



République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
recherche Scientifique**

Université d'Oran 2 MOHAMED BEN AHMED

Faculté : Sciences de la Terre et de L'univers

Département : Géographie et Aménagement Du Territoire

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master2

Option : Géomatique

Thème

**Conception d'un système d'irrigation durable pour un futur périmètre
agricole à Relizane :**

approche géomatique et utilisation des eaux usées traitées

Présenté par :

MEFLAH Hanane

KHELIFI Khaoula

Par la commission d'évaluation composée de :

Nom & Prénom	Grade	Qualité	Etablissement
Mr.Hadeid Mohamed	Professeur	Président	Univ-Oran 2
Mr.Bellal Sid Ahmed	Professeur	Encadreur	Univ-Oran 2
Mr.Seghiri Hicham	Maitre assistant	Examineur	Univ-Oran 2

Année Universitaire 2023/2024

REMERCIEMENT

Nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la force et le courage de réaliser et de finir notre mémoire et d'accomplir ce modeste travail.

Nous tiens à remercier en premier lieu notre encadreur Mr Bellal Sid Ahmed pour sa patience et son aide.

Deuxièmement, nous remercions les membres du jury, chacun par son nom, d'avoir accepté l'évaluation du mémoire, et remercier également les enseignants du département de géographie et d'aménagement du territoire.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin, en particulier les responsables de DRE, pour leur accueil et leur aide dans la recherche chacun en son nom. Sans oublier les personnes de l'ONA, pour leur aide dans la collecte des informations.

Enfin Nous remercions tous ceux qui nous ont soutenu tout au long de notre parcours académique à tous notre amis du Département de Géographie d'Oran et notre amis du Département de Géographie d'Oran , qui ont eu un impact sur notre travail et notre année universitaire.

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

A mes chères parents que nulle dédicace puisse exprimer mes sincères sentiments pour leur patience illimité, leur encouragement contenu, leur aide et témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices, que Dieu les protège.

Mes chères sœurs : Zineb, Djemaa et son fils Khalil, Fatima et mon frère Rachid et son fils Abd El Djalil, je leur souhaite tout le bonheur du monde.

Et à toute ma famille et toute personne que j'aime.

DEDICACES

Je tiens à dédier ce mémoire

A

*Mes deux sources de lumière, **mon Père** et **ma Mère**, qui continuent à m'éclairer et qui ne cessent de me donner l'exemple de sacrifice, de compréhension et d'encouragement. J'espère qu'ils trouveront ici l'expression de ma profonde affectation. Qu'Allah me les gardes.*

A

*Mes chers frères **Abdelaziz** et **Abdelfattah** et mes chères sœurs **Hafida**, **Nabila**, **Hafssa** et **Dounia**.*

A

Tous ceux que j'aime.

Hanane

Résumé :

Dans un contexte de stress hydrique croissant, la réutilisation des eaux usées traitées apparaît comme une solution prometteuse pour assurer la sécurité alimentaire et préserver les ressources en eau.

Face aux défis liés à la sécheresse, la commune de Relizane s'engage dans une démarche innovante. La réutilisation des eaux usées, après un traitement rigoureux, est envisagée pour l'irrigation des cultures. Cette solution, à la fois économique et écologique, pourrait servir de modèle pour d'autres régions confrontées à des problèmes similaires.

On a créé une base de données et démontré l'intérêt de l'approche géomatique pour une meilleure prise de décision en matière de planification et de suivi des projets de réutilisation. On utilise des données cadastrales et depuis DRE, les résultats de cette étude permettront la mise en place d'un système de réutilisation durable et efficace.

Mots-clés: réutilisation des eaux usées, irrigation agricole, Relizane, Algérie, qualité de l'eau, durabilité, agriculture.

Abstract:

In a context of increasing water stress, the reuse of treated wastewater presents itself as a promising solution to ensure food security and preserve water resources.

Faced with the challenges of drought, the municipality of Relizane is committed to an innovative approach. The reuse of wastewater, after rigorous treatment, is envisaged to irrigate crops. This solution, both economical and ecological, could become a model for other regions facing similar problems.

We have created a database and demonstrated the interest of the geomatic approach for better decision-making in planning and monitoring reuse projects. We use cadastral data and since DRE, the results of this study will allow the establishment of a sustainable and efficient reuse system.

Keywords: wastewater reuse, agricultural irrigation, Relizane, Algeria, water quality, sustainability, agriculture.

ملخص:

وفي سياق تزايد الإجهاد المائي، فإن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة تقدم نفسها كحل واعد لضمان الأمن الغذائي والحفاظ على الموارد المائية.

في مواجهة التحديات المرتبطة بالجفاف، تتخبط بلدية غليزان في نهج مبتكر. ومن المتوقع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، بعد معالجتها بدقة، لري المحاصيل. ويمكن لهذا الحل، الاقتصادي والبيئي، أن يصبح نموذجاً للمناطق الأخرى التي تواجه مشاكل مماثلة

لقد أنشأنا قاعدة بيانات وأظهرنا اهتمام النهج الجيوماتيكي باتخاذ قرارات أفضل فيما يتعلق بتخطيط ومراقبة مشاريع إعادة الاستخدام. نحن نستخدم البيانات المساحية ومن خلال مديرية الموارد المائية لبلدية غليزان، ستسمح نتائج هذه الدراسة بإنشاء عملية إعادة استخدام مستدامة وفعالة نظام

الكلمات المفتاحية: إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، الري الزراعي، غليزان، الجزائر، جودة المياه، الاستدامة، الزراعة

Table Des Matières

Introduction générale

- 1. Problématique**
- 2. Méthodologie de recherche**
- 3. Intérêt et choix du thème**
- 4. Objectifs généraux du travail**
- 4.1. Objectifs spécifiques du travail**
- 5. Structure du mémoire**

CHAPITRE I : GENERALITES

Introduction

- 1. Irrigation**
 - 1.1.Importance de l'irrigation
 - 1.2.L'irrigation dans les écosystèmes et l'économie
 - 1.3.Théories sur l'efficacité de l'irrigation
 - 1.4.Méthodes d'irrigation
 - 1.5.Facteurs affectant la détermination des besoins en eau
 - 1.6.Le Rôle du Modèle de Penman-Monteith
- 2. Les eaux usées**
 - 2.1.Origine
 - 2.2.Nature des eaux usées
 - 2.3.L'épuration des eaux usées
 - 2.4.Caractéristiques des eaux usées épurées
 - 2.5.Réutilisation des eaux usées en agriculture
- 3. Le Cadre Juridique**
 - 3.1.International
 - 3.2.En Algérie

Conclusion

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Introduction

- 1. Présentation de la commune de Relizane**

2. **Aperçu historique**
3. **Cadre naturel**
 - 3.1. **Relief et morphologie**
 - 3.1.1. Les plaines
 - 3.1.2. Les piémonts
 - 3.1.3. L'ensemble montagneux
 - 3.2. **Géologie**
 - 3.3. **Hydrographie**
 - 3.4. **Climatologie**
 - 3.4.1. Température
 - 3.4.2. Le vent
 - 3.4.3. L'ensoleillement
 - 3.4.4. Précipitations
 - 3.4.5. L'Indice d'Aridité de DEMARTON
 - 3.4.6. Evaporation
4. **Etude socio-économique**
 - 4.1. Population
 - 4.2. Emploi
5. **Les infrastructures de base existantes**
6. **AEP/Assainissement**
 - 6.1. Alimentation en Eau Potable
 - 6.2. L'assainissement
7. **Le réseau énergétique**
 - 7.1. Le réseau électrique
 - 7.2. Le réseau gaz
8. **Les risques technologiques**
9. **Potentialités de la commune**

Conclusion

CHAPITRE III : PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Introduction

1. **Présentation de la zone d'étude (le périmètre à irriguer)**
2. **La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation**
 - 2.1. **Mode d'utilisation**
 - 2.2. **Demande en eau**
3. **Etude des critères de faisabilité de périmètre d'irrigation projeté**
 - 3.1. Critères pédologiques
 - 3.2. Critères liées à l'eau
 - 3.3. Qualité des boues
4. **Source d'irrigation du périmètre projeté**
5. **Situation géographique de la station d'épuration**

- 6. L'origine des effluents à traiter**
- 7. Capacité de traitement**
- 8. Les procédés et ouvrages de la station**
- 9. Bilan énergétique de la STEP**
- 10. Description du système d'irrigation à utiliser**
 - 10.1. Source d'eau
 - 10.2. Les terres agricoles
 - 10.3. Découpage des zones du périmètre à irriguer
 - 10.4. Découpage des ilots d'irrigation
 - 10.4.1. Taille de l'ilot
 - 10.5. Bassin de stockage
 - 10.6. Réseau de distribution
 - 10.7. Implantation des bornes
 - 10.7.1. Taille de l'ilot
 - 10.8. Mode d'irrigation proposés
 - 10.8.1. Irrigation par aspersion
 - 10.8.2. Irrigation goutte à goutte
 - 10.9. Besoins en Eau des cultures

Conclusion :

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES

Introduction

- 1. La géomatique et ses outils**
 - 1.1. La définition de la géomatique
 - 1.2. **Les outils de la géomatique**
 - 1.2.1. La télédétection (remote sensing)
 - 1.2.2. Le système d'information géographique (SIG)
 - 1.3. **Application des SIG dans la gestion de l'eau et de l'irrigation**
 - 1.4. **Notion de base**
 - 2. La base de données, une composante au cœur des SIG**
 - 2.1. Pourquoi utiliser une base de données ?
 - 2.2. Les bases de données dans ArcGIS pour l'irrigation
 - 2.3. **La méthodologie de Merise**
 - 2.3.1. La notion du modèle
 - 2.4. **L'importance de la conception de données dans les projets d'irrigation**
 - 2.5. **Application de Merise aux projets d'irrigation**
 - 2.5.1. Les bénéfices de Merise pour les projets d'irrigation
 - 2.6. **Le dictionnaire des données**
 - 3. Méthodologie du modèle**
 - 4. Évaluation de la précision du modèle et sa fiabilité pour la gestion de l'irrigation à Relizane**

Conclusion

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Introduction

1. La modélisation et la création de la base de données de système d'irrigation projeté

- 1.1. Collecte des données
- 1.2. Conception de modèle conceptuel de données (MCD)
- 1.3. Le dictionnaire de données de notre modèle
 - 1.3.1. Les entités principales
 - 1.3.2. Les entités secondaires
- 1.4. Implémentation dans le SIG
 - 1.4.1. Création de la géodatabase
 - 1.4.2. Création des classes d'entités
- 1.5. Traitement
- 1.6. Visualisation et analyse

2. Le plans d'aménagement général de futur périmètre irriguer

- 2.1. Fonctionnement du système d'irrigation
 - 2.1.1. traitement des eaux usées
 - 2.1.2. Stockage
 - 2.1.3. Pompage
 - 2.1.4. Réseau de distribution
 - 2.1.5. Application de l'eau

3. Des propositions améliorations pour le système d'irrigation projeté

4. Perspectives de la gestion participative de l'eau d'irrigation en Algérie

Conclusion

Conclusion Générale

Bibliographie

Listes Des Cartes

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Carte N°01 : Situation géographique de la commune de Relizane

Carte N°02 : la topographie de la commune de Relizane

Carte N°03 : le réseau hydrographie de la commune de Relizane

Carte N°04 : Répartition de la population par dispersion

Carte N°05 :L'accès à la commune

CHAPITRE III : PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Carte N°06 :Délimitation du futur périmètre irrigué.

Carte N°07 :localisation de la Station d'épuration de la Ville de Relizane.

CHAPITRE V : RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Carte N°08: découpage des quatre zones

Carte N°09 : découpage des ilots du périmètre à irriguer

Carte N°10:nature juridique des terrains agricoles

Carte N°11 :Plan d'aménagement général du future périmètre à irriguer

Listes Des Figures

CHAPITRE I: GENERALITES

Figure N°01 : Les Méthodes d'irrigation

Figure N°02 : Irrigation par aspersion

Figure N°03 : Irrigation goutte à goutte

Figure N°04 : Irrigation de surface

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Figure N°05 : Température moyenne mensuelle de la région de Relizane.

Figure N°06 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent de la région de Relizane.

Figure N°07 : Moyenne mensuelle de l'ensoleillement exprimée en heure de Relizane

Figure N°08 : Indice d'aridité de DEMARTON de la zone d'étude

Figure N°09 : Evaporation moyenne mensuelle de la région de Relizane.

Figure N°10: Evolution de la population de la région de Relizane.

CHAPITRE III :PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Figure N°11 :Les terres agricoles du périmètre à irriguer.

Figure N°12 : Besoin pratique en eau des cultures en M³

Figure N°13 : Besoin pratique des cultures en M3 Efficiencie 0.85 cas goutte à goutte (pour olivier) .

Figure N°14 :Besoin pratique des cultures en M3 Efficiencie 0.75 cas Aspersion (pour céréales)

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Figure N°15 : Le modèle MCD du notre travail

Figure N°(16—24) :Image d'étapes de la réalisation la base de données

Figure N°25 : exemple de requête SQL

Liste des Tableaux :

CHAPITRE I: GENERALITES

Tableau N°01 : avantages et inconvénient d'irrigation par aspersion

Tableau N°02 : avantages et inconvénient d'irrigation goutte à goutte

Tableau N°03 : avantages et inconvénient d'irrigation de surface

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Tableau N°04: Moyenne mensuelle de la température en C°, Période:1994–2017

Tableau N°05: Echelle télégraphique des vitesses du vent (m/s).

Tableau N°06: Moyenne mensuelle et annuelle des vitesses du vent Période:1994 –2017

Tableau N°07: Moyennes mensuelles d'ensoleillement, Période:1994-2017.

Tableau N°08: Précipitation moyenne mensuelle et annuelle, Période:1994-2017

Tableau N°09: Evaporation mensuelle et annuelle moyenne Période:1994-2017

Tableau N°10: Evolution de la population de la région de Relizane

Tableau N°11 : Population active, occupée et au chômage-2019

CHAPITRE III :PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Tableau N° 12: Coordonnées géographiques des points représentatifs de terrain agricole à irriguer

Tableau N°13 : Données générales de la STEP

Tableau N°14 : Capacité de traitement

Tableau N°15 : Le bilan énergétique de STEP

Tableau N°16 : caractéristiques du bassin de stockage

Tableau N° 17 : type des bornes

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES

Tableau N°18 : Les modèles de la méthode MERISE

Introduction générale

L'eau, ressource vitale et de plus en plus rare, est au cœur de nombreux enjeux mondiaux. Indispensable à la vie, elle est essentielle à l'agriculture, à l'industrie et à la consommation domestique. Malheureusement, la demande en eau ne cesse d'augmenter sous l'effet de la croissance démographique, de l'urbanisation et du changement climatique. Selon les Nations Unies, près de 2,2 milliards de personnes n'ont pas accès à des services d'eau potable sûrs.

De plus, la pollution des ressources en eau, notamment par les activités industrielles et agricoles, aggrave la situation. Les sécheresses récurrentes et l'intensification des phénomènes météorologiques extrêmes exacerbent cette rareté, mettant en péril la sécurité alimentaire, la santé publique et le développement socio-économique de nombreuses régions du monde.

L'Algérie, confrontée à un contexte climatique semi-aride, fait face à des défis majeurs en matière de gestion de l'eau. Les ressources en eau sont limitées et irrégulièrement réparties sur le territoire, rendant le pays particulièrement vulnérable aux sécheresses récurrentes. La croissance démographique, couplée à une urbanisation rapide et à une industrialisation croissante, exercent une pression sans précédent sur les ressources hydriques.

La gestion inefficace de l'eau, notamment en raison de fuites importantes dans les réseaux de distribution et d'une agriculture consommatrice d'eau, aggrave encore la situation. Ces défis rendent difficile la mise en place d'une politique de gestion de l'eau durable et équitable.

Pour relever ces défis, le pays mise sur diverses solutions : dessalement de l'eau de mer, réutilisation des eaux usées, modernisation des réseaux de distribution et promotion de pratiques agricoles plus économes en eau.

Située dans une zone semi-aride, la région de Relizane présente des caractéristiques géographiques et hydrologiques qui rendent la gestion de l'eau particulièrement complexe. Les ressources en eau souterraine, bien que présentes, sont vulnérables à la surexploitation et à la pollution. De plus, les systèmes d'irrigation traditionnels, souvent peu efficaces, entraînent des pertes en eau importantes, notamment dans un secteur agricole qui constitue un pilier de l'économie locale.

La région de Relizane est un territoire intéressant pour étudier les enjeux liés à la gestion de l'eau. Cette région fait face à des défis spécifiques:

- Une agriculture intensive : L'agriculture, principalement céréalière et arboricole, est un secteur économique important mais très consommateur en eau.
- Une urbanisation croissante : Le développement des villes entraîne une augmentation de la demande en eau potable et en assainissement.
- Une vulnérabilité aux changements climatiques : La région est exposée à un risque accru de sécheresses et d'inondations.

Au vu de ces enjeux, cette étude vise sur l'irrigation agricole à Relizanes'intéresse à la contribution de la géomatique à l'étude de la performance épuratoire de la station d'épuration de la commune de Relizane, en combinant les données géographiques avec des modèles numériques et des outils de visualisation.

La réutilisation agricole des eaux usées épurées n'est pas pratiquée au niveau des périmètres agricole, mais elle est restée en phase d'étude. En effet, plus de 12 périmètres agricoles devraient être raccordés à des stations d'épuration d'ici 2024, témoignant de l'importance accordée à cette pratique.

C'est dans ce cadre que s'insère notre recherche, qui s'intéresse à la possibilité de réutiliserles eaux usées traitées pour l'irrigation. La question centrale de notre étude est donc d'analyserla gestion des périmètres d'irrigation et l'utilisation rationnelle de cette ressource.

En d'autres termes, cette étude vise à contribuer à l'élaboration de stratégies de gestion de l'eau adaptées aux réalités de la région de Relizane et potentiellement applicables à d'autres territoires similaires.

1. Problématique:

La géomatique se révèle être un outil précieux pour optimiser la réutilisation des eaux usées en agriculture. Grâce à des systèmes d'information géographique (SIG), il est possible de cartographier précisément les zones les plus adaptées à cette pratique, en tenant compte de la topographie et de la proximité des réseaux d'assainissement. Ces données géospatiales permettent de définir des périmètres d'irrigation optimisés. De plus, la géomatique facilite la surveillance en temps réel de la qualité des eaux réutilisées et de l'état des cultures, permettant une gestion plus fine et une adaptation rapide aux éventuelles modifications des conditions environnementales.

Compte tenu de l'importance cruciale de l'eau en tant que ressource naturelle,***comment la géomatique peut-elle contribuer à une gestion efficace et durable des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole dans la région de Relizane ?***

Cette problématique soulève les sous-questions suivantes:

L'insuffisance des ressources hydriques actuelles est-elle due au changement climatique ou à une mauvaise gestion?

Les infrastructures existantes sont –elles suffisantes pour stocker l'eau en grande quantité ?

Pour traiter cette problématique et répondre à ce questionnement, nous soutiendrons. Les hypothèses suivantes:

H1 : La gestion de l'eau, bonne ou mauvaise, amplifie ou atténue les impacts du changement

climatique sur les ressources hydriques. Il est donc crucial d'optimiser cette gestion pour s'adapter aux nouvelles réalités climatiques.

H3 : L'Algérie souffre d'un déficit chronique en infrastructures de stockage d'eau, rendant les capacités actuelles des barrages et réservoirs insuffisantes pour répondre aux besoins croissants.

2. Méthodologie de recherche :

Pour apporter des réponses à ces questions ainsi que pour vérifier nos hypothèses, nous avons adopté une méthodologie de recherche et une méthodologie de travail qui sont présentées comme suit:

Une méthodologie de recherche basée sur la recherche bibliographique ainsi qu'une recherche documentaire composée d'ouvrages de la bibliothèque de l'université Oran 2 et des articles et revues, des mémoires et thèses, recueillis sur divers sites internet qui nous ont permis d'apporter des éclaircissements sur la problématique de l'eau d'irrigation.

Afin de vérifier nos hypothèses de départ, nous avons fait des entretiens pour avoir suffisamment de données concernant la problématique posée ainsi que les informations disponibles concernant la gestion de l'eau d'irrigation au niveau de Relizane auprès la direction d'hydraulique.

3. Intérêt et choix du thème:

Nous avons choisi ce thème car est un sujet d'actualité et puis il est en relation directe avec notre spécialité.

4. Objectifs généraux du travail :

- Création d'une base de données utile pour DRE.
- Démontrer l'intérêt de l'approche géomatique pour une meilleure prise de décision en matière de planification et de suivi des projets de réutilisation.
- Proposer une méthodologie intégrant les outils de la géomatique pour une gestion durable de la ressource en eau.

4.1. Objectifs spécifiques du travail :

- Délimiter le champ d'étude : Cartographier et analyser les zones potentielles
- Développer un système d'information géographique (SIG) pour la gestion intégrée des données géographiques
- Proposer un outil d'aide à la décision pour l'optimisation des cultures irriguées par des eaux usées traitées.

5. Structure du mémoire:

Après avoir consulté les documentations dédiée à la problématique de l'eau d'irrigation et suite à l'analyse des données collectées auprès la direction d'hydraulique de wilaya de Relizane, nous a menée à scinder notre travail en cinq chapitres qui sont :

Le premier chapitre concerne des généralités sur l'irrigation, les eaux usées.

Le second chapitre est réservé à l'analyse de la commune de Relizane.

Le troisième chapitre la présentation du système d'irrigation dans le périmètre à irriguer.

Le quatrième chapitre est dédié à la modélisation du système d'irrigation.

Le cinquième chapitre, une conclusion générale sanctionnera l'ensemble de ce travail.

Cette étude est appliquée au périmètre irrigué de 900 hectares alimenté par la STEP Relizane, qui se trouve au Nord de la ville, à proximité d'Oued SFA confluent d'Oued MINA. Ce périmètre a été conçu pour la réutilisation des eaux usées traitées à des fins d'irrigation

CHAPITRE I :

GENERALITES

CHAPITRE I : GENERALITES

I. Introduction :

L'eau est une richesse nécessaire à toutes les activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets liquides domestiques et industriels peuvent nuire l'environnement et la santé publique. Cependant si l'eau est préalablement traitée, elle trouve d'autres utilisations surtout dans le domaine Agricole (Tamrabet, 2011).

Dans le présent chapitre nous allons expliquer, d'abord, l'irrigation, l'importance de l'irrigation dans l'agriculture. Ensuite nous présenterons brièvement les eaux usées et les types des eaux usées.

1. Irrigation :

Est un procédé agricole consistant à apporter de l'eau aux cultures de manière artificielle, afin de compenser les déficits pluviométriques et d'optimiser les rendements.

Dans des régions arides comme Relizane, où les précipitations sont faibles et irrégulières, l'irrigation est essentielle pour assurer la production agricole et la sécurité alimentaire.

Pour illustrer l'importance de l'irrigation dans ce contexte, prenons quelques chiffres :

- **Superficie irriguée:** Sur les 297 387 hectares de superficie agricole totale de Relizane, environ 28 390 hectares sont irrigués. Cela représente une part significative des terres cultivées, démontrant ainsi l'importance de l'irrigation pour l'agriculture locale.
- **Rendements agricoles:** Les cultures irriguées à Relizane ont en moyenne un rendement de 30 à 50% supérieur à celles qui ne le sont pas. Par exemple, un hectare de blé irrigué peut produire en moyenne 5 tonnes, contre 3 tonnes pour un hectare non irrigué.
- **Consommation en eau:** L'agriculture représente environ 70% de la consommation totale en eau à Relizane. Ce chiffre souligne l'importance de gérer efficacement cette ressource précieuse et d'optimiser les systèmes d'irrigation.

1.1. Importance de l'irrigation :

Le principal objectif du processus d'irrigation est de fournir au sol l'eau nécessaire à la croissance des plantes. Cependant, il y a d'autres fins à l'irrigation

- **D'augmenter les rendements agricoles:** En fournissant l'eau nécessaire à la croissance des plantes, l'irrigation permet d'obtenir des récoltes plus abondantes et plus régulières, même dans des régions où les précipitations sont faibles ou irrégulières.
- **De diversifier les cultures:** Grâce à l'irrigation, il est possible de cultiver une plus grande variété de plantes, y compris des cultures de haute valeur ajoutée, qui nécessitent des conditions d'humidité spécifiques.

CHAPITRE I : GENERALITES

- **De contrôler le cycle végétatif:** L'irrigation permet de maîtriser le développement des cultures en ajustant les apports en eau en fonction des besoins de chaque plante à chaque stade de son développement.
- **D'améliorer la qualité des produits agricoles:** Une irrigation bien maîtrisée permet d'obtenir des produits de meilleure qualité, avec des teneurs en nutriments et en eau optimales.

1.2. L'irrigation dans les écosystèmes et l'économie :

L'irrigation a également des impacts importants sur les écosystèmes et l'économie :

- **Impacts sur les écosystèmes:** L'irrigation peut modifier les écosystèmes en modifiant les régimes hydrologiques, la qualité de l'eau, la salinité des sols et la biodiversité. Une mauvaise gestion de l'irrigation peut entraîner des problèmes de salinisation, de drainage, et de pollution des eaux souterraines.
- **Impacts socio-économiques:** L'irrigation est un facteur clé du développement économique, en particulier dans les régions arides et semi-arides. Elle permet de créer des emplois, de développer les activités rurales, et de renforcer la sécurité alimentaire.

Cependant, une mauvaise gestion de l'irrigation peut entraîner des conflits d'usage de l'eau, des inégalités sociales, et une dégradation des ressources naturelles.

1.3. Théories sur l'efficacité de l'irrigation :

De nombreuses études ont porté sur l'efficacité de l'irrigation, c'est-à-dire la quantité d'eau utilisée pour produire une unité de biomasse. Les principales théories portent sur :

- **L'irrigation de précision:** Cette approche vise à optimiser les apports en eau en fonction des besoins réels des cultures, grâce à l'utilisation de capteurs, de modèles de simulation et de systèmes d'irrigation automatisés.
- **L'agro écologie:** Cette approche prône une gestion de l'eau plus durable, en intégrant l'irrigation dans des systèmes de production agro écologiques qui prennent en compte les interactions entre les plantes, le sol, l'eau et les organismes vivants.
- **La gestion intégrée des ressources en eau :** Cette approche vise à optimiser l'utilisation de toutes les ressources en eau disponibles (eaux de surface, eaux souterraines, eaux usées traitées), en tenant compte des contraintes environnementales et socio-économiques.

