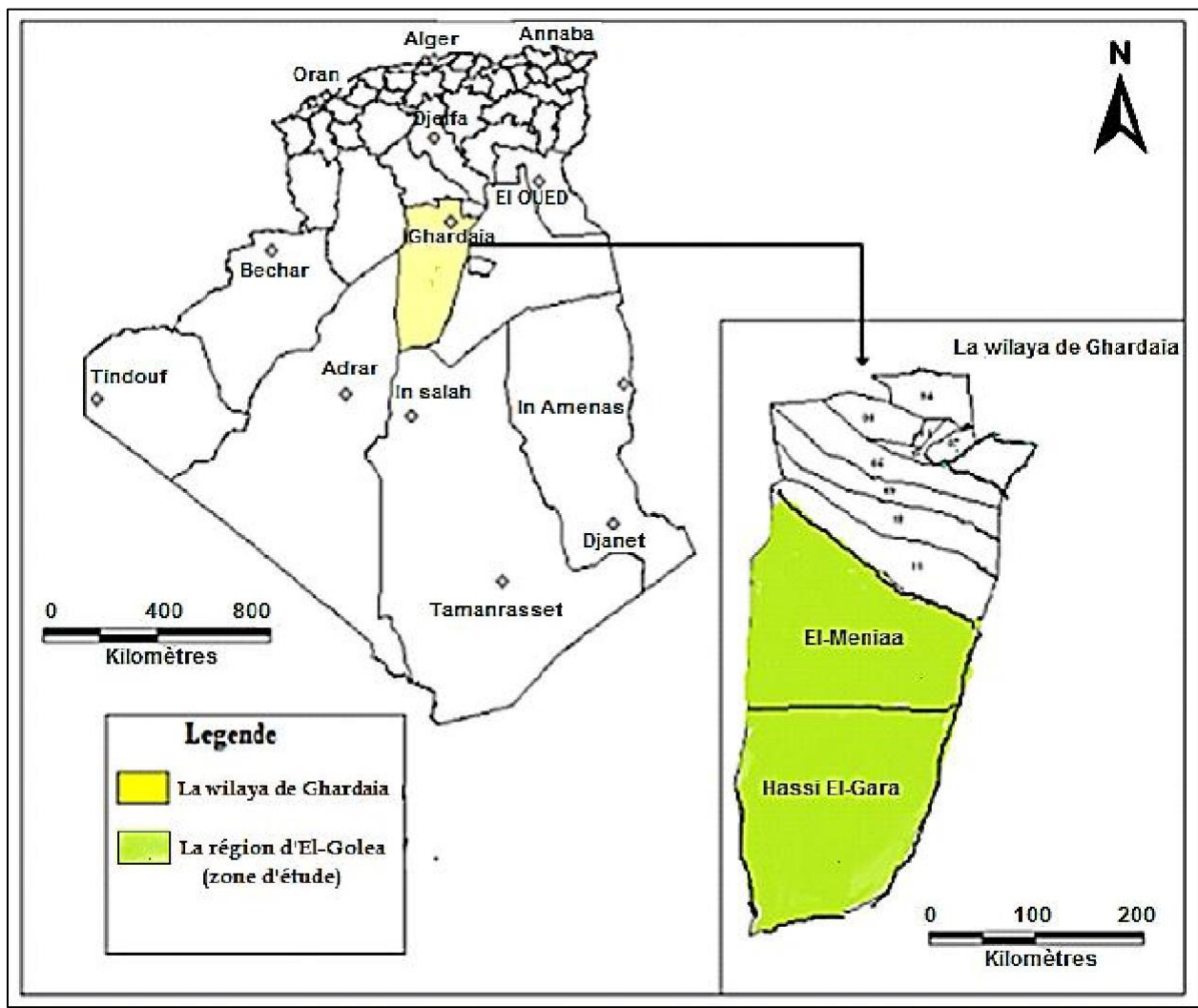


Figure 02: Situation géographique et limites administratives.

I.2.2 Agriculture :

La daïra d'El-Menia (El-Goléa), oasis à forte vocation agricole, possède un vaste périmètre agricole qui confère à la région un caractère traditionnel essentiellement axé sur l'agriculture. Dans l'ensemble des communes d'El-Menia et de assi El-Gara, la superficie agricole totale (S.A.T) s'étend sur 542 971 hectares, répartis comme suit : une surface agricole utile (S.A.U) de 4 851 hectares entièrement irrigués et 28 hectares de terres improductives au sein des exploitations agricoles.

I.3 La géomorphologie

I.3.1 La géomorphologie régionale

la région d'El-Goléa se trouve sur une ancienne plaine alluviale entaillée dans un plateau rocheux dont les formations géologiques datent du Cénomani.

I.3.2 La géomorphologie locale

El-Goléa est située dans un couloir étroit bordé par les dernières dunes du Grand Erg Occidental. L'oasis s'étend au sein d'une vallée alluviale, caractérisée par des sols agricoles particulièrement fertiles. Les cultures se développent le long d'un oued qui, selon G. Capot-Rey (1958), constitue la continuation de l'oued Seggeur, lequel réapparaît après avoir traversé l'erg. Ainsi, l'oasis se trouve dans une zone déprimée reposant sur des dépôts alluvionnaires sableux, qui deviennent légèrement argileux à l'approche des buttes situées à l'est. Par endroits, on observe la présence d'un glacis simple ou double, fortement disséqué, qui offre une surface propice au ruissellement.

I.3.3 La topographie

La topographie de la région se caractérise par un relief globalement plat, formant un plan incliné orienté vers le sud-est. On note une faible variation de pente dans les zones est et sud-ouest, ce qui permet de distinguer deux secteurs principaux sur le site :

- **Le premier secteur** est constitué des talus et des reliefs artificiels créés par les remblais.
- **Le second secteur** englobe le reste du site, qui présente un plan incliné régulier en direction du sud-ouest.

I.4 Le réseau hydrographique

I.4.1 La vallée de l'oasis

El-Goléa est située en amont d'une dépression orientée globalement du nord-nord-est au sud-sud-ouest, par laquelle s'écoulent les eaux provenant à la fois de l'impluvium de l'Atlas et du Grand Erg Occidental, en direction de la région du Gourara.

I.4.2 Le lac (Sebkhat El Mellah)

C'est une dépression endoréique d'une superficie 18.947 hectares constituée de sols salés qui se compose de deux plans d'eau, un bassin supérieur, à salinité modéré, très riche du point de vue de la diversité biologique et s'assimilant à un étang, et une sebkha, ou lac salé, dénudé dont les berges constituent un lieu des cristallisations de sel. (N. Habiba 1996)

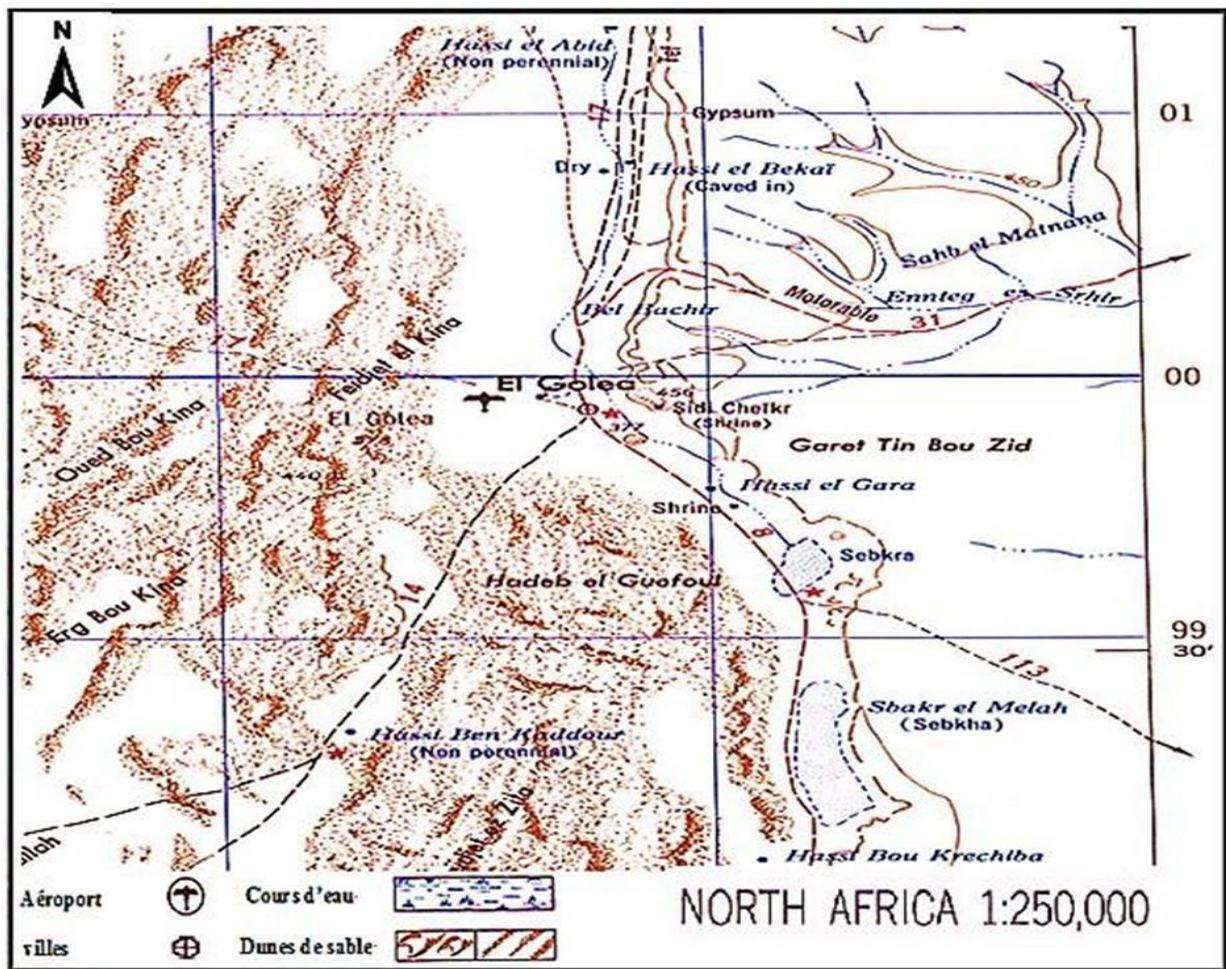


Figure 03: Carte topographique de la région d'El-Goléa (source ANRH Ghardaïa).

1.5 La géologie régionale

Le cadre géologique de l'Algérie septentrionale revêt, en effet une importance capitale et d'une extrême complexité

Nous pouvons distinguer en Algérie quatre grands ensembles structuraux qui sont du Nord au Sud :

- L'Atlas tellien, constitué par les reliefs et les plaines littorales.
- Les hauts plateaux et les hautes plaines.
- L'Atlas saharien qui forme une longue suite de reliefs orientés NE-SW.
- La plate-forme saharienne.

Notre région fait partie de la plate-forme saharienne.

Une coupe géologique verticale (fig.03) suivant la direction El-Goléa, DJAFOU, OURGLA montre une disposition monoclinale à faible pendage des principales

unités stratigraphiques de la dorsale saharienne avec un affleurement au niveau d'El-Goléa, constitue par le crétacé supérieur et le draconien. (P. DECAMPS1971)

I.6 La géologie locale

À El-Goléa, deux formations naturelles typiques des environnements désertiques se distinguent clairement :

- La falaise et les plateaux (« cours ») d'âge Cénomaniens inférieurs, composés de calcaires et de marnes grises, avec des intercalations d'argiles bigarrées.
- La plaine ou dépression allongée, formée de terrains d'âge Albien et Quaternaire, qui recouvrent un substrat constitué de marnes, de grès et de sables rouges draconiens.

Les dépôts continentaux quaternaires y présentent des épaisseurs très variables selon les zones.

I.7 La description lithostratigraphique

D'après les différents sondages de reconnaissance faites par N. Gousskov (1947) les principales formations géologiques rencontrées à El-Goléa sont les suivantes :

I.7.1 L'albien

Il s'agit d'un ensemble composé de sables, de grès et d'argiles rouges, atteignant plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Cette formation revêt une importance majeure car elle abrite la nappe aquifère du même nom, également appelée nappe du Continental Intercalaire.

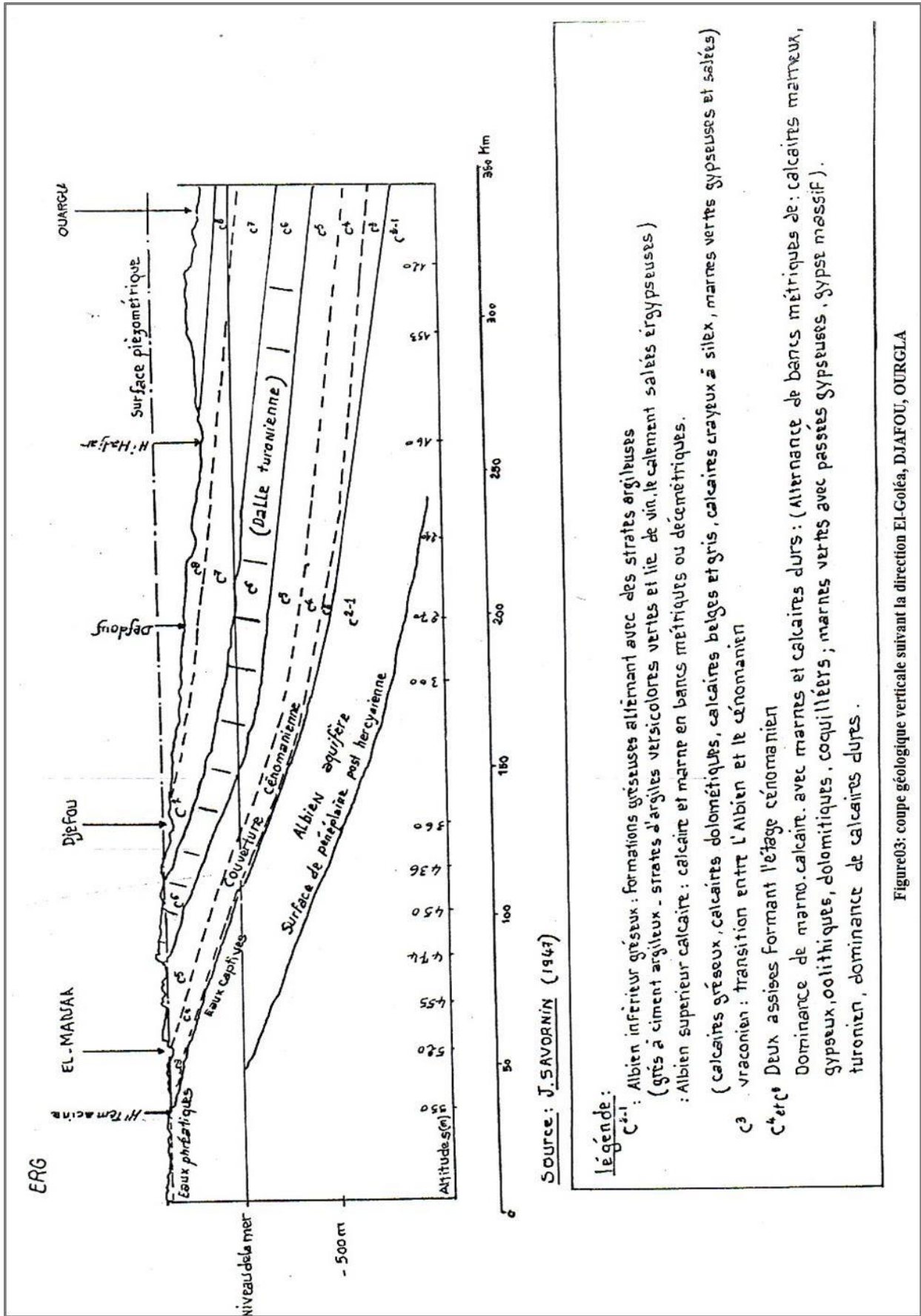


Figure03: coupe géologique verticale suivant la direction EL-Goléa, DJAFOU, OUAERGLA

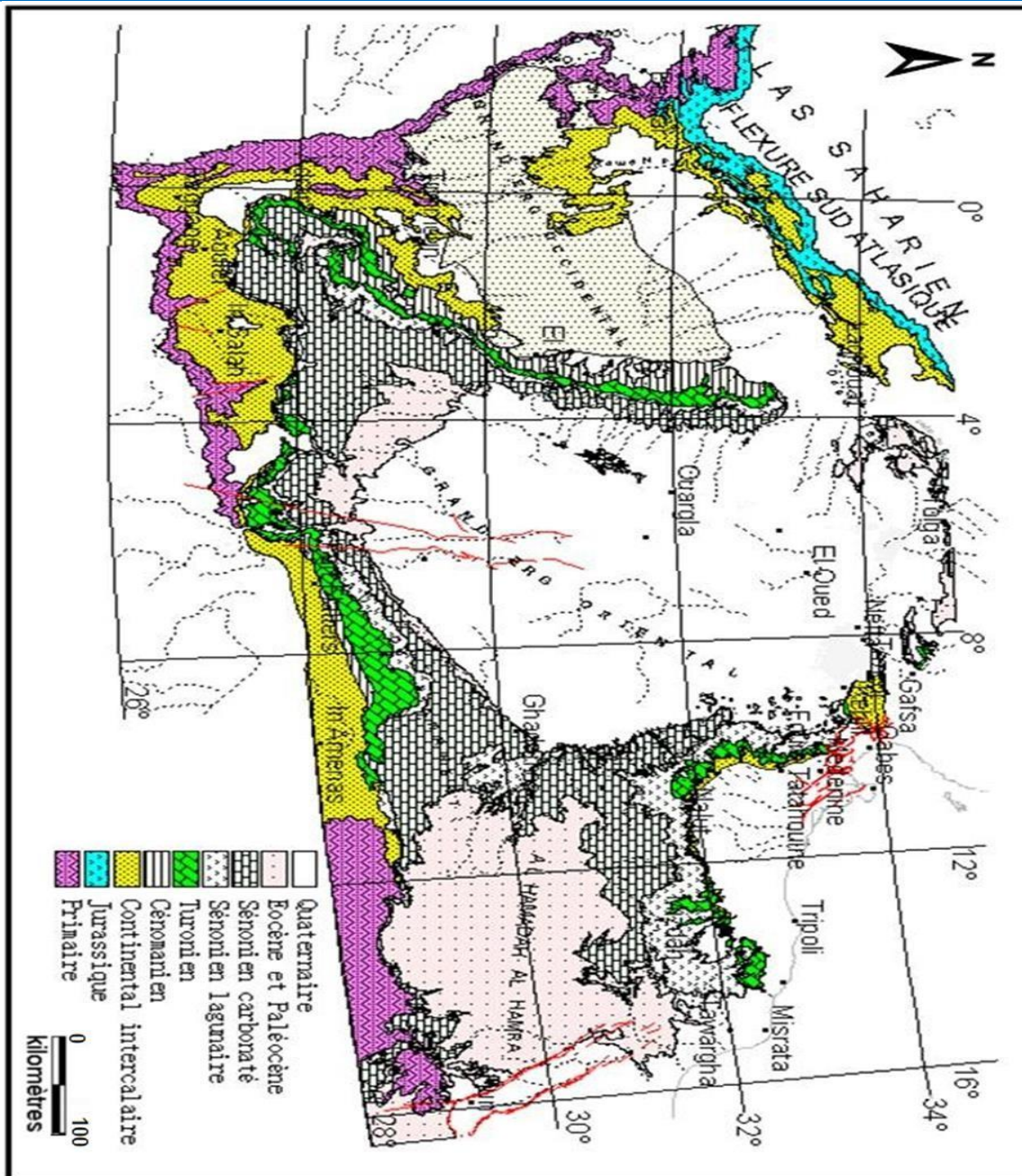


Figure 04: Carte géologique du SASS (OSS, 2003).