De nombreuses études ont été menées sur les pratiques d'irrigation en zones arides et semi-arides, notamment en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Ces études ont montré que :

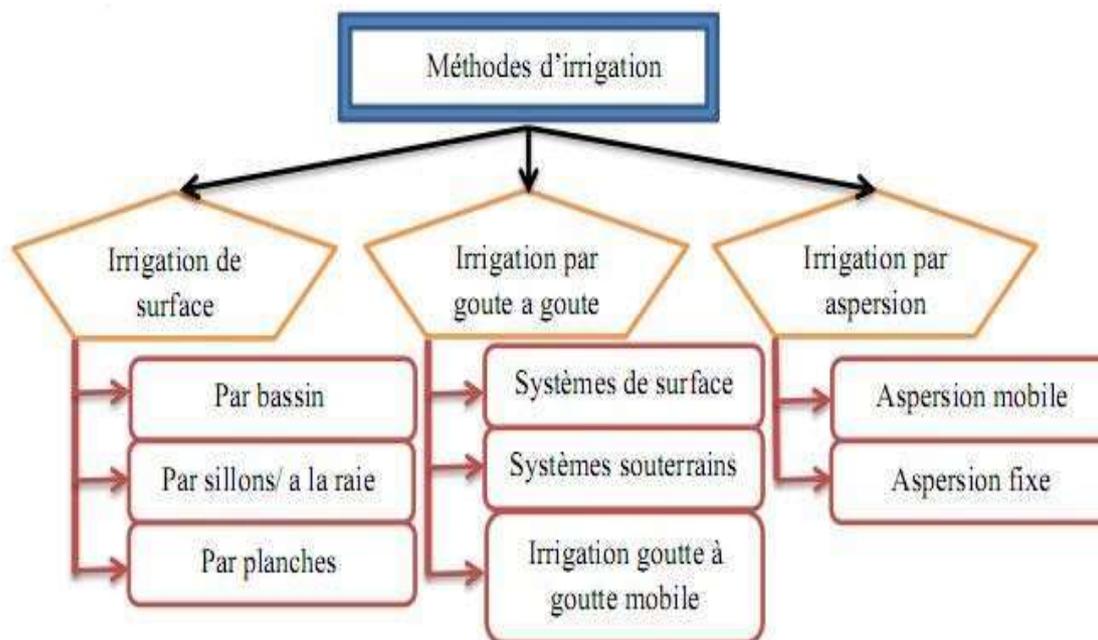
- **L'irrigation traditionnelle:** Souvent peu efficace en termes d'utilisation de l'eau, elle peut être améliorée grâce à des aménagements simples et peu coûteux.
- **L'irrigation moderne:** Plus efficace mais plus coûteuse, elle nécessite des investissements importants et des compétences techniques spécifiques.
- **Les systèmes d'irrigation agro écologiques:** Ils offrent une alternative intéressante pour une gestion durable de l'eau, en combinant les connaissances traditionnelles et les technologies modernes.

CHAPITRE I : GENERALITES

1.4. Méthodes d'irrigation :

Après l'introduction précédente, l'irrigation doit être mentionnée et détaillée dans son explication, en mentionnant ses types, et c'est ce que nous avons commencé par résumer les opérations d'irrigation dans ce schéma suivant :

Figure N°01 : Les Méthodes d'irrigation



- **L'irrigation par aspersion :**

Figure N°02 : Irrigation par aspersion



Principe : L'eau est projetée dans l'air sous forme de fines gouttelettes, simulation de la pluie artificielle.

CHAPITRE I : GENERALITES

Tableau N°01 : avantages et inconvénient d'irrigation par aspersion

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adaptabilité à différents types de cultures. ✓ Refroidissement des plantes. ✓ Possibilité de fertiliser en même temps. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Évaporation importante. ✓ Risque de lessivage des nutriments. ✓ Coût énergétique élevé.

Donc, l'irrigation par aspersion est une méthode très répandue. Elle offre une grande flexibilité, mais elle peut entraîner des pertes d'eau importantes par évaporation. De plus, elle nécessite une source d'énergie pour faire fonctionner les pompes.

- **L'irrigation goutte à goutte :**

Figure N°03 : Irrigation goutte à goutte



Principe : Apport d'eau directement au niveau des racines.

Tableau N°02 : avantages et inconvénient d'irrigation goutte à goutte

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Optimisation de l'utilisation de l'eau. ✓ Réduction de l'évaporation. ✓ Précision dans l'apport d'eau et de nutriments. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coût d'installation élevé. ✓ Encombrement au niveau des plantes. ✓ Sensibilité au colmatage des gouteurs

CHAPITRE I : GENERALITES

Donc, l'irrigation goutte à goutte est considérée comme l'une des méthodes les plus efficaces en termes d'utilisation de l'eau. Elle permet une irrigation très précise, mais elle nécessite un entretien régulier pour éviter le colmatage des goutteurs.

- **L'irrigation de surface :**

Figure N°04 : Irrigation de surface



Principe : L'eau est distribuée en surface du sol, par gravité, dans des rigoles ou des bassins.

Tableau N°03 : avantages et inconvénient d'irrigation de surface

Avantages	Inconvénients
✓ Méthode simple et peu coûteuse.	✓ Forte évaporation.
✓ Adapté aux sols lourds.	✓ Lessivage des nutriments.
	✓ Développement de maladies.

Donc, l'irrigation de surface est une méthode traditionnelle, mais elle est de moins en moins utilisée en raison de son faible rendement en eau. Elle peut également entraîner des problèmes de salinisation des sols.

- **Le choix de la méthode d'irrigation :**

Dépend de nombreux facteurs :

- ✓ **La qualité de l'eau usée:** Plus la qualité est faible, plus les précautions à prendre seront importantes.

CHAPITRE I : GENERALITES

- ✓ **Le type de culture:** Certaines cultures sont plus sensibles à la qualité de l'eau que d'autres, et les besoins en eau varient selon les espèces.
- ✓ **Les caractéristiques du sol:** Texture, profondeur, pente, et la capacité de rétention en eau du sol influencent le choix.
- ✓ **Les conditions climatiques:** Température, pluviométrie, vent sont des éléments clés.
- ✓ **La topographie du terrain :** La pente et le relief influencent les méthodes possibles.
- ✓ **Les contraintes économiques:** Coût d'investissement, coût de fonctionnement d'installation et d'exploitation des systèmes d'irrigation.

Le choix de la méthode d'irrigation est une décision complexe qui doit être prise en tenant compte de nombreux facteurs. Il est important de privilégier les méthodes les plus économes en eau et les moins impactées sur l'environnement.

1.5. Facteurs affectant la détermination des besoins en eau :

Les besoins en eau des cultures sont influencés par une multitude de facteurs, interagissant de manière complexe. Une compréhension approfondie de ces facteurs est essentielle pour une gestion optimale de l'irrigation et une production agricole durable.

• Les Facteurs Principaux :

1. Le Type de Sol :

- **Texture:** Les sols sablonneux drainent rapidement l'eau, nécessitant des irrigations plus fréquentes mais en moindre quantité. Les sols argileux, au contraire, retiennent l'eau plus longtemps mais peuvent être sujets à des problèmes de drainage.
- **Structure:** La structure du sol influence l'infiltration de l'eau et sa disponibilité pour les plantes.
- **Matière organique:** Une teneur élevée en matière organique améliore la capacité de rétention en eau du sol.

2. Le Climat :

- **Température:** Des températures élevées augmentent l'évapotranspiration, donc les besoins en eau.
- **Précipitations:** Les précipitations naturelles réduisent les besoins en irrigation.
- **Humidité relative:** Une faible humidité relative augmente l'évapotranspiration.
- **Vent:** Le vent accélère l'évaporation de l'eau du sol et des plantes.

3. Le Type de Culture :

- **Cycle végétatif:** Les cultures à cycle long ont généralement des besoins en eau plus élevés.
- **Système racinaire:** Les cultures à racines profondes peuvent accéder à des réserves d'eau plus importantes.
- **Densité de plantation:** Une densité élevée augmente la compétition pour l'eau.

4. L'Évapotranspiration:

L'évapotranspiration (ET) représente la perte d'eau d'un écosystème vers l'atmosphère par évaporation du sol et transpiration des plantes.

- **Évapotranspiration potentielle (ETP):** C'est la quantité maximale d'eau qu'un couvert végétal donné pourrait évapotranspirer dans des conditions de sol non limitant

CHAPITRE I : GENERALITES

en eau. Elle est estimée à l'aide de modèles comme celui de Penman-Monteith, qui prend en compte des variables climatiques (température, rayonnement, humidité, vent).

- **Évapotranspiration réelle (ETR):** C'est la quantité d'eau réellement évapotranspirée, qui est inférieure à l'ETP lorsque l'eau disponible dans le sol est limitée.

1.6. Le Rôle du Modèle de Penman-Monteith :

Le modèle de Penman-Monteith est largement utilisé pour estimer l'ETP. Il permet de prendre en compte les interactions entre les facteurs climatiques et la surface terrestre. En connaissant l'ETP, les agriculteurs peuvent ajuster leurs pratiques d'irrigation pour répondre aux besoins spécifiques de leurs cultures et minimiser le gaspillage d'eau.

Une gestion de l'eau efficace repose sur l'estimation précise des besoins en eau des cultures. En combinant les informations sur le type de sol, le climat, le type de culture et l'ETP, il est possible de:

- **Optimiser les apports en eau:** En irriguant uniquement lorsque les besoins des cultures ne sont pas couverts par les précipitations, on évite le sur-arrosage et le lessivage des nutriments.
- **Réduire les pertes par évaporation:** En utilisant des systèmes d'irrigation efficaces (goutte à goutte, micro-aspersion), on minimise les pertes d'eau par évaporation.
- **Préserver les ressources en eau:** Une gestion rationnelle de l'eau contribue à la durabilité de l'agriculture et à la protection des écosystèmes aquatiques.

Donc, les besoins en eau des cultures sont complexes et dépendent de nombreux facteurs. Une approche intégrée, combinant des connaissances agronomiques et hydrologiques, ainsi que l'utilisation de modèles comme celui de Penman-Monteith, permet d'optimiser la gestion de l'irrigation et de garantir une production agricole durable.

2. Les eaux usées :

Ce sont des eaux de diverse nature, rejetée dans les égouts publics des villes et communes. Elles contiennent différentes matières d'origine naturelle ou artificielle qui, suite à leur utilisation par les hommes, les animaux et l'environnement (par exemple l'air et le sol) peuvent être plus au moins nocives. Ces propriétés dépendent de leurs origines et du traitement qu'elles ont subies avant d'être évacuées dans les émissaires d'égouts (CZYSZ et al. 1990).

Les eaux usées peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités des hommes. Il peut s'agir d'activités domestiques (aller aux toilettes, prendre une douche, faire la vaisselle, se laver les mains...) ou industrielles (fabriquer du yaourt, tenir un garage automobile...)

2.1. Origine :

Dans les villes nous trouvons différentes sortes d'eaux usées, selon GUERREE et GOU ELLA (1982), il y a trois groupes :

CHAPITRE I : GENERALITES

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux usées industrielles.
- Les eaux de ruissellement.

2.2. Nature des eaux usées :

La pollution des eaux de diverses natures et de diverses origines se manifestent généralement en quatre formes d'après FAURIE et al. (2001), on a provenant des habitations, elle est en générale véhiculée par les réseaux d'assainissement, la pollution domestique se caractérise par:

- Des germes fécaux (les streptocoques)
- De fortes teneurs en matière organiques
- Des sels minéraux (azote, phosphore, etc.)
- Des détergents (alcools, sulfates, poly phosphates sodiques, etc)

2.3. L'épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux usées consiste à éliminer les polluants contenus dans les eaux usées domestiques, industrielles ou agricoles afin de les rendre moins nocives pour l'environnement et, éventuellement, réutilisables.

• Les différentes méthodes de traitement:

Le traitement des eaux usées se déroule généralement en plusieurs étapes successives:

- **Traitement primaire:** Il s'agit d'un traitement physique qui consiste à éliminer les matières solides en suspension (sable, graisses, etc.) par décantation ou tamisage.
- **Traitement secondaire:** Ce traitement biologique utilise des micro-organismes pour dégrader la matière organique dissoute. Il existe différentes techniques :
 - **Lagunage:** L'eau usée est stockée dans des bassins où les micro-organismes dégradent naturellement la matière organique.
 - **Filtres biologiques:** L'eau est filtrée à travers un milieu poreux (sable, plastique) colonisé par des micro-organismes.
 - **Boues activées:** Les micro-organismes sont maintenus en suspension dans l'eau grâce à une aération continue.
- **Traitement tertiaire:** Ce traitement complémentaire vise à éliminer les polluants spécifiques (phosphore, azote, matières organiques réfractaires) et les micro-organismes pathogènes. Il peut faire appel à des procédés physico-chimiques (coagulation-floculation, filtration) ou biologiques (nitrification-dénitrification).

2.4. Caractéristiques des eaux usées épurées :

Les eaux usées épurées doivent respecter des normes de qualité strictes avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou réutilisées. Ces normes varient selon la destination finale de l'eau. En général, les eaux usées épurées sont caractérisées par :

- Une faible teneur en matières en suspension et en matières organiques.
- Une faible charge bactérienne.

CHAPITRE I : GENERALITES

- Une faible concentration en nutriments (azote, phosphore).

2.5. Réutilisation des eaux usées en agriculture :

La réutilisation des eaux usées dans l'agriculture, bien que controversée, s'impose comme une solution prometteuse face à la raréfaction des ressources en eau douce, notamment dans les régions arides et semi-arides. Cette pratique consiste à recycler les eaux usées traitées pour les utiliser comme source d'irrigation.

➤ Les avantages sont multiples :

- **Réduction de la pression sur les ressources en eau douce :** L'agriculture étant le principal consommateur d'eau, la réutilisation permet d'alléger cette pression.
- **Amélioration des rendements agricoles :** Les eaux usées, riches en nutriments, peuvent augmenter la fertilité des sols et ainsi les rendements.
- **Économie circulaire :** Cette pratique s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire en valorisant une ressource qui serait autrement rejetée.

➤ Cependant, cette pratique comporte des risques non négligeables:

- **Accumulation de contaminants :** Les eaux usées peuvent contenir des métaux lourds, des pesticides, des produits pharmaceutiques et des micro-organismes pathogènes. Une accumulation de ces substances dans les sols et les cultures peut avoir des conséquences sanitaires et environnementales graves.
- **Propagation de maladies :** Les eaux usées peuvent être vectrices de maladies infectieuses, notamment d'origine fécale.
- **Dégradation de la qualité des sols et des eaux souterraines:** Une mauvaise gestion de la réutilisation peut entraîner une salinisation des sols, une pollution des eaux souterraines et une altération de la biodiversité.

➤ Cadres réglementaires et normes internationales:

Face à ces enjeux, de nombreux pays ont mis en place des réglementations spécifiques pour encadrer la réutilisation des eaux usées. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ont également élaboré des lignes directrices pour garantir une utilisation sans risque de ces eaux.

Les normes internationales prennent en compte différents paramètres :

- **La qualité de l'eau réutilisée :** Des normes strictes définissent les limites acceptables en termes de contaminants (microbiologiques, chimiques, etc.).
- **Les types de cultures :** Certaines cultures sont plus sensibles que d'autres à la contamination.
- **Les méthodes d'irrigation :** Le choix de la méthode d'irrigation (goutte à goutte, aspersion, etc.) influence la dispersion des contaminants.

CHAPITRE I : GENERALITES

- **Les pratiques agricoles :** Des bonnes pratiques agricoles sont essentielles pour minimiser les risques.

Donc, la réutilisation des eaux usées en agriculture offre des opportunités intéressantes pour faire face aux défis liés à la raréfaction de l'eau. Cependant, cette pratique doit être encadrée par des réglementations strictes et associée à des technologies de traitement performantes pour garantir la sécurité sanitaire et environnementale.

3. Le Cadre Juridique :

3.1. International :

Au niveau international, plusieurs traités et conventions reconnaissent le droit à l'eau et l'assainissement comme un droit humain fondamental. Parmi les instruments juridiques les plus importants, on peut citer :

- **La Déclaration universelle des droits de l'homme :** Bien qu'elle ne mentionne pas explicitement le droit à l'eau, elle reconnaît le droit à un niveau de vie suffisant, ce qui inclut l'accès à l'eau.
- **Le Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels:** Ce pacte reconnaît le droit à un niveau de vie suffisant pour soi-même et sa famille, y compris pour l'alimentation et l'habillement, ce qui implique un accès adéquat à l'eau potable.
- **Les Objectifs de développement durable (ODD):** L'ODD 6 vise à garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et à améliorer la qualité de l'eau.

3.2. En Algérie :

La réutilisation des eaux usées en Algérie, notamment dans le secteur agricole, est un sujet d'actualité face aux enjeux de la raréfaction de l'eau. Le cadre juridique algérien a évolué pour encadrer cette pratique et garantir une utilisation sûre et durable de cette ressource alternative.

- La loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau constitue le texte de référence. Elle établit les principes généraux de la gestion de l'eau, y compris la réutilisation des eaux usées.
 - Le principe de précaution est primordial. La réutilisation des eaux usées doit être envisagée de manière à ne pas nuire à la santé publique ni à l'environnement.
 - La qualité des eaux usées est strictement contrôlée. Des normes sont définies pour garantir que les eaux réutilisées ne contiennent pas de substances nocives pour les cultures ou les consommateurs.
- **Encadrements Spécifiques :**
- **Interdiction de l'utilisation des eaux usées brutes:** L'article 63 de la loi interdit formellement l'irrigation avec des eaux usées non traitées.
 - **Autorisation pour les eaux usées épurées:** L'article 137 autorise l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation, sous certaines conditions et pour certaines cultures.
 - **Restrictions pour certaines cultures:** L'irrigation de cultures destinées à la consommation directe est interdite, même avec des eaux usées épurées.

CHAPITRE I : GENERALITES

- **Modalités d'utilisation:** Le décret exécutif n°07-149 de 2007 fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation, notamment sous forme de concession.

Et Pour aller plus loin, Le COSTEA (Comité de suivi et d'évaluation des technologies pour l'eau) a réalisé un rapport de synthèse sur la réutilisation des eaux usées en Algérie, offrant une analyse approfondie de la situation.

Conclusion :

L'irrigation en zones arides, une pratique essentielle pour garantir la sécurité alimentaire, se heurte à des défis majeurs liés à la raréfaction de la ressource en eau douce. La réutilisation des eaux usées apparaît alors comme une solution prometteuse pour pallier ces pénuries. Cependant, cette pratique nécessite une gestion rigoureuse afin de prévenir tout risque sanitaire et environnemental. Dans ce contexte, la géomatique se révèle être un outil incontournable. En permettant de collecter, de traiter et de représenter spatialement de vastes quantités de données

Pour cette raison nous avons choisi de travailler et d'installer notre système sur un champ du STEP de la commune de Relizane.

***CHAPITRE II : ETAT DE
FAIT DE LA COMMUNE
DE RELIZANE***

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

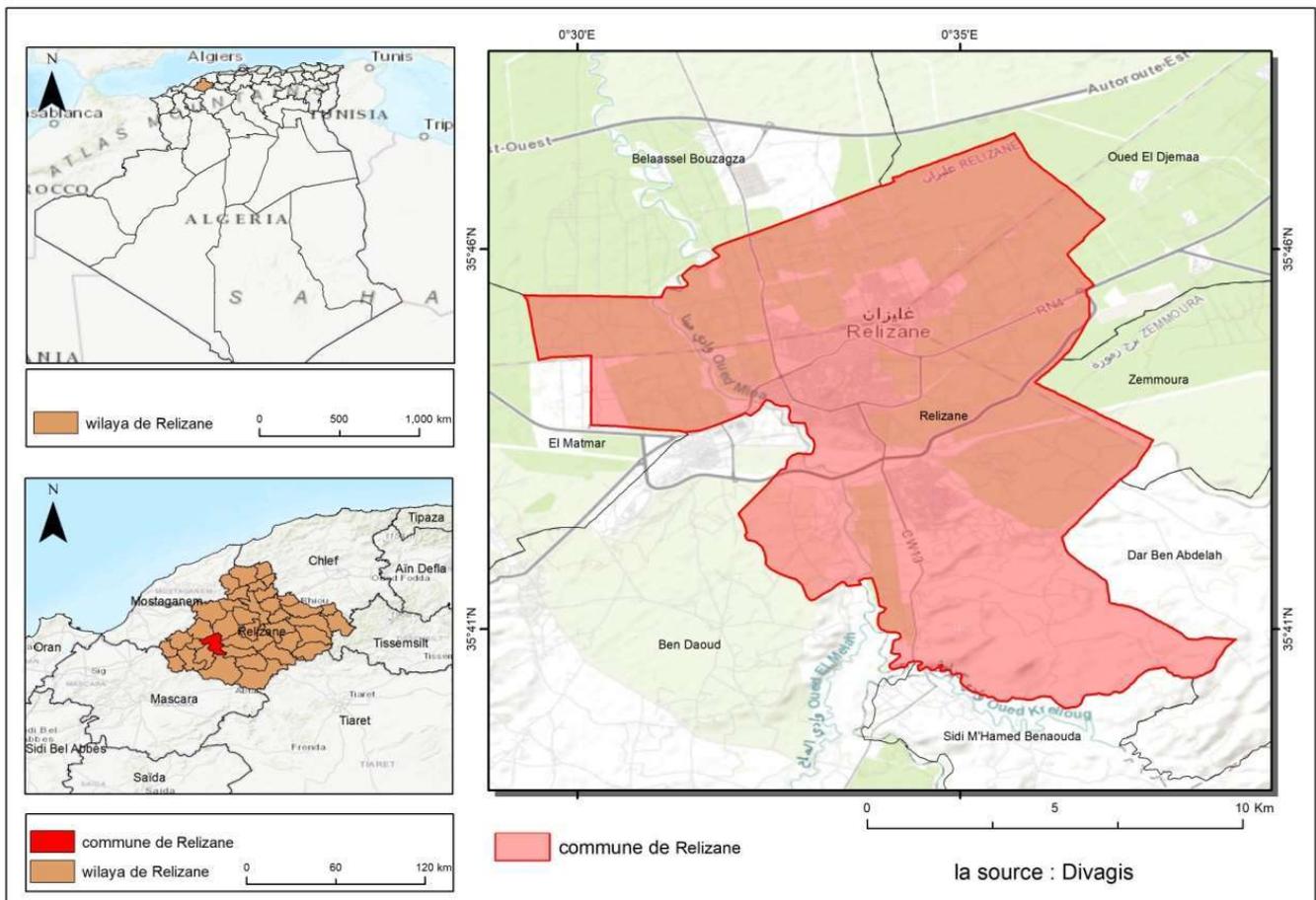
I. Introduction :

La wilaya de Relizane est située au nord-ouest de l'Algérie sur une superficie de 4870 km², occupant une position géographique stratégique vu qu'elle est fondée sur l'intersection de deux axes importants (Alger /Oran /Mostaganem/ Tiaret) et la richesse de ses terres irriguées, elle est limitée au nord par la wilaya de Mostaganem et au sud par la wilaya de Tiaret et à l'ouest par la wilaya de Mascara et à l'est par la wilaya de Chlef.

1. Présentation de la commune de Relizane :

Relizane est une commune de la wilaya de Relizane, dont elle est le chef-lieu. Elle s'étend sur une surface de 110.82 Km². Elle est délimitée :

- Au Nord Est, par la commune de Belaassel, Bouzegza.
- Au Nord-Ouest, par la commune d'Oued Djemaa.
- A l'Est, par la commune de El Matmar.
- A l'Ouest, par la commune de Zemmoura
- Au Sud-ouest, par la commune de Dar Ben Abdellah.
- Au sud Est, par la commune de Ben Daoud.
- Au Sud, par la commune de Sidi Mhamed Benaouda.



Carte N°01 : Situation géographique de la commune de Relizane

2. Aperçu historique :

Le centre de Relizane remonte à la période coloniale. Le processus de son développement et son extension a pris une importance à partir de 1980 avec la réalisation d'un programme d'habitat et d'équipements puis avec son passage au rang de chef-lieu de wilaya lors du découpage administratif de 1984.

La ville de Relizane a connu une croissance démographique et économique poussée ce qui a permis la valorisation des enjeux. Mais sur le plan spatial, la ville n'a pas pu s'étendre à cause de plusieurs contraintes qui entourent la ville, parmi elles on peut citer: la centrale électrique au nord, les conduites de gaz (pipelines), la station de décompression au sud et l'oued mina à l'Est. Cette situation de confrontation entre une extension urbaine rapide et des aléas de natures différentes freine la croissance de la ville.

3. Cadre naturel :

3.1. Relief et morphologie :

Le relief de la commune est constitué de deux ensembles, un ensemble montagneux (sud : les monts de Belhacel qui s'étendent d'Est en Ouest) et un ensemble de plaines (partie centrale occupée par les plaines du Bas Chélif et la Mina).

3.1.1 .Les plaines :

La zone de plaine est un ensemble plat aux pentes très douces avec des altitudes moyennes situées entre 50m et 150m où se pratique une agriculture en irrigué. Il s'agit de la plaine de Mina qui tire son nom d'un Oued à écoulement pérenne dont la source se situe dans les monts de l'Ouarsenis. Entre Relizane et Belhacel, les sols sont de type sableux avec des remontées de sel faute d'un système de drainage efficace.

Cet ensemble est traversé par une principale cour d'eau : Oued Mina. La plaine est caractérisée par l'existence d'une dépression (la sebkha de Benziane).

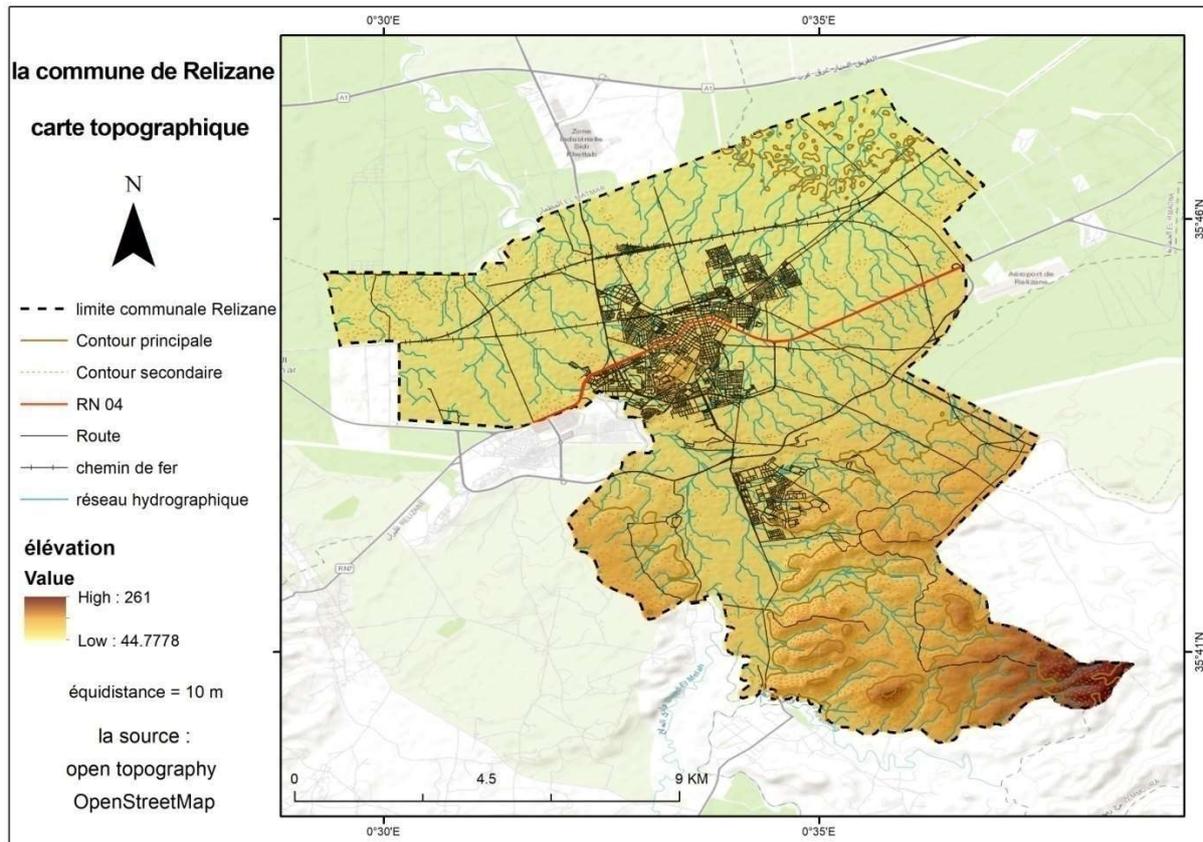
3.1.2. Les piémonts :

Les piémonts apparaissent au Sud de la commune de Relizane et font partie de la zone de transition entre les plaines et les massifs montagneux l'Ouarsenis et sa superficie représente 4,5% de la superficie totale de la commune.

3.1.3. L'ensemble montagneux :

La zone montagneuse apparaît à la limite Nord sur 2% du territoire de la commune. Le massif est caractérisé par des escarpements qui dépassent les 15%. Au Sud, apparaissent les collines représentant près 25% de la superficie totale de la commune avec des altitudes allant de 175 à 400 m.

Carte N°02 : la topographie de la commune de Relizane



3.2. Géologie:

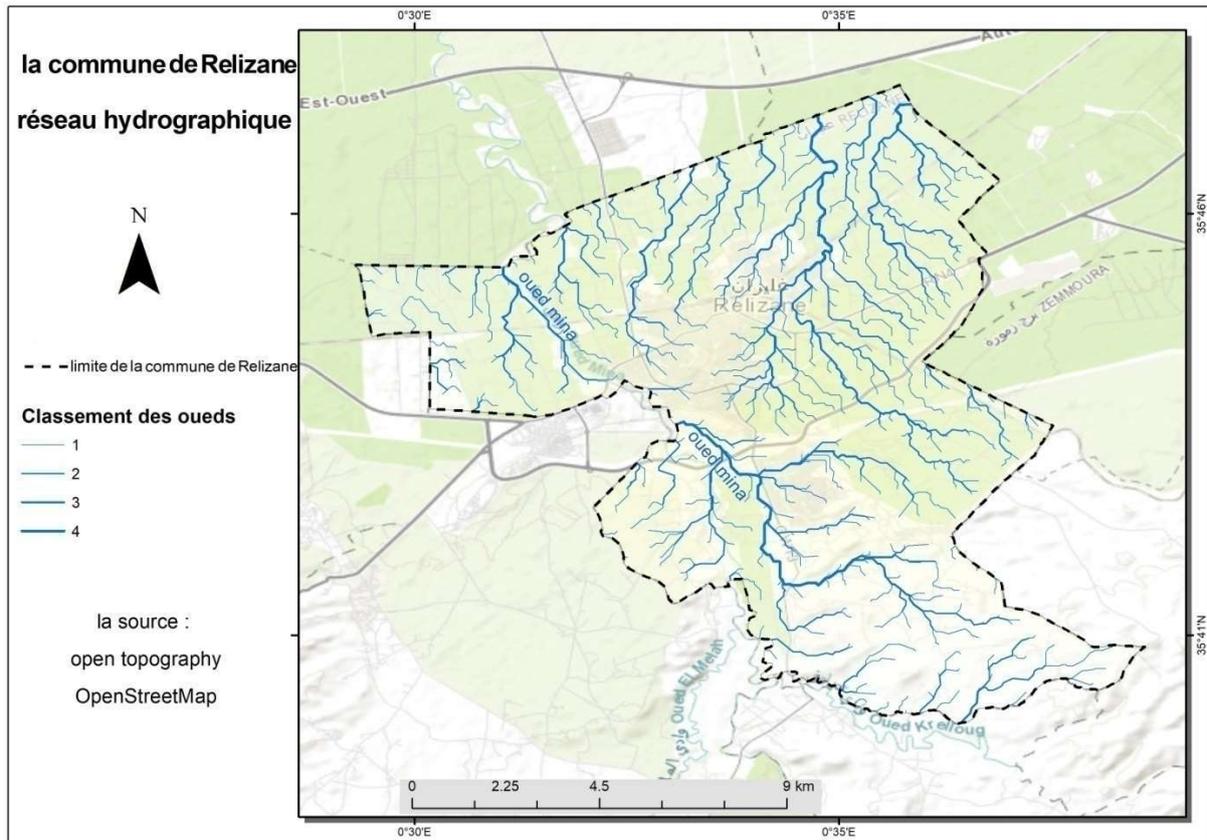
Le site d'étude est caractérisé essentiellement par des alluvions attribuées au Plio- quaternaire. Ces terrains reposent sur un substratum constitué essentiellement par des marnes du Néogène qui affleurent et occupent des petites superficies au Sud et Sud Ouest de la ville. Au Nord, des terrains du pliocène affleurent dans l'anticlinal de la montagne Belahcel.

3.3. Hydrographie :

La commune est marquée par le passage d'un cours d'eau important, Oued Mina et deux de ses affluents: Oued Mellah et Oued Khourara. Oued Mina est l'exutoire d'un bassin versant de 6830 km² qui s'étend des Beni Chougrane à la partie occidentale de 'Ouarsenis. Il longe la partie Ouest de la commune du Sud vers Nord. En amont, plusieurs barrages ont été réalisés pour servir à l'irrigation et à l'alimentation en eau potable. A la fin de son parcours, il se rencontre avec Oued Chélif dans la commune de Sidi El Khettab.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Carte N°03 : le réseau hydrographie de la commune de Relizane



3.4. Climatologie :

Le climat de la ville de Relizane est semi-aride avec une précipitation (325 mm à la moyenne) Cette zone appartenant à la vallée de mina se caractérise par des altitudes basses et des influences maritimes presque nulles à cause des barrières orographiques du nord et les précipitations au niveau du territoire sont irrégulières dont la majorité tombent en hiver et se répartissent en 65 jours par an en moyenne dans la commune de Relizane.

La ville aussi témoigne une variation considérable dans la température allant d'environ 5 degré en hiver arrivant jusque à 46 degré en moyenne dans l'été qui caractérise le territoire par un climat froid en hiver et plus chaud en été.

3.4.1. Température :

La température est un élément très important dans le bon fonctionnement d'un système d'épuration biologique. Nous illustrons dans le tableau ci-dessous les données sur les températures enregistrées à la station d'Oued Djemaa.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

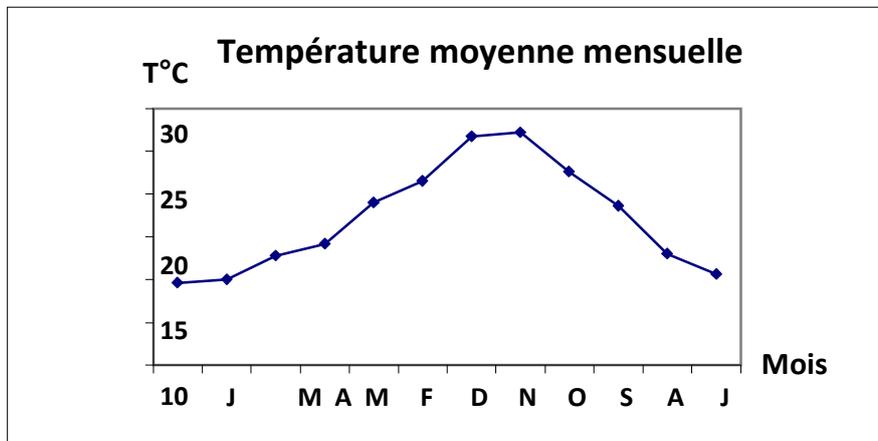
Tableau N°04: Moyenne mensuelle de la température en C°, Période:1994–2017

Mois	J a n	F e v	M a r	A v r	M a i	J u i	J u i l l	A o u	S e p	O c t	N o v	D e c	A n
T °	9 . 6	1 0 . 1	1 2 . 8	1 4 . 2	1 9	2 1 . 5	2 6 . 5	2 7 . 2	2 2 . 6	1 8 . 6	1 3 . 2	1 0 . 6	1 7 . 2

Source:(ONM, 2017)

Les valeurs moyennes mensuelles minimale et maximale correspondant aux mois de janvier (9,6°C) et d’août (27,2 °C). La température moyenne annuelle est de 17,2 °C et de ce fait, nous la considérons comme une température favorable au bon fonctionnement d’un système d’épuration biologique.

Figure N°05:Température moyenne mensuelle de la région de Relizane.



3.4.2. Le vent :

La force du vent est estimée d'après une échelle dite <Echelle télégraphique> qui est comme suit:

Tableau N°05:Echelle télégraphique des vitesses du vent (m/s).

0	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9
c a l m e	Vent faible	Vent modéré	Vent assez fort	Vent fort	Vent violent, ouragan

Le tableau ci-après montre les variations des vitesses moyennes mensuelles du vent.

Tableau N°06:Moyenne mensuelle et annuelle des vitesses du vent Période:1994 –2017.

Caractéristique	Mois												A n n é e
	J a	F e	M a	A v	M a	J u	J u	A o	S e	O c	N o	D	
Vitesse du vent m/s	2 . 9	2 . 4	2 . 6	3	3	3 . 2	2 . 8	2 . 7	2 . 7	1 . 9	2 . 4	2 . 4	2 . 7

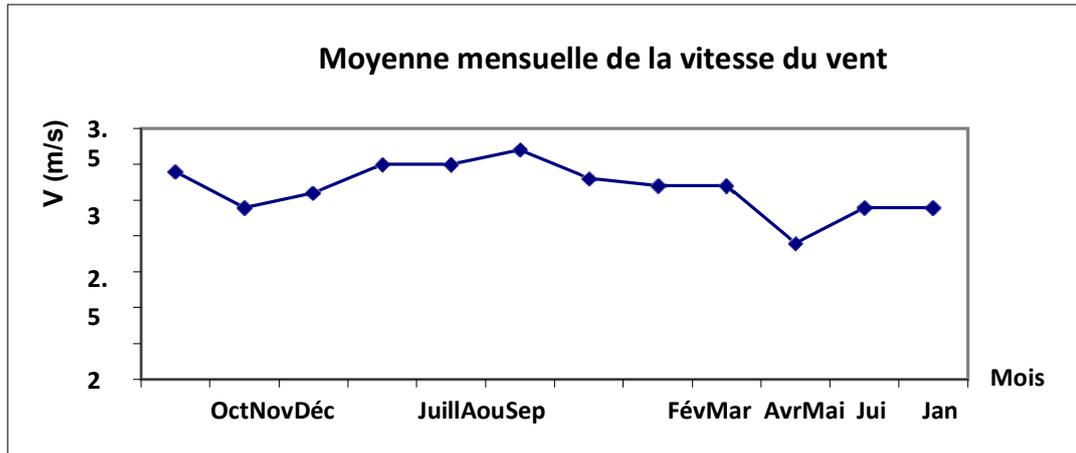
Source:(ONM, 2017)

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

La valeur de la vitesse moyenne mensuelle maximale et minimale est enregistrée respectivement au mois juin (3,2m/s) et au mois octobre (1,9m/s).

La moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 2,7m/s et les vents dominants soufflent de l'Ouest vers Sud-Ouest.

Figure N°06: Moyenne mensuelle de la vitesse du vent de la région de Relizane.



3.4.3. L'ensoleillement :

Ce facteur est primordial pour le bon fonctionnement d'un système d'épuration, et ce vu l'apport que peut faire subir le rayonnement solaire sur les différents types de traitement d'éléments fondamentaux.

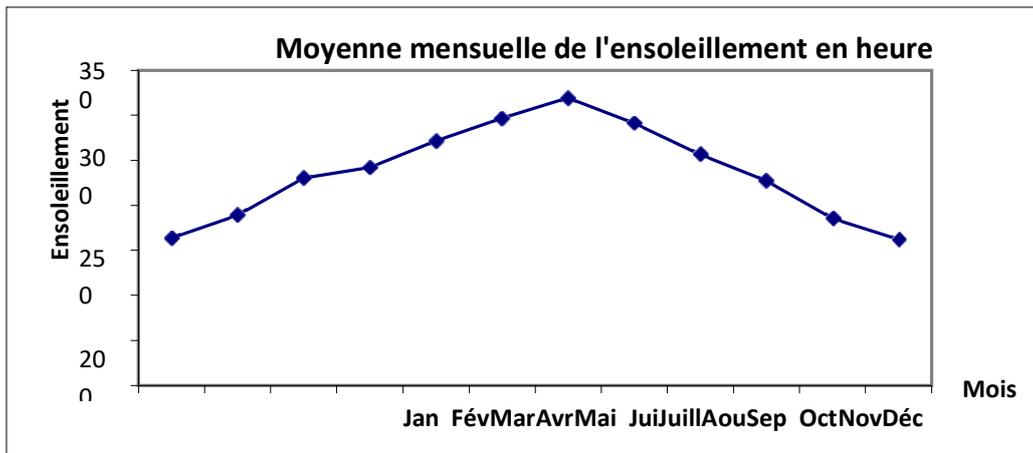
Tableau N°07: Moyennes mensuelles d'ensoleillement, Période:1994-2017.

M o i s	J a n	F é v	M a r	A v r	M a i	J u i	J u i l l	A o u	S e p	O c t	N o v	D é c	M o y	A n n
Ensoleillement En (heure)	1 6 3	1 8 9	2 3 0	2 4 2	2 7 1	2 9 6	3 1 9	2 9 1	2 5 7	2 2 7	1 8 5	1 6 2	2 3 6	

Source:(ONM, 2017)

La valeur moyenne mensuelle maximale de l'ensoleillement a été enregistrée au mois de juillet, elle est de l'ordre de 319 Heures ; tandis que La valeur moyenne mensuelle minimale de l'ensoleillement a été enregistrée au mois de décembre, elle est de l'ordre de 161 Heures.

Figure N°07: Moyenne mensuelle de l'ensoleillement exprimée en heure de Relizane



3.4.4. Précipitations :

L'étude des précipitations est indispensable. Elle détermine les écoulements des oueds et les apports des barrages pour l'irrigation ainsi que la capacité d'acceptation du milieu récepteur des volumes d'eau usée. Le tableau ci-dessous présente les données des précipitations mensuelles en millimètres.

Tableau N°08: Précipitation moyenne mensuelle et annuelle, Période:1994-2017

M o i s	J a	F é	M a	A v	M a	J u	J uill	A o	S e	O c t	N o	D é	A n
P (m m)	36	40	26	24.5	18.9	15.5	11.2	8	17.5	33.4	41	48	320

Source:(ONM, 2017)

L'analyse des données pluviométriques montre que la hauteur maximale des précipitations est enregistrée au mois de Décembre (48 mm), tandis que le minimum est atteint au mois d'août (8mm), la pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 320mm.

3.4.5. L'Indice d'Aridité de DEMARTON:

DEMARTON (1926), a défini l'aridité du climat par le quotient:

$$I = P / (T + 10)$$

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

T: Température moyenne annuelle (°C).

A donné un abaque où six climats sont définis en fonction des précipitations moyennes et des températures moyennes. Ces zones sont:

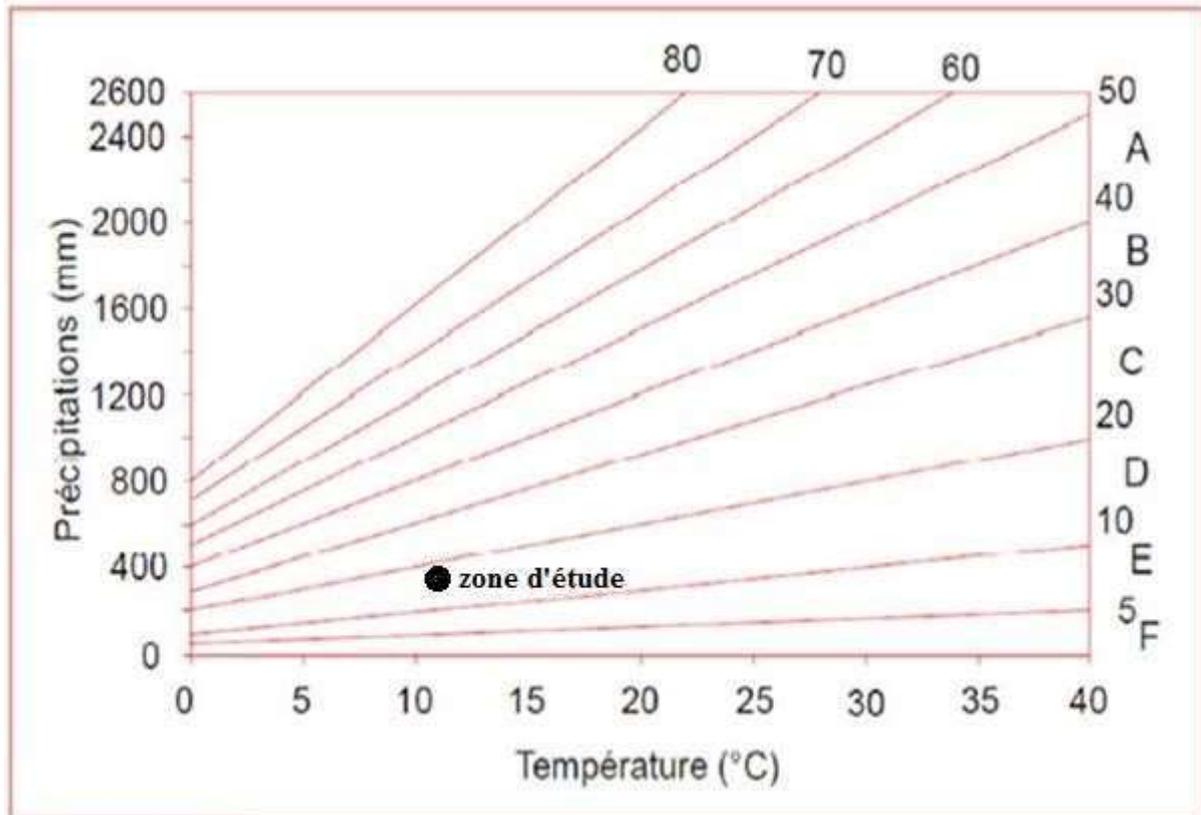
- **A :** Zone à écoulement abondant.
- **B:** Zone à écoulement exoréique.
- **C:** Zone tempérée, drainage extérieur, irrigation non indispensable.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

- **D:**Régimesemi-aride, écoulements temporaires, formations herbacées
- **E :** Régime désertique, écoulements temporaires, drainage intérieur- exoréique.
- **F:**Hyperaridité, aréisme.

Nous précisons que la période de mesure de toutes les caractéristiques climatiques qui vont suivre s'étend de 1994à2017. (Source O.N.M, 2017).

Figure N°08 : Indice d'aridité de DEMARTON de la zone d'étude



Les deux tableaux précédents (tableau N°01 et tableau N°05) donnent une précipitation moyenne annuelle de $P = 320$ mm et une température moyenne annuelle de $T = 17,2$ °C, utilisés pour la détermination de l'indice d'aridité de DEMARTON ($I = 11,76$).

Cet indice place notre zone d'étude (figure N°04) où le climat est qualifié de semi-aride avec des écoulements temporaires.

3.4.6. Evaporation:

Dans notre aire d'étude elle est très importante, elle augmente la charge polluante par diminution du débit à traiter, donc elle peut être néfaste.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

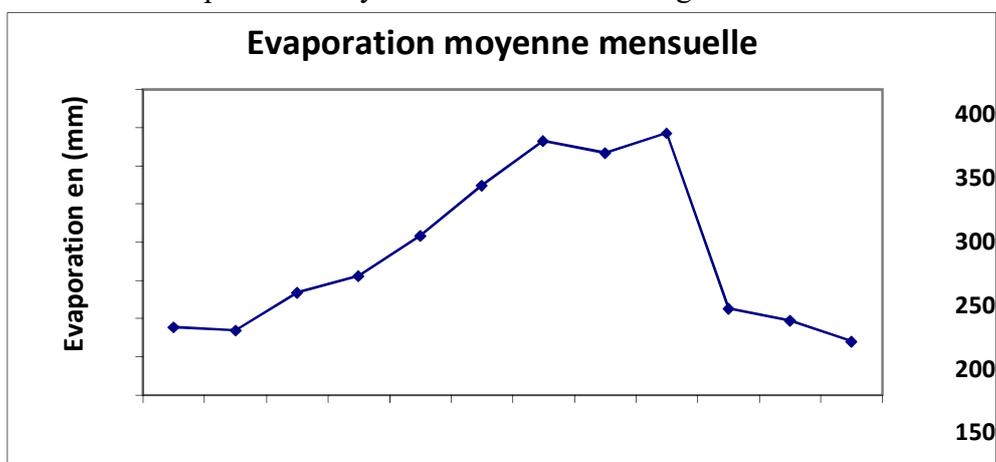
Tableau N°09:Evaporation mensuelle et annuelle moyenne Période:1994-2017

M o i s	J a n	F é v	M a r	A v r	M a j	J u i	J u i l l	A o ũ	S e p	O c t	N o v	D é c	A n
Evaporation(mm)	89.5	85.1	134	156	209	275	333	317	343	113	98.1	70.5	2223.2

Source:(ONM, 2017)

Le tableau ci-dessus fait ressortir que l'évaporation importante à la fin d'été. Elle atteint son maximum au mois de septembre avec une valeur de 343 mm et un minimum au mois de décembre avec une valeur de 70,5 mm. La moyenne annuelle de l'évaporation est de 2223,2 mm.

Figure N°09 : Evaporation moyenne mensuelle de la région de Relizane.



4. Etude socio-économique :

4.1. Population :

D'après les données fournies par la DPAT(2021), la commune de Relizane englobe une population estimée à 192000 habitants au 31/12/2021. Le Taux d'accroissement est de 2,51%. La superficie globale de la Commune est de l'ordre de 110,82 km².

La ville a connu une forte croissance démographique qui suit l'indépendance et accentuée par l'exode rural durant les années de la décennie noire. Voici les chiffres recensés au cours des années par les services de recensement de la commune :

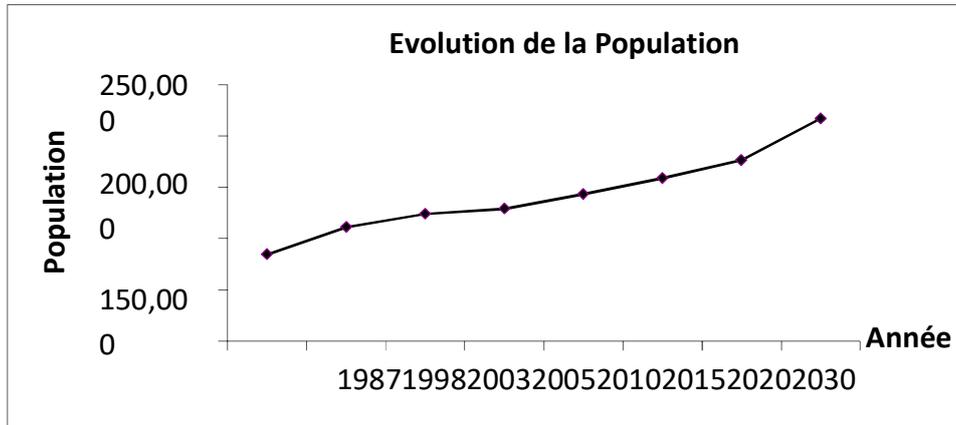
Tableau N°101: Evolution de la population de la région de Relizane

A n n é e	1 9 8 7	1 9 9 8	2 0 0 3	2 0 0 5	2 0 1 0	2 0 1 5	2 0 2 0	2 0 3 0
Population	84 405	1 1 0 8 6 6	1 2 4 0 1 0	1 2 9 2 7 4	1 4 3 4 3 0	1 6 0 7 2 6	1 9 0 2 6 8	2 1 7 3 4 7

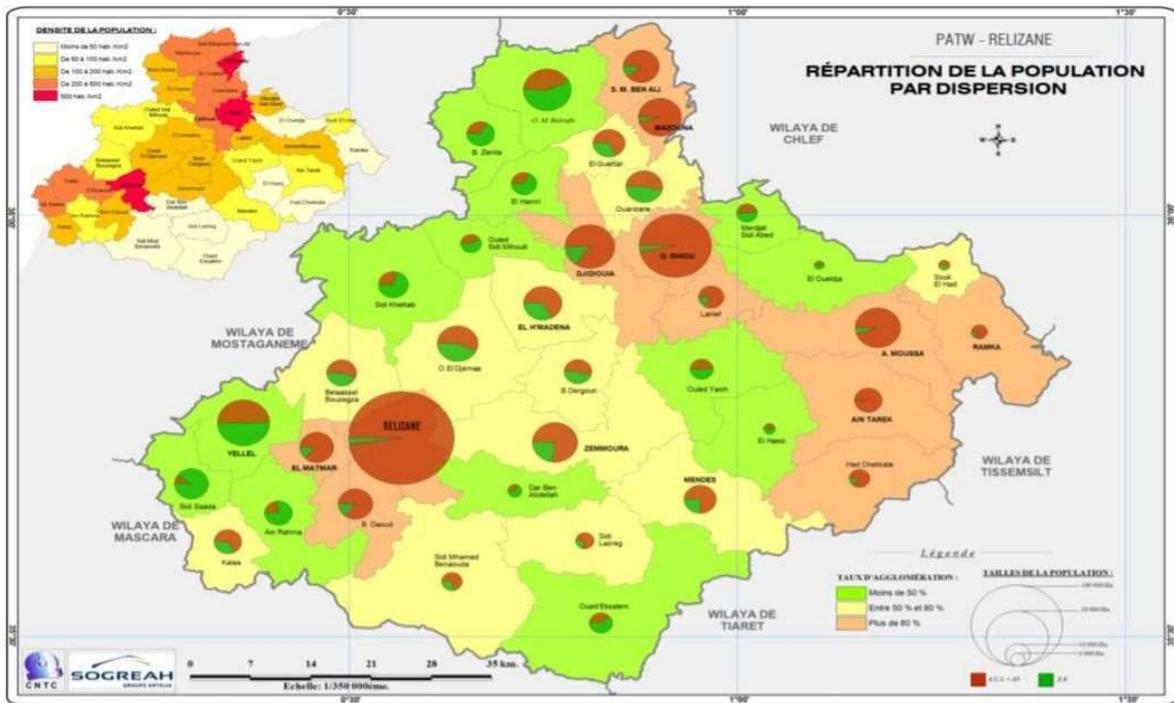
Source : Bureau de statistique de la commune

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

Figure N°10: Evolution de la population de la région de Relizane.