I.7.2 Le vraconien

Il s'agit d'une formation argilo-sableuse d'environ 50 mètres d'épaisseur. Bien qu'elle présente de fortes similitudes avec l'Albien, elle s'en distingue par une teneur plus élevée en argiles, ce qui lui confère une imperméabilité relative. En pratique, le Vraconien constitue le toit imperméable de l'Albien lorsqu'il n'a pas été érodé. Il forme le substratum d'El-Goléa.

I.7.3 Le cénomanien

Il s'agit d'un ensemble de marnes et de calcaires d'une épaisseur comprise entre 150 et 170 mètres. Cette formation constitue le toit de la partie moyenne de l'Albien en l'absence du Vraconien, et forme la falaise qui domine El-Goléa à l'est. Le Cénomanien se subdivise en :

I.7.3.1 cénomanien inférieur

Cette série est composée, à sa base, de marnes et d'argiles gris-verdâtre. Elle est surmontée d'intercalations de calcaires en plaquettes, suivies de niveaux gypseux, puis d'une nouvelle succession de marnes et d'argiles. L'ensemble se termine par un banc de grès quartzique très compact. L'épaisseur du Cénomanien inférieur atteint environ 70 mètres.

I.7.3.2 cénomanien supérieur

Il s'agit d'une couche calcaire d'environ dix mètres d'épaisseur, renfermant de nombreux gisements fossilifères situés à proximité immédiate de l'oasis.

I.7.4 Le turonien

Il se présente sous la forme d'une imposante barre calcaire, dont l'épaisseur varie de 50 à 60 mètres. Cette formation constitue une partie des sommets de la dorsale du M'Zab ainsi que du plateau de Tademaït. Par endroits, les calcaires turoniens sont légèrement fissurés, abritant ainsi une nappe aquifère.

I.7.5 Le sénonien

Il s'agit d'une succession alternée de marnes, de calcaires et de gypses, affleurant dans la région du M'Zab et sur le plateau de Tademaït. Par endroits, les bancs calcaires renferment de petites nappes aquifères.

I.7.6 Le quaternaire

Les dépôts quaternaires de la région d'El-Goléa sont caractérisés par trois types principaux :

- Une croûte calcaire désertique, que l'on rencontre principalement sur les trois plateaux calcaires près d'El-Goléa.
- Des dépôts alluviaux provenant des oueds (rivières saisonnières), composés principalement de sable avec des niveaux argileux intercalés, particulièrement bien développés dans la vallée de l'oued Seggueur.
- De vastes dunes de sable de l'Erg occidental, qui recouvrent complètement le substratum crétacé sur de très grandes distances à l'ouest.
- Il est à noter que le Quaternaire abrite également une importante nappe phréatique dans la région d'El-Goléa.

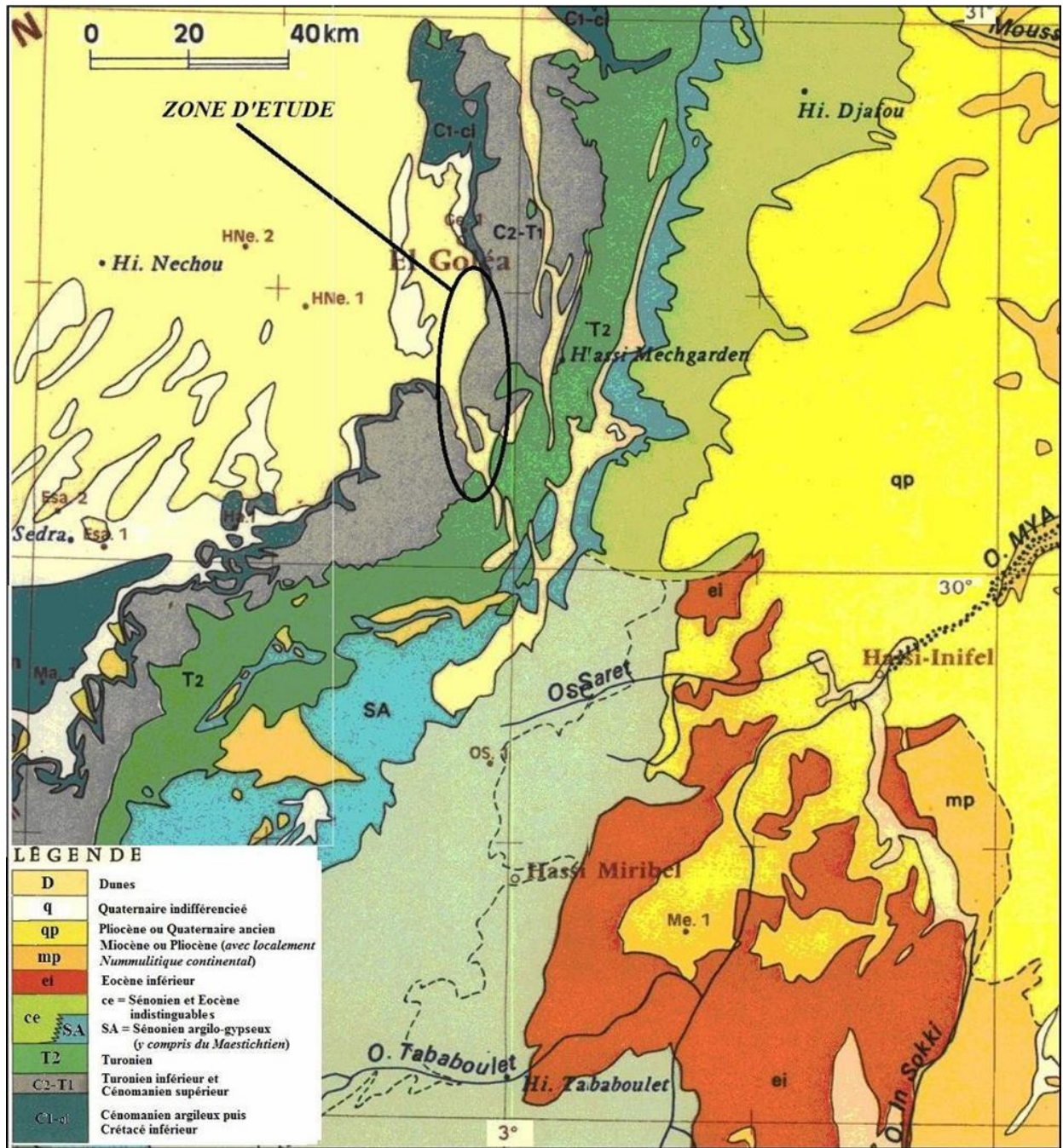


Figure 05: Carte géologique local d'El-Goléa.

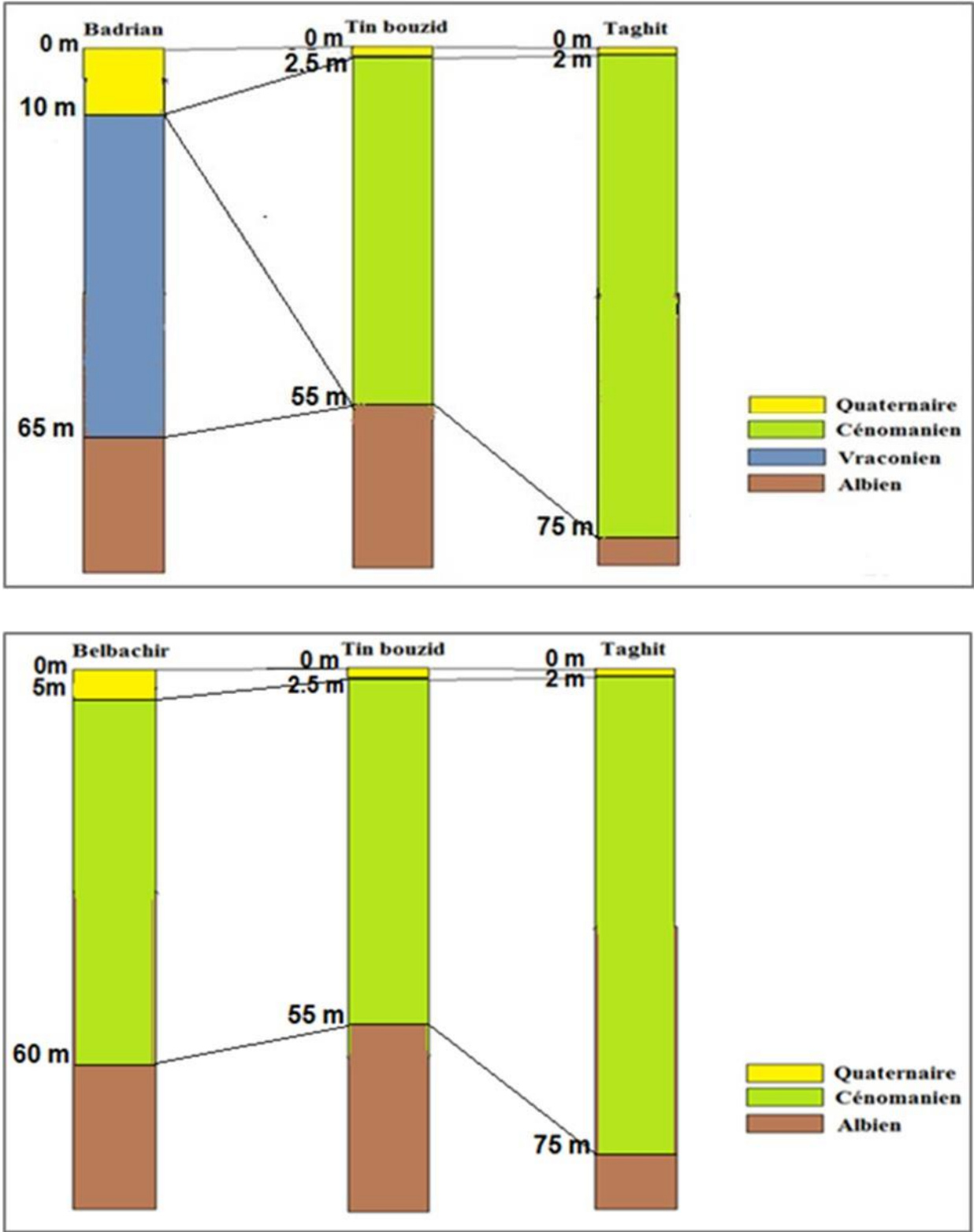


Figure 06: Corrélation entre les points du sondage.

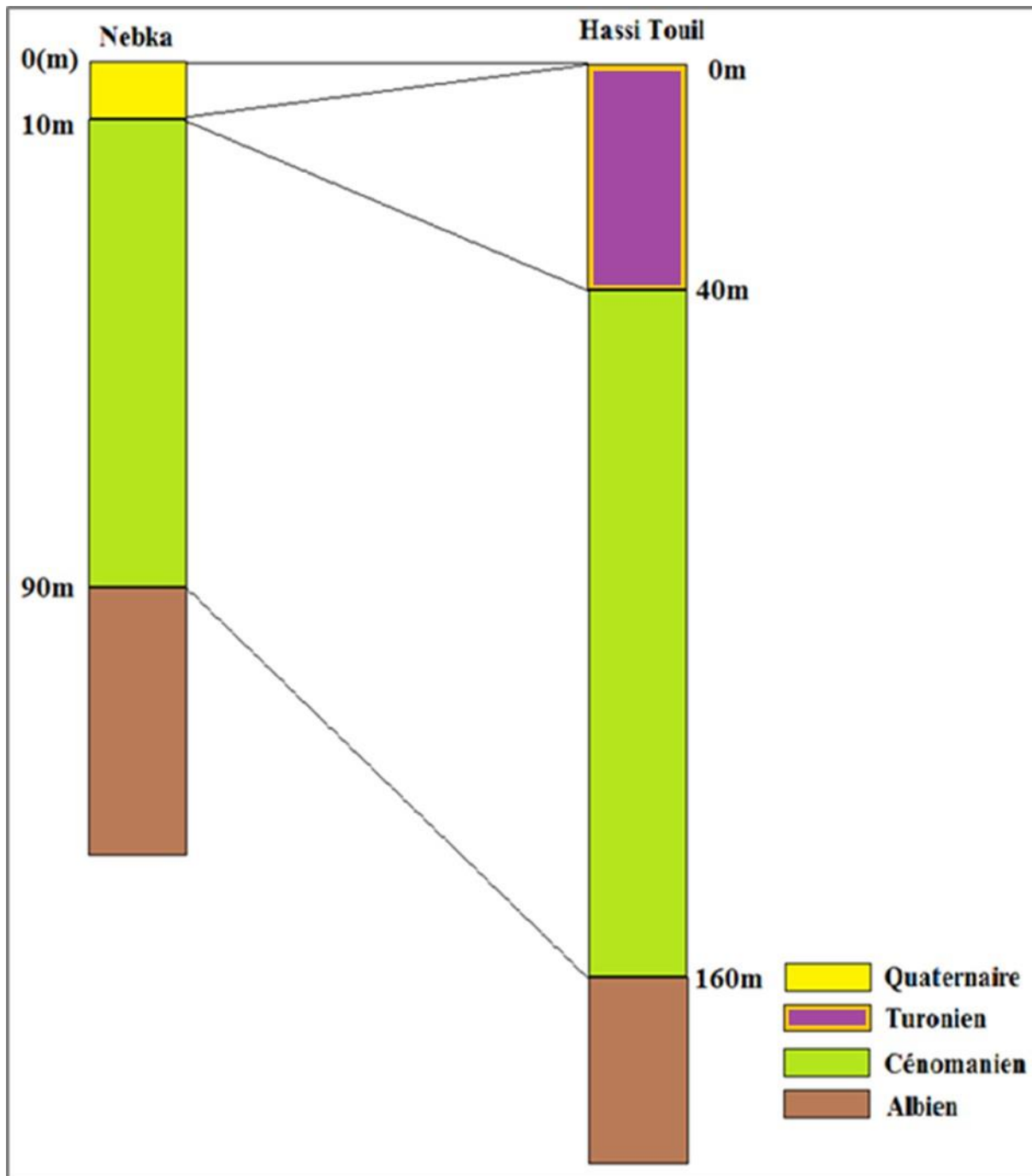


Figure 07: Corrélation entre les points du sondage.

II.1-Paramètres climatiques de la région

II.1.1-La température

La température, un élément climatique fondamental lié au rayonnement solaire, influence la transformation de l'eau en vapeur, tant en surface que dans le sous-sol. Cette variation thermique affecte le niveau d'évapotranspiration et, par conséquent, la salinité des eaux. Ainsi, la température joue un rôle significatif dans la fluctuation des composantes du bilan hydrologique. Les observations réalisées sur la période 2008-2017 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°1 : température moyenne mensuelle (2008-2017)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Aout	Année
T °C	30.18	23.46	16.16	12.60	9.88	11.06	16.56	21.06	27.44	32.92	34.36	33.26	22.41
m°C	22.33	16.22	8.14	4.11	2.72	4.70	8.43	13.75	18.65	23.37	26.21	25.82	/
M°C	37.91	31.73	23.38	18.27	18.04	20.50	25.05	30.42	34.99	39.80	42.97	41.86	/
M+m/2 °C	30.12	23.98	15.76	11.19	10.38	12.60	16.74	22.08	26.82	31.58	34.59	33.84	22.47

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

T : température moyenne mensuelle.

m : température minimale de chaque mois.

M : température maximale de chaque mois.

La figure 15 illustre les variations de la température moyenne mensuelle, révélant une forte amplitude thermique entre l'hiver et l'été. Généralement, les mois de juin, juillet et août enregistrent les températures les plus élevées, avec des moyennes mensuelles oscillant entre 32 et 34 °C. Janvier, quant à lui, est le mois le plus froid, avec une température moyenne de 10.38 °C.

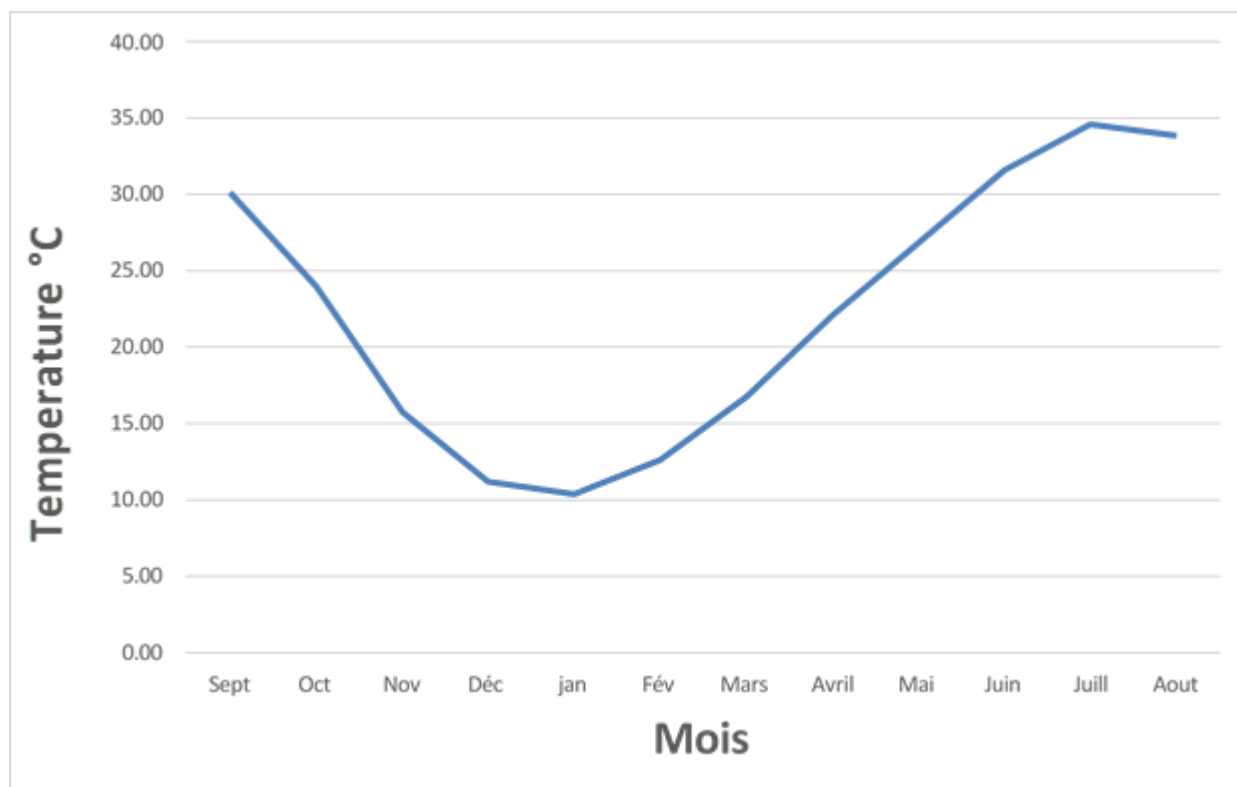


Figure 08: Température moyenne mensuelle (2008-2017).