Carte N°04 : Répartition de la population par dispersion



4.2. Emploi :

Tableau N°11 : Population active, occupée et au chômage-2019

Commune	Population 31/12/2019	Population active	Population occupée	Population au chômage	Taux de chômage %
Relizane	174236	148 273	138 948	9 325	3,76

Source : DPSB/Direction de l'Emploi

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

5. Les infrastructures de base existantes :

La commune est relié directement à l'autoroute Est Ouest à travers l'échangeur de Messadia sur lequel se branche CW N°13.

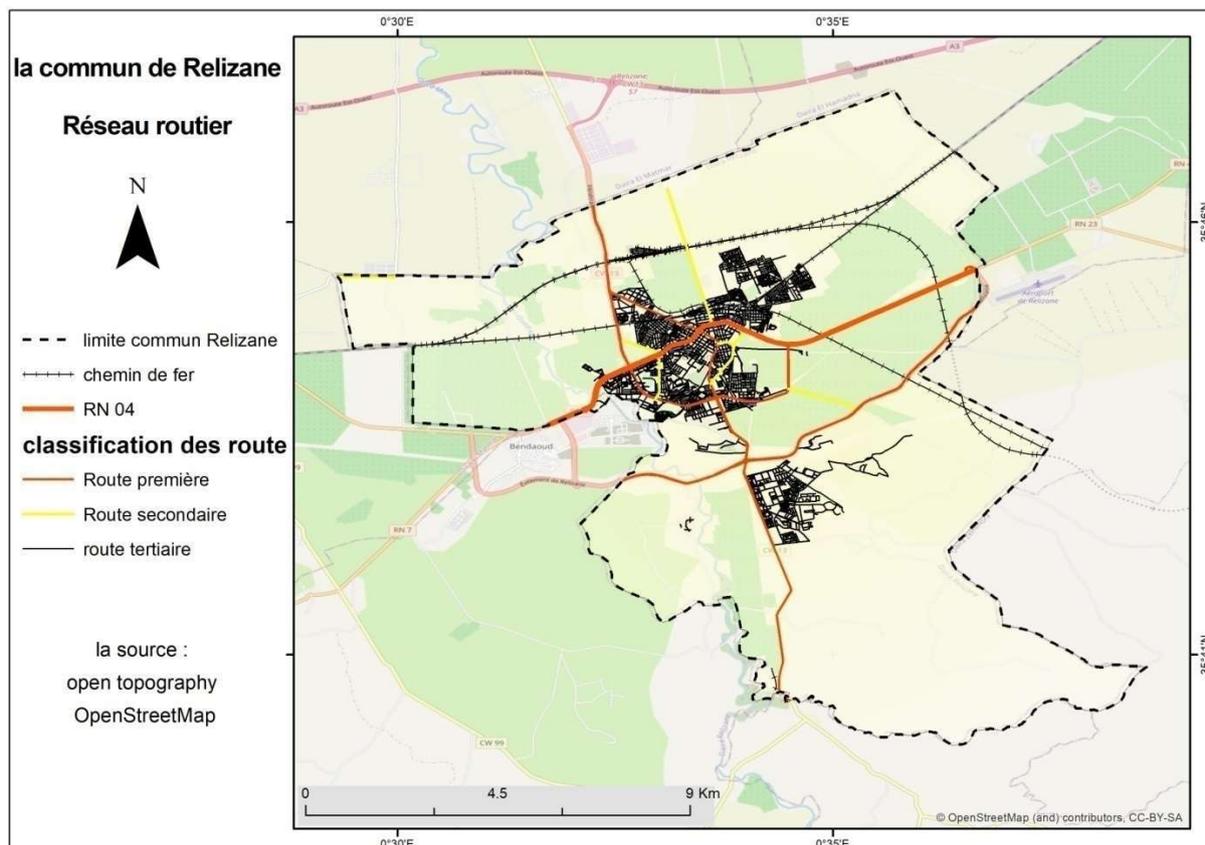
Le RN N°4 traverse la commune d'Est en Ouest sur une longueur de 8Km. Pour pallier aux problèmes d'encombrement, une voie d'évitement a été créée par le Sud d'agglomération sur une longueur de 1,35Km.

Le RN N°7 reliant Mascara à Relizane traverse le territoire de commune sur une longueur de 11,08Km.

La commune est traversé des chemins de wilayas dont l'importance est locale d'une longueur totale de 13,10Km (CW N°12, CW N°13 et CW N°99).

Deux lignes de chemin de fer traversent la commune sur une longueur totale de 20Km. Il s'agit de la ligne Oran Alger via Relizane en cours de dédoublement (12Km) et d'une voie normale Tiaret Relizane (8Km) en cours de réalisation.

Carte N°05 : L'accès à la commune



6. AEP/Assainissement :

6.1. Alimentation en Eau Potable :

Taux de raccordement en AEP : 99 %.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

L'agglomération de Relizane est alimentée à partir de la station de traitement depuis le barrage de Sidi Mhammed Benaouda, d'une capacité d'eau 44600m³ avec un débit de 46m³/J. La qualité des eaux est moyenne avec un taux de satisfaction de 100%.

Les infrastructures de stockage se composent de 17 réservoirs d'une capacité totale de 25500 m³ dont 13 à Relizane. Pour la potabilité de l'eau, une station de traitement d'une capacité de 17000m³/ jour est installée pour traiter les eaux en provenance du barrage à travers d'une conduite d'amenée de diamètre Ø800mm. (Source : DRE Relizane)

Le réseau d'AEP de la commune de Relizane est caractérisé de:

- Besoin est de 29256m³
- La production est de 30 000m³
- dotation journalière est de 154l.j/habitat. (Source : ADE Relizane)

6.2. L'assainissement :

L'agglomération est dotée d'un réseau d'égout de type unitaire. L'agglomération Relizane dispose d'un réseau équipé de sept déversoirs d'orage qui jouent le rôle de régulateur de débit en cas de crues. Le réseau de la ville débouche sur six rejets dont le diamètre varie entre Ø600 et Ø1200. Ces derniers déversent leurs eaux dans la station d'épuration située à Bchemerik, au Nord Est de la ville.

7. Le réseau énergétique :

7.1. Le réseau électrique:

La commune est alimentée à partir de deux sources centrales (production centrale d'Arzew en 220/60/30 KV et poste secours de Sougeur en 60KV). L'énergie est transportée vers le poste THT de Bchemerik qui constitue la source principale d'alimentation en électricité pour l'ensemble de la commune. Le taux d'électrification est estimé à près de 100%.

7.2. Le réseau gaz :

Pour ce qui est de gaz de ville, Relizane est alimentée à partir d'une conduite de gaz d'une pression de 16 puces vers le poste de décompression (DP) de Bormadia qui constitue la porte de détente dont une sortie de 4 barres est destinée à alimenter la ville de Relizane.

8. Les risques technologiques:

Le réseau énergétique présent ou de passage (pipelines) expose la commune à de grands risques qu'il s'agit de maîtriser en respectant la zone de servitudes. On identifie plusieurs sources de risques:

- Le centre enfûteur implanté au centre de la cité SN REPAL (Relizane)
- Les lignes de très haute tension (THT) et de moyenne tension (MT) qui traversent le Nord de l'ACL de Relizane.

CHAPITRE II : ETAT DE FAIT DE LA COMMUNE DE RELIZANE

9. Le fondement économique de la commune :

La commune de Relizane est caractérisée par sa vocation agricole. Elle est connue pour la fertilité de ses terres, de 9082Ha de superficie agricole, 8538Ha des surfaces agricole utile(SAU) dont la majorité est située dans le bas chlef et la plaine de Mina, et 544Ha pour la zone de pacage et la zone improductive.

Le périmètre irrigable couvre 2954Ha, soit près de 03Ha sont en céréales, 2661Ha des cultures fruitières et 290Ha de maraichers.

Conclusion :

La ville de Relizane, chef-lieu de wilaya, possède des atouts et des défis uniques en raison de son caractère agricole prédominant. Pour répondre à ces enjeux, une gestion technique adaptée est nécessaire afin de développer ce secteur clé. Dans cette optique, la direction des ressources en eau de Relizane envisage de mettre en place un système d'irrigation innovant, en utilisant les eaux usées traitées de la station d'épuration (STEP) locale pour irriguer un périmètre agricole adjacent à la station.

CHAPITRE III :
PRESENTATION DU
SITE AVEC LE
SYSTEME
D'IRRIGATION

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

I. Introduction :

L'irrigation par les eaux usées traitées est une méthode de plus en plus adoptée en Algérie pour faire face aux défis liés à la gestion de l'eau, particulièrement dans un contexte de sécheresse croissante. Dans cette optique, la commune de Relizane a initié un projet d'étude visant à établir des conduites pour irriguer ces terres agricoles. Ce projet a pour but de satisfaire les besoins en eau des cultures tout en favorisant une gestion durable des ressources hydriques dans la région, ce qui devrait également améliorer la régularité des rendements agricoles. Ce chapitre se concentre sur le système d'irrigation du périmètre irrigué projeté ainsi que sur la station d'épuration de Relizane, qui fournira l'eau nécessaire à ce périmètre.

1. Présentation de la zone d'étude (le périmètre à irriguer) :

Le périmètre d'irrigation se trouve juste à côté de la station d'épuration de Relizane d'une superficie environ 900 hectare, il est limité par l'autoroute A1 (Est Ouest) et chemin de fer vers Alger. Les aires d'irrigation sont plates et accumulés. Des points représentatifs de ces terres agricoles dont les coordonnées géographiques sont comme suit :

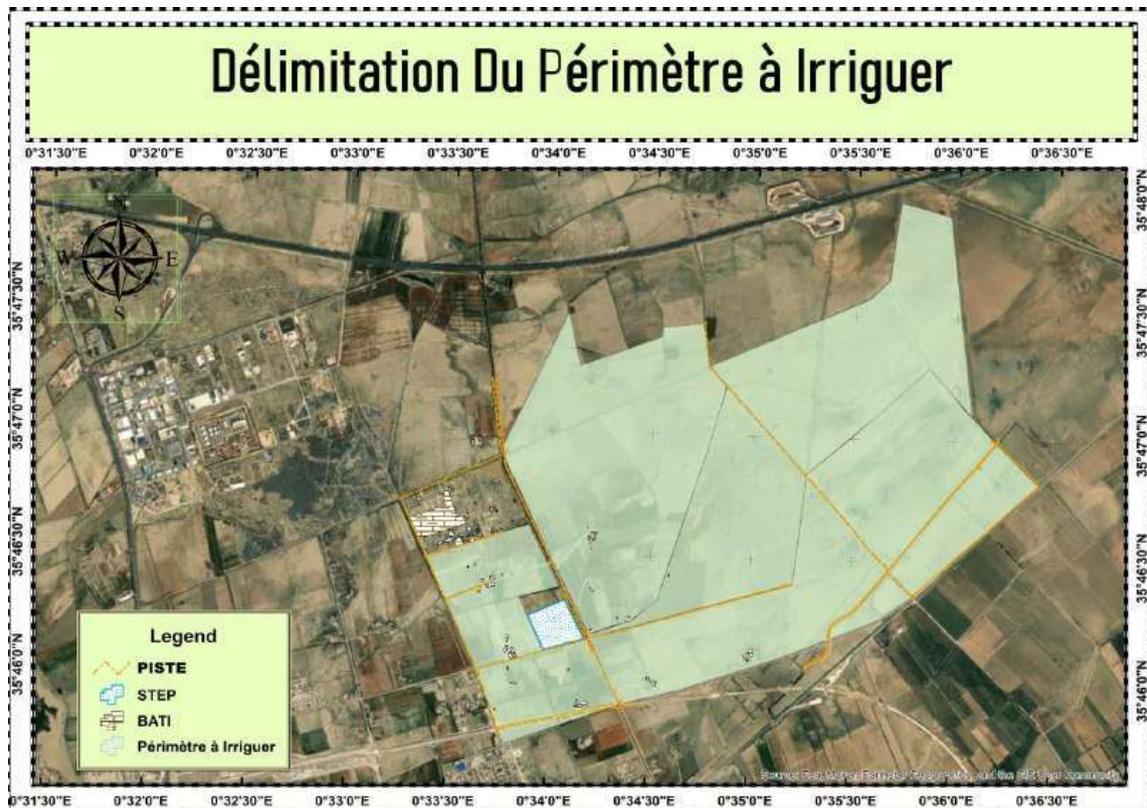
Tableau N° 12: Coordonnées géographiques des points représentatifs de terrain agricole à irriguer

	N° du point	X	Y	Surface en ha
Terrain Agricole	P1	282675.25	3964419.09	900
	P2	283667.00	3962228.00	
	P3	279685.27	3960301.73	
	P4	279121.29	3961722.92	
	P5	280170.53	3963474.85	

Source :DRE Relizane

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Carte N°06 : Délimitation du futur périmètre irrigué



Source : réalisé par les étudiantes

Figure N°11 : Les terres agricoles du périmètre à irriguer.



Source : DRE Relizane

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

2. La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation :

La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation se décline en deux aspects principaux :

2.1. Mode d'utilisation :

- La demande en eau réutilisée peut être permanente ou temporaire.
- Elle dépend essentiellement du type de climat, notamment de l'existence ou non d'une période bien distincte de déficit hydrique dans le sol.

2.2. Demande en eau : du point de vue qualitatif, la demande en eau est conditionnée par :

- Le climat (ensoleillement, précipitations, température et vents)
- La nature du sol (perméabilité, qualité, salinité, risque de colmatage)
- L'adaptation des cultures.
- Le mode d'irrigation utilisé.
- Des prescriptions sanitaires doivent être respectées pour éviter tout risque de toxicité chimique ou bactériologique pour les consommateurs, le personnel d'exploitation et le voisinage, que ce soit dans l'air, le sol ou les eaux souterraines.

3. Etude des critères de faisabilité de périmètre d'irrigation projeté :

Les critères d'évaluation pour trancher sur l'irrigation ou non irrigation avec les eaux épurées de la STEP

de RELIZANE sont soumis à des conditions telles que définit par les termes de référence technique, scientifique et multidisciplinaire à savoir :

- La disponibilité des terres (superficie et qualité)
- La disponibilité des ressources hydrique suffisante et sa qualité
- La viabilité économique.

3.1. Critères pédologiques :

Le futur périmètre irrigable à partir de la station d'épuration (STEP) est situé dans la plaine alluviale de Relizane, partiellement intégré à l'ancien périmètre d'irrigation de la plaine de la Mina. La zone est dominée par des sols halomorphes (salins), La salinité augmente dans les zones planes où le drainage est absent, ce qui entraîne une stagnation des eaux superficielles. La granulométrie de ces sols réduit la vitesse d'infiltration des eaux, favorisant ainsi la rétention des sels.

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Des sols à très forte salinité sont situés au nord-est, généralement abandonnés, ces sols supportent une végétation halophyte et sont utilisés pour le pâturage.

3.2. Critères liés à l'eau :

La quantité et la qualité des eaux sont des critères fondamentaux pour la mise en place d'une culture.

Des analyses périodique devront être effectués avant chaque irrigation, tout en respectant les normes algérienne pour la réutilisation de la dite eaux.

Du point de vue chimique, les eaux sont généralement faciès bicarbonaté calcique ou sulfate calcique.

Les besoins en eaux des périmètres ont été calculés selon un plan de culture adapté avec un assolement existant.

Les normes et les spécifications pour la réutilisation des eaux épurées à des fins agricoles (**Annexe N° 01**), ainsi que les cultures qui peuvent être irrigués sont mentionnées dans le journal officielles. (**Annexe N° 02**).

3.3. Qualité des boues :

C'est une boue activée très riche en matières organiques. Elle peut être considérée comme engrais du fond.

4. Source d'irrigation du périmètre projeté :

L'irrigation de ce périmètre est assurée par les eaux usées épurées provenant de la station d'épuration (STEP) de la ville de Relizane qui a été conçue au début des années 90 et qui a été mise en marche en 2020. Cette dernière est un établissement classé, d'une capacité de 180 000 équivalents habitants, qui a été conçue pour épurer les eaux usées urbaines afin de protéger l'environnement récepteur, en l'occurrence l'Oued Sefa et la réutilisation de ces eaux épurées à des fins agricole. Le plan de la STEP est en **Annexe N°:02**.

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Tableau N°13 : Données générales de la STEP

Nom de la station	Station d'épuration à boues actives de RELIZANE		
Commune de	Relizane		
Wilaya de	Relizane		
Milieu récepteur	Oued Mina		
Localité concernée par le traitement	Relizane		
Nature des eaux brutes	Urbaines		
Capacité de la station	EQ/H	180 000	21 600 m ³ /j
Groupement de réalisation	- Hydro Traitement		
-Génie civil	- COMSA		
-Equipements			
Dispositif d'assainissement de la ville	Unitaire		
Système d'épuration	Boues activées à faible charge		
Alimentation en eau usée	Gravitaire		
Date de mise en service	01-01-2020		
Date de transfert de la station à l'ONA	01-01-2022		
Coût de projet	1 250 000 000 DA		
Coût d'exploitation	125 806 800 DA		

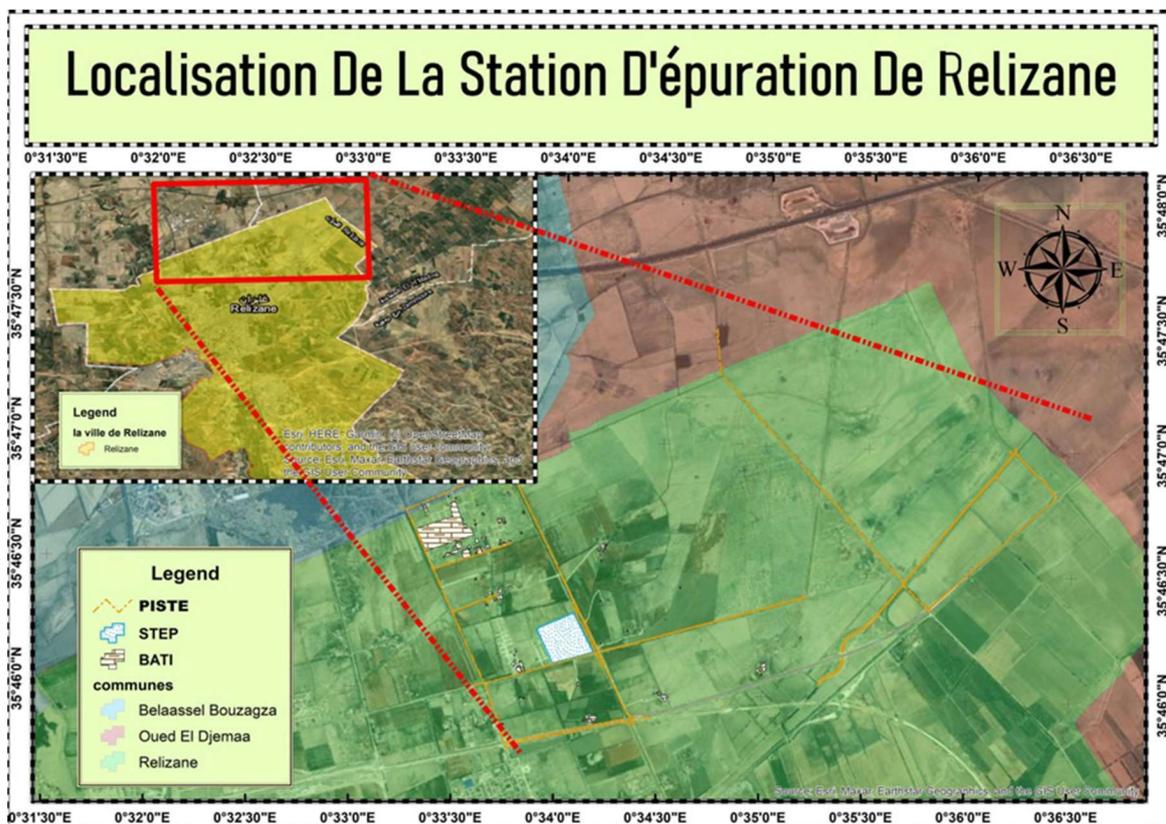
source :DRE Relizane

5. Situation géographique de la station d'épuration :

La station d'épuration de la ville de Relizane se trouve, au Nord de la ville, à proximité d'Oued SFA confluent d'Oued MINA. Le terrain se caractérise du fait qu'il soit relativement plat et éloigné de toute zone d'habitation. La figure suivante représente la situation de la nouvelle station d'épuration de la ville de Relizane.

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Carte N°07: localisation de la Station d'épuration de la Ville de Relizane.



Source :réalisé par les é

6. L'origine des effluents à traiter :

La station d'épuration de la commune de Relizane traite les eaux usées de la ville de Relizane.

La ville de Relizane est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire ou 96% de la population est raccordée au réseau d'évacuation, les eaux usées domestique sont rejetées directement dans l'oued SFA qui dirige vers Oued Mina, deux rejets au niveau de cet oued (un coté Est et l'autre côté Ouest).

L'évacuation des eaux usées se fait dans deux collecteurs jumelés de diamètre (2*1200 mm) ; un collecteur coté Est et l'autre côté Ouest, avant qu'elles se déversent dans la STEP.

- ✓ La longueur du réseau d'assainissement est de **254 574 ml**,
- ✓ Le rejet de ces eaux est **24 000 l/j**.
- ✓ Le taux de raccordement est de **98.2%**
- ✓ Nombre des fosses septiques est de 302 dans les zones rurales : Ouled mouhamed ,Meguéne, Cheraitia,Tefafcha.(ONA Relizane).

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Remarque : Le volume maximal des eaux épurées rejetées à Oued est de l'ordre 21 600m³/j (ONA Relizane).

7. Capacité de traitement :

La station d'épuration de Relizane a été dimensionnée selon l'horizon 2030 dont la capacité de traitement est de l'ordre de 5 380 m³/j à l'entrée de la STEP.

Tableau N°14 : Capacité de traitement

Volume de traitement	Capacité de traitement actuelle	Capacité de traitement à l'horizon (2030)
Volume journalier maximum à l'entrée de la STEP m³/j	21600	26400
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³/j	20 088	24 552
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³/an	7 332 120	8 961 480
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m³ durant un cycle végétatif de 10 mois	6 026 400	7 356 600
Superficie irrigable (ha) durant un cycle végétatif de 10 mois	500.7 ha	611.2 ha
Superficie opté pour l'irrigation en ha en fonction de la capacité des bassins de stockage à projeter 10 000 et 5000 m³	611 ha	

Source ONA

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

8. Les procédés et ouvrages de la station

La station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes:

- ❖ Les prétraitements;
- ❖ Bassin d'aération
- ❖ Le traitement secondaire (clarificateur)
- ❖ Le traitement complémentaire (bassin de chloration)
- ❖ Le traitement des boues résiduaires comprend :
 - Un stabilisateur des boues
 - Un épaisseur
 - Un lit de séchage

9 .Bilan énergétique de la STEP

Tableau N°15 : Le bilan énergétique de STEP

Postes	Nombre	Puissance (kw)
Dégrilleurs	02	3
Déssableur- Déshuileur	02	7
Bassins d'aération	02	660
Ponts clarificateur	02	3
Recirculation des boues	01	60
Stabilisation des boues	02	300
Boues en excès	01	15
Boues épaissies	01	15
Divers	-	17
TOTAL	-	1080

Source : DRE Relizane

10. Description du système d'irrigation à utiliser :

Chaque système d'irrigation se compose de techniques et d'équipements conçus pour fournir de l'eau aux cultures dans une zone spécifique, afin d'assurer leur développement et leur rendement. Selon l'étude réalisée par le bureau d'études en collaboration avec le DRE de Relizane, le système d'irrigation prévu pour le périmètre irrigué de la commune inclut les éléments suivants :

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

10.1.Source d'eau : L'irrigation de ce périmètre est effectuée à partir des eaux usées traitées provenant de la station d'épuration (STEP) de la ville de Relizane .

10.2.Les terres agricoles : couvrent une superficie d'environ 900 hectares, avec des natures juridiques qui varient entre EAC (Exploitations Agricoles Collectives), EAI (Exploitations Agricoles Individuelles), ainsi que des terrains appartenant à l'État et au secteur privé.

10.3.Découpage des zones du périmètre à irriguer :

- La zone I : elle sera réservée pour une superficie de 241 ha et un débit de 318 l/s.
- La zone II : elle sera réservée pour une superficie de 278 ha et un débit de 355 l/s.
- La zone III : elle sera réservée pour une superficie de 107 ha et un débit de 367 l/s.
- La zone IV : elle sera réservée pour une superficie de 103 ha et un débit de 148l/s.

10.4. Découpage des ilots d'irrigation :

Le découpage des ilots a été effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des ilots suivent les limites des parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Les tailles des ilots sont conformes aux classes de superficie.
- En général, la superficie maximum qui sera irriguée par la borne de type 04 sorties ne dépasse pas 20 ha, et la taille minimum d'ilots qui sera irriguée par la borne est supérieur ou égale 10 ha.

10.4.1. Taille de l'îlot :

- **Taille maximale de l'îlot :**

La taille maximale d'un îlot est déterminée en fonction :

- Du débit d'équipement de la prise d'irrigation
- Du débit fictif continu maximum autorisé

Le débit fourni par la prise d'irrigation doit être compatible avec la méthode d'irrigation utilisée sur l'exploitation.

- **Taille minimale de l'îlot :**

La taille minimale d'un îlot dépend principalement du nombre maximum d'exploitants qui partagent une seule prise.

Pour éviter la multiplication de prises individuelles et obtenir un débit d'équipement adéquat sans sur-dimensionner excessivement la prise, il est nécessaire, dans le cas de parcelles de petite taille, de regrouper plusieurs parcelles dans un même îlot. Cela permet d'optimiser

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

l'utilisation des prises d'irrigation et d'éviter le gaspillage d'eau lié à un surdimensionnement des infrastructures.

10.5. Bassin de stockage :

Les eaux traitées a partir de la STEP seront découler dans un bassin de stockage et de distribution dont la capacité est de 6 000 m³ et vers la station de pompage cette ce dernière alimente les quatre zone. Le bassin est proposé en géo- membrane.

Tableau N°16 :caractéristiques du bassin de stokage

BASSIN DE STOCKAGE		unité
Volume proposé	6 000	m ³
forme du bassin	trapèze	/
Tangente	2	/
Hauteur d'eau	2.5	m
surface du bassin	2 400	m ²

10.6. Réseau de distribution :

La distribution se fait gravitairement des bassins de stockage vers les robinets vannes à travers des conduites en PEHD –PN6 avec des diamètres variables allant de Ø630 à Ø200.

10.7. Implantation des bornes :

Chaque ilot de EAC sera équipé d'une seule borne d'irrigation, implantée à une côte plus élevée de l'ilot afin d'assurer la pression au point le plus défavorable.

Les bornes sont implantées en limite des ilots de manière à pouvoir desservir plusieurs exploitants à partir de la même borne

10.7.1. Types des bornes :

Le type de borne est lié au nombre d'exploitant par ilot type, qui sont disponible au marché :

- **Borne à une seule sortie :**

Servant aux ilots types de 1 exploitant maximum à la sortie.

- **Borne à deux sorties :**

Servant aux ilots types de 1 à 2 exploitants de façon à servir des superficies de 5ha à 12 ha.

- **Borne à quatre sorties :**

Servant aux ilots types dont le nombre d'exploitant atteint 3 à 4 exploitants.

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Tableau N° 17 :type des bornes

Borne type I		
	<p>Cette borne convient à l'irrigation des parcelles à des débits moyens.</p> <p>Elle comprend un corps monobloc à une sortie permettant le montage d'une seule tubulure DN65.</p>	<p style="text-align: center;">* Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permet l'irrigation des parcelles de taille moyenne. • Adaptée aux eaux brutes et abrasives • Fonctions régulation de pression, limitation de débit.
Borne type II		
	<p>Cette borne convient à l'irrigation de plusieurs parcelles à des débits moyens à élevés.</p>	<p style="text-align: center;">* Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permet l'irrigation de plusieurs parcelles de taille moyenne • Adaptée aux eaux brutes et abrasives • Fonctions régulation de pression, limitation de débit.
	<p>Elle comporte un corps modulaire avec des embases de raccords de anti- différents DN et une réhausse geloptionnelle avec purgeur.</p>	<p style="text-align: center;">brutes et abrasives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions régulation de pression, limitation de débit.
	<p>est Son système de vannage commun.</p>	
	<p>Les sorties permettent la connexion de tubulures DN65 et 100 incluant les fonctions de régulation et comptage.</p>	

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

10.8.Mode d'irrigation proposés :

Pour ce périmètre, deux méthodes d'irrigation seront mises en place :

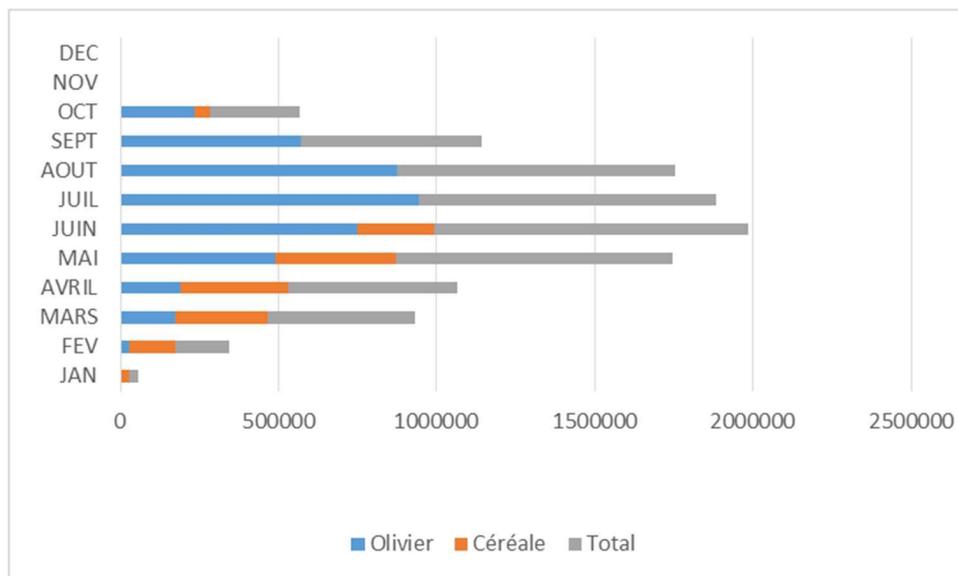
10.8.1.Irrigation par aspersion : Ce système sera appliqué uniquement pour l'irrigation des cultures fourragères et céréalières.

10.8.2.Irrigation goutte à goutte : Cette méthode sera utilisée pour les oliviers.

10.9.Besoins en Eau des cultures :

Le calcul des besoins en eau pour le projet a été réalisé en tenant compte du plan de culture actuel ainsi que du plan de cultures proposé, tout en considérant la répartition des cultures au sein du périmètre. Les besoins totaux en eau ont été estimés à environ 12 037 m³, dont 7 088 m³ sont destinés aux oliviers et 4 949 m³ pour les céréales.(Annexe 03) .

Figure N°12 : Besoin pratique en eau des cultures en M³



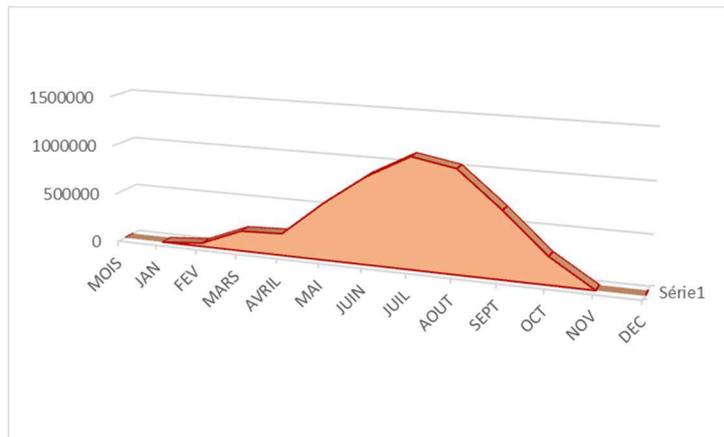
Les besoins en eau des cultures varient de manière significative au fil des saisons. On observe des pics de consommation pendant les mois les plus chauds, de juin à août, tandis que les besoins sont minimaux en hiver.

Pour les céréales, les besoins en eau les plus importants se situent au printemps, de mars à mai, qui correspond à leur période de croissance active. Contrairement aux céréales, les oliviers présentent des besoins en eau plus réguliers tout au long de l'année. Cependant, on note une légère augmentation de leur consommation pendant la période estivale.

Ces variations saisonnières sont à prendre en compte dans la gestion du système d'irrigation pour optimiser l'utilisation de l'eau et répondre aux besoins spécifiques des différentes cultures à chaque stade de leur développement.

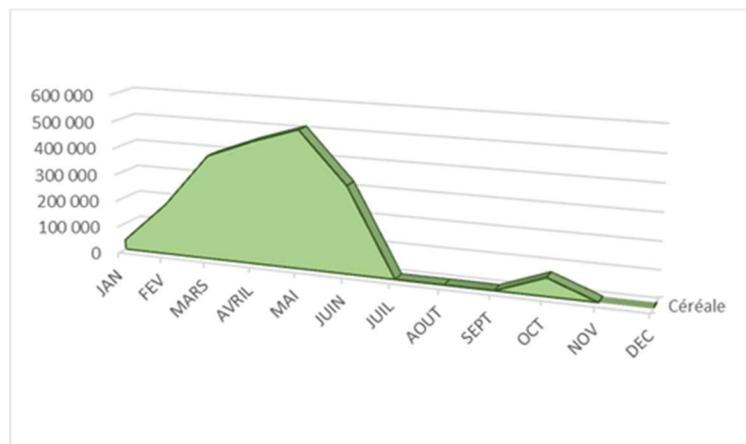
CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Figure N° 13: Besoin pratique des cultures en M3 Efficienc 0.85 cas goutte à goutte (pour olivier) .



Les besoins en eau atteignent leur maximum durant les mois les plus chauds de l'année, en particulier de mai à août, période qui coïncide avec la croissance active de l'olivier et des taux d'évaporation élevés. Le coefficient d'efficacité de 0,85 associé à l'irrigation goutte à goutte indique que ce système est performant, réduisant les pertes d'eau dues à l'évaporation et au ruissellement.

Figure N°14 : Besoin pratique des cultures en M3 Efficienc 0.75 cas Aspersion (pour céréales)



Les besoins en eau atteignent leur maximum au printemps, de avril à juin, période qui coïncide avec la phase de croissance active des céréales. Le coefficient d'efficacité de 0,75 pour l'irrigation par aspersion indique que 75 % de l'eau fournie est effectivement utilisée par la culture, tandis que le reste est susceptible de s'évaporer ou de ruisseler.

CHAPITRE III: PRESENTATION DU SITE AVEC LE SYSTEME D'IRRIGATION

Conclusion :

Le système d'irrigation prévu pour la commune de Relizane sera alimenté par les eaux usées traitées de la station d'épuration de la ville. Ce système a pour objectif d'irriguer des terres agricoles de différentes natures juridiques, s'étendant sur une superficie de 900 hectares, réparties en zones et en îlots.

Cette initiative stratégique vise à garantir une gestion durable de l'eau. Pour optimiser l'efficacité de ce système d'irrigation, il est envisagé de modéliser le système en créant une base de données qui centralise toutes les informations pertinentes. De plus, l'intégration de techniques modernes sera mise en œuvre pour assurer une gestion efficace de l'eau. Tous ces aspects seront présentés en détail dans le prochain chapitre.

CHAPITRE IV :
MATERIELS ET
METHODES

Introduction :

La gestion de l'eau, ressource vitale, est devenue un enjeu majeur à l'échelle mondiale. Dans le secteur agricole, l'optimisation des systèmes d'irrigation est essentielle pour garantir une production alimentaire durable et réduire les pertes en eau. La modélisation numérique de ces systèmes offre un outil puissant pour analyser, concevoir et optimiser ces infrastructures complexes.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les fondements de la modélisation des systèmes d'irrigation. Nous explorerons les différentes approches de modélisation, les outils logiciels disponibles et les applications pratiques de ces modèles dans le contexte d'irrigation.

1. La géomatique et ses outils :

1.1. La définition de la géomatique :

Une approche intégrée et multidisciplinaire des dispositifs et techniques adaptés à la collecte, au stockage, à la modélisation, à l'analyse, à la récupération, à l'affichage et à la distribution d'informations spatiales - résultant de sources multiples et précises. Sous forme numérique Pour diverses suites futures.

Le terme géomatique est formé de deux parties :

Géo : au sens de la géographie.

Matics : au sens d'Informatique.

Grâce à des logiciels géospatiaux, cette nouvelle approche rassemble les outils et les méthodes nécessaires pour représenter, analyser et intégrer des données géospatiales. Il permet de gérer la nature spatiale des informations, qu'il s'agisse de constituer des inventaires pour différents domaines d'intérêt (population, équipements, infrastructures, réseaux, etc.), de superposer et de comparer des données spatiales, ou encore d'effectuer diverses analyses pour permettre des décisions précises et correctes. . Ainsi, la géo informatique peut intégrer plusieurs types de données pour générer des éléments agrégés utiles aux problématiques territoriales.

Spécifiquement et sous réserve des responsabilités assumées par les différentes autorités et agences locales. La mise en œuvre de la topographie et de la cartographie est une discipline qui présente de nombreux avantages et intérêts. L'utilisation des techniques de géomatique comme support aux activités de développement offre aux participants une forme d'enrichissement de la perception spatiale. Ces outils ouvrent la porte de visions monothématiques à de nouvelles visions spatiales multithématiques. [19]

Les composantes de la géomatique varient selon les domaines qu'elle étudie elle repose essentiellement sur un certain nombre de disciplines scientifiques ou des sciences basique qui comprend :

- L'informatique

- Géodésie
- Cartographie
- Télédétection
- Système de balayage laser
- Systèmes de prise de décision
- Systèmes d'information géographique sur le web
- Espace au sol
- Photographie aérienne
- Techniques de positionnement
- Cartographie
- Géographie
- Systèmes d'information géographique
- Systèmes intelligents
- Statistiques.

1.2. Les outils de la géomatique :

La géomatique dépend des sciences suivantes, qui sont considérées en même temps comme ses outils de base, parmi eux :

1.2.1. La télédétection (remote sensing) :

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Une définition qui a été proposée par un auteur anglophone : « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci ». [31]

1.2.2. Le système d'information géographique (SIG) :

Un modèle appliqué de technologie informatique qui concerne l'accomplissement de fonctions spéciales dans le domaine du traitement et de l'affichage de l'information géographique conformément à son objectif appliqué, basées sur la compétence humaine et informatique. Une définition qui a été proposée par un auteur anglophone : « Un SIG est un outil informatique qui intègre l'information spatiale. Dans un SIG, des données sur le monde réel sont stockées dans une base de données géo référencées et sont liées dynamiquement à une carte affichée à l'écran.

Quand les données incluses dans la base de données changent, alors la carte reflète les changements ». [12]

- **Les principaux composants d'un SIG :**
- **Les données géographiques :** Elles peuvent être de nature vectorielle (points, lignes, polygones) ou matricielle (images satellites, raster).

CHAPITRE IV: MATERIELS ET METHODES

- **Les bases de données :** Elles stockent les informations attributaires liées aux entités géographiques (par exemple, la superficie d'un champ, le débit d'un cours d'eau).
- **Les outils d'analyse spatiale :** Ils permettent de réaliser des opérations complexes sur les données géographiques (buffer, intersection, superposition, etc.).
- **L'interface utilisateur :** Elle permet à l'utilisateur d'interagir avec le SIG et de visualiser les résultats des analyses.
- **La géodatabase :** un cœur de données puissant

Parmi les outils de SIG on a :

ArcGIS est une suite de logiciels d'information géographique (SIG) développée par Esri, leader mondial dans le domaine. Elle offre une gamme complète d'outils pour capturer, gérer, analyser et partager des données géographiques.

ArcGIS permet de :

- **Créer des cartes interactives:** Visualisez vos données géographiques de manière claire et intuitive.
- **Analyser des phénomènes spatiaux:** Découvrez des relations et des tendances cachées dans vos données.
- **Partager vos connaissances:** Communiquez vos résultats de manière efficace avec vos collègues, vos clients ou le grand public.
- **Intégrer la géographie dans vos processus décisionnels:** Tirez parti de l'information géographique pour optimiser vos opérations et résoudre des problèmes complexes.

Les avantages d'utiliser ArcGIS :

- **Flexibilité:** ArcGIS s'adapte à une grande variété de besoins, des projets simples aux déploiements à grande échelle.
- **Intégration:** ArcGIS s'intègre facilement avec d'autres systèmes d'information, tels que les bases de données et les applications métier.
- **Communauté:** Bénéficiez d'une communauté d'utilisateurs active et d'un support technique de qualité.

1.3. Application des SIG dans la gestion de l'eau et de l'irrigation:

Les SIG offrent de nombreux avantages pour la gestion de l'eau et de l'irrigation :

- **Création de cartes détaillées:** Visualisez les zones irriguées, les réseaux de canaux, les puits, les capteurs et autres infrastructures liées à l'irrigation.
- **Intégration de données variées:** Combinez des données géographiques (parcelles, cours d'eau) avec des données alphanumériques (type de culture, rendement, consommation en eau) pour une analyse complète.
- **Analyse spatiale:** Identifiez les zones à risque de sécheresse, optimisez les itinéraires des systèmes d'irrigation, évaluez l'impact des changements climatiques sur les besoins en eau.
- **Modélisation:** Simulez différents scénarios d'irrigation pour évaluer leurs impacts sur les rendements agricoles et la consommation en eau.

CHAPITRE IV: MATERIELS ET METHODES

- **Suivi en temps réel:** Intégrez des données provenant de capteurs (humidité du sol, niveau des nappes phréatiques) pour un suivi en temps réel de l'état des systèmes d'irrigation.
- **Partage de l'information:** Créez des applications web et des tableaux de bord pour partager les informations avec les agriculteurs, les gestionnaires de l'eau et les décideurs politiques.

En résumé, la géomatique et les SIG constituent des outils indispensables pour une gestion durable de l'eau et de l'irrigation. En permettant de représenter, d'analyser et de modéliser les systèmes hydriques, ils contribuent à une meilleure compréhension des enjeux liés à l'eau et à la prise de décisions éclairées.

1.4. Notion de base :

- **Une géodatabase :**

Est une base de données spécialement conçue pour stocker et gérer des informations géographiques. Elle offre une structure de données plus riche et plus flexible que les bases de données relationnelles traditionnelles, permettant ainsi de gérer des données complexes et de réaliser des analyses plus poussées.

- **Les couches spatiales :**

Une couche spatiale représente un ensemble d'entités géographiques homogènes (par exemple, les cours d'eau, les routes, les parcelles). En superposant différentes couches spatiales, il est possible de réaliser des analyses croisées et de mettre en évidence des relations entre différents phénomènes.

- **Les analyses multicritères (AMC) :**

Les AMC permettent d'évaluer la pertinence d'un site ou d'une zone en fonction de plusieurs critères. Dans le domaine de l'irrigation, les AMC peuvent être utilisées pour:

- ✓ Identifier les zones les plus adaptées à l'irrigation en prenant en compte des critères tels que la qualité des sols, la disponibilité en eau, la pente, etc.
- ✓ Optimiser les réseaux d'irrigation en minimisant les pertes en charge et en maximisant la couverture des parcelles.
- ✓ Évaluer l'impact des changements climatiques sur les besoins en irrigation.

2. La base de données, une composante au cœur des SIG :

L'organisation des informations via des bases de données est le processus de stockage, d'organisation et de conversion des informations textuelles et papier en informations numériques tabulées par des nombres et des symboles et des relations entre eux. Les bases de données permettent de gagner du temps et sont utilisées dans plusieurs domaines, notamment : Web développement / mobile développement/desktop développement/net-working....

Dans l'architecture des systèmes d'information géographiques (SIG) il est absolument reconnu que les données tiennent une place prépondérante, et par leur importance certains auteurs et experts du domaine les définissent comme étant la solution SIG elle-même.

Alors que pour d'autres, elles ne sont qu'une composante additive, servant à alimenter le logiciel, dans le cadre d'une ou plusieurs applications.

2.1. Pourquoi utiliser une base de données ?

Les bases de données offrent de nombreux avantages, notamment :

- **Organisation et structuration des données:** Les données sont classées et liées entre elles de manière logique, ce qui facilite la recherche et l'analyse.
- **Réduction de la redondance:** Les données sont stockées une seule fois, évitant les incohérences et les mises à jour fastidieuses.
- **Intégrité des données:** Les bases de données assurent la cohérence et l'exactitude des données.
- **Sécurité:** Les mécanismes d'authentification et d'autorisation permettent de contrôler l'accès aux données et de protéger les informations sensibles.
- **Partage des données:** Plusieurs utilisateurs peuvent accéder aux mêmes données de manière simultanée, facilitant la collaboration.
- **Flexibilité:** Les bases de données peuvent évoluer pour s'adapter à de nouveaux besoins et à l'augmentation du volume de données.
- **Analyse de données:** Les bases de données permettent d'extraire des informations pertinentes et de réaliser des analyses complexes.

2.2. Les bases de données dans ArcGIS pour l'irrigation :

Bases de données géographiques : Stockez les informations géographiques (localisation des parcelles, des canaux, etc.) dans des bases de données spatiales comme ArcGIS Data Store.

Bases de données relationnelles: Utilisez des bases de données relationnelles comme SQL Server pour stocker les données alphanumériques (type de culture, rendement).

Bases de données temps réel: Intégrez des données en temps réel provenant de capteurs à l'aide de bases de données temps réel.

Donc, ArcGIS est un outil indispensable pour les professionnels de l'eau et de l'agriculture qui souhaitent optimiser la gestion de l'irrigation. En combinant des données géographiques et alphanumériques, ArcGIS permet de prendre des décisions éclairées et de contribuer à une utilisation durable des ressources en eau.

2.3. La méthodologie de Merise :

Merise (Méthode d'Etudes et de Réalisation Informatique pour les Systèmes d'Entreprise) est procédée à un traitement séparé des données et des processus, où la vue des données est modélisée en trois étapes : de la conception à la physique en passant par la logique.

De même, La vue axée sur les processus passe par les trois étapes conceptuelle, organisationnelle et opérationnelle. . En utilisant Merise, vous pouvez concevoir des tables avec des relations pour créer une base de données relationnelle. Merise est une méthodologie de modélisation à usage général dans le domaine du développement de systèmes d'information, du génie logiciel et de la gestion de projet. [12]

CHAPITRE IV: MATERIELS ET METHODES

2.3.1. La notion du modèle :

Le modèle est une représentation simplifiée d'une réalité sur laquelle on veut être renseigné ex : (un plan / une carte / un schéma / électronique...)

Tableau N°18 : Les modèles de la méthode MERISE

Niveau	Données	Traitements
Conceptuel	Modèle conceptuel des données (MCD)	Modèle conceptuel des traitements (MCT)
Organisationnel	Modèle logique des données (MLD)	Modèle organisationnel des traitements (MOT)
Technique	Modèle physique des données (MPD)	Modèle opérationnel des traitements (MOPT)

a. Niveau conceptuel :

Ce niveau est le plus abstrait. Il vise à capturer les concepts de l'organisation, indépendamment de toute considération technique. On y trouve les entités (ex : culture, parcelle, capteur) et les associations (ex : une culture est cultivée sur une parcelle), peut répondre à :

- Ce qu'il faut faire ? Quoi ?

Et au niveau Organisationnel on peut faire :

- La manière de faire pour les traitements

Donc, Le modèle conceptuel des données est représenté dans les données, ce qui est facile à comprendre. Le formalisme utilisé par la méthode Merise pour cette description est basé sur le concept d'« entité-association ». Il a pour but de formaliser les données que le système d'information va exploiter.

b. Niveau logique :

Ce niveau est une traduction du niveau conceptuel dans un modèle de données plus formel, souvent relationnel (tables, colonnes, clés). Il permet de définir les règles d'intégrité des données, **il faut :**

- Choix des moyens et ressources pour les données

c. Niveau physique :

Ce niveau décrit la réalisation concrète de la base de données dans un système de gestion de base de données (SGBD) spécifique, on fait :

- Les moyens de le faire, Comment ? [31]

2.4. L'importance de la conception de données dans les projets d'irrigation:

Dans le contexte des projets d'irrigation, une conception de données rigoureuse est essentielle pour plusieurs raisons :

- **Gestion des données hétérogènes** : Les projets d'irrigation génèrent une grande variété de données (météorologiques, pédologiques, hydriques, etc.). Une bonne modélisation permet de les organiser de manière cohérente et d'en faciliter l'accès.
- **Prise de décision** : Les données bien structurées permettent de réaliser des analyses pertinentes pour optimiser la gestion de l'eau, la planification des cultures, etc.
- **Interopérabilité** : Une conception standardisée facilite l'échange de données avec d'autres systèmes (ex : systèmes d'information géographique, logiciels de simulation).
- **Maintenabilité** : Une base de données bien conçue est plus facile à maintenir et à faire évoluer au fil du temps.

2.5. Application de Merise aux projets d'irrigation:

En appliquant Merise à un projet d'irrigation, on pourrait identifier les entités suivantes :

- **Entités statiques** : Parcelle, culture, réseau d'irrigation, etc.
- **Entités dynamiques** : Mesure (débit), événement (panne).

Les associations entre ces entités permettraient de représenter les relations sémantiques (une parcelle est équipée de capteurs, une culture est associée à un type de sol, etc.).

2.5.1. Les bénéfices de Merise pour les projets d'irrigation:

- **Amélioration de la qualité des données** : Merise favorise la définition précise des données et des relations entre elles, réduisant ainsi les risques d'erreurs et d'incohérences.
- **Facilitation de la communication** : Le modèle conceptuel sert de langage commun entre les différents acteurs du projet (agriculteurs, ingénieurs, informaticiens).
- **Optimisation des processus** : Une meilleure compréhension des données permet d'identifier les goulots d'étranglement et d'optimiser les processus de gestion de l'irrigation.
- **Soutien à la décision** : Les données structurées peuvent être exploitées pour développer des outils d'aide à la décision (ex : systèmes d'irrigation automatisés).

Donc, la méthode Merise offre un cadre puissant pour concevoir les bases de données au cœur des systèmes d'information de gestion de l'irrigation. En permettant une représentation claire et structurée des données, elle contribue à améliorer l'efficacité et la performance de ces systèmes.

2.6. Le dictionnaire des données :

Inventaire : exhaustif des données du domaine étudié. On utilise habituellement une fiche "descriptif de document" (une par document),

Unicité sémantique : à une donnée correspond une mnémonique, il faut parvenir à ce que chacun de ces mnémoniques ait une signification unique au sein de l'organisation. Il faut pour cela éviter :

- **Les redondances** : existence d'une donnée en double.

CHAPITRE IV: MATERIELS ET METHODES

- **Les synonymes :** existence de deux mnémoniques décrivant le même objet (difficile à détecter)
 - Libelle Article.
 - Nom Produit.
 - Il faut trancher en choisissant un des mnémoniques.
- **Les polysémies :** mnémonique unique pouvant décrire plusieurs objets différents
 - Date (sous-entendu de facture)
 - Date (sous-entendu de commande)

Pour lever l'ambiguïté il suffit de parler de Date Facture et Date Commande.

- **Contraintes d'Intégrité :** (CI) une contrainte d'intégrité est une règle à observer pour que chacune des valeurs que revêt une donnée soit correcte. [33]

3. Méthodologie du modèle :

Travaillons pour élaborer une réponse précise de:

Nature du modèle:

Il s'agit d'un modèle d'irrigation.

Échelle spatiale et temporelle:

Le modèle s'applique ou à une grande région, 900hectares.

Couvre une longue durée (plusieurs décennies).

Objectifs du modèle:

Le modèle répond a un besoin d'irrigation agricole.

Il est utilisé pour une gestion de ressource.

Principales composantes du modèle:

Des données géographiques (localisation) et attributaires (Nom et prénom d'agriculteur, l'occupation de parcelle...) Voir l'annexe N°0

Matériels utilisé :

ARC GIS 10.8

4. Évaluation de la précision du modèle et sa fiabilité pour la gestion de l'irrigation à Relizane:

Pour évaluer la précision du modèle et sa fiabilité pour la gestion de l'irrigation à Relizane, si le modèle démontre une bonne précision pour:

- Optimiser les calendriers d'irrigation : Adapter les volumes et les fréquences d'irrigation en fonction des besoins réels des cultures.
- Augmenter les rendements agricoles : En fournissant aux cultures la quantité d'eau optimale à chaque stade de leur développement.

Le projet d'irrigation par eaux usées à Relizane est encore en phase d'étude, mais d'après ce que nous avons proposé, on peut dire que c'est un projet réalisable sur le terrain.