II.1.2 La pluviométrie

L'analyse de la pluviométrie dans la zone d'étude représente probablement l'approche la plus cruciale et la plus pertinente pour évaluer l'impact du changement climatique sur le comportement de la nappe phréatique, qui est alimentée par les eaux de pluie. C'est pourquoi il est essentiel de s'attarder sur l'étude de la pluviométrie.

II.1.2.1 Variations annuelles des précipitations

L'examen de la courbe des variations annuelles des précipitations sur une période de cinq ans (2008-2017) révèle que l'année 2009 a été la plus pluvieuse avec 79 mm, tandis que 2010 et 2011 ont été les plus sèches avec seulement 4.2 mm. Il est à noter que la moyenne annuelle des précipitations s'établit à 43.38 mm (Fig. 16). Cette valeur moyenne est très proche de celle indiquée par la carte des isohyètes (Fig. 17), où la région d'El-Goléa se situe sur la courbe des 45 mm.

Tableau n°2 : Précipitation annuelle (2008-2017)

année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Moyen
P (mm)	42.90	79.10	4.20	4.20	43.20	62.50	34.10	7.00	43.20	63.20	38.36

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

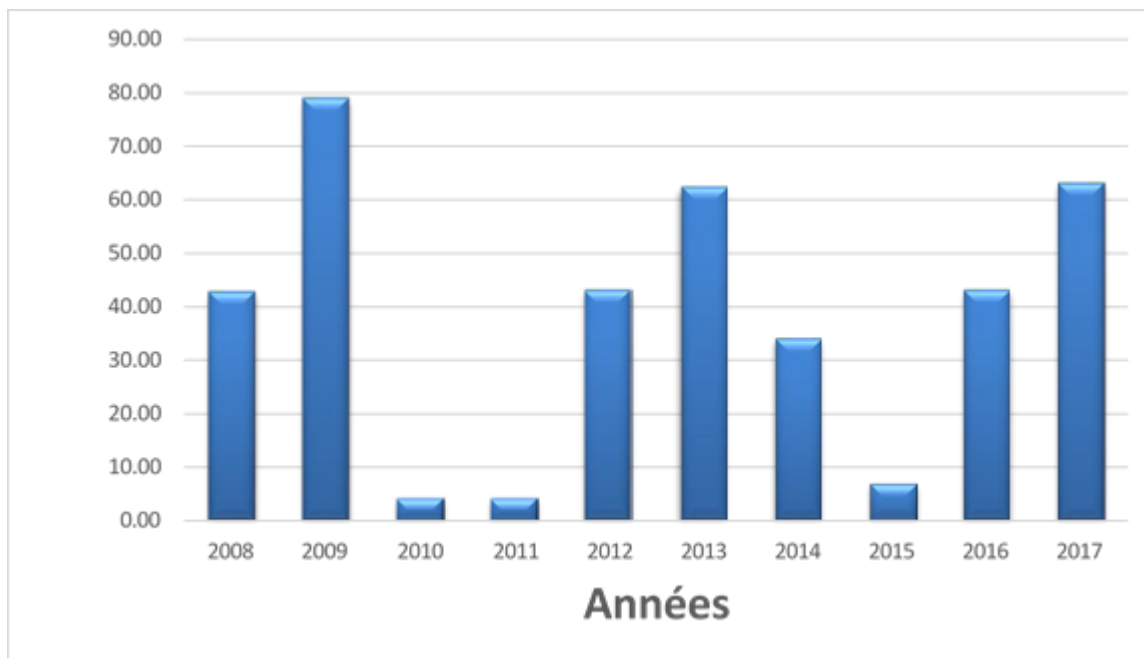


Figure 09: Précipitations annuelles (2008-2017).

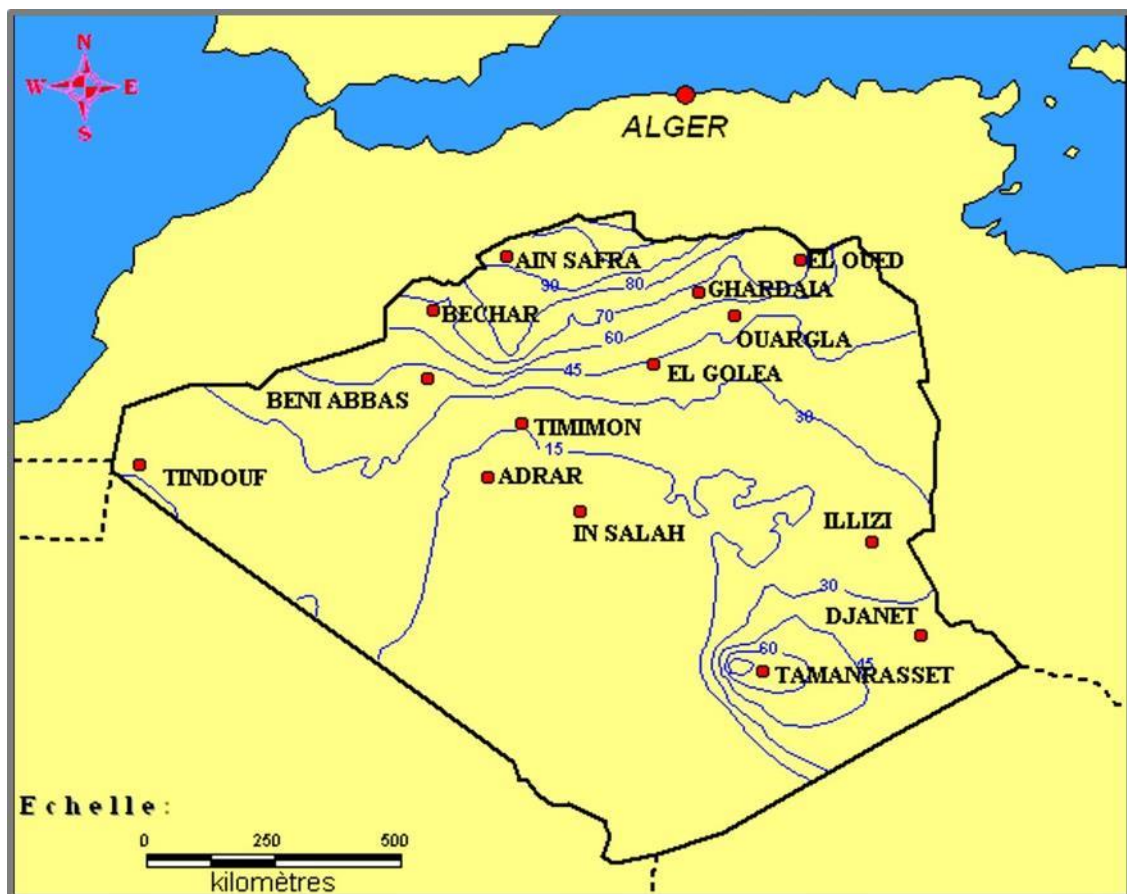


Figure 10: Carte en isohyètes moyennes annuelles du Sahara algérien.
[Source : Cahiers de sécheresse, N°: 1/98 (Internet)]

II.1.2.2 Variations moyennes mensuelles des précipitations

La courbe des variations des moyennes mensuelles des précipitations met en évidence la faiblesse et l'irrégularité des précipitations. Elles oscillent entre 0 mm et 10.77 mm, janvier étant le mois le plus arrosé avec 10.77 mm Inversement, juin, juillet et août sont les mois les plus secs, enregistrant des précipitations nulles (Fig. 18). Il est important de noter que les pluies sont généralement torrentielles et de courte durée, sauf dans des cas exceptionnels.

Tableau n°3 : Précipitation moyenne mensuelle (2008-2017)

Mois	Sep t	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mar s	Avri l	Mai	Jui n	Juill	Aou t	anné e
P(mm)	2.58	4.56	1.58	8.94	10.77	0.83	6.30	0.38	3.22	0.51	0.00	0.20	39.87

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

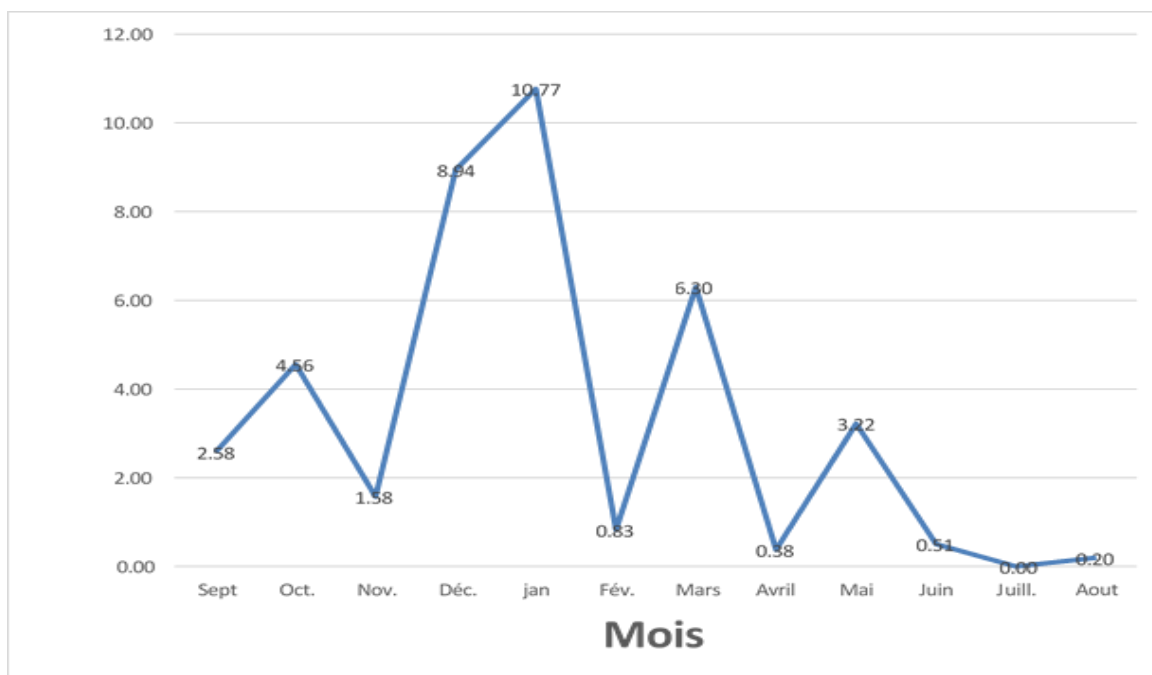


Figure 11: Précipitation moyenne mensuelle (2008-2017).

II.1.3 l'humidité

L'humidité se définit comme le rapport, exprimé en pourcentage, entre la pression partielle de la vapeur d'eau présente dans l'air humide et la pression de saturation à température égale.

Tableau n°4 L'humidité relative moyenne mensuelle du l'air (2008-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou
Humidité moyenne %	34.73	39.86	53.24	60.57	56.58	46.85	37.44	35.45	31.05	27.22	24.27	26.076

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

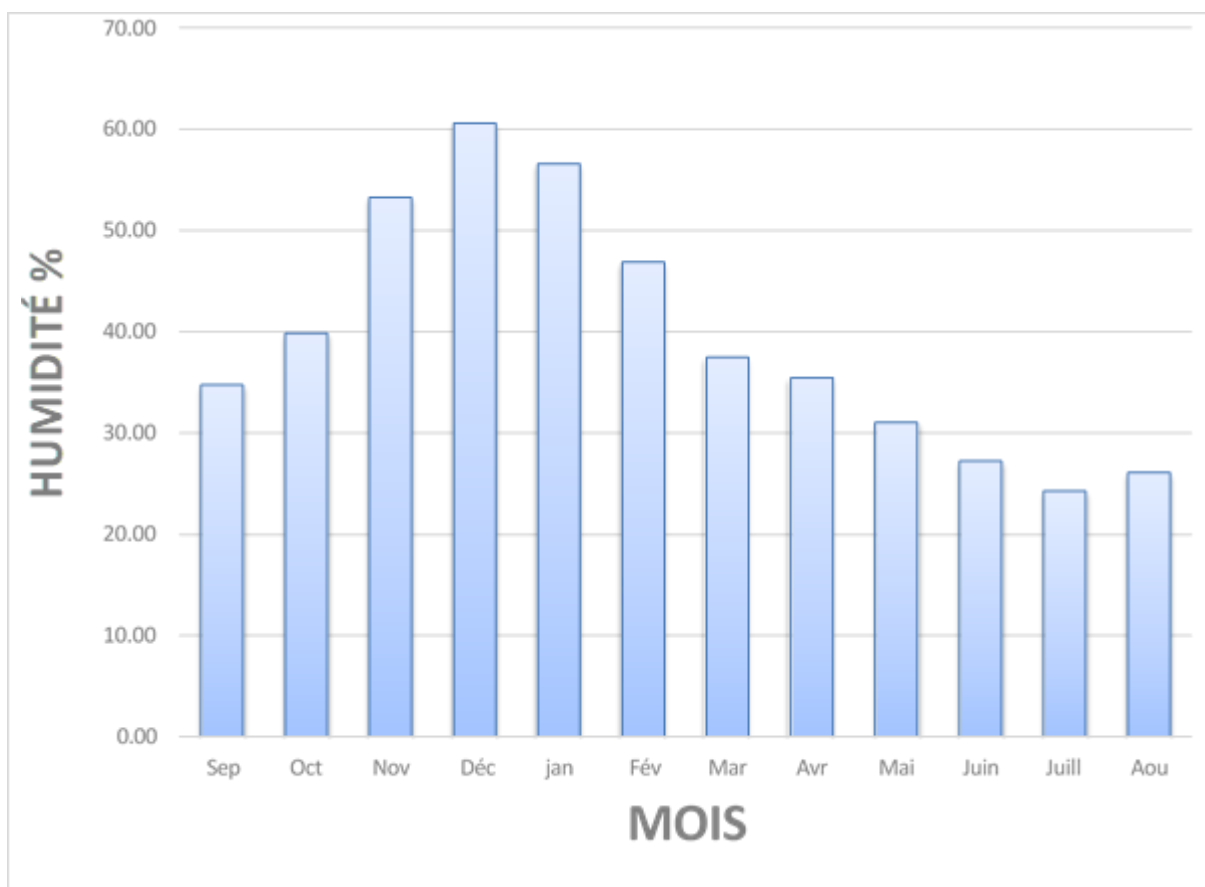


Figure 12: L'humidité relative moyenne mensuelle de l'air (2008-2017).

L'humidité relative moyenne demeure inférieure à 50 % tout au long de l'année, à l'exception des mois de novembre, décembre et janvier. Durant cette période, les valeurs maximales sont enregistrées, avec des moyennes comprises entre 53 % et 60 %. En revanche, les minima sont observés au cours des mois de juin, juillet et août, où l'humidité relative atteint respectivement 27,22 %, 24,27 % et 26,08 %.

II.1.4 Les vents

Le vent constitue le principal agent morphogène des paysages désertiques. Au cours de certaines périodes de l'année, notamment en mars et avril, le Sahara est fréquemment soumis à de véritables tempêtes de sable. Ces épisodes se caractérisent par le déplacement massif et violent de particules sableuses, formant des colonnes pouvant s'élever sur plusieurs centaines de mètres. Ces conditions induisent une obscurité quasi totale, paralysant toute activité humaine. La durée de ces phénomènes varie généralement d'un à trois jours, avec des périodes d'accalmie nocturne.

Tableau n°5: La vitesse moyenne mensuelle du vent (2008-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Année
vitesse m/s	11.09	9.49	8.98	9.19	9.50	9.84	10.35	11.23	10.76	10.79	9.61	10.41	10.1447

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

L'analyse du tableau n°6 révèle que la vitesse moyenne annuelle du vent enregistrée à El-Goléa s'élève à 10,1 m/s. La valeur maximale est observée au mois d'avril, atteignant 11,2 m/s

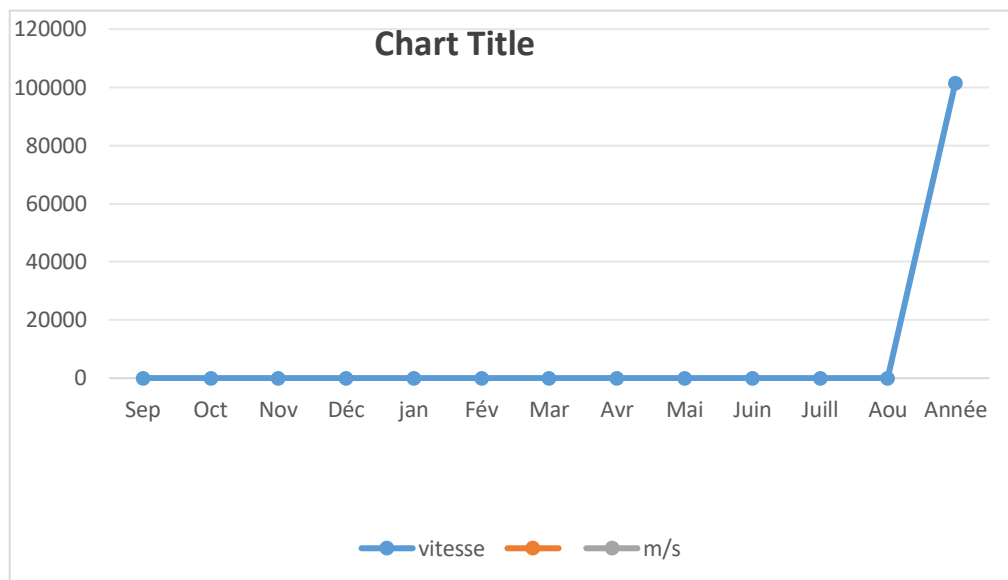


Figure 13: La vitesse moyenne mensuelle du vent (2008-2017).

II.1.5 L'insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille le sol, l'augmentation de la radiation solaire provoque l'augmentation de l'évapotranspiration où une partie des radiations solaire absorbées par le sol et l'autre réfléchir, ce dernier dépend de la nature de sol et le type de la région environnante. (A. Abdelmotaleb1998)

Tableau n°6: moyenne mensuelle de l'insolation (2008-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	total
heur/mois	261.54	268.97	260.04	248.53	260.16	249.25	266.13	276.19	313.03	304.52	334.75	337.21	3380.32

Station météorologique d'El-Goléa (2008-2017)

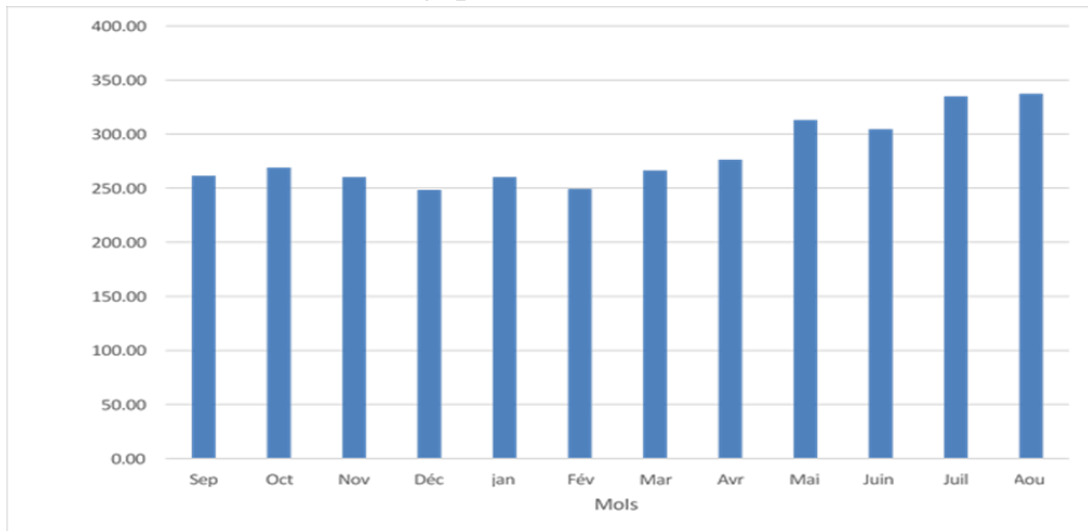


Figure 14: Moyenne mensuelle de l'insolation (2008-2017).

Il ressort de ce diagramme que l'insolation atteint son maximum pendant les mois de Juillet et Aout.

II.2 Caractérisation du climat

La caractérisation du climat d'une zone géographique à l'aide d'indices climatiques ou de diagrammes constitue un outil essentiel pour la comparaison interrégionale des conditions climatiques. Ces méthodes prennent généralement en compte deux variables fondamentales : la pluviométrie et la température. Les indices et diagrammes les plus couramment utilisés à cet effet sont les suivants :

II.2.1 Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique, construit à partir des valeurs de la température moyenne $\frac{M+m}{2}$ en °C et des précipitations moyennes mensuelles (en mm), constitue un outil pertinent pour discriminer les saisons climatiques d'une région. Il permet de distinguer de manière nette une saison sèche, caractérisée par un déficit pluviométrique, d'une saison humide, marquée par un excédent de précipitations.

Un mois sec se définit, selon (Bagnouls et Gaussen, 1953, 1957) comme celui ayant un total pluviométrique (moyenne en millimètres) égal ou inférieur au double de la température (moyenne en °C) ($P \leq 2T^\circ$).

Tableau n°7: moyenne des précipitations et des températures (2008-2017)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
P(mm)	2.58	4.56	1.58	8.94	10.77	0.83	6.30	0.38	3.22	0.51	0.00	0.20
M(°C)	22.33	16.22	8.14	4.11	2.72	4.70	8.43	13.75	18.65	23.37	26.21	25.82
M(°C)	37.91	31.73	23.38	18.27	18.04	20.50	25.05	30.42	34.99	39.80	42.97	41.86
T(°C)	30.12	23.98	15.76	11.19	10.38	12.60	16.74	22.08	26.82	31.58	34.59	33.84

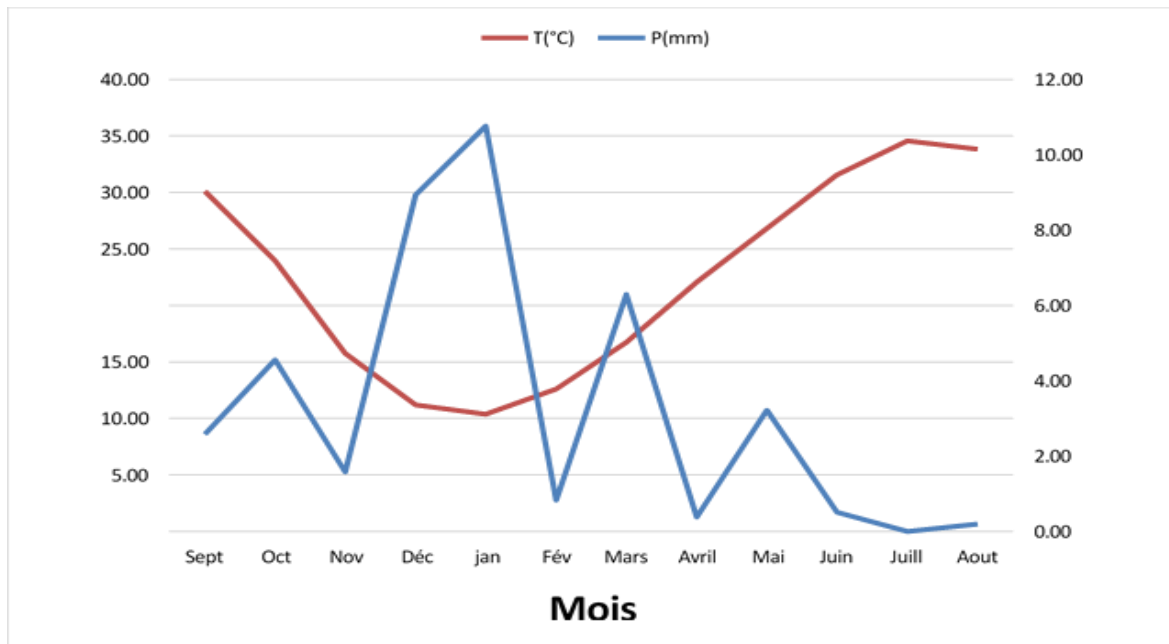


Figure 15: Diagramme ombrothermique établi avec la moyenne des précipitations et des températures de la station d'El-Goléa (2008-2017)

D'après ce diagramme, on déduit que la région d'El-Goléa est caractérisée par une saison sèche qui s'étale sur plusieurs mois consécutifs.

Conclusion

Sur le plan géographique, l'oasis d'El-Goléa occupe une position centrale au sein du territoire algérien. Elle englobe les localités d'El-Meniaa et de Hassi El Gara, formant une oasis remarquable établie sur le lit de l'oued Seggeur.

Du point de vue géologique, la région d'étude se caractérise principalement par la **présence** des unités suivantes :

- **Des formations à perméabilité élevée**, constituées de sables quaternaires ainsi que de sables blancs et de grès de l'Albien ;
- **Des formations marneuses, calcaires, gypseuses et des argiles sableuses**, susceptibles de renfermer à la fois des niveaux fissurés perméables et des horizons imperméables.

La région d'El-Goléa est soumise à un climat saharien de type hyperaride, caractérisé par des hivers froids et des étés chauds et secs, sous l'influence combinée de sa position géographique et de son relief.

L'analyse des différentes variables climatiques met en évidence les caractéristiques principales suivantes :

- **Des températures élevées**, associées à une amplitude thermique marquée entre l'hiver et l'été, avec une température moyenne annuelle avoisinant 22,41 °C ;
- **Des précipitations faibles et irrégulières**, dont la moyenne annuelle est estimée à 43,38 mm ;
- **Un ensoleillement très intense** tout au long de l'année ;
- **Une évapotranspiration potentielle et réelle élevée**, de l'ordre de 36,88 mm, représentant environ 85 % du volume annuel des précipitations.

Les conditions lithologiques dominantes, combinées à la faiblesse des précipitations, limitent fortement les phénomènes de ruissellement et l'infiltration des eaux pluviales.

Chapitre III

simulation hydraulique

I-choix du logiciel de simulation :

❖ COVADIS :

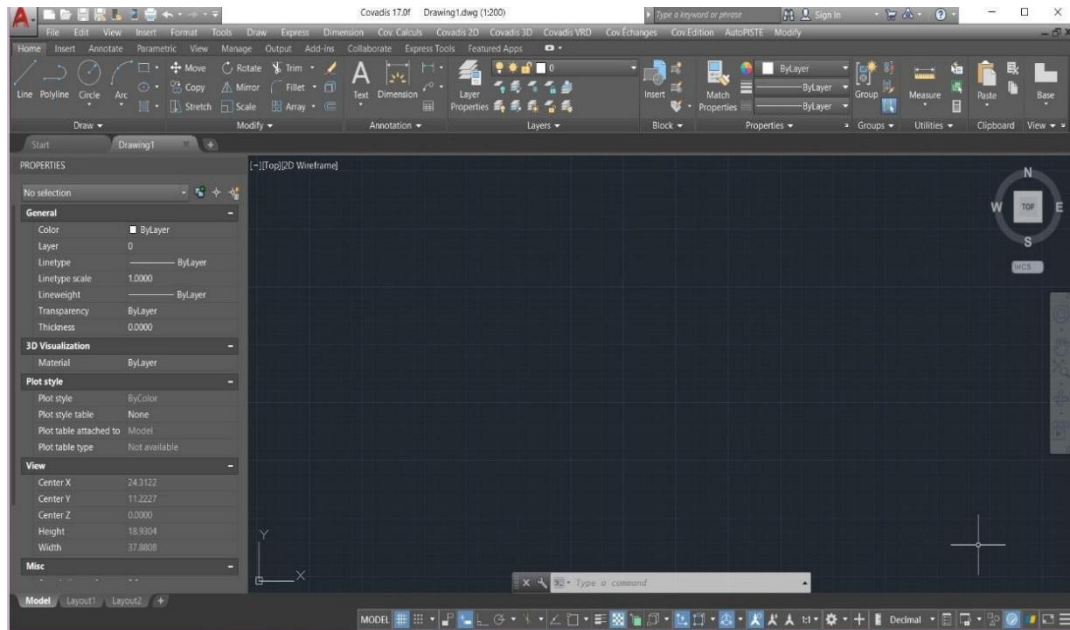


Figure16 : Covadis utilisé avec AutoCAD

- **Présentation Générale de Covadis**
- Covadis est un module complémentaire professionnel utilisé avec AutoCAD, largement reconnu dans les domaines du génie civil et des travaux publics, notamment pour la conception des infrastructures et des routes. Il est très utilisé dans les bureaux d'études techniques et d'ingénierie.
- **Qu'est-ce que Covadis ?**
- Covadis est un logiciel développé par la société française Géomédia, qui s'intègre à AutoCAD afin de fournir des outils avancés pour la conception et la planification des projets d'ingénierie.
- Principales Utilisations :



Figure17 : la barre de menus Covadis.

1. Conception routière (Voirie et Réseaux Divers - VRD) :

- Dessin des axes en plan et en profil en long.
- Calculs de déblais et remblais.
- Génération de profils en long et en travers.
- Calculs automatiques des quantités de terrassement.

2. Réseaux d'eau potable et d'assainissement :

- Conception des réseaux d'alimentation en eau potable (AEP).
- Conception des réseaux d'eaux usées (EU) et d'eaux pluviales (EP).
- Modélisation des canalisations, regards, collecteurs.
- Calculs de pentes et de débits.

3. Modélisation du terrain (Modélisation Numérique de Terrain - MNT) :

- Création de modèles numériques de terrain.
- Calculs de surfaces et de volumes.
- Génération de courbes de niveau.

4. Topographie :

- Importation des points topographiques (fichiers TXT/CSV).
- Analyse des levés et génération de plans.
- Transformation des points en cartes topographiques.
- Avantages de Covadis :
 - Facilité d'utilisation après une formation.
 - Intégration entre la conception topographique et les projets d'ingénierie.
 - Résultats précis et rapides.
 - Gain de temps considérable par rapport aux méthodes manuelles.
 - Utilisé dans de nombreux projets réels (routes, réseaux, assainissement, etc.).
- Types de Fichiers Gérés :
 - Fichiers DWG (AutoCAD).
 - Fichiers de points TXT / CSV.
 - Exportation de rapports vers Excel / PDF.

❖ EPANET :

• d'EPANET Présentation Générale :

EPANET est un logiciel gratuit développé par l'EPA (Environmental Protection Agency – Agence américaine de protection de l'environnement), conçu pour simuler le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau potable.

Il est largement utilisé dans le domaine du génie hydraulique pour l'étude, la planification, la gestion et l'optimisation des réseaux.

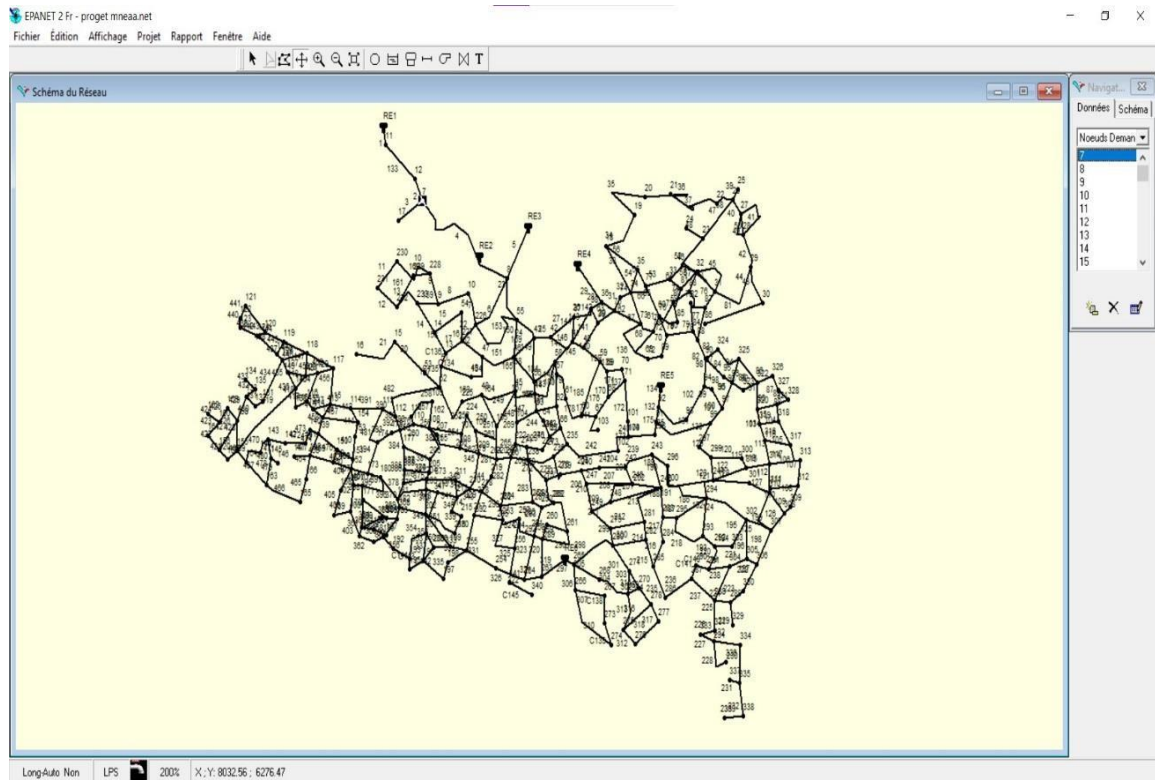


Figure18 : logiciel EPANET

- **À quoi sert EPANET :**

EPANET permet de :

- Modéliser l'écoulement de l'eau dans les canalisations.
- Simuler la pression aux nœuds (jonctions).
- Étudier la qualité de l'eau (concentration de chlore, âge de l'eau, etc.).
- Tester différents scénarios de consommation ou de rupture de canalisation.
- Analyser le comportement du réseau à long terme (jusqu'à 24 heures).

- **Fonctionnalités principales :**

1. Hydraulique :

- Calcul du débit, pression, vitesse d'écoulement dans chaque conduite.
- Détection des zones de basse pression ou de surcharge.
- Simulation de fonctionnement des pompes, réservoirs, vannes.

2. Qualité de l'eau :

- Suivi du chlore ou d'un traceur chimique dans le réseau.
- Modélisation de la dégradation de la qualité au fil du temps.

3. Simulation dynamique :

- Possibilité de simuler l'évolution horaire du réseau (pas de temps défini).
- Analyse sur 24 heures ou plus pour des scénarios réels.

4. Interface utilisateur graphique (GUI) :

- Création schématique du réseau (nœuds, tuyaux, pompes, réservoirs...).
- Visualisation en temps réel des résultats sous forme de cartes, tableaux et graphiques.
- **Avantages d'EPANET :**
 - Gratuit et open-source.
 - Interface intuitive et légère.
 - Résultats fiables pour les projets d'eau potable.
 - Adapté à l'enseignement, la recherche et l'ingénierie appliquée.
 - Compatible avec d'autres outils comme WaterGEMS, QGIS, ou Python via scripts.

II- construction de la simulation :

❖ Les réservoirs :

• Définition :

Un réservoir d'eau potable est une installation destinée à stocker temporairement de l'eau rendue potable, afin d'assurer une distribution continue et régulée aux usagers (habitants, industries, services...).

• Fonctions principales :

- Stockage de l'eau traitée.
- Régulation de la pression dans le réseau de distribution.
- Compensation des variations entre production et consommation.
- Réserve en cas d'urgence, d'incendie ou de panne.

• Types de réservoirs :

- Château d'eau : réservoir en hauteur pour fournir de la pression.
- Réservoir enterré : souvent utilisé pour de grandes capacités, discret et protégé.
- Réservoir au sol : construit à la surface du sol, souvent en béton ou en acier.

• Critères de conception :

- Volume selon la consommation journalière.
- Matériaux étanches et résistants à la corrosion.
- Facilité d'entretien et d'accès.
- Sécurité sanitaire (éviter la contamination).



Figure19: réservoir de Stockage

❖ Les conduites :

• Définition :

Les conduites d'adduction en eau potable sont des canalisations qui transportent l'eau depuis les sources (captage, station de pompage, réservoir) vers les zones de distribution (quartiers, maisons, industries...).

• Types de conduites dans un réseau AEP :

- Conduite de refoulement (ou de pompage).
- Eau poussée par une pompe.
- Généralement entre la station de pompage et un réservoir.
- Conduite gravitaire.
- L'eau circule sous l'effet de la gravité.
- Utilisée entre les réservoirs et les points de distribution.
- Conduite principale (ou conduite maîtresse).
- Canalisation principale de grand diamètre.
- Alimente plusieurs secteurs du réseau.
- Conduites secondaire.
- Plus petites.
- Distribuent l'eau aux abonnés (habitations, écoles...).