Conclusion :

Ce chapitre a présenté l'ensemble des outils et données géographiques utilisés pour mener cette étude sur l'irrigation. Les SIG, couplés à une base de données riche et diversifiée, ont permis de cartographier les zones d'irrigation, les parcelles. Les développements futurs pourraient intégrer des données temps réel, telles que les données satellitaires, pour une gestion encore plus précise et adaptée aux changements climatiques. Cette approche méthodologique a fourni une base solide pour les analyses approfondies réalisées dans les chapitres suivants."

CHAPITRE V :
RÉSULTATS ET
DISCUSSION
MODELISATION DU
SYSTEME
D'IRRIGATION

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

I. Introduction

Ce chapitre présente en détail les étapes de la modélisation et la création de la base de données pour le système d'irrigation projeté dans la commune de Relizane, qui sera alimenté à partir de la station d'épuration (STEP). Il inclut également des propositions d'amélioration pour assurer une gestion efficace de l'eau d'irrigation.

1. La modélisation et la création de la base de données de système d'irrigation projeté : se passe par ces différentes étapes :

1.1.Collecte des données : Les données nécessaires à la réalisation de cette base de données proviennent de la direction des ressources en eau de la Wilaya de Relizane, via le service d'irrigation. Ces informations sont issues d'une étude de projet concernant l'installation de conduites d'irrigation à partir de la station d'épuration (STEP) de Relizane, dans le but d'irriguer un périmètre agricole d'une superficie de 900 hectares.

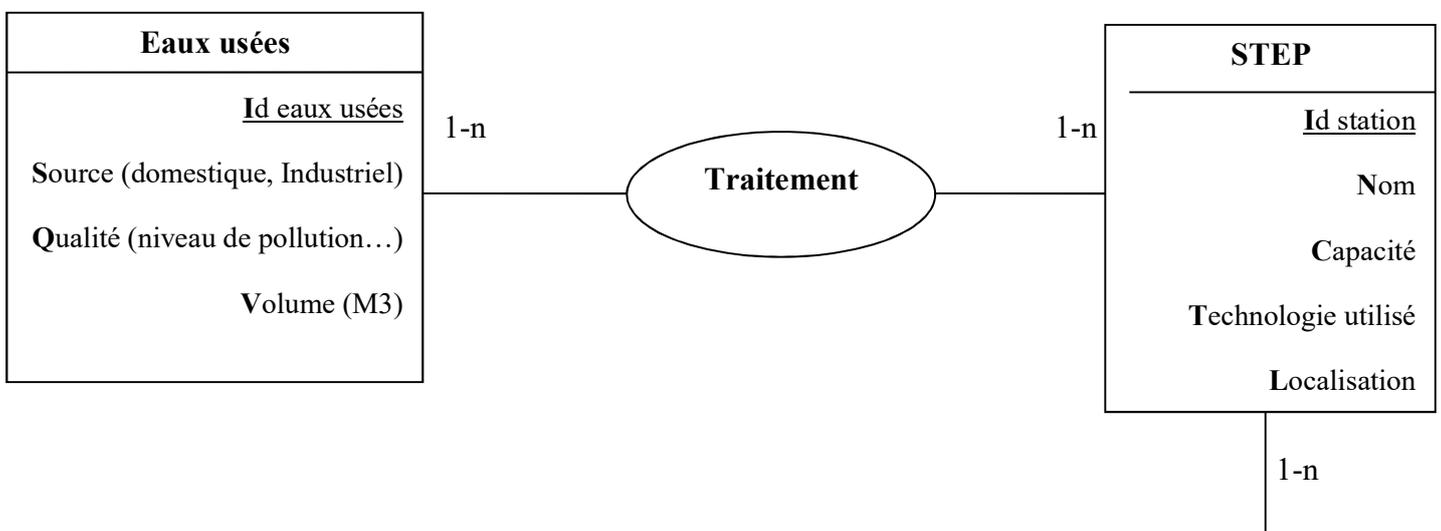
La nature des données collectées comprend divers tableaux contenant des informations sur les îlots d'irrigation, des éléments cadastraux et les natures juridiques des terrains, des notes de calculs des débits et des besoins en eau des cultures, ainsi que les coordonnées géographiques du périmètre à irriguer et des plans au format AutoCAD.

1.2.Conception de modèle conceptuel de données (MCD) :

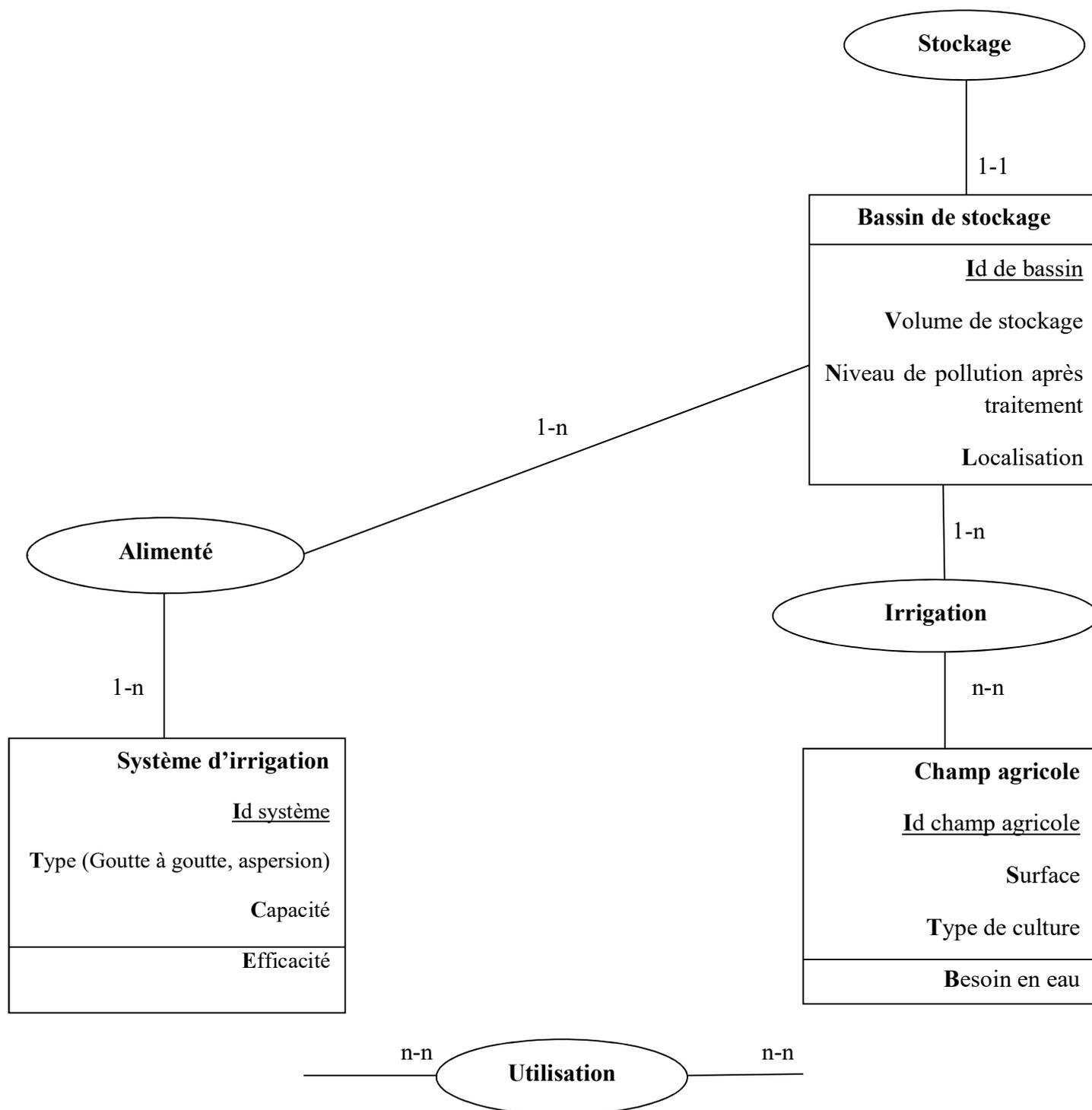
- Élaborer un MCD en utilisant des diagrammes pour représenter les entités (STEP, bassin de stockage) et leurs relations.
- Définir les attributs nécessaires pour chaque entité, comme le volume de stockage, capacité et surface.

Le MCD du système d'irrigation projeté est représenté comme suit

Figure N°15 : Le modèle MCD du notre travail



CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION



1.3. Le dictionnaire de données de notre modèle:

1.3.1. Les entités principales :

-Eaux usées :

 Id eaux usées

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

- ✚ Source
- ✚ Qualité (niveau de pollution...)
- ✚ Volume (M3)

-La STEP :

- ✚ Id station
- ✚ Nom
- ✚ Capacité
- ✚ Technologie utilisé
- ✚ Localisation

-Bassin de stockage :

- ✚ Id de bassin
- ✚ Volume de stockage
- ✚ Niveau de pollution après traitement
- ✚ Localisation

-Champ agricole :

- ✚ Id champ agricole
- ✚ Surface
- ✚ Type de culture
- ✚ Besoin en eau

-Système d'irrigation :

- ✚ Id système
- ✚ Type (Goutte à goutte, aspersion)
- ✚ Capacité
- ✚ Efficacité

Cardinalités :

Relation entre eaux usées et la STEP :

- Une source d'eaux usées peut être traitée dans une ou plusieurs stations de traitement.
- Une station de traitement peut traiter plusieurs eaux usées provenant de différentes sources.

Relation entre la STEP et le bassin de stockage (On a une seule bassin) :

- Une station de traitement peut remplir un ou plusieurs bassins de stockage.
- Un bassin de stockage est rempli par une seule station de traitement à la fois.

Relation entre le bassin de stockage et champ agricole via le système d'irrigation :

- Un bassin de stockage peut irriguer plusieurs champs agricoles.
- Un champ agricole peut recevoir de l'eau de plusieurs bassins de stockage via un ou plusieurs systèmes d'irrigation.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Relation entre champ agricole et système d'irrigation :

- Un champ agricole peut être irrigué par plusieurs systèmes d'irrigation.
- Un système d'irrigation peut être utilisé pour irriguer plusieurs champs agricoles.

Relation entre système d'irrigation et le réservoir d'irrigation :

- Un système d'irrigation est alimenté par un seul réservoir d'irrigation à la fois.
- Un réservoir d'irrigation peut alimenter plusieurs systèmes d'irrigation.

1.3.2. Les entités secondaires :

-Les conduits : sont des canaux qui transportent l'eau usée varient selon le diamètre, soit grand entre la station, les réservoirs, soit petit entre les ilots.

- ✚ Id de conduits : l'identifiant de conduite dans chaque secteur.
- ✚ La catégorie de conduits : soit une adduction entre la station et le réservoir ou une distribution dans les ilots, ils diffèrent par leur diamètre.
- ✚ Le type : un type gravitaire selon l'écoulement d'eau au sens de gravité ou refoulement si l'écoulement d'eau inverse de gravité.

-La niche : C'est un point géométrique qui représente le numéro de l'agriculteur dans les ilots, et c'est le dernier élément du canal et du réseau qui relie le consommateur et l'autorité de distribution d'eau (STEP).

- ✚ Id de niche (code d'agriculteur) : l'identifiant de niche.
- ✚ La nature juridique de niche : soit EAC, EAI, privé ou étatique...
- ✚ L'adresse de niche : c'est l'emplacement de la niche.

-La zone : l'espace irrigué est divisé en ilot, et cette division facilite le processus de distribution en cas de défaut et est considérée comme un système de zoning pour une bonne gestion d'eau.

- ✚ Id de la zone : l'identifiant de la zone.
- ✚ Le nom : le nom de zone.

1.4. Implémentation dans le SIG : en utilisant logiciel arcgis

1.4.1. Création de la géodatabase : pour créer une nouvelle géodatabase on suit les étapes suivantes :

- Ouvrir Arc Map
- Dans l'arborescence du catalogue, créer un nouveau dossier nommé "Ma Base De Données".
- Cliquer droit sur le dossier et sélectionner "Nouvelle Géodatabase".
- Nommer la géodatabase "Base de données final.gdb".

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

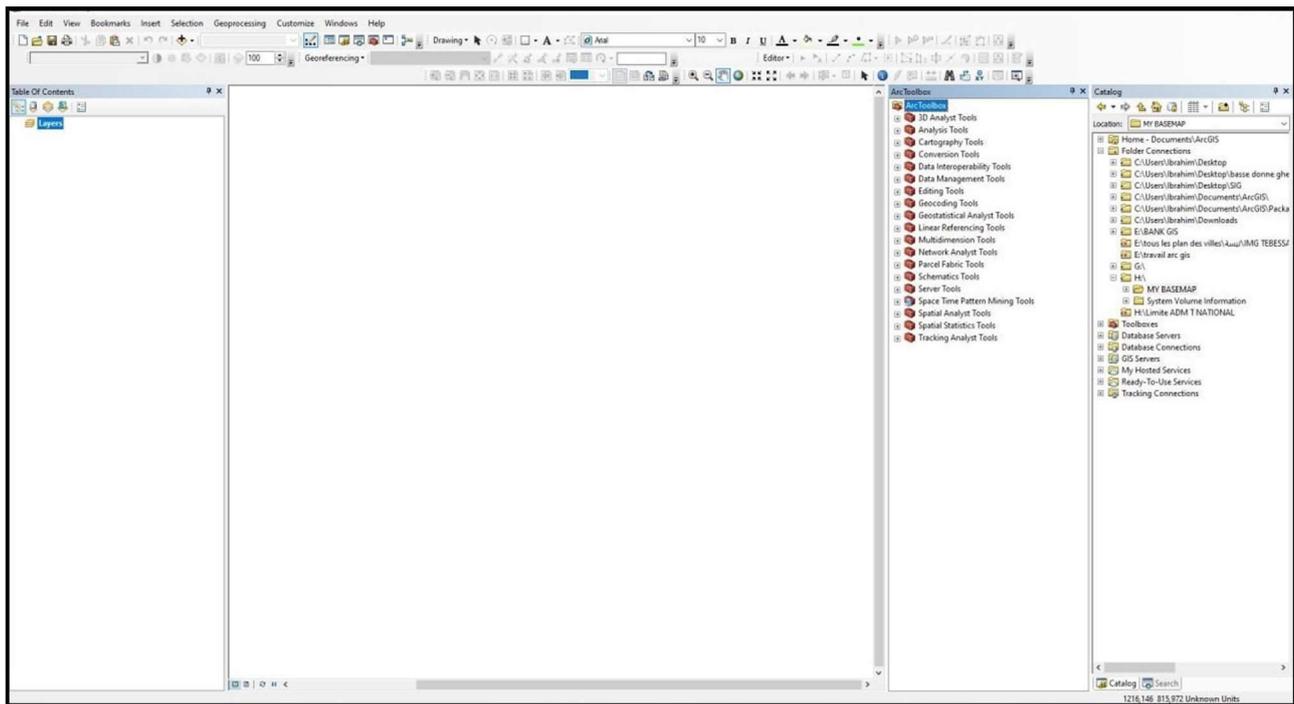


Figure N°16 : Image d'étapes de la réalisation la base de données

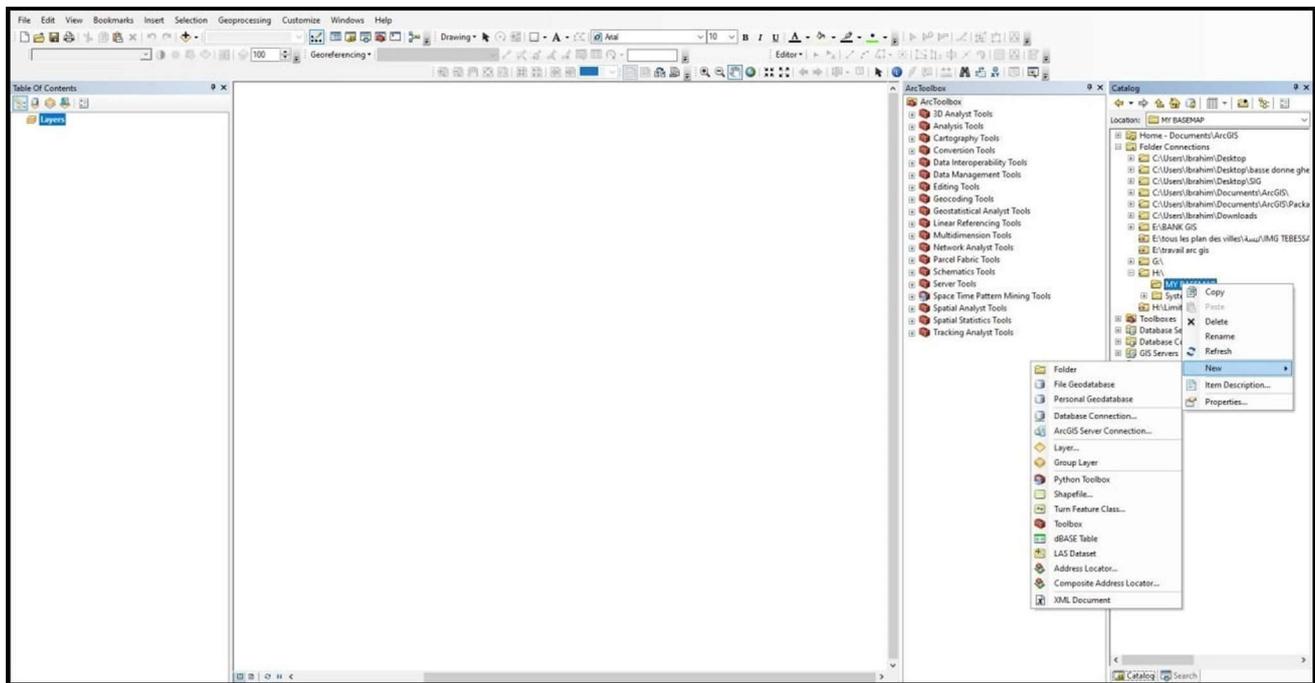


Figure N°17 : Image d'étapes de la réalisation la base de données.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

1.4.2.Création des classes d'entités :

Créer des classes d'entités pour les différents éléments de système d'irrigation (par exemple, STEP, bassin de stockage, les zones d'irrigation et des conduites..). Chaque classe d'entités a des attributs spécifiques. Pour ajouter des classes d'entités :

- Cliquer avec le bouton droit sur la géodatabase que vous venez de créer, choisissez "New" puis "Feature Class". nommée par exemple "Zone".
- Définir la géométrie de la classe d'entités comme étant des polygones.
- Définir les attributs : Créez des champs pour stocker des informations pertinentes des zones (nom, superficiel et débit)

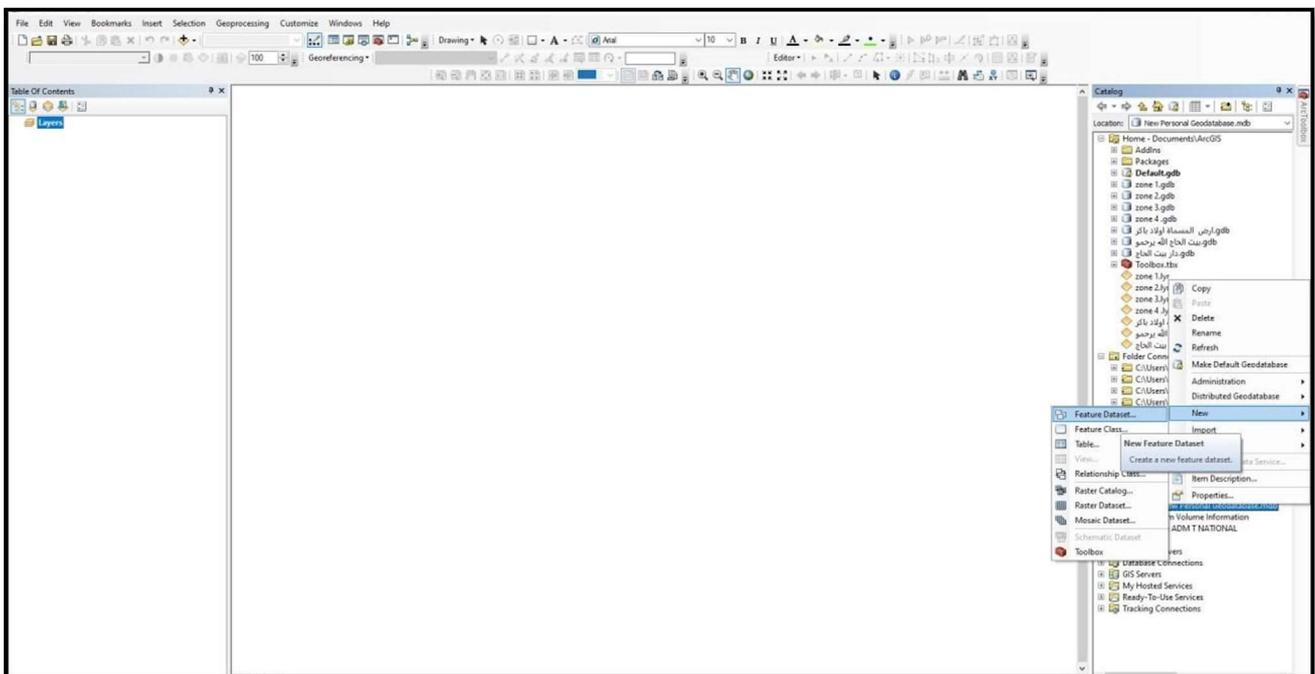


Figure N°18 : Image d'étapes de la réalisation la base de données.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

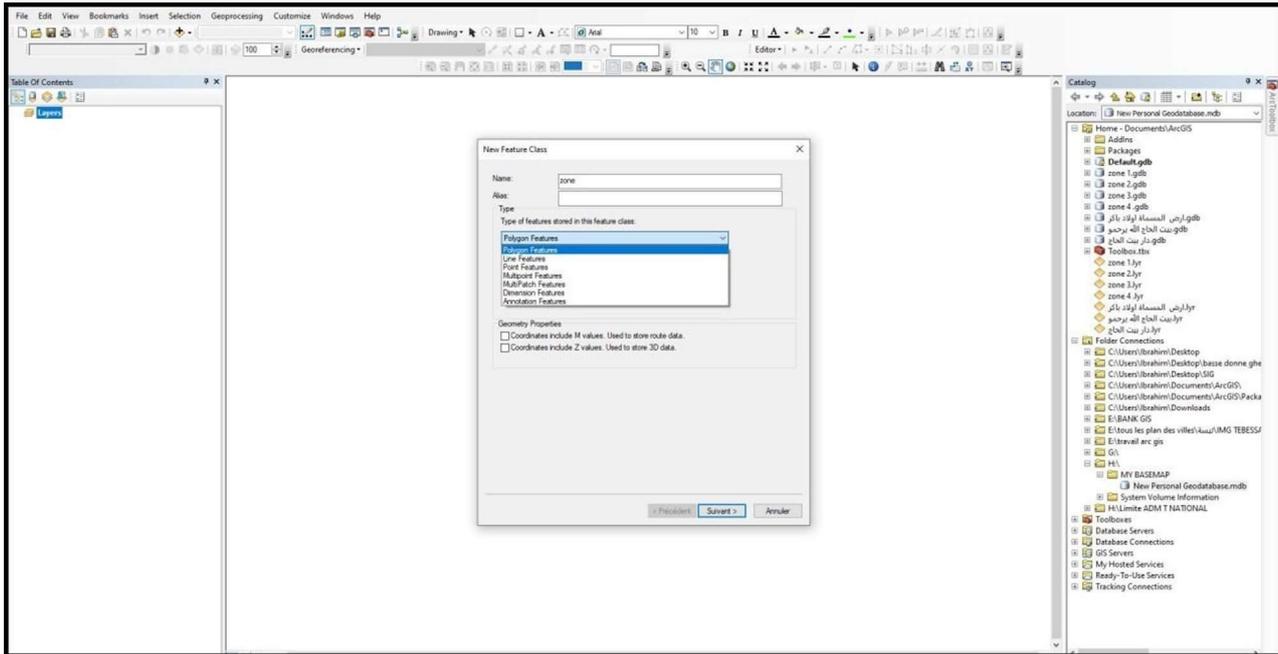


Figure N°19 : Image d'étapes de la réalisation la base de données.

1.4.3.Saisie des données : Importer ou saisir les données dans la géodatabase. On a saisi manuellement les données des entités tels que les noms des agricultures et la nature juridique de terrain..