• Matériaux utilisés :

1-PVC (polychlorure de vinyle) : léger, résistant à la corrosion.



Figure 20: Conduite en pvc

2- PEHD (polyéthylène haute densité) : souple et durable.



Figure 21: Conduite en PEHD

3- Fonte ductile : très résistant, souvent pour les grandes conduites.



Figure22: Conduite Fonte ductile



figure 23: Conduite Fonte ductile

4-Acier : utilisé pour haute pression ou longue distance.



Figure 24:conduite Acier



figure 25:conduite Acier

- **Critères de choix d'une conduite AEP**

- Pression de service
- Débit requis
- Résistance aux agressions du sol et de l'eau
- Coût d'installation et d'entretien
- Durée de vie

- ❖ **Les pompes :**

- Définition :

Les pompes d'AEP sont des dispositifs mécaniques utilisés pour aspirer et refouler l'eau potable à travers un réseau de canalisations, généralement lorsqu'on ne peut pas compter uniquement sur la gravité.

- Rôles des pompes dans un réseau AEP :

1-Relever l'eau depuis :

- Un puits ou un forage
- Une source naturelle
- Une station de traitement

2-Assurer le refoulement de l'eau vers :

- Un réservoir
- Un château d'eau
- Ou directement vers le réseau de distribution
- Maintenir une pression constante dans le réseau.

- **Types de pompes utilisées en AEP :**

1. Pompe centrifuge (la plus utilisée) :

Fonctionne par la force centrifuge générée par une roue.

Idéale pour les débits élevés.

- Types : horizontale ou verticale.



Figure26:Pompe centrifuge



figure27:Pompe centrifuge

2. Pompe submersible :

Placée dans l'eau (ex. : au fond d'un puits).

Très utilisée pour les forages profonds.



Figure 28:Pompe submersible

3. Pompe volumétrique :

- Débit constant, indépendamment de la pression.
- Utilisée parfois pour de petites installations ou des dosages.



Figure 29: Pompe volumétrique

- **Composants d'une station de pompage AEP :**

- Pompes (souvent en série ou en parallèle).
- Canalisations d'aspiration et de refoulement.
- Soupapes de sécurité.
- Capteurs de pression.
- Armoires de commande (automatisées).
- Groupe électrogène de secours (en cas de coupure de courant).

- **Critères de choix d'une pompe AEP :**

- Hauteur manométrique totale (HMT) : distance verticale + pertes de charge.
- Débit nécessaire (en m³/h).
- Type d'eau (potable, brute...).
- Profondeur du captage.
- Énergie disponible (électricité, solaire...).

III. Validation du modèle :

❖ par Covadis :

- tout d'abord, nous avons procédé à l'installation de Covadis et AutoCAD. Après l'installation, nous nous sommes dirigés vers les institutions spécialisées dans le domaine afin d'obtenir le plan du réseau de la région d'El Menia. Ce plan comprend les conduites principales, les puits et les réservoirs de chaque quartier, avec les caractéristiques de chaque élément (altitudes et position géographique (X, Y) sur le site Google Earth), comme illustré dans l'image ci-dessous.

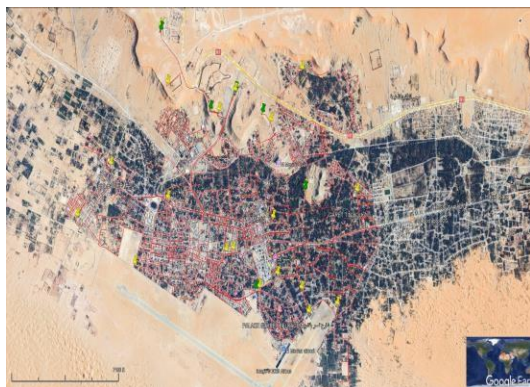


Figure 30:

réseau de la région d'El Menia Google Earth

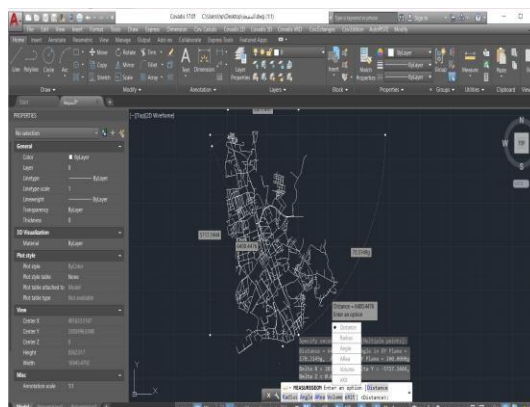


figure 31:réseau par Covadis

- pour visualiser le plan du réseau d'eau potable (AEP) à l'aide du logiciel Covadis, il est nécessaire que le réseau soit préalablement dessiné sur AutoCAD, puis utiliser les outils de Covadis pour l'affichage et l'analyse du réseau. Voici les étapes de base pour la visualisation du réseau :

1. Ouvrir le fichier du projet :

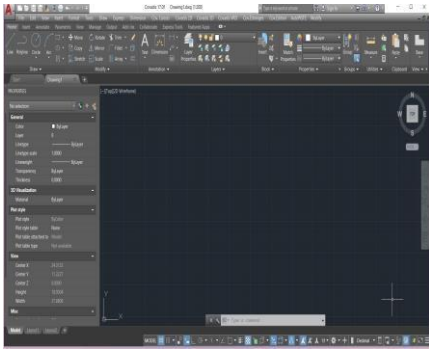


Figure32:Covadis utilisé avec AutoCAD



figure33:la barre de menus
Covadis Ouvrir le logiciel
AutoCAD

Ouvrir le fichier DWG contenant le dessin du réseau d'eau

2. Activer Covadis :

- Dans la barre de menus, aller à « Covadis ».
- S’assurer que Covadis est complètement activé (notamment le module « Réseaux »).

3. Vérification des calques du réseau :

Vérifier que tous les éléments (conduites, points de raccordement, vannes, réservoirs...) sont placés sur les bons calques.

- o Les calques doivent être prédéfinis, tels que :
 - AEP_CONDUITES (pour les canalisations)
 - AEP_APPAREILS (pour les appareils)
 - AEP_NOEUDS (pour les nœuds)

4. Ouvrir le module Réseaux – Réseaux

Depuis le menu :

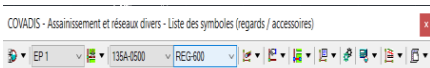


Figure34:assainissement et réseau divers

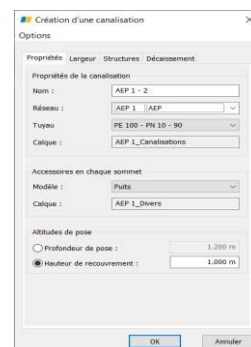


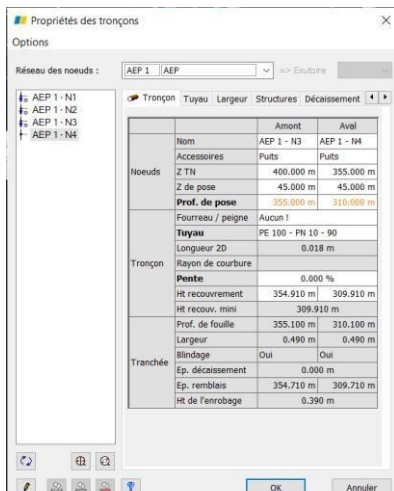
Figure 35:Gestion du canalisation

Covadis > Réseaux > Réseau d’Eau Potable > Gestion du réseau

5. Visualisation du réseau :

- Choisir le type de réseau :

Sélectionner Réseau d’AEP ou Réseau d’assainissement selon le projet.



Figur 36:Propriétés des tronçons

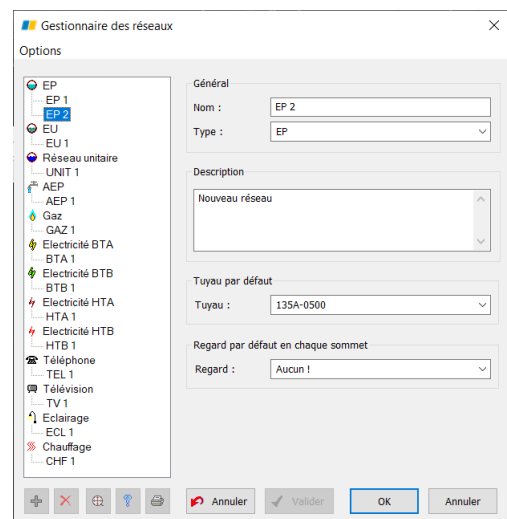


Figure37:Gestion du réseau

- **Visualiser les éléments :**

- Utiliser les outils :

Affichage du profil en long (pour voir les coupes longitudinales des conduites)

Affichage des données (pour vérifier le diamètre, le débit, la pente...)

Affichage 3D (si le réseau est modélisé en 3D)

- **Générer un profil en long :**

Depuis le menu

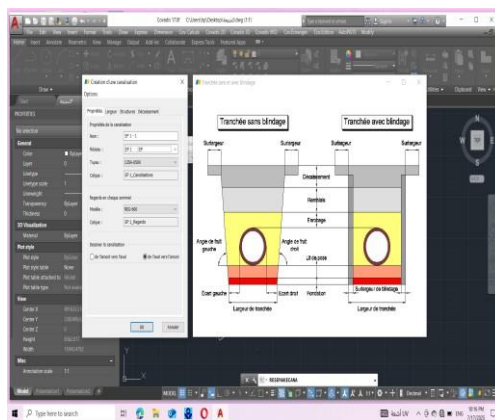


Figure 38: Tranchée sans et avec blindage

Covadis > Réseaux > Profil en long > Générer un profil

Sélectionner la ligne de conduite.

Choisir les paramètres (échelle, données, annotations...).

Le profil longitudinal est généré automatiquement.

6. Calcul des débits et des pentes (optionnel) :

À partir du même module, vous pouvez effectuer des calculs de débit si vous avez connecté le logiciel à des données de consommation ou des unités de calcul.

7. Exporter les résultats

- Les résultats peuvent être enregistrés sous forme de :
- Tableaux Excel
- Fichiers PDF
- Plans CAD

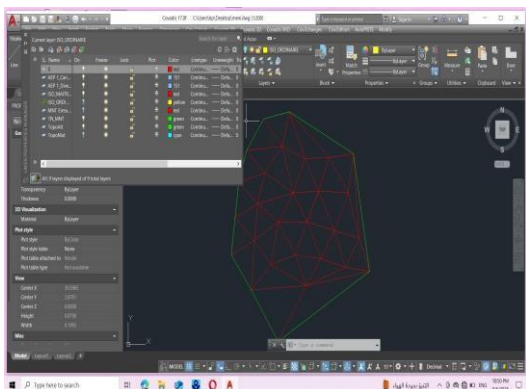


Figure 39:Curent layer .ISO-ORDINAIRE

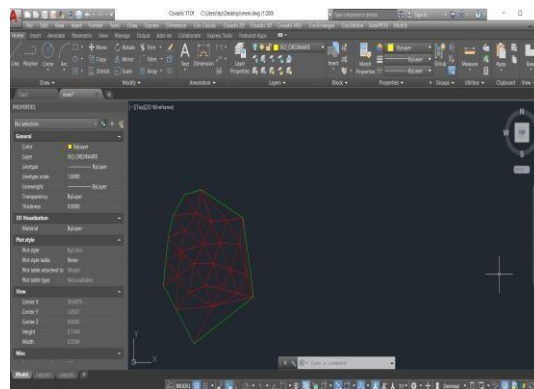


figure40:réseaux MNT

8. Remarques importantes :

S'assurer que chaque élément est défini à l'aide de la commande « Propriétés des objets réseaux » dans Covadis.

Vérifier la bonne connexion entre les points et les conduites, sinon le réseau ne s'affichera pas correctement.

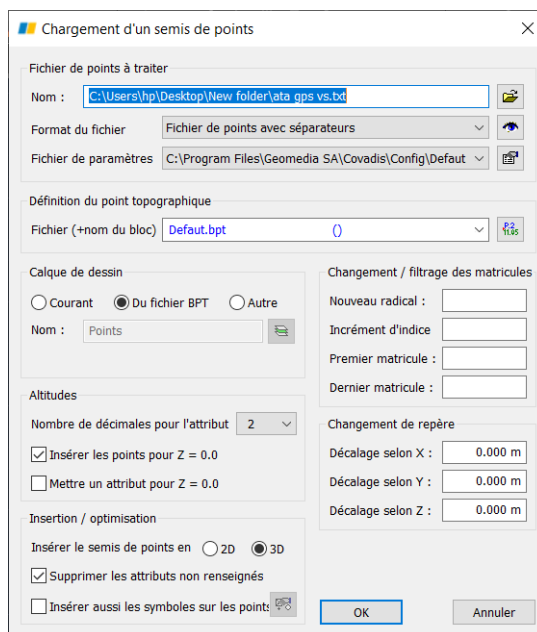


Figure 41:CRREI UN réseaux MNT

mnt - Notepad

	utm_easting	utm_northing	altitude (m)
	487096.5	3386755	398.4
1	487153.4	3386818.5	398.0
2	487214.8	3386850	400.0
3	487308.2	3386929.6	398.1
4	487366.7	3386993.5	399.2
5	487413.9	3386992.8	399.0
6	487476.3	3387025.1	398.0
7	487624	3387057.3	402.5
8	487457.5	3387025.1	397.9
9	487298.8	3386929.7	398.5
10	487617.8	3386928.2	403.9
11	487919	3386912.5	400.8
12	487904.3	3386864.5	400.8
13	487566.8	3386785.2	399.1
14	487224.7	3386324.4	397.9
15	487180.1	3386249.3	398.8
16	487059.1	3386145.6	396.9
17	487223.8	3386189.5	398.8
18	487306.4	3386248.5	396.4
19	487584.8	3386260.2	400.2
20	487483.8	3386275.9	398.8
21	487451.8	3386082.6	397.3
22	487389.5	3386081.5	399.6
23	487174.8	3386014.3	400.5
24	487406.2	3386321.9	398.2
25	487711.8	3386534.1	397.5
26	487779.5	3386595.5	397.0
27	487551.5	3386489	398.0
28	487498.3	3386474.2	398.0
29	487421.2	3386428.9	397.3
30	487644.2	3386660.1	398.8
31	487763.5	3386769.2	401.0
32	487596.3	3386769.4	399.6
33	487293.7	3386737.2	399.5
34	487330.8	3386737.1	399.2
35	487402.8	3386673.7	400.0
36	487371.9	3386864.7	400.2
37	487304.5	3386881.4	399.8
38	487054.7	3386931.5	400.9
39	486989	3386931.9	398.9
40	486841.1	3386916.7	395.4

Figure 42:Tableau des altitudes et x et y

❖ Par Epanet :

1. Composants du réseau d'eau potable dans EPANET

EPANET modélise un réseau à travers les éléments suivants :

Élément Description Jonctions (Jonctions) Points de consommation ou d'interconnexion.

La demande y est spécifiée .Réservoirs (Réservoirs) Sources permanentes d'eau avec un niveau constant. Châteaux d'eau (Tanks) Stockent l'eau et stabilisent la pression.

Conduites (Pipes) Transportent l'eau entre les jonctions ; définies par longueur, diamètre, rugosité, etc. Pompes (Pompas) Permettent d'augmenter la pression ou de transférer l'eau. Vannes (Valves) Régulent ou arrêtent l'écoulement (PRV, PSV, FCV...).

2. Ouverture et visualisation du réseau (.INP)

Lancez EPANET.

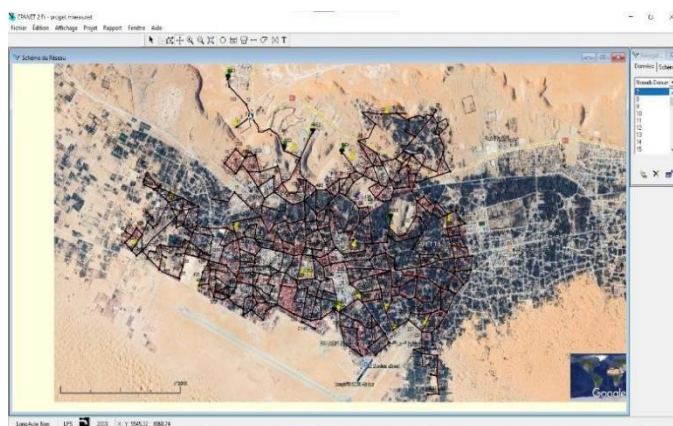


Figure 43:Lancez EPANET

Menu File > Open pour ouvrir un fichier .INP

Une carte schématique du réseau s'affiche à l'écran :

Lignes bleues : conduites.

Cercles : jonctions.

Carrés ou grands cercles : réservoirs/tanks.

Petits symboles : pompes ou vannes.

Assurez-vous que tous les composants hydrauliques nécessaires sont présents avant l'analyse.

3. Inspection des propriétés hydrauliques

Pour consulter les propriétés :

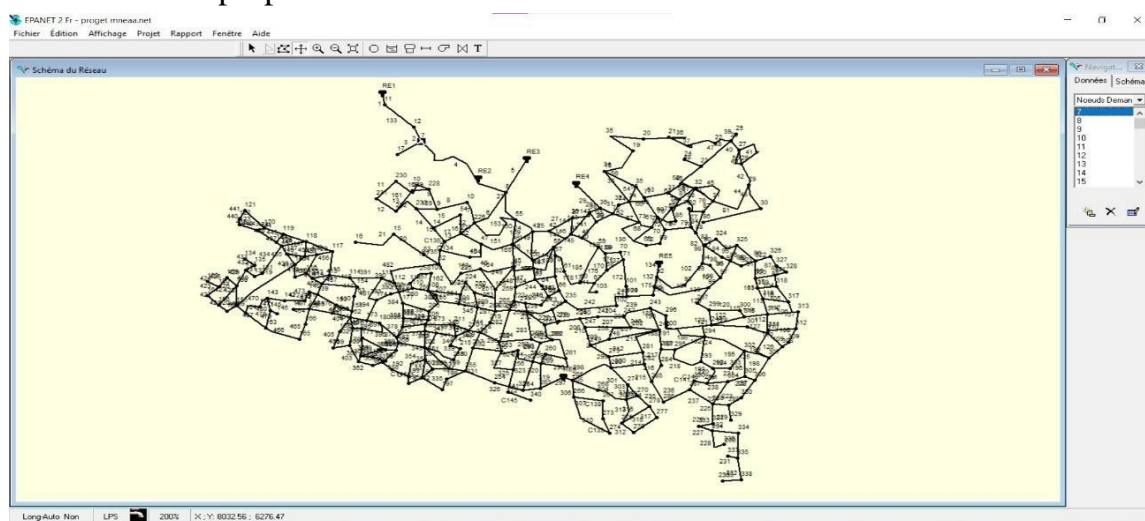


Figure 44:élément (conduite, jonction, pompe...)

- Double-cliquez sur un élément (conduite, jonction, pompe...)
- Une fenêtre "Propretés" s'ouvre avec :
- Pression aux jonctions.
- Débit (Flow rate) dans les conduites.
- Vitesse (Vélocité) d'écoulement.
- Demande (Demande).

4. Lancer la simulation

- Menu Project > Rune Analysais ou clic sur l'icône.
- EPANET effectue les calculs :
- Distribution temporelle des débits.
- Pressions dans le réseau.
- Niveaux d'eau dans les réservoirs.
- Performance des pompes.
- Les équations utilisées incluent Hazan-Williams ou Darcy-Weisbach.

5. Affichage des résultats

Résultats sur le schéma :

- Barre supérieure > Affichage des valeurs :
- Débit, Pression, Vitesse, Demande
- Représentation en couleurs selon la légende (Mapp Legends).

Tableaux :

- Report > Table > Jonctions : Pressions et demandes.
- Report > Table > Pipes : Vitesse et perte de charge.

Graphiques :

- Report > Graph > Time Séries :
- Sélectionnez un élément (ex : réservoir).
- Visualisation des évolutions dans le temps.

6. Indicateurs hydrauliques essentiels

Indicateur Valeur recommandée Interprétation Pression aux jonctions 20–80 m < 20 : sous-pression ; > 80 : risque pour le réseau. Vitesse dans les conduites 0.3–2.5 m/s < 0.3 : dépôts ; > 2.5 : érosion. Perte de charge Minimale Mesure l'efficacité des conduites. Demande satisfaite 100% Toute insuffisance indique un dysfonctionnement.

7. Outils de régulation et de simulation

Contrôles : Pour activer/désactiver pompes et vannes selon l'heure ou des conditions.

Patterns : Modèles de consommation horaires.

Courbes (Curves) : Pour les relations (ex : courbe pompe débit/hauteur).

❖ Caractéristiques des réservoirs de la région:

• Caractéristiques géométriques :

1. Capacité :

Volume d'eau que le réservoir peut stocker, exprimé en mètres cubes (m³).

2. Hauteur :

Hauteur du réservoir par rapport au sol (importante pour le calcul de la pression).

3. Forme géométrique :

- ✓ Cylindrique
- ✓ Rectangulaire ou cubique
- ✓ Sphérique

4. Dimensions :

Longueur, largeur, hauteur ou diamètre et profondeur selon le type de réservoir.

• Caractéristiques fonctionnelles :

1. Type de réservoir :

- ✓ Surélevé : utilisé pour fournir la pression dans le réseau.
- ✓ Au sol : souvent utilisé pour le stockage temporaire.
- ✓ Enterré : utilisé pour des raisons thermiques ou architecturales.

2. Fonction du réservoir :

- ✓ Stockage de l'eau
- ✓ Régulation de la pression

- ✓ Réserve pour les urgences
- ✓ Gestion des débits de pointe
- **Caractéristiques hydrauliques :**
 - Niveaux minimum et maximum :
Déterminent la variation de pression disponible.
 - Pression disponible :
Dépend de la hauteur et de l'emplacement du réservoir.
 - Connexion au réseau :
Décrit comment le réservoir est relié au réseau (conduites d'entrée et de sortie, vannes, orifices...).
- **Caractéristiques de construction :**
 - Matériau :
 - ✓ Béton armé
 - ✓ Acier
 - ✓ Plastique (PEHD...)
 - ✓ Fibre de verre
 - Isolation et protection :
 - ✓ Contre la chaleur ou le gel
 - ✓ Contre la corrosion
 - ✓ Revêtement intérieur antibactérien
- **Caractéristiques d'exploitation :**
 - Système de surveillance :
 - ✓ Capteurs de niveau
 - ✓ Capteurs de pression
 - ✓ Télégestion
 - Maintenance :
 - ✓ Possibilité de nettoyage
 - ✓ Présence d'ouvertures d'aération et d'inspection
 - ✓ Vidange des eaux usées ou polluée



Figure 45:Caractéristiques géométriques des réservoirs de la région

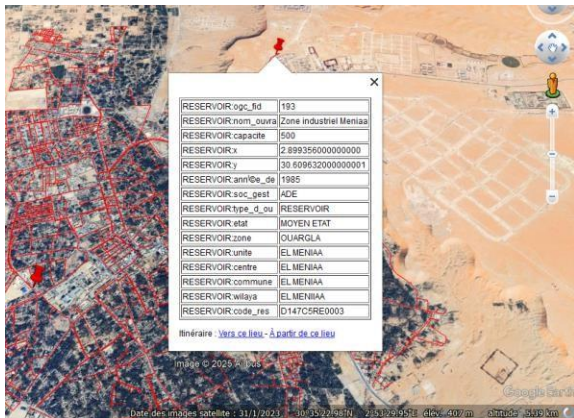


Figure 46:Zone industriel meniaa



figure47:Kef 02

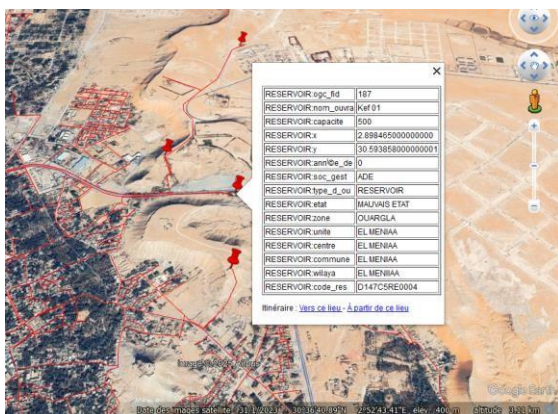


Figure 48:Kef 01

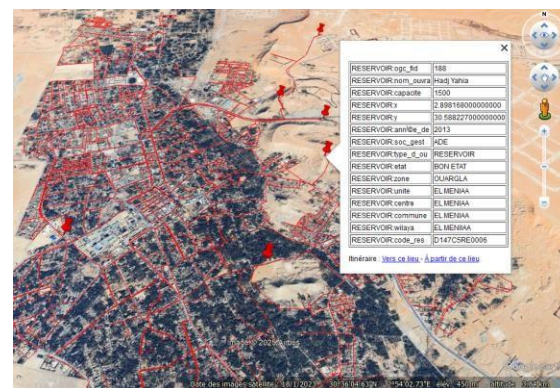


figure 49:Hadj yahia



Figure50:Tin bouzid

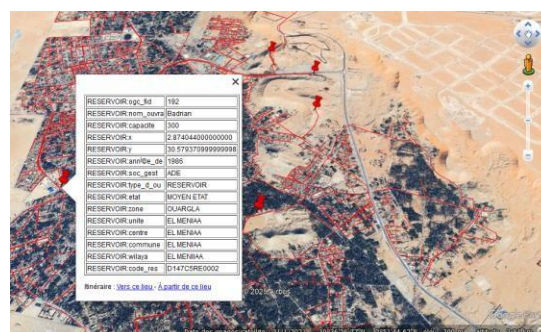


figure51:Badrian



Figur 52:Trace les conduites de réseau

❖ Les résultats obtenus à partir D'EPANET : le débit et la pression et la vitesse.

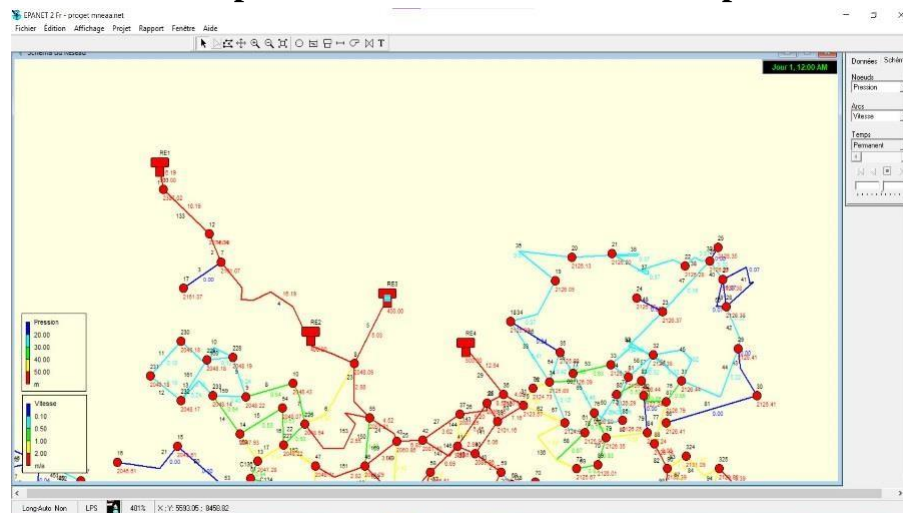


Figure 53:Les pressions et les vitesses

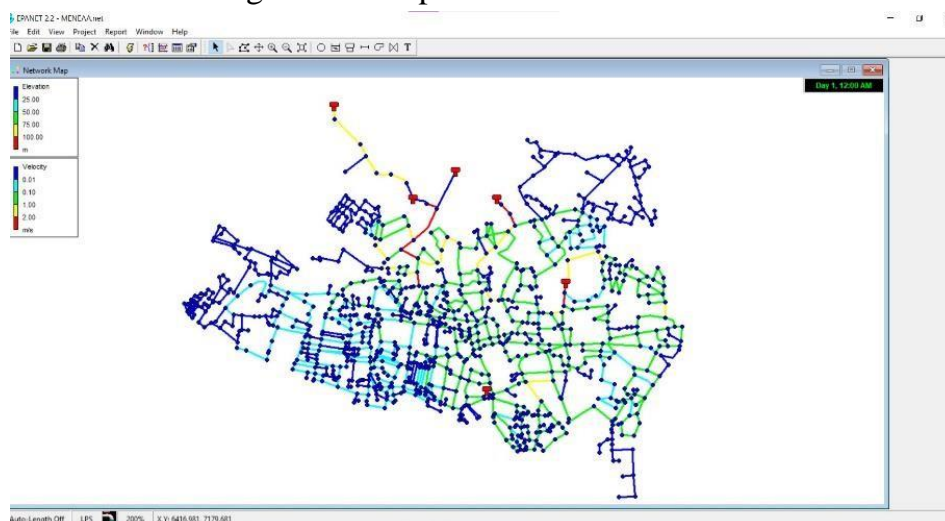


Figure 54:Elevation et vitesse

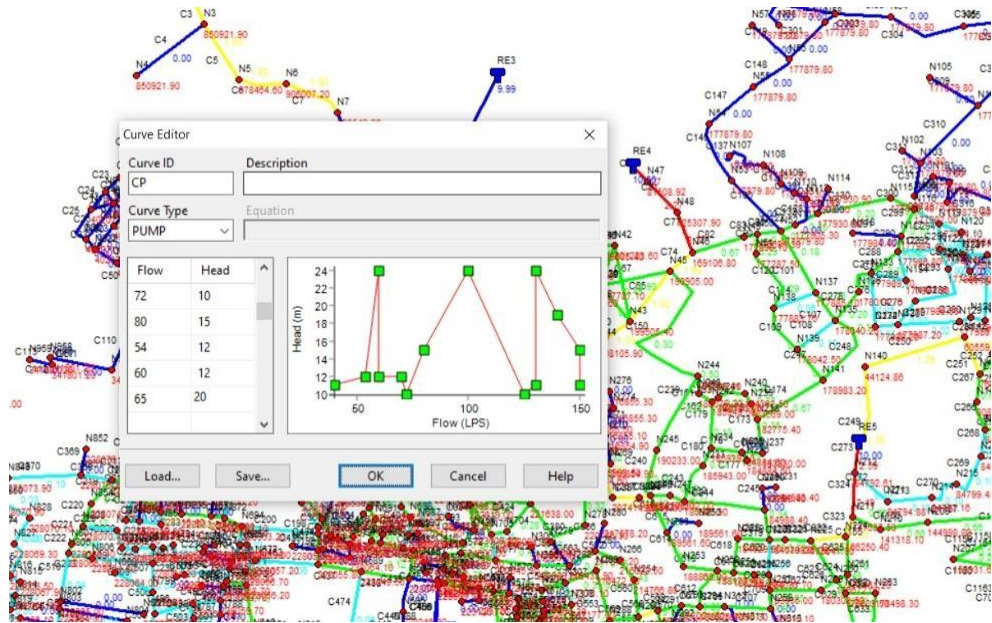


Figure 55:editeur de courbes

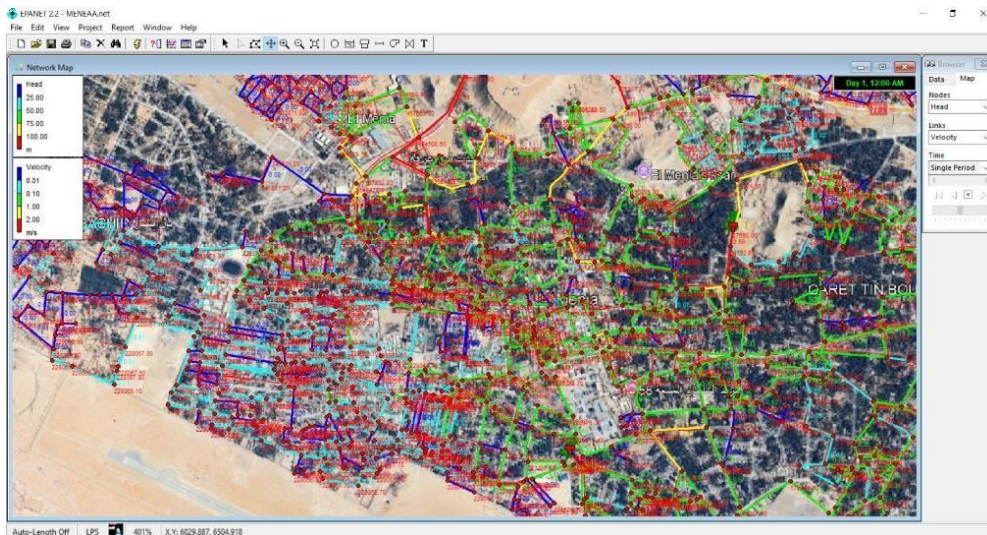


Figure 56:Pression et vitesse

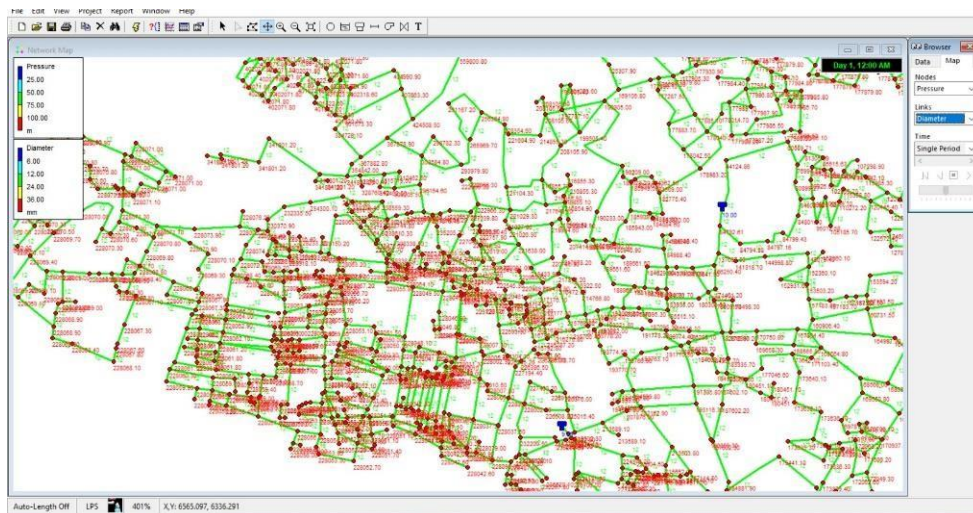


Figure 57:Pression et diamètre

Node ID	Demand (PS)	Head (m)	Pressure (r)	Quality
Line101	3.00	7899.00	8333.00	1.00
Line102	3.00	8239.00	8333.00	1.00
Line103	3.00	8579.00	8333.00	1.00
Line104	3.00	8919.00	8333.00	1.00
Line105	3.00	9259.00	8333.00	1.00
Line106	3.00	9599.00	8333.00	1.00
Line107	3.00	9939.00	8333.00	1.00
Line108	3.00	10279.00	8333.00	1.00
Line109	3.00	10619.00	8333.00	1.00
Line110	3.00	10959.00	8333.00	1.00
Line111	3.00	11299.00	8333.00	1.00
Line112	3.00	11639.00	8333.00	1.00
Line113	3.00	11979.00	8333.00	1.00
Line114	3.00	12319.00	8333.00	1.00
Line115	3.00	12659.00	8333.00	1.00
Line116	3.00	12999.00	8333.00	1.00
Line117	3.00	13339.00	8333.00	1.00
Line118	3.00	13679.00	8333.00	1.00
Line119	3.00	14019.00	8333.00	1.00
Line120	3.00	14359.00	8333.00	1.00
Line121	3.00	14699.00	8333.00	1.00
Line122	3.00	15039.00	8333.00	1.00
Line123	3.00	15379.00	8333.00	1.00
Line124	3.00	15719.00	8333.00	1.00
Line125	3.00	16059.00	8333.00	1.00
Line126	3.00	16399.00	8333.00	1.00
Line127	3.00	16739.00	8333.00	1.00
Line128	3.00	17079.00	8333.00	1.00
Line129	3.00	17419.00	8333.00	1.00
Line130	3.00	17759.00	8333.00	1.00
Line131	3.00	18099.00	8333.00	1.00
Line132	3.00	18439.00	8333.00	1.00
Line133	3.00	18779.00	8333.00	1.00
Line134	3.00	19119.00	8333.00	1.00
Line135	3.00	19459.00	8333.00	1.00
Line136	3.00	19799.00	8333.00	1.00
Line137	3.00	20139.00	8333.00	1.00
Line138	3.00	20479.00	8333.00	1.00
Line139	3.00	20819.00	8333.00	1.00
Line140	3.00	21159.00	8333.00	1.00
Line141	3.00	21499.00	8333.00	1.00
Line142	3.00	21839.00	8333.00	1.00
Line143	3.00	22179.00	8333.00	1.00
Line144	3.00	22519.00	8333.00	1.00
Line145	3.00	22859.00	8333.00	1.00
Line146	3.00	23199.00	8333.00	1.00
Line147	3.00	23539.00	8333.00	1.00
Line148	3.00	23879.00	8333.00	1.00
Line149	3.00	24219.00	8333.00	1.00
Line150	3.00	24559.00	8333.00	1.00
Line151	3.00	24899.00	8333.00	1.00
Line152	3.00	25239.00	8333.00	1.00
Line153	3.00	25579.00	8333.00	1.00
Line154	3.00	25919.00	8333.00	1.00
Line155	3.00	26259.00	8333.00	1.00
Line156	3.00	26599.00	8333.00	1.00
Line157	3.00	26939.00	8333.00	1.00
Line158	3.00	27279.00	8333.00	1.00
Line159	3.00	27619.00	8333.00	1.00
Line160	3.00	27959.00	8333.00	1.00
Line161	3.00	28299.00	8333.00	1.00
Line162	3.00	28639.00	8333.00	1.00
Line163	3.00	28979.00	8333.00	1.00
Line164	3.00	29319.00	8333.00	1.00
Line165	3.00	29659.00	8333.00	1.00
Line166	3.00	29999.00	8333.00	1.00
Line167	3.00	30339.00	8333.00	1.00
Line168	3.00	30679.00	8333.00	1.00
Line169	3.00	31019.00	8333.00	1.00
Line170	3.00	31359.00	8333.00	1.00
Line171	3.00	31699.00	8333.00	1.00
Line172	3.00	32039.00	8333.00	1.00
Line173	3.00	32379.00	8333.00	1.00
Line174	3.00	32719.00	8333.00	1.00
Line175	3.00	33059.00	8333.00	1.00
Line176	3.00	33399.00	8333.00	1.00
Line177	3.00	33739.00	8333.00	1.00
Line178	3.00	34079.00	8333.00	1.00
Line179	3.00	34419.00	8333.00	1.00
Line180	3.00	34759.00	8333.00	1.00
Line181	3.00	35099.00	8333.00	1.00
Line182	3.00	35439.00	8333.00	1.00
Line183	3.00	35779.00	8333.00	1.00
Line184	3.00	36119.00	8333.00	1.00
Line185	3.00	36459.00	8333.00	1.00
Line186	3.00	36799.00	8333.00	1.00
Line187	3.00	37139.00	8333.00	1.00
Line188	3.00	37479.00	8333.00	1.00
Line189	3.00	37819.00	8333.00	1.00
Line190	3.00	38159.00	8333.00	1.00
Line191	3.00	38499.00	8333.00	1.00
Line192	3.00	38839.00	8333.00	1.00
Line193	3.00	39179.00	8333.00	1.00
Line194	3.00	39519.00	8333.00	1.00
Line195	3.00	39859.00	8333.00	1.00
Line196	3.00	40199.00	8333.00	1.00
Line197	3.00	40539.00	8333.00	1.00
Line198	3.00	40879.00	8333.00	1.00
Line199	3.00	41219.00	8333.00	1.00
Line200	3.00	41559.00	8333.00	1.00