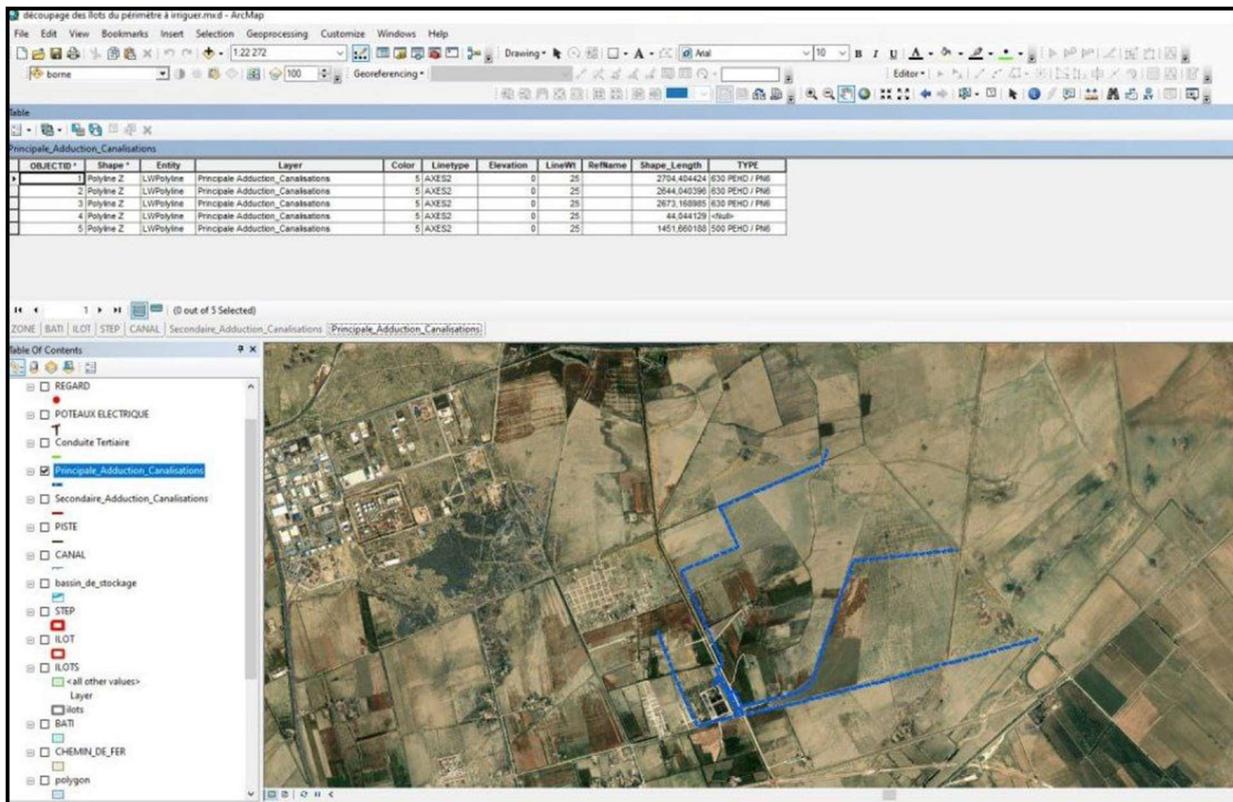


Figure N°20: Image d'étapes de la réalisation la base de données.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

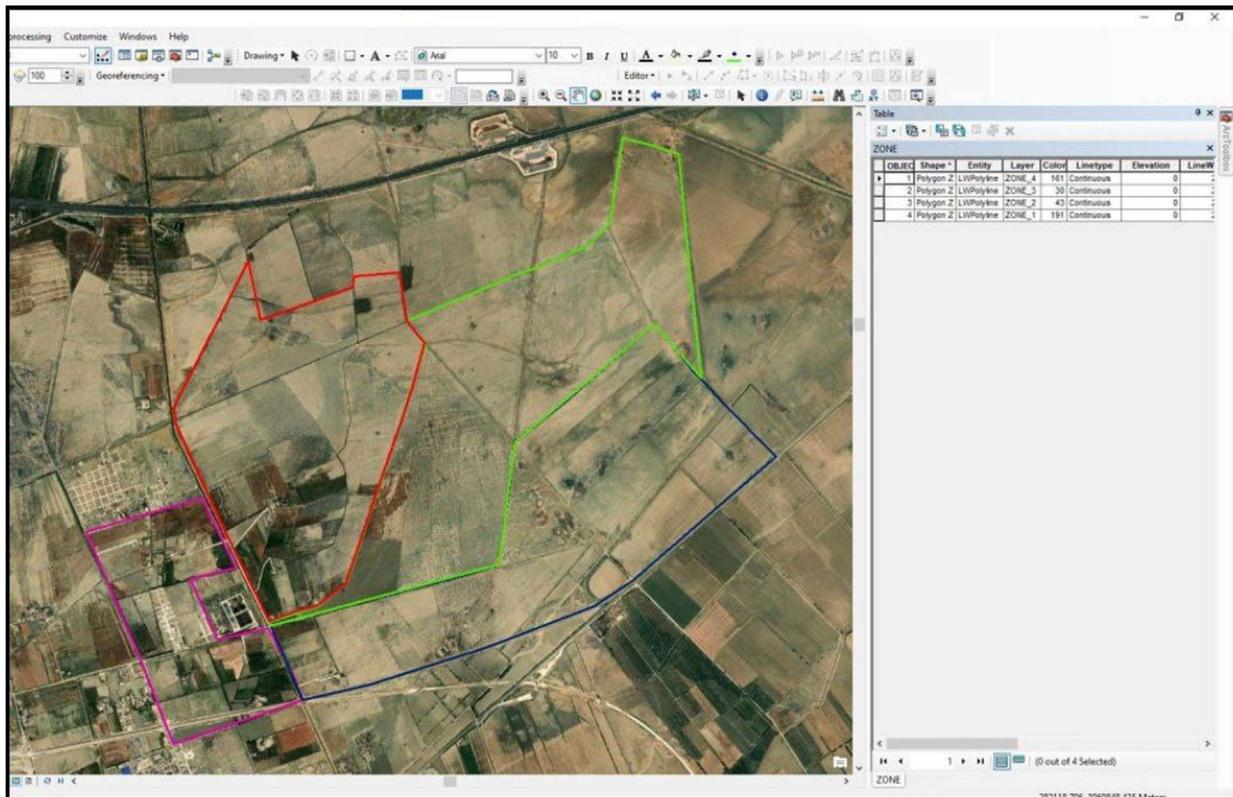


Figure N°21: Image d'étapes de la réalisation la base de données.

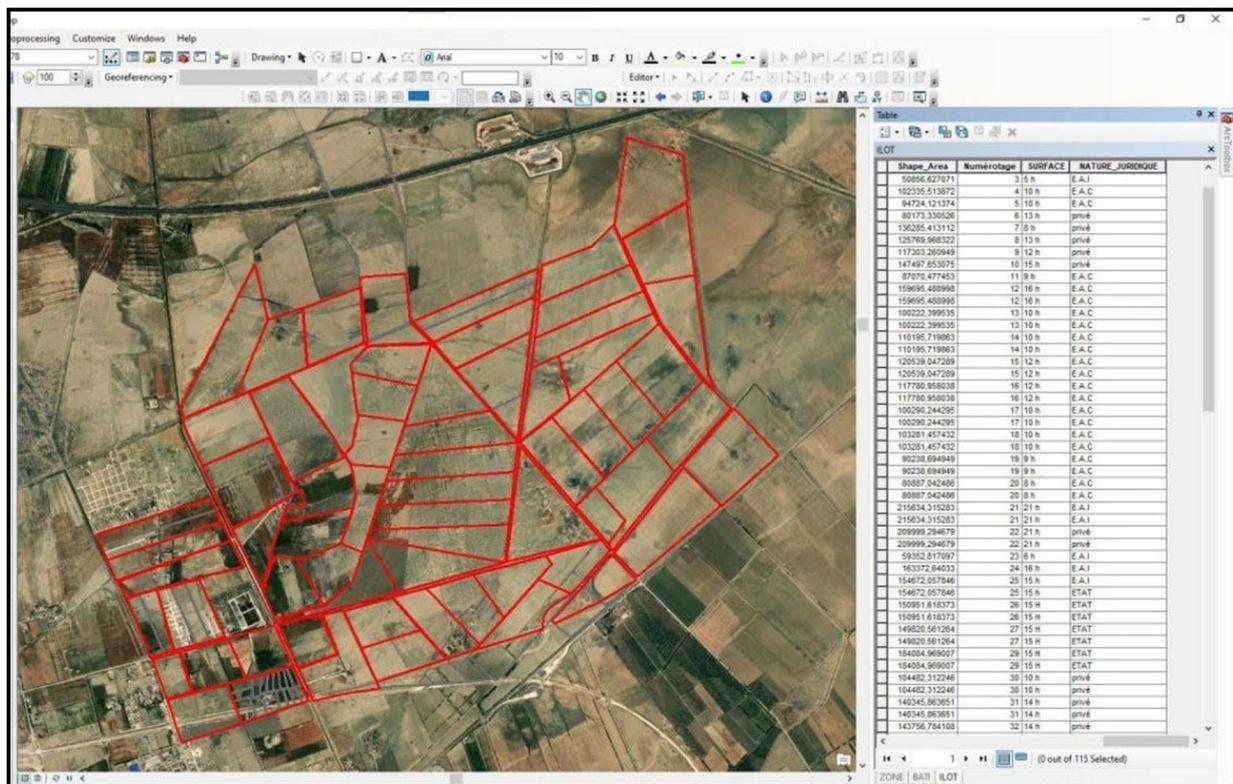


Figure N°22: Image d'étapes de la réalisation la base de données.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

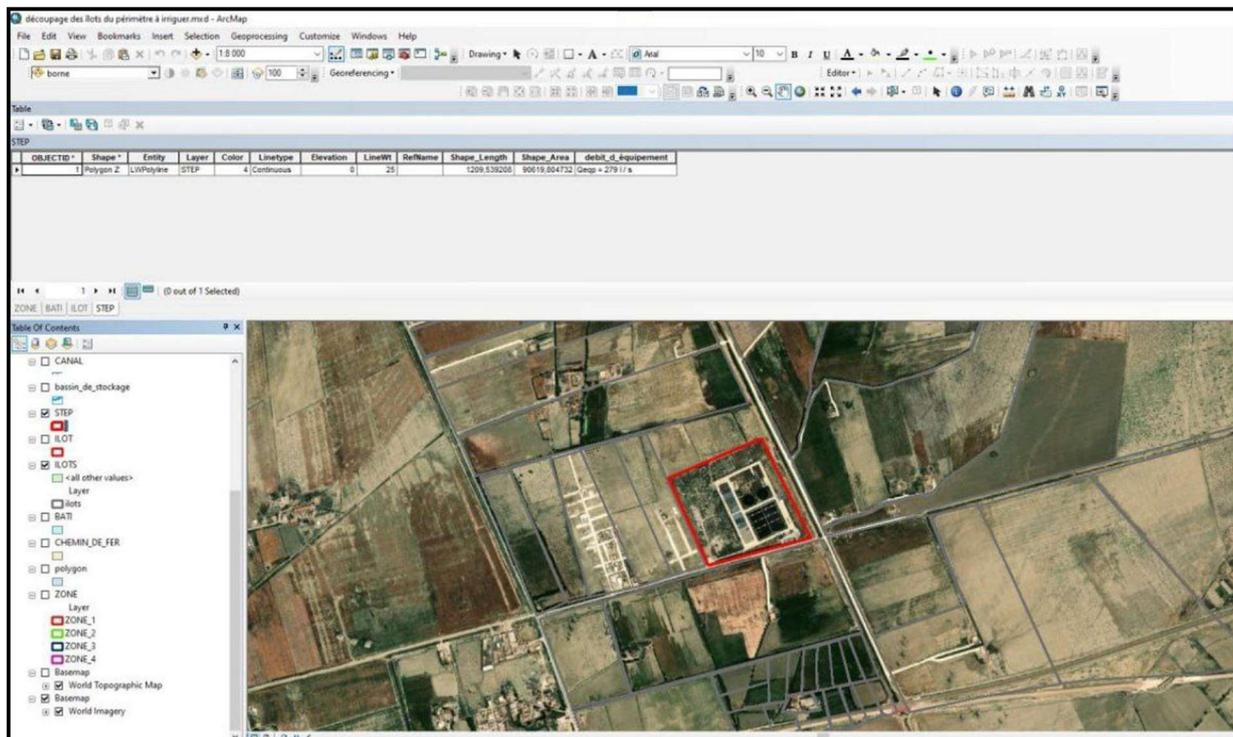


Figure N°23: Image d'étapes de la réalisation la base de données.

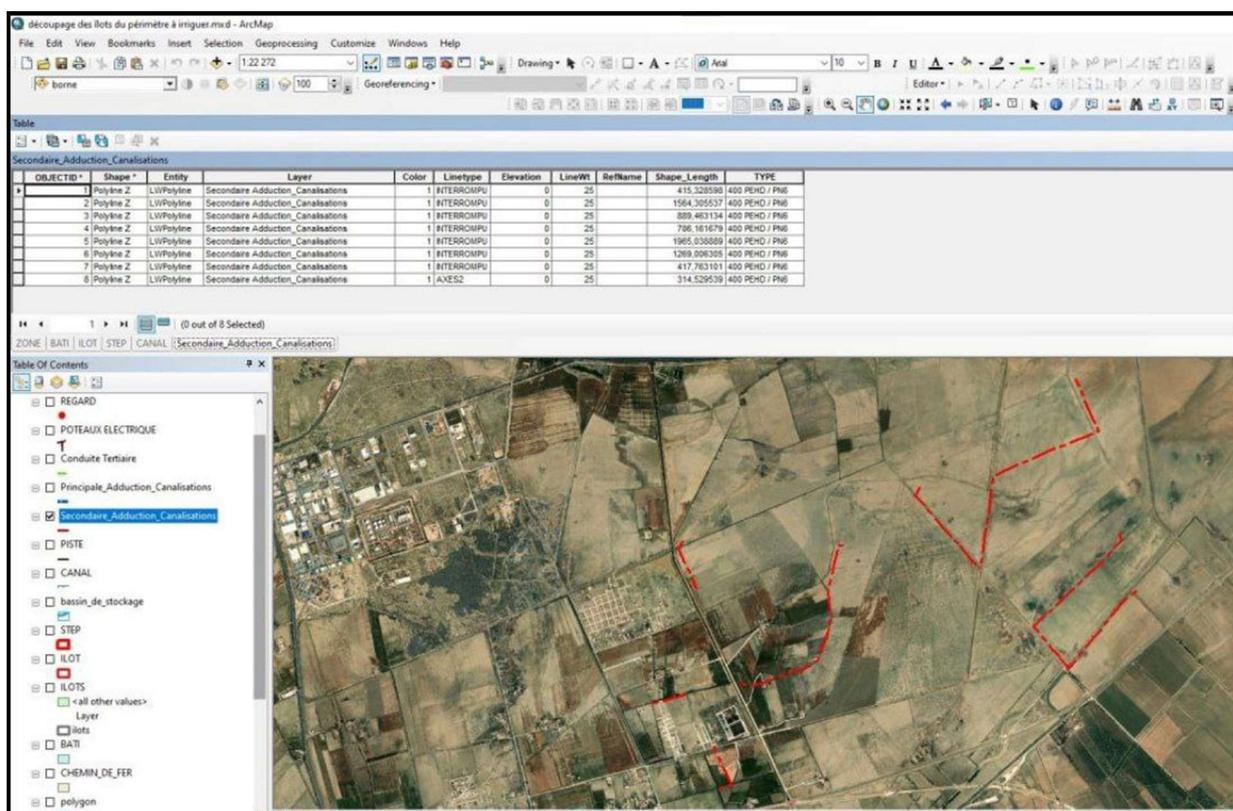


Figure N°24 : Image d'étapes de la réalisation la base de données.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

1.5.Traitement : on peut utiliser les requêtes SQL (Structured Query Language) pour sélectionner, filtrer et manipuler les données en fonction de critères spécifiques. par exemple, Après avoir saisi les données concernant la nature juridique des îlots d'irrigation, qu'il s'agisse d'EAC (Exploitation Agricole Collective), d'EAI (Exploitation Agricole Individuelle), de l'État ou du secteur privé, vous souhaitez identifier tous les îlots ayant une nature juridique "privé". La requête SQL suivante peut être utilisée :

```
SELECT * FROM nature_juridique WHERE nature_juridique = 'privé';
```

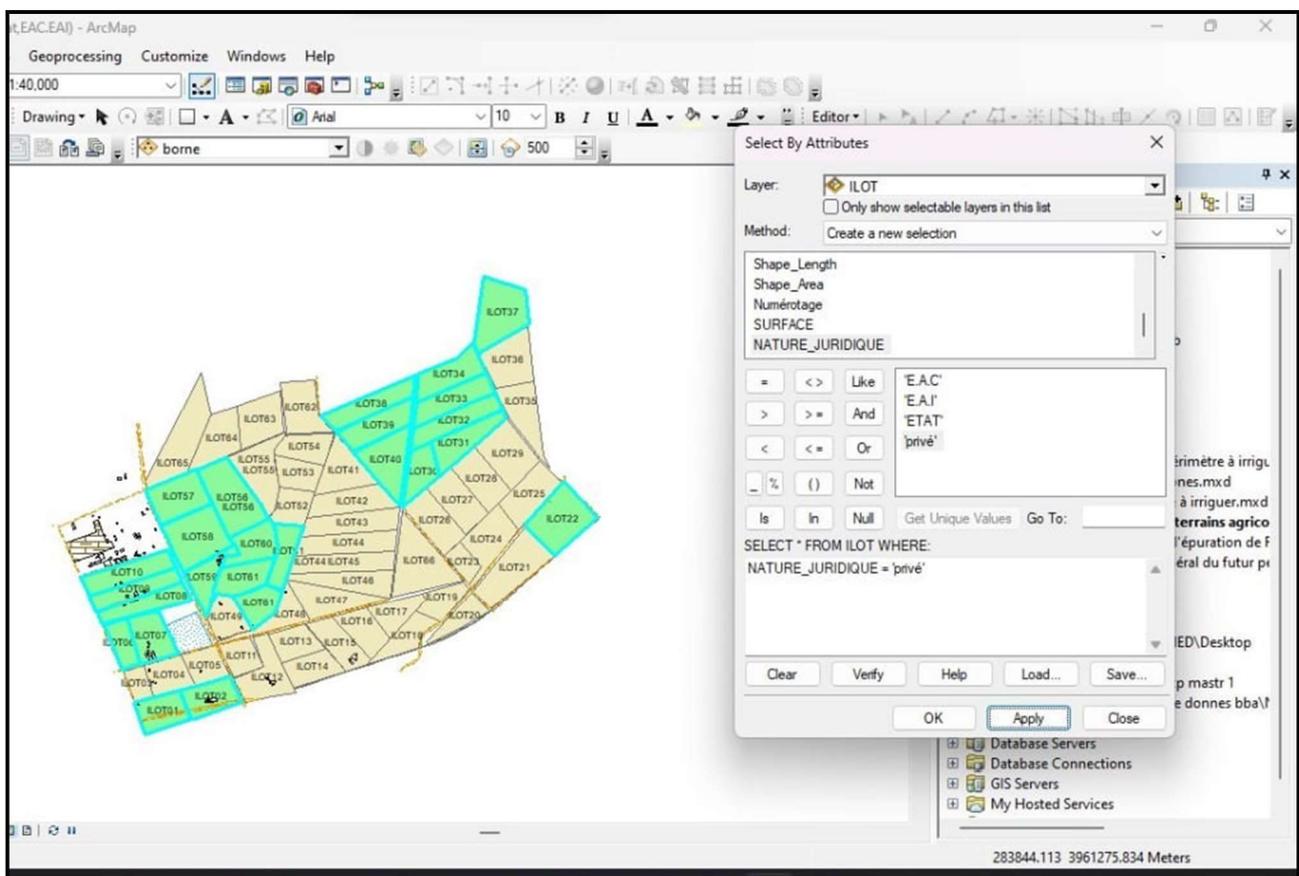
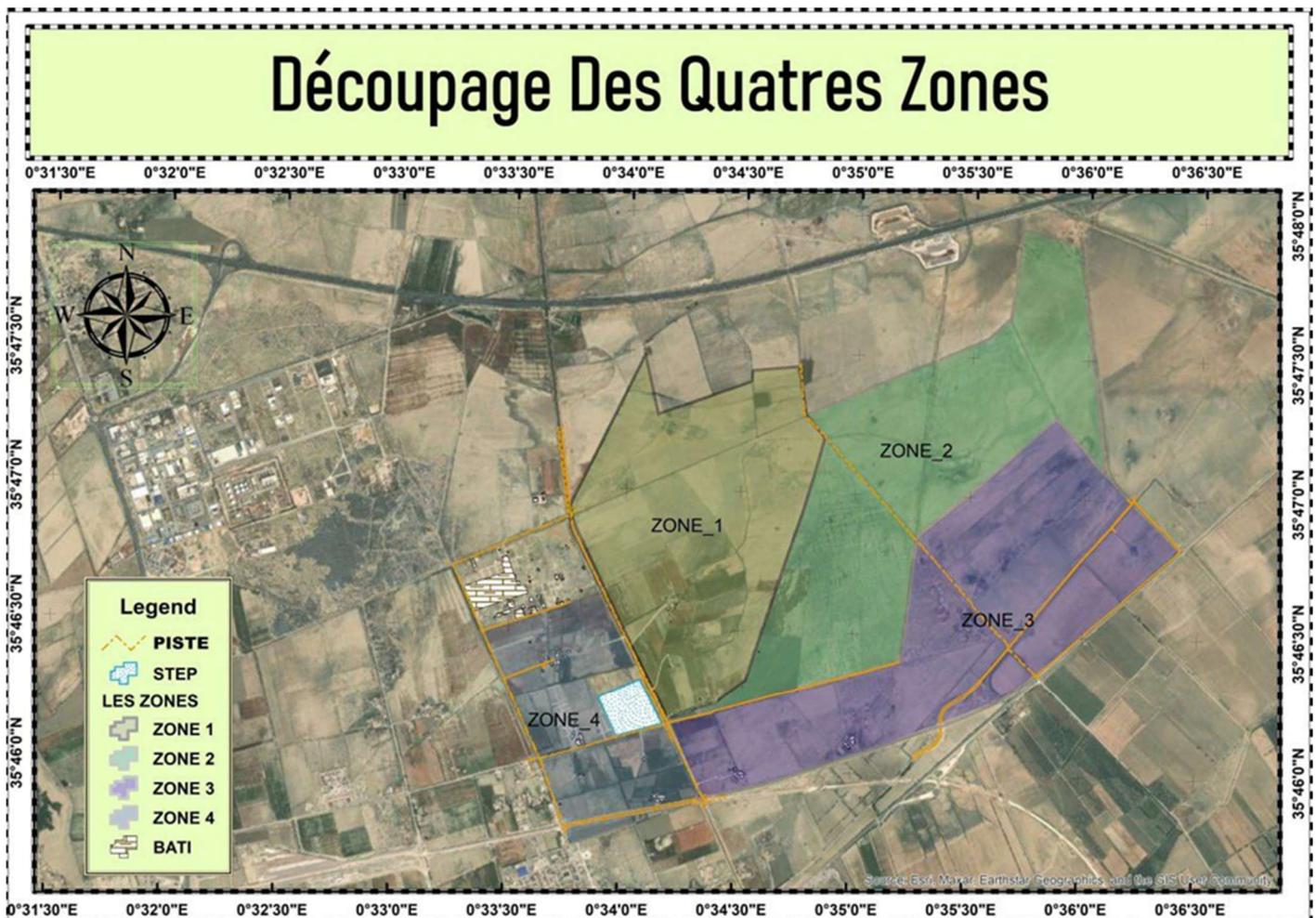


Figure N°25: exemple de requête SQL

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

1.6. Visualisation et analyse

- **Créer des cartes :** on peut utiliser ce logiciel pour visualiser les données intégrées sous forme des cartes lisibles et claires. En ajoutant des couches pertinentes et en appliquant des symboles appropriés pour représenter efficacement les différents aspects du système d'irrigation. On a exporté les cartes suivantes :

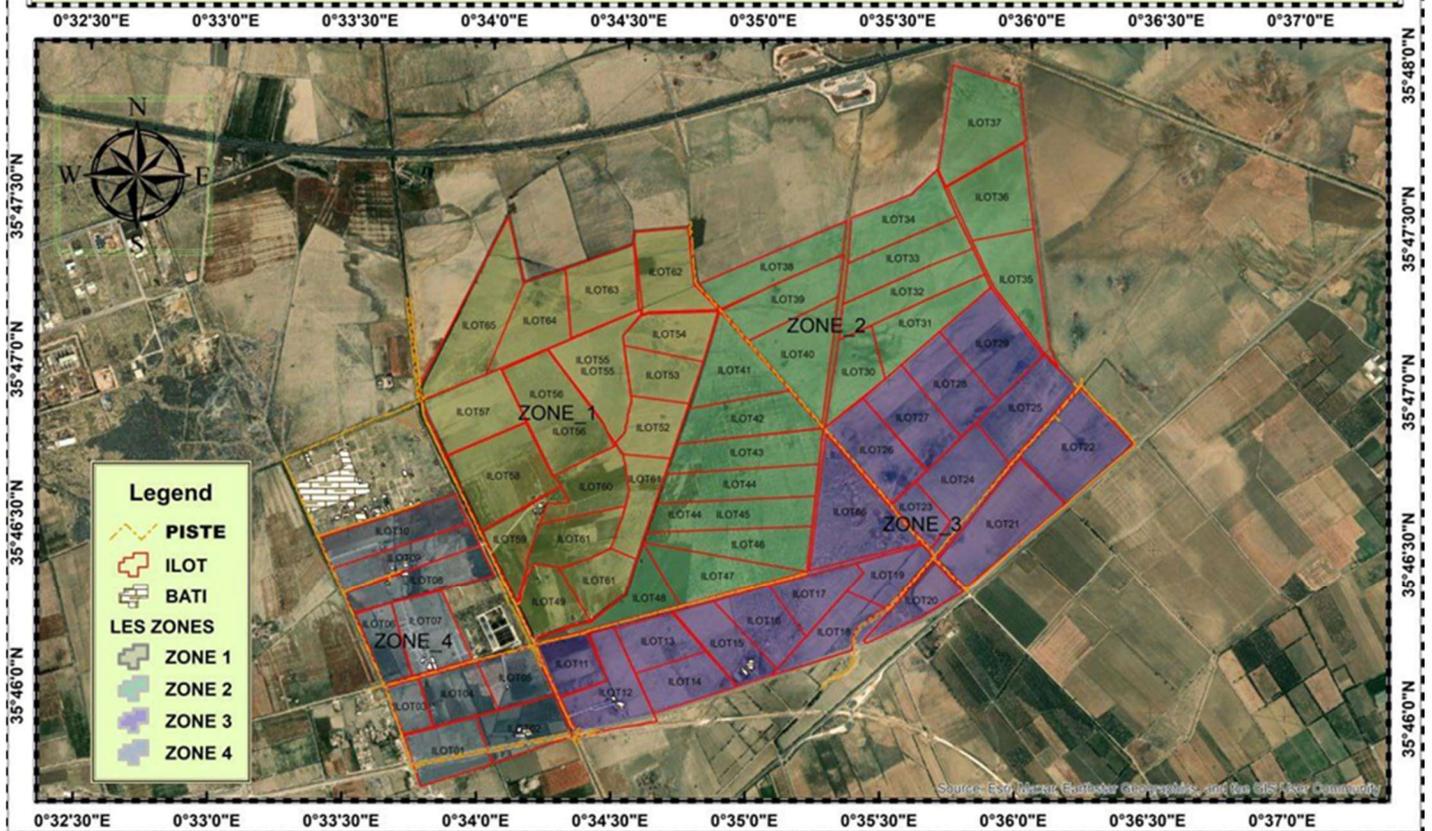


Carte N°08: découpage des quatre zones

Cette carte représente les quatre zones d'irrigation.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Découpage Des Ilots Du Périmètre à Irriguer

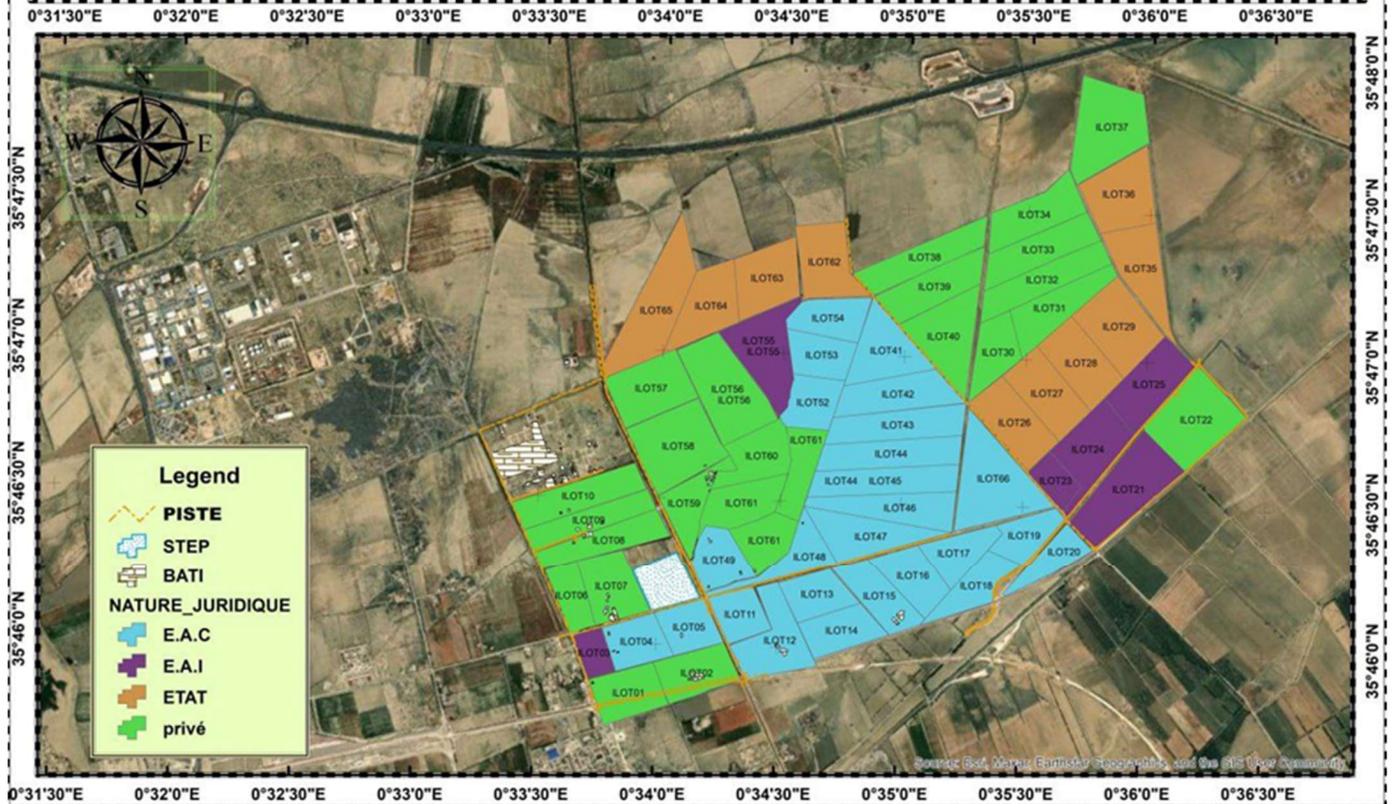


Carte N°09 : découpage des ilots du périmètre à irriguer

D'après les résultats nous constatons qu' il y a 67 ilots qui sont tous dans le périmètre irriguer et avec des superficies entre 10 et 20 Ha.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

La Natures Juridique Des Terrains Agricoles.