Figure 58: hauteur et pression

IV. Conclusion :

Après une simulation complète du réseau d'eau à l'aide des logiciels Covadis et EPANET, un ensemble de résultats a permis d'évaluer avec précision les performances du réseau sur les plans hydraulique et technique. Les analyses ont montré que la majorité des sections du réseau respectent les normes requises en termes de pression, de débit et de vitesse, garantissant ainsi une distribution efficace de l'eau vers les différents points de consommation.

Cependant, les résultats ont révélé certaines irrégularités dans des zones spécifiques, où une baisse relative de pression ou une variation du débit a été enregistrée, ce qui pourrait affecter la régularité de la distribution pendant les périodes de forte demande. Ces constats nécessitent une révision de certains diamètres de conduites ou un ajustement des paramètres d'exploitation des pompes ou des réservoirs, afin d'optimiser la performance globale.

De manière générale, cette simulation confirme que la conception de base du réseau est solide et évolutive, et que les données obtenues constituent une référence fiable pour la prise de décisions techniques futures, qu'il s'agisse d'opérations de maintenance ou de projets d'extension.

Chapitre IV

*Analyse des résultats et
identification des
problèmes et proposition
d'amélioration*

1.1 Généralités

Face à la demande croissante en eau, une gestion efficace des systèmes d'adduction est essentielle, en particulier pour les réseaux simples reliant les forages aux réservoirs, prédominants dans la wilaya d'El Menia.

La modélisation hydrodynamique de ces systèmes constitue désormais un outil indispensable pour les ingénieurs chargés de leur conception, exploitation et maintenance.

Ce rapport met l'accent sur l'utilisation du logiciel Water GEMS pour la modélisation hydrodynamique des systèmes d'adduction. Ce logiciel performant offre des fonctionnalités avancées pour l'analyse et la simulation des réseaux d'adduction et de distribution d'eau.

Grâce à cette approche basée sur la modélisation, les exploitants peuvent prendre des décisions éclairées afin d'optimiser la performance, l'efficacité et la durabilité des réseaux.

1.2 Méthodologie

1.2.1 Collecte des données

La première étape de la modélisation hydrodynamique consiste à recueillir des données précises sur le système d'adduction : localisation des forages et des réservoirs, caractéristiques des canalisations, débits, pressions, etc.

Cette collecte s'effectue en amont, lors de la phase de diagnostic et d'enquête sur le terrain, accompagnée d'une mise à jour des plans du réseau.

Les données nécessaires à la modélisation ont été relevées ou estimées, notamment :

01 -Forages :

Profondeur, débit, hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe immergée, ainsi que les résultats de mesures sur le terrain obtenus à l'aide d'un débitmètre.

Conditions préalables

1.2.1.1 Simulation hydraulique

Des simulations hydrauliques sont réalisées afin d'évaluer le comportement du réseau dans différentes conditions d'exploitation.

Les analyses portent sur les débits, les pressions, les vitesses, les temps de séjour et divers autres paramètres hydrauliques.

1.2.1.2 Optimisation et analyse des résultats

À partir des données issues des simulations, nous identifions les goulots d'étranglement, les zones à risque et les inefficacités, puis évaluons les améliorations possibles.

Le logiciel Water GEMS fournit des outils d'optimisation du réseau.

Trois aspects principaux sont examinés :

1. La capacité de production est-elle suffisante ?
2. Le système de transport (conduite d'adduction) fonctionne-t-il dans des conditions hydrauliques optimales ?
3. Le réservoir de stockage est-il dimensionné pour satisfaire les besoins de la population ?

1.2.2 Besoins en eau

La demande en eau pour la zone desservie par la conduite a été calculée sur la base d'un débit journalier moyen de 150 litres/jour/habitant, en tenant compte des variations journalières typiques d'une ville de taille moyenne.

Débit de pointe

Le débit de pointe se calcule selon la formule suivante :

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

Où :

Q_{pte} : Débit de pointe (m^3/j).

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

k_p : Coefficient de pointe,

donné par :

$$K_p = K_j \times K_h$$

Avec :

K_j : Coefficient de variation journalière (compris entre 1,2 et 1,5).

K_h : Coefficient horaire exprimant l'irrégularité de la consommation pendant les heures de la journée, calculé par :

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

: Tient compte des conditions locales, notamment le niveau de confort des habitations et le régime de travail. Sa valeur se situe entre 1,2 et 1,4. Dans notre cas, on adopte :

$$\alpha \max = 1,3$$

β_{\max} est une fonction étroite du nombre d'habitant de la ville, comme ressortie sur le tableau ci-dessous :

population	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
β_{\max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15

Tableau1 : β_{\max} en fonction de la population

Commune	Nombre d'habitants	dotation	$Q_{moy/j}$ (l/j)	$Q_{moy/j}$ (m^3/j)	k_j	α_{\max}	β_{\max}	k_h	k_p	Q_p (l/j)	Perte (l/j)	Q_p (l/s)
Elmenia (2022)	43476	150	6521 400	7499 .61	1.3	1.3	1.1 6	1.5 08	1.96 04	1470 2.24	4410 .67	221. 21
Elmenia (2023)	44766 3	150	6714 433	7721 .60	1.3	1.3	1.1 6	1.5 08	1.96 04	1513 7.42	4541 .23	227. 76

Tableau 2 : Synthèse des paramètres techniques pour l'estimation de la demande

Rapport et recommandations

En conclusion, nous présentons un rapport d'analyse des résultats issus de la modélisation, accompagné des conclusions ainsi que des recommandations visant à améliorer le système d'adduction d'eau.

1. MODÉLISATION DE L'ADDITION

2.1. El Menia

2.1.1. Système d'adduction

2.1.1.1. Conduites d'adduction

Le réseau d'adduction de la ville d'El Menia s'étend sur une longueur totale de 2 471 mètres.

Quant au réseau d'adduction d'El Gara, il se caractérise par un diamètre minimal de DN 125 et un diamètre maximal de DN 250, réalisés en matériaux PEHD et acier.

2.1.1.1.1. Répartition par diamètres

La majeure partie des conduites est constituée de :

Mat	DN(mm)	L(m)	Pourcentage
PEHD	160	1926	77.94%
	250	210	8.50%
ACIER	125	32	1.30%
	150	47	1.90%
	200	256	10.36%

Tableau 3 : tableau répartition des diamètres d'adduction (el mania)

2.1.2 Système(F BADRIANE – CH300 BADRIANE)

1. Élément Caractéristiques :

- Capacité du réservoir 300 m³
- Type d'alimentation Conduite en acier
- Longueur de la conduite 71 m
- Diamètre de la conduite 200 mm
- Débit du forage 39 L/s
- Zone desservie Sud-ouest d'El Menia
- Débit journalier en pointe 23 L/s
- Taux de pertes estimé 30 %

2. Analyse hydrodynamique :

Une simulation sur 168 heures (1 semaine) a été réalisée afin d'observer le comportement hydraulique des ouvrages et de suivre l'évolution des paramètres clés tels que les pressions, débits et variations journalières.

- Conduit d'adduction :

Id conduite	Longueur(m)	matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
C362	71	Acier	51,5	200	1,64	13,55

Tableau 4 : Valeurs hydrauliques de la conduite d'adduction

Analyse

La conduite en acier, d'un diamètre de 200 mm, est correctement dimensionnée. Sa longueur, très réduite, n'engendre aucun effet négatif sur le fonctionnement du système à moyen ou long terme. Par conséquent, elle peut être conservée telle quelle, sans nécessité de remplacement ou de modification.

Capacité de stockage

Le réservoir se remplit en environ 5 heures. Lorsque le niveau de trop-plein est atteint, le forage peut être interrompu jusqu'à ce que le niveau minimal soit atteint. Ce dernier est atteint après environ 9 heures.

Conclusion :

Le système est largement surdimensionné par rapport aux besoins de la zone desservie, avec une disponibilité de la ressource et des capacités de stockage supérieures aux exigences.

2.1.3 Système (F TIN BOUZID – CH500 TIN BOUZID)

1.1.1.3 Description du système d'adduction

Le système d'adduction F TIN BOUZID – CH500 TIN BOUZID comprend :

Un réservoir d'une capacité de 500 m³,

Alimenté par une conduite en acier d'une longueur de 29 m et d'un diamètre de 125 mm,

Un débit de forage de 21 l/s.

Ce réservoir alimente la zone centrale de la ville d'El Menia avec un débit journalier de 30 l/s aux heures de pointe, en tenant compte d'un taux de déperdition estimé à 30 %.

1.1.1.4 Analyse du modèle

L'analyse hydrodynamique réalisée sur 168 heures (une semaine) a permis d'observer le comportement des différents ouvrages du système et la variation des principales valeurs.

• conduite d'adduction

Id Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	29	acier	28,94	125	2,36	46

Tableau 5 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

> Remarque : La conduite en acier de diamètre 125 mm est correctement dimensionnée, malgré des pertes de charge légèrement élevées.

Capacité de stockage

Le réservoir se remplit en 21 heures. Une fois le niveau de trop-plein atteint, le forage peut être arrêté jusqu'à ce que le niveau de l'eau atteigne le seuil minimal de stockage.

Le réservoir atteint son niveau minimal après 18 heures de fonctionnement.

Conclusion : Le système est sous-dimensionné pour la zone desservie.

2.1.4 Système (F SIDI LHAJ YAHIA – R1500 SIDI LHAJ YAHIA)

1.1.1.5 Description du système d'adduction

Le système d'adduction F SIDI LHAJ YAHIA – R1500 SIDI LHAJ YAHIA se compose d'un réservoir d'une capacité de 1 500 m³, alimenté par une conduite en PEHD de 201 m de longueur et de 250 mm de diamètre.

Le forage fournit un débit de 18 l/s.

Ce réservoir alimente la partie Est de la ville d'El Menia avec un débit journalier de 46 l/s en heure de pointe, en tenant compte d'un taux de pertes estimé à 30 %.

1.1.1.6 Analyse du modèle

L'analyse hydrodynamique effectuée sur une période de 168 heures (une semaine) a permis d'observer le comportement des différents ouvrages du système ainsi que la variation des valeurs clés.

- Conduite d'adduction :

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	201	PEHD	15	250	0,45	121

Tableau 6 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

Nous constatons que la conduite en PEHD de 250 mm de diamètre est correctement dimensionnée.

2.1.5 Système (F KAF 1-8500 KAF 011)

1.1.1.7 Description du système d'adduction

Le système d'adduction F KAF 1-R500 KAF 01 est constitué d'un réservoir d'une capacité de 500 m³, alimenté par une conduite en PEHD de 7 mètres de long et de 250 mm de diamètre, avec un débit de forage de 41 l/s.

Ce réservoir approvisionne la zone Est de la ville d'El Menia avec un débit journalier de 20 l/s en heure de pointe, en tenant compte d'un taux de déperdition de 30 %.

1.1.1.8 Analyse du modèle

Une analyse hydrodynamique effectuée sur 168 heures (une semaine) a permis d'observer le comportement des différents ouvrages du système ainsi que la variation des principales valeurs.

- Conduite d'adduction :

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	7	PEHD	71,65	250	2,18	22,36

Tableau 7 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

On remarque que la conduite en PEHD avec un diamètre de 250 mm est correctement dimensionnée, bien que les pertes de charge soient légèrement élevées.

Capacité de stockage :

Le réservoir se remplit en 13 heures. Une fois le niveau de trop-plein atteint, le forage peut être arrêté jusqu'à ce que le niveau minimal soit atteint.

Le réservoir atteint son niveau minimal après 12 heures.

Conclusion :

Le système est largement surdimensionné pour la zone desservie, avec une disponibilité en ressource et des capacités de stockage supérieures aux besoins réels.

2.1 Système (F KAF 2-R2000 KAF 021 LAB9)

Description du système d'adduction :

Le système d'adduction F KAF 2-R2000 KAF 02 est composé d'un réservoir d'une capacité de 2000 m³, alimenté par une conduite en acier d'une longueur de 178 m et d'un diamètre de 200 mm, où le débit du forage est de 35 l/s.

Ce réservoir approvisionne la zone nord de la ville d'El Menia avec un débit journalier de 67 l/s en heure de pointe, en tenant compte d'un taux de pertes estimé à 30 %.

1.1.1.10 Analyse du modèle

Une analyse hydrodynamique réalisée sur 168 heures (une semaine) a permis d'observer le comportement des différents ouvrages du système ainsi que la variation des valeurs hydrauliques.

- Conduite d'adduction :

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	178	Acier	35	200	1	5.44

Tableau8 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

> Observation : La conduite en PEHD d'un diamètre de 200 mm est correctement dimensionnée.

Capacité de stockage

Le réservoir atteint son niveau minimal après 15 heures de fonctionnement.

Conclusion : Le système est sous-dimensionné pour la zone alimentée.

2.1.7 Système (F INDUSTRIEL 1 – CH500 INDUSTRIEL 1)

1.1.1.11 Description du système d'adduction :

- Élément Caractéristiques
- Capacité du réservoir 500 m³
- Matériau de la conduite Acier
- Longueur de la conduite 46 m
- Diamètre de la conduite 150 mm
- Débit du forage 28 l/s
- Zone desservie Nord de la ville d'El Menia
- Débit journalier (HP*) 10 l/s
- Taux de déperdition 30 %

*HP : Heure de pointe.

1.1.1.12 Analyse du modèle

En effectuant l'analyse hydrodynamique sur une durée de 168 heures (une semaine), nous avons pu observer le comportement des différents ouvrages du système ainsi que la variation des valeurs clés.

- Conduite d'adduction :

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	46	Acier	8,47	150	0,48	1.94

Tableau 9 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction.

Nous constatons que la conduite en acier, avec un diamètre de 150 mm, est correctement dimensionnée.

Capacité de stockage :

Le réservoir atteint son niveau minimal après 17 heures de fonctionnement.

Conclusion :

Le système est largement surdimensionné pour la zone desservie, avec une disponibilité de la ressource et des capacités de stockage supérieures aux besoins réels.

2.1.8 Système (F INDUSTRIEL 1 - 82000 KAF 02)

1.1.1.13 Description du système d'adduction :

Le système d'adduction F INDUSTRIEL 1 - R2000 KAF 02 est constitué d'un réservoir d'une capacité de 2000 m³, alimenté par une conduite en PEHD de 1923 m de longueur et 160 mm de diamètre, avec un débit de forage de 28 l/s.

Ce réservoir approvisionne la zone Nord de la ville d'El Menia avec un débit journalier de 67 l/s aux heures de pointe, en tenant compte d'un taux de pertes estimé à 30 %.

1.1.1.14 Analyse du modèle :

Une analyse hydrodynamique effectuée sur 168 heures (une semaine) a permis d'observer le comportement des différents ouvrages du système ainsi que l'évolution des valeurs clés.

• **conduite d'adduction**

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
	1923	PEHD	14.63	160	1.09	10.43

Tableau 10 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

Remarque : La conduite en PEHD, avec un diamètre de 160 mm, est correctement dimensionnée pour assurer le débit requis.

Conclusion : Le système est largement surdimensionné pour la zone desservie, disposant d'une ressource et de capacités de stockage excédant largement les besoins réels

2.1.8 Système (F INDUSTRIEL 2-82000 KAF 02) 1.1.1.13 Description du système d'adduction : Le système d'adduction F INDUSTRIEL 1-R2000 KAF 02 comprend un réservoir d'une capacité de 2000 m³, alimenté par une conduite en PEHD de 1923 mètres de longueur et de 160 mm de diamètre. Le débit du forage est de 28 l/s. Ce réservoir approvisionne la zone Nord de la ville d'El Menia, avec un débit journalier de 67 l/s en heure de pointe, tout en considérant un taux de pertes de 30 %.

1.1.1.14 Analyse du modèle : Une analyse hydrodynamique sur 168 heures (une semaine) a permis d'observer

• **conduite d'adduction**

ID Conduite	Longueur (m)	Matériaux	Débit forage (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P963	1923	PEHD	13.24	160	0.98	8.66

Tableau 11 : Valeurs hydrauliques au niveau de la conduite d'adduction

Capacité de stockage :

Le réservoir atteint son niveau minimal après 12 heures de fonctionnement.

3 MODÉLISATION HYDRAULIQUE POUR LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION :

3.1 Construction des modèles :

3.1.1 Analyse quantitative et qualitative des réseaux de distribution :

Dans ce chapitre, nous présentons d'abord une description qualitative du réseau, fondée sur son mode de fonctionnement. Le chef-lieu de la commune d'El Menia est alimenté par un ensemble de forages situés à l'intérieur du périmètre urbain et/ou en périphérie. Ces forages refoulent l'eau soit vers des réservoirs fonctionnels, soit directement dans le réseau, en particulier dans les zones où le relief ne permet pas une alimentation gravitaire.

La production totale mesurée au cours de cette phase est de 532 l/s.

Le réseau est desservi par 6 ouvrages de stockage offrant une capacité totale de 5 300 m³, ainsi que par 12 foras Le réseau de distribution du chef-lieu de la commune d'El Menia est alimenté par 12 forages injectant directement dans le réseau, avec un débit total de 331 l/s.

La longueur totale du réseau est de 223 151 m, constitué de différents matériaux (PVC et PEHD), avec des diamètres variant de DN 32 mm à DN 315 mm.

Les tableaux ci-dessous illustrent les principales caractéristiques quantitatives du réseau.

Matériau	DN min (mm)	DN max (mm)	Longueur (m)
PEHD	32	315	211 208
PVC	110	110	11 943

Tableau 12 : Diamètres min. et max. (mm) du réseau d'El Menia

Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)
PEHD	32	1604
	40	710
	63	59353
	90	53412
	110	58801
	160	26192
	200	8190
	250	2018
PVC	315	928
	110	11943

Tableau 13 : Répartition par tranches de diamètres (mm) du réseau d'El Menia

DN(mm)	Nombre
65	6
80	74
100	144
150	32
200	14
TOTAL	270

Tableau 14 : Répartition des diamètres des vannes (mm) du réseau d'El Menia

1.1.2 Construction de la base de données pour l'exploitation et la modélisation :

La mise à jour des réseaux de distribution se déroule en trois phases essentielles et complémentaires :

1. Collecte des données graphiques auprès des différents services impliqués dans la réalisation, la gestion et l'exploitation des réseaux, tels que la DRE, l'ADE, la DUCH, etc.

2. Analyse et traitement des documents graphiques, en vérifiant la source des données, leur ancienneté, la fiabilité des informations contenues, et en comparant avec d'autres sources disponibles.

3. Mise à jour et intégration de ces informations dans la base de données destinée à la modélisation.

3.1.3 Estimation de la demande aux nœuds

En partant d'une dotation fixée à 150 l/jour/habitant, les demandes aux nœuds ont été évaluées à l'aide de la méthode linéaire, utilisée pour le calcul des débits le long des conduites et au niveau des points nodaux.

3.2 Analyse du modèle

L'analyse hydraulique du modèle s'effectue en deux étapes distinctes.

3.2.1.1 Analyse de l'état actuel

La première étape consiste à examiner le fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable dans son état actuel, c'est-à-dire tel qu'il a été observé sur le terrain lors de la mise à jour du réseau. Cette configuration se caractérise généralement par l'injection directe de plusieurs forages dans le réseau, sans transit préalable par un ouvrage de stockage.

3.2.1.1.1 Analyse du modèle hydraulique

L'analyse du modèle hydraulique a révélé que certains quartiers ne disposent pas de pressions suffisantes pour garantir une alimentation dans des conditions optimales.

Les pressions observées varient généralement entre 35 mCE et 74 mCE, dans le cadre du fonctionnement actuel (alimentation via les réservoirs et renforcement par injection directe de l'eau provenant des forages).

Le nombre de nœuds présentant une pression inférieure à 10 mCE est indiqué dans le tableau suivant :

	Pression min (m)	Pression max (m)	Pression nœuds<10
nœuds	35	74	0

Tableau 15 : Pressions dans le réseau (Réservoirs + Forages)

Nous avons également simulé un scénario alternatif, consistant à éliminer l'injection directe des forages dans le réseau et à maintenir uniquement une alimentation gravitaire à partir des réservoirs existants.

Les résultats montrent que les conditions de pression restent sensiblement identiques :

	Pression min(m)	Pression max (m)	Pression nœuds <10
nœuds	-29	58	251

Tableau 16 : Pressions dans le réseau (Réservoirs)

5 SECTORISATION DU RÉSEAU

Afin de faciliter l'exploitation du réseau dans les conditions actuelles et d'optimiser au maximum ses paramètres de fonctionnement, une sectorisation hydraulique a été mise en place. Cette démarche permet au maître d'ouvrage et à l'exploitant de :

- ✓ Disposer d'un outil simple et efficace pour connaître l'état de fonctionnement du réseau.
- ✓ Faciliter la détection des fuites.
- ✓ Améliorer les performances globales du réseau.

L'agglomération chef-lieu est subdivisée en six (06) zones distinctes.

Les caractéristiques de chaque zone sont présentées dans le tableau ci-après.

Les données vectorielles relatives à ces zones sont intégrées à la base de données de distribution.

zones		
1	Surface (ha)	439
	Nombre de réservoirs	1
	Nom	R2000 kaf 02
	Capacité (m ³)	2000
	Linéaire du réseau (m)	42387
	Besoins (m ³ /h)	140.29
	DN max (mm)	315
	DN min (mm)	32
	Pression max (m)	62
	Pression min (m)	34
2	Surface (ha)	200
	Nombre de réservoirs	1
	Nom	R2000 kaf 02
	Capacité (m ³)	2000
	Linéaire du réseau (m)	42568
	Besoins (m ³ /h)	146.3
	DN max (mm)	315
	DN min (mm)	63
	Pression max (m)	61
	Pression min (m)	26
3	Surface (ha)	78
	Nombre de réservoirs	1
	Nom	R500 kaf 01
	Capacité (m ³)	500
	Linéaire du réseau (m)	10335
	Besoins (m ³ /h)	38.64

	DN max (mm)	315
	DN min (mm)	63
	Pression max (m)	36
	Pression min (m)	6
4	Surface (ha)	693
	Nombre de réservoirs	1
	Nom	R1 500 sidi lhaj yahia
	Capacité (m ³)	1500
	Linéaire du réseau (m)	67786
	Besoins (m ³ /h)	255.11
	DN max (mm)	315
	DN min (mm)	63
	Pression max (m)	67
	Pression min (m)	12
5	Surface (ha)	186
	Nombre de réservoirs	1
	Nom	Ch300 badriane
	Capacité (m ³)	300
	Linéaire du réseau (m)	26877
	Besoins (m ³ /h)	101.04
	DN max (mm)	200
	DN min (mm)	63
	Pression max (m)	27
	Pression min (m)	11
6	Surface (ha)	391
	Nombre de réservoirs	2
	Nom	Ch300 badrian Ch500 tin bouzid
	Capacité (m ³)	800
	Linéaire du réseau (m)	44396
	Besoins (m ³ /h)	168.5
	DN max (mm)	200
	DN min (mm)	63
	Pression max (m)	38
	Pression min (m)	9

Tableau 17 : Répartition des zones dans le réseau d'El Menia

Conclusion :

Le réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El Menia a été modélisé, analysé et optimisé selon le scénario le plus approprié afin de garantir des pressions acceptables. Les principales actions prévues sont : Alimentation complète du réseau à partir des réservoirs.

Conclusion générale

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'AEP de la région de al meniaa.

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 cet quartier telle que :

L'installation des accessoires, vannes de sectionnement, ventouses .., la rénovation de certaines conduites en PEHD et ACIR avec des diamètres inférieurs que l'existantes (pour but d'améliorer les paramètres débit, pression et vitesse) et pour éviter le maximum des fuites.

Nous citons aussi les principes et les notions de gestion, d'exploitation et les opérations de contrôle et d'entretien effectuer sur tous les ouvrages hydrauliques.

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.

*Référence
bibliographiques*

- 1) Pierra, G. (1998). *Distribution d'eau : conception, modélisation et exploitation des réseaux*. Paris : Lavoisier, Tec & Doc.
- 2) Lambert, A. (2002). *Pertes dans les réseaux d'alimentation en eau potable : terminologie et indicateurs de performance*. Londres : International Water Association (IWA).
- 3) Chocat, B. (1997). *Hydraulique urbaine : réseaux et systèmes de distribution*. Paris : Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- 4) Lencastre, A. (1995). *Hydraulique générale et appliquée* (6^e éd.). Paris : Lavoisier, Tec & Doc.
- 5) Dupont, J. (1979). *Corrosion des canalisations métalliques en milieu aqueux*. Paris : Éditions Eyrolles.
- 6) Fédération Internationale du Béton (fib). (2013). *Réservoirs en béton pour l'eau potable*. Lausanne : fib.
- 7) Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D., Grayman, W., Beckwith, S., & Koelle, E. (2003). *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Exton, PA : Bentley Systems Press.
- 8) Chaudhry, M. H. (2014). *Applied Hydraulic Transients* (3rd ed.). New York : Springer.
- 9) American Water Works Association (AWWA). (2017). *Design and Construction of Water Distribution Systems*. Denver, CO : AWWA.
- 10) AWWA (American Water Works Association). (2003). *Water Distribution Systems Handbook*. New York : McGraw-Hill.
- 11) Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953). *Saison sèche et indice xéothermique*. Bulletin de l'Association de géographes français, 272-273, 193-204.
- 12) Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957). *Les climats biologiques et leur classification*. Annales de Géographie, 66(355), 193-220.
- 13) Capot-Rey, R. (1958). *Le Sahara français*. Paris : Presses Universitaires de France.
- 14) Décamps, P. (1971). *Géologie saharienne : étude de la dorsale du M'Zab et du Tademaït*. Paris : Masson.
- 15) Gouskov, N. (1947). *Étude géologique du Sahara septentrional : bassin d'El-Goléa*. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie.
- 16) Abdelmotaleb, A. (1998). *L'insolation et ses effets sur l'évapotranspiration en milieu saharien*. Revue des Sciences de l'Eau, 11(3), 421-430.
- 17) Cheong, L. M., & Van Zyl, J. E. (2018). *Hydraulic modeling of water distribution systems: Review and research perspectives*. Urban Water Journal, 15(10), 923-934.
- 18) Djedid, A., & Benamar, A. (2019). *Application de Covadis et AutoCAD Civil 3D dans la conception des projets routiers en Algérie*. Revue des Travaux Publics et du Génie Civil, 74(3), 45-56.
- 19) I. Belmokhtar, A. (2010). *Diagnostic et gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : méthodes et applications*. Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, Algérie.

- 20) Blindu, I. (2004). *Méthodes de diagnostic et de gestion des réseaux d'eau potable*. Thèse de doctorat, Université de Bucarest.
- 21) Habiba, N. (1996). *Étude hydrobiologique de la sebkha El Mellah (El-Goléa, Algérie)* [Mémoire de Magister]. Université d'Alger.
- 22) Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). (2010). *Cartes hydrogéologiques et climatologiques de la région d'El-Goléa*. Ghardaïa : ANRH.
- 23) Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). (2021). *Rapport annuel sur les ressources en eau en Algérie*. Alger : ANRH.
- 24) Algérienne des Eaux (ADE). (2020). *Étude et gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : cas de la wilaya de Ghardaïa et El Menia*. Alger : ADE.
- 25) Ministère des Ressources en Eau et de la Sécurité Hydrique (Algérie). (2019). *Guide technique pour la gestion, l'exploitation et la maintenance des réseaux AEP*. Alger : MRE.
- 26) Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT). (2008). *Monographie de la wilaya de Ghardaïa*. Ghardaïa : Ministère de l'Intérieur.
- 27) Office National des Statistiques (ONS). (2009). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2008 (RGPH)*. Alger : ONS.
- 28) Station météorologique d'El-Goléa. (2008-2017). *Données climatiques (température, précipitations, humidité, vent et insolation)*. El-Goléa : ONM.
- 29) Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2017). *Directives pour la qualité de l'eau de boisson* (4^e éd.). Genève : OMS.
- 30) World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality* (4th ed.). Geneva: WHO Press.
- 31) UNESCO. (2019). *Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau 2019 : Ne laisser personne de côté*. Paris : UNESCO.
- 32) ISO 24512. (2007). *Activités relatives aux services de l'eau potable et de l'assainissement — Lignes directrices pour la gestion des services publics d'eau potable et pour l'évaluation des services d'eau potable*. Genève : Organisation internationale de normalisation.
- 33) EPA – Environmental Protection Agency. (2022). *EPANET Official Website*. Retrieved from <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
- 34) Rossman, L. A. (2000). *EPANET 2 Users Manual*. Cincinnati, OH : U.S. Environmental Protection Agency (EPA).
- 35) Rossman, L. A., & Grayman, W. M. (1994). *Modeling water quality in distribution systems*. Cincinnati, OH : EPA Risk Reduction Engineering Laboratory.
- 36) Ahn, J., & Kim, J. H. (2017). *Simulation and optimization of water distribution networks using EPANET*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 143(9), 04017052.
- 37) Bentley Systems. (2020). *WaterGEMS – Manuel de l'utilisateur*. Exton, PA : Bentley Systems Inc.
- 38) Géomédia. (2022). *Covadis 18 – Manuel d'utilisation*. Toulouse : Géomédia.
- 39) Autodesk. (2021). *AutoCAD User Guide 2021*. San Rafael, CA : Autodesk Inc.

Annexes

Annexe 01

ETAT D'INVENTAIRE DES OUVRAGES ET INSTALLATIONS
DU DOMAINE PUBLIC HYDRAULIQUE ARTIFICIEL

WILAYA: EL MENIA
Ouvrages/Installations(*)

Type d'ouvrage	Nom de l'ouvrage ou de l'installation	Localisation géographique (indiquer la commune)	Capacité (m ³ /j) ou volume (m ³)	Destination de l'ouvrage (AEP, AEI, IRR)	Organisme Gestionnaire	Année de réalisation	Observation
Réservoir	Kef 2 ✓	x=489811,66 y=3384940,07 EI Menia	2000	AEP	ADE	1986	
Réservoir	Kef 1 ✓	x=490270,7 y=3384597,34 EI Menia	500	AEP	ADE	1978	
Réservoir	Sid Hadj Yahia ✓	x=490251,49 y=3383966,00 EI Menia	1500	AEP	ADE	2013	
Château d'eau	Badriane ✓	x=487936,63 y=3382986,68 EI Menia	300	AEP	ADE	1996	
Château d'eau	Zone Industrielle ✓	x=490122,43 y=3385821,71 EI Menia	500	AEP	ADE	1996	
Château d'eau	Tin Bouzid ✓	x=489657,99 y=3382701,07 EI Menia	500	AEP	ADE	1997	
Réservoir	Taghit	x=492704,12 y=3382959,01 Hassi El Gara	1000	AEP	ADE	1984	
Château d'eau	Saidat	x=489661,50 y=3379971,87 Hassi El Gara	500	AEP	ADE	1991	
Réservoir	Garet Ettoumiat	x=564081,48 y=3495574,92 Hassi F'hal	1500	AEP	ADE	2002	
Château d'eau	Har El Kadim	x=563479,11 y=3496837,96 Hassi F'hal	200	AEP	ADE	1985	

Annexe 02

ZONE DE OUARGLA
 DEPARTEMENT EXPLOITATION
 Centre EL-MENIAA
 ETAT MENSUEL DE PRODUCTION : Fevrier 2024
 Nombre de jour 29

code du forage	SITE/ OUVRAGE DE PRODUCTION	point de comp. type	N° Série compteur	Coefficient de lecteur	Diam ètre	index compteur d'eau de production (Index compteur d'eaux)			Anciens Index	Nouveaux Index	volume	volume estimé ou réel	AFE(*)	OBS
						Débit m3/h	Heures de pompage Mensuelle	Inventaire						
630	KEF 01 -cpt 1	F	00086060	10	200	150	435 H	15 H	573138	577575	44370	Réel		
	KEF 01 -cpt 2	F	02647634	1	100				154652	158335	3683	Réel		
	KEF 02 -cpt 1	F	00936407	1	150	125	290 H	10 H	1110689	1152303	41614	Réel		
623	ZONE 01	F	09368683	10	250	100	696 H	24 H	760966	768284	73180	Réel		
627	ZONE 02	F	09368496	10	150	60	551 H	24 H	523748	523748	33060	Estimé	Oui	
600	TAGHIT	F	09368403	10	150	130	319 H	11 H	188147	191957	38100	Réel		
618	BADRIANE	F	00066013	10	125	140	551 H	19 H	552677	558432	57550	Réel		
624	O ZID	F	00066054	10	125	150	290 H	11 H	109341	113159	38180	Réel		
625	H HALIMA cop 0	F	00066035	10	150	130	696 H	24 H	680811	689877	90660	Réel		
636	BELBACHIR 01	F	09361661	1	125	70	342 H	12 H			23940	Estimé	Oui	
	BEN DINE	F	09362264	1	125	40	312 H	11 H			12480	Estimé	Oui	
	Belaid	F	20232239	1	125	290 H	290 H	10 H	1001432	1031600	30168	Réel		
636	BELBACHIR 02	F	2865412	1	125	72	435 H	15 H			31320	Estimé	Oui	
621	TIN BOUZID	F	09368725	10	250	80	346 H	12 H			27680	Estimé	Oui	
	Daret EICours	F		1	125	54	341 H	12 H			18414	Estimé	Oui	
	DJERAMENA	F		1	150	60	257 H	11 H			15420	Estimé	Oui	
540	Sid Hadj Yahia	F		10	150	65	580 H	20 H			37700	Estimé	Oui	
	O.FAREDJ	F	09216091	10	150		232 H	8 H	262634	262634	23100	Réel		
	BELBACHIR 03	F	14014721	10	150		290 H	10 H	214993	218005	30120	Réel		
	Hafnaoui Med	F	20221635	10	150		290 H	10 H	33302	33639	3370	Réel		
	Belaid 02	F	20221559	1	150		464 H	16 H	1639013	1639145	37325	Réel		
									Total	711434				

(*) AFE Application Fiche

Visa opérateur

Le Chef de Centre

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'enseignement Supérieur et de La recherche Scientifique

Université de Ghardaïa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'hydraulique et de génie civil



جامعة غرداية
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الري والهندسة المدنية

إذن بطباعة مذكرة ماستر

بعد الاطلاع على التصحيحات المطلوبة لمحتوى المذكرة المنجزة من طرف الطالب (ة): مذکور شيماء تخصص ري حضري

نمنح نحن الأساتذة:

الاسم واللقب	الرتبة والجامعة الأصلية أو المؤسسة	الصفة	الامضاء
بولمعيذ الطيب	أستاذ تعليم العالي بجامعة غرداية	مصحح 1	
لشهب السنة	أستاذ محاضر ب جامعة غرداية	مصحح 2	
لخضر شبيحي	أستاذ مساعد ب جامعة غرداية	مؤطر	
شويرب مصطفى	دكتور مديرية الموارد المائية غرداية	مؤطر مساعد	

الإذن بطباعة النسخة النهائية لمذكرة الماستر تحت عنوان:

Modélisation hydraulique du réseau d'AEP El Menia pour l'amélioration de ces performances.

إمضاء رئيس القسم



عبد الكبير إبراهيم
رئيس قسم الري والهندسة المدنية
كلية العلوم والتكنولوجيا