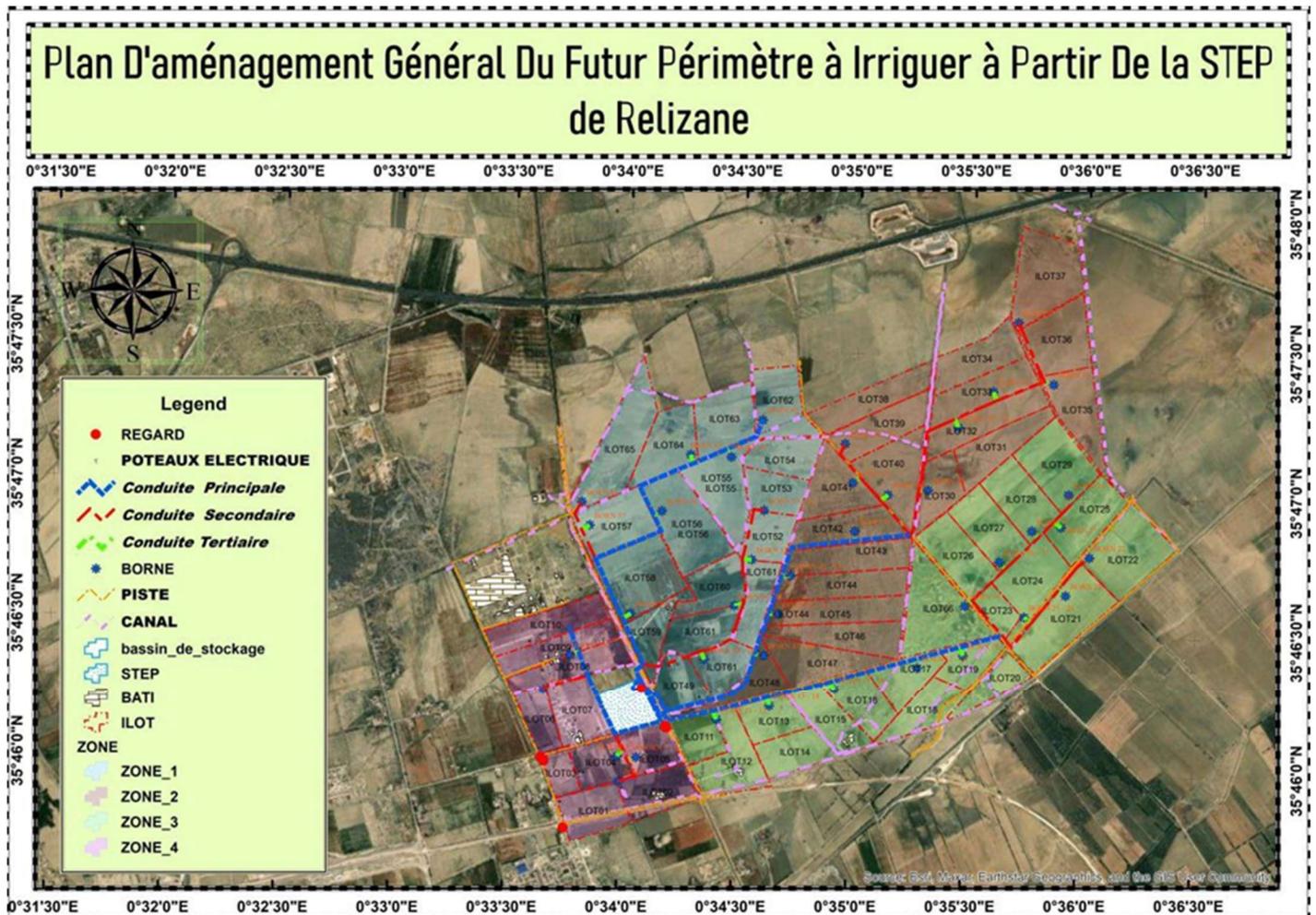
Carte N°10:nature juridique des terrains agricoles

La carte montre que chaque îlot d'irrigation est liée à une nature juridique spécifique, qu'il s'agit d'EAC (Exploitation Agricole Collective), d'EAI (Exploitation Agricole Individuelle), de l'État ou du secteur privé. L'exploitation agricole collective et le secteur privé détiennent une majorité des îlots d'irrigation, avec 25 lots attribués aux EAC et 26 lots au secteur privé. En revanche, seulement 6 lots sont réservés aux EAI et 10 lots appartiennent à l'État.

2. Le plans d'aménagement général de futur périmètre irriguer :

Le plan d'aménagement général d'un périmètre destiné à être irrigué à partir de la station de d'épuration des eaux usées (STEP) de Relizane représenté dans la carte N° est le résultat de modélisation et d'intégration des données nécessaires du système d'irrigation (source d'irrigation, bassin de stockage, les îlots d'irrigation, les bornes et les conduites de distribution) dans la base de données réalisée sur logiciel Arcgis.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION



2.1.Fonctionnement du système d'irrigation :

le système d'irrigation du périmètre projeté va passer sur les étapes suivantes :

2.1.1.traitement des eaux usées : au niveau de station d'épuration qui est le cœur du système par des étapes (prétraitement ,traitement secondaire et traitement tertiaire)

2.1.2.Storage: L'eau traitée est stockée dans un bassins avant d'être utilisée pour l'irrigation puis pompé vers le réseau de distribution.

2.1.3.Pompage : L'eau est pompée depuis le bassin vers le réseau de distribution.

2.1.4.Réseau de distribution :

- **Conduites:** l'eau est acheminée vers les quatres zones à irriguer par des quatre conduites principales puis vers les ilots d'irrigation par des conduites secondaires et tertiaires.
- **Vannes:** les vannes permettent de réguler le débit d'eau dans chaque branche du réseau.

2.1.5.Application de l'eau :

- **Aspersion :** L'eau est pulvérisée sur les cultures, il est proposé pour les céréalicultures.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

- **Micro-irrigation** : L'eau est goutte à goutte appliquée au niveau des racines des plantes. il est proposé pour les oliviers.

3. Des propositions améliorations pour le système d'irrigation projeté :

- ❖ **Automatisation des processus** : a partir de mettre en place des systèmes automatisés pour contrôler l'ouverture et la fermeture des vannes. Cela peut réduire le temps et les efforts nécessaires pour gérer manuellement ces opérations et aussi pour réduire les pertes.
- ❖ **L'installation de capteurs** pour surveiller l'état des canalisations permet de détecter et de colmater rapidement les fuites. Ces capteurs, connectés en réseau, fournissent des données en temps réel sur l'intégrité des infrastructures, facilitant ainsi une intervention rapide pour minimiser les pertes.
- ❖ **mettre en place un système de feedback** pour suivi et évaluer son fonctionnement.
- ❖ Cela inclut la collecte de données sur l'efficacité de l'irrigation et l'adaptation du système en fonction des résultats observés. afin d'apporter des ajustements si nécessaire.
- ❖ Intégrer également d'autres données dans la base de données, telles que les données climatiques, les horaires d'irrigation et les informations sur la production agricole de chaque îlot, afin de les archiver et de faciliter l'analyse et pour l'aide à la décision.
- ❖ **Formation et sensibilisation** : former les agriculteurs sur les meilleures pratiques en matière d'irrigation et sur l'utilisation des outils technologiques disponibles. Et aussi former les gestionnaires du système d'irrigation et les employés du DRE sur le SIG et les technologies modernes pour une gestion efficace de l'eau.
- ❖ **Mettre la base de données à jour** avec toute nouvelle information ou modification dans le système d'irrigation.

4. Perspectives de la gestion participative de l'eau d'irrigation en Algérie :

La gestion participative est un enjeu crucial pour l'agriculture durable, particulièrement dans les contextes où les ressources en eau sont limitées. pour renforcer cette approche il est nécessaire de :

- ❖ **Renforcer les capacités des acteurs locaux**: Des programmes de formation doivent être mis en place pour permettre aux communautés locales de mieux comprendre les enjeux de la gestion de l'eau et d'acquérir les compétences nécessaires pour participer activement aux processus de décision.
- ❖ **Décentraliser la gestion de l'eau**: Il est important de transférer davantage de responsabilités aux autorités locales et aux communautés.

Favoriser la coordination entre les différents acteurs dans la prise des décisions: qui sont l'état, les agricultures et les associations pour assurer une meilleure cohérence entre les différentes politiques et actions.

- ❖ **Soutenir financièrement les initiatives locales**: des financements spécifiques doivent être alloués aux projets de gestion participative de l'eau comme les projets d'irrigation.

CHAPITRE V: RÉSULTATS ET DISCUSSION MODELISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

Révision et actualisation des législatifs qui concerne la gestion de l'eau pour assurer une gestion efficace de l'eau.

- ❖ **Renforcement des associations d'usagers** :Les Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) jouent un rôle central dans la gestion participative. Cependant, leur efficacité est souvent compromise par une mauvaise gestion et un désintérêt des usagers. Pour améliorer leur fonctionnement, il est essentiel de :
 - Former les membres sur la gestion de l'eau et les responsabilités associées.
 - Encourager la participation active des agriculteurs dans la prise de décision, afin de renforcer leur appropriation des ressources

Conclusion :

Ce chapitre décrit les différentes étapes et résultats de la modélisation d'un système d'irrigation, en se basant sur les données issues de la conception d'un modèle conceptuel de données. Ce modèle a été utilisé pour structurer les informations et a été implémenté dans un Système d'Information Géographique (SIG) à l'aide du logiciel ArcGIS. Les étapes incluent la création d'une géodatabase et de classes d'entités après avoir intégré des données concernant la station d'épuration, le bassin de stockage, le réseau de distribution, ainsi que les bornes, zones et îlots d'irrigation avec leurs exploitants. De plus, des cartes ont été élaborées pour illustrer la délimitation des zones, des îlots d'irrigation, et la nature juridique des terrains agricoles. Un plan d'aménagement général du système d'irrigation projeté a également été établi. Enfin, des suggestions ont été formulées pour améliorer ce système et envisager une gestion participative de l'eau, dans le but d'optimiser l'utilisation des ressources en eau pour l'irrigation.

Conclusion Générale

Dans ce projet de fin d'étude, nous avons réalisé une étude sur la modélisation d'un système d'irrigation utilisant les eaux usées traitées par la station d'épuration (STEP) pour irriguer un périmètre projeté de 900 hectares dans la commune de Relizane. Cette étude a mis en évidence l'importance croissante de cette approche dans la gestion durable des ressources en eau, notamment dans des contextes arides comme l'Algérie. Elle vise à améliorer la régularité des rendements agricoles dans la région. L'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation représente une solution innovante et nécessaire face à la rareté des ressources hydriques.

Notre étude a démontré que la géomatique, grâce à ses outils puissants et à sa capacité à intégrer de multiples données spatialisées, offre un cadre méthodologique particulièrement adapté pour relever ce défi. La méthodologie repose sur la collecte, l'intégration et le traitement des données à l'aide du programme ArcGIS 10.8.

Dans cette section, nous avons discuté des éléments constitutifs du système d'irrigation du futur périmètre à irriguer, qui sera divisé en zones et en îlots d'irrigation. Nous avons abordé la source d'irrigation (la STEP), sa capacité et les procédés de traitement des eaux usées, ainsi que les équipements et les techniques utilisés dans ce système. Les données ont été recueillies auprès de la Direction des Ressources en Eau (DRE) et de l'Office National de l'Assainissement (ONA)

Notre contribution consiste à introduire le Système d'Information Géographique (SIG) comme un outil de gestion moderne de l'eau d'irrigation. Cela inclut la création d'une base de données contenant toutes les informations relatives au système d'irrigation, telles que la STEP, les bassins de stockage, le réseau de distribution, ainsi que les bornes et les îlots d'irrigation, en précisant leurs statuts juridiques et leurs exploitants. De plus, nous produirons des cartes détaillées et effectuerons des requêtes et analyses géographiques. Cela permettra de prendre plus rapidement les meilleures décisions en matière de gestion de l'eau d'irrigation

La création d'une base de données dédiée à un système d'irrigation alimenté par la STEP de Relizane est une initiative stratégique. Cette base de données sera un outil précieux pour le DRE de Relizane, car elle permettra d'optimiser la gestion de l'eau, de suivre en temps réel et historiquement les données, et d'aider à la prise de décision concernant le choix des cultures et la maintenance préventive. Elle contribuera à l'amélioration des performances du système. Cette

démarche s'inscrit dans une stratégie visant à mettre en place des systèmes d'irrigation plus efficaces et respectueux de l'environnement.

Enfin, plusieurs recommandations peuvent être formulées :

- ❖ Renforcement des capacités : Promouvoir des programmes de formation continue pour les agriculteurs sur l'utilisation des systèmes d'irrigation modernes et sur la gestion durable de l'eau.
- ❖ Collaboration interdisciplinaire : Encourager la collaboration entre agronomes, hydrologues et ingénieurs pour développer des solutions intégrées qui tiennent compte des spécificités locales.
- ❖ Suivi et évaluation : Mettre en place des systèmes de suivi et d'évaluation pour mesurer l'impact des pratiques d'irrigation sur la productivité agricole et la durabilité environnementale.
- ❖ Favoriser la gestion participative de l'eau : Encourager la coordination entre tous les acteurs concernés par la gestion de l'eau

Bibliographie

[1] Ahlem Benranem (2012) : « Impact de l'irrigation par les eaux de la moyenne Seybouse sur les sols et les rendements des cultures » mémoire de magister.

Alexis de Kerchove & Randolph Webb (2018) : « Smart Water - L'intelligence numérique appliquée à la gestion de l'eau ».

Ben Ammar Salima & Kamoun Rym (2008) : « Introduction générale à la gestion ».

[2] Bouklia – Hassan Rachid (2011) : « Contribution à la gestion de l'eau dans la ville d'Oran » mémoire de magister.

Boutbila Yousra, Rabia Karima (2017/2018) : « Etude de l'effet de la gestion de l'irrigation (magnétisation d'eau) sur la culture de blé à Ouargla » mémoire de master.

[3] Djama'a Muhamed daoud (2019) : « La géomatique et ses diverses applications ».

Hamid Razika, Ibouainene Houaria (2019/2020) : « La problématique de l'eau d'irrigation agricole en Algérie cas : l'office national de l'irrigation et de drainage (ONID) » mémoire de master.

Intissar Ferchichi (2011/2012) : « Contribution à l'évaluation des performances du périmètre irrigué de Ras Jbel » mémoire de master.

[4] Lionel Loubersac & Serge Andréfouët & Stéphane Maritorea (2002) : « Un bilan de la télédétection appliquée aux milieux coralliens ».

Mefthi Mohamed El Amine (2015) : « Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation » mémoire de master.

[5] Nemiche Mohamed (2013) : « analyse et conception du système d'information Merise ».

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (2011) : « irrigation dans la région moyen-est »

[6] Ouled Mokhtar Fatma (2018/2019) : « Etude de la possibilité d'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation (cas de la station d'El Goléa) » mémoire master

[7] Kettab Ahmed (2001) : « Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision ».

Sites :

http://197.112.0.211/soudoud-dzair/?action=contact_generale, « Agence nationale des barrages et transferts 'ANBT' (2020) ».

<http://www.spge.be/fr/index.html?IDC=1>, « SPGE le site de sociétés publiques de gestion de l'eau ».

<https://www.cieau.com/> , « C.I.EAU Centre d'information sur l'eau ».

<https://ourworldindata.org/> , « our world in data ».

<https://vdocuments.net/approche-urbaine.html?page=14>, « Approche Urbaine Article (institut océanographique (2019) ».

<https://www.aps.dz/economie/tag/Ressources%20en%20eau>, « Agence de presse algérienne, (2020) 'article : les ressources en eau ; les projets du secteur se poursuivent selon les priorités, et de nouvelles opérations sont enregistrées en ».

<https://journals.openedition.org/tem/2859#article-2859>, « Bellal Sid Ahmed & Dari Ouassini & Ghodbani Tarek & Mokrane Saïd (2015) ' Article : ressources ; usages et gestionnaires d'eau en zone semi-aride le cas d'Oran ».

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/> , « climat change » ; consulté le 15/6/2022.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> , « data access viewer ».

Organismes :

DRE : Direction des ressources en eau

ONA : Office National d'Assainissement

Annexes

Annexe N°01 : Spécifications microbiologiques des eaux usées épurées utilisés à des fins d'irrigation

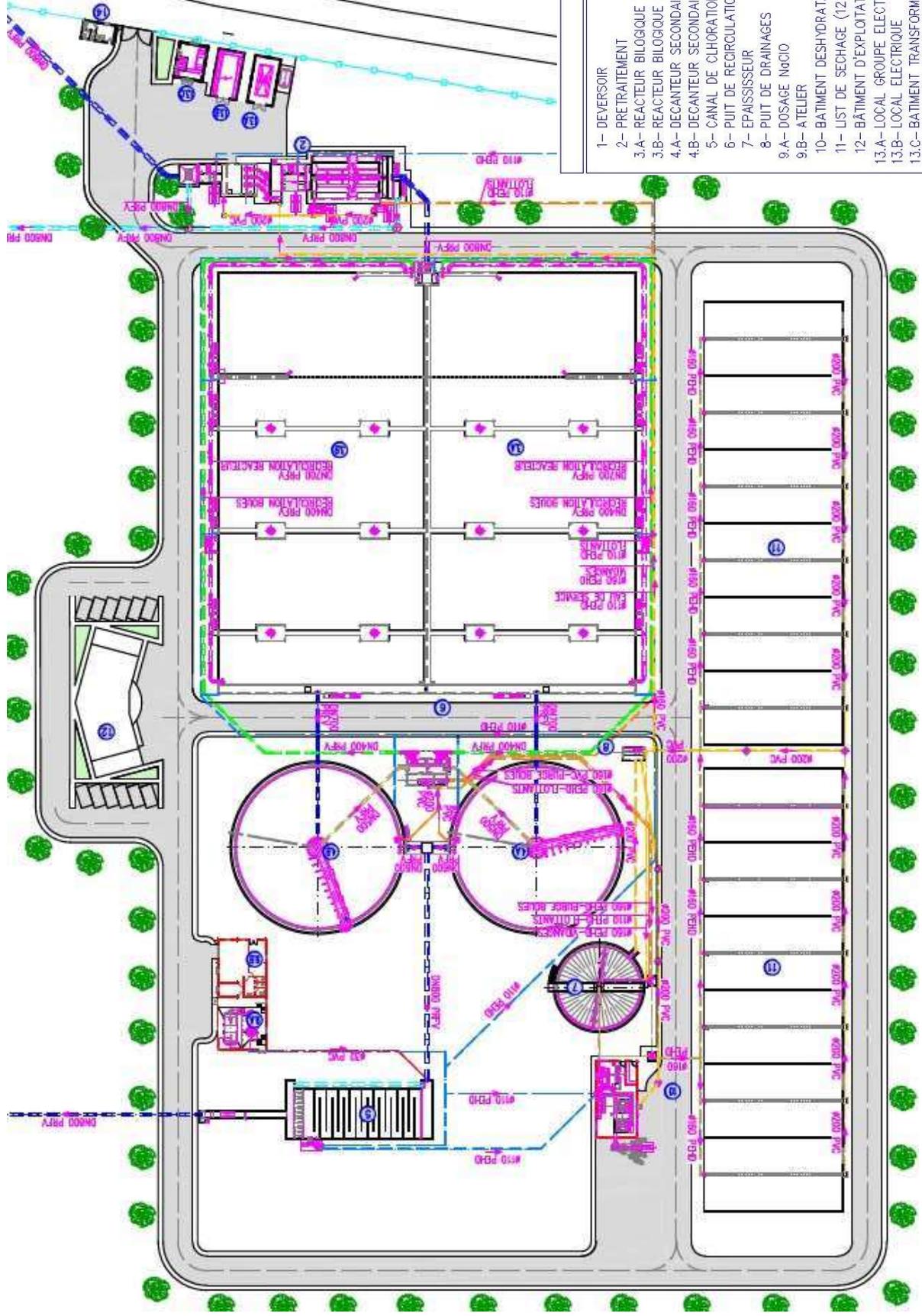
Groupe de cultures	Paramètre microbiologiques	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml)	Nématode intestinaux (Oeuf/l)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire	<250	<0 ,1
Arbres Fruitiers, Cultures et arbustes Fourragers, Cultures céréalières, Cultures industrielles, Arbres Forestiers, Plantes Florales et ornementales	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée	Pas de norme recommandée	Pas de norme recommandée

Source : (Journal Officiel Algérien, 2012).

Annexe N°02 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (JORA, 2012).

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin
Cultures céréalières	Blé, orge, triticale et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois
Arbustes fourragers	Acacia et a triplex

Annexe N°03 : Plan de la STEP de Relizane



LEGENDE

- 1- DEVERSOIR
- 2- PRETRAITEMENT
- 3.A- REACTEUR BILOGIQUE 1
- 3.B- REACTEUR BILOGIQUE 2
- 4.A- DECANTEUR SECONDAIRE 1
- 4.B- DECANTEUR SECONDAIRE 2
- 5- CANAL DE CHLORATION-CANAL PARSHALL
- 6- PUIT DE RECIRCULATION-BOUES EN EXCES PUIT-FLOTTANTS
- 7- EPAISSISSEUR
- 8- PUIT DE DRAINAGES
- 9.A- DOSAGE NaClO
- 9.B- ATELIER
- 10- BATIMENT DESHYDRATATION
- 11- LIST DE SECHAGE (12 unités)
- 12- BATIMENT D'EXPLOITATION
- 13.A- LOCAL GROUPE ELECTROGENE
- 13.B- LOCAL ELECTRIQUE
- 13.C- BATIMENT TRANSFORMATEUR
- 14- LOGE DE GARDIEN

Source : la STEP de Relizane

Annexe N°04

Tableau 01 : Besoin en eau net des cultures en M3/HA

MOIS CULTURE	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL
	Olivier	0	47	290	316	814	1 247	1 571	1 460	953	390	0	0
Céréale	93	481	974	1 141	1 280	812	0	0	0	168	0	0	4 949
Total	93	528	1 264	1 457	2 094	2 059	1 571	1 460	953	558	0	0	12 037

Tableau 02 : Besoin pratique des cultures en M3 Efficience 0.85 cas goutte à goutte (pour olivier)

MOIS CULTURE	SURFACE	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL
	Olivier	600	0	33 176	204 706	223 059	574 588	880 235	1 108 941	1 030 588	672 706	275 294	0	0

Tableau 03: Besoin pratique des cultures en M3 Efficience 0.75 cas Aspersions (pour céréales)

MOIS CULTURE	SURFACE	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL
	Céréale	300	37 200	192 400	389 600	456 400	512 000	324 800	0	0	0	67 200	0	0

Source : Etude pour la réalisations des conduites pour l'irrigation des terres agricoles à relizane à partir de la station de relizane,version définitive
Juillet 2023.

Annexe N°05

Tableau 01 : Numéro d'ilot en fonction de la superficie

ILOTS IRRIGATION	Surface (ha)	Exploitant	ILOT CADASTRE	Nature Juridique
Ilot.01	12	CHEMRIK MHAMED BENAOUA	005.0034	Privé
Ilot.02	12	CONSORTRS SAADAOUI BENAÏSSA	005.0030	Privé
		CONSORTRS SAADAOUI GHANEM	005.0029	Privé
		SAADAOUI ABED	005.0028	Privé
		CONSORTRS SAADAOUI FATIMA ZOHRA	005.0027	Privé
		SAADAOUI MOHAMED	005.0026	Privé
		SAADAOUI MERIEM	005.0025	Privé
		SAADAOUI MOHAMED	005.0024	Privé
		LAKOUES MOHAMED ET AUTRES	005.0023	Privé
		SAADAOUI KHADIDJA	005.0022	Privé
		LAKOUES MOHAMED	005.0021	Privé
		SAADAOUI MOULDJILALI	005.0020	Privé
		SAADAOUI RABIAA	005.0161	Privé
		GUENDOZ KHADRA	005.0159	Privé
		SAADAOUI ABDELKADER	005.0157	Privé
		SAADAOUI ABED	005.0026	Privé
		SAADAOUI AHMED ET AUTRE	005.0015	Privé
SAADAOUI ABED	005.0014	Privé		
Ilot.03	5	D.A.S SI KELEM E.A.I BELABBES AÏCHA	005.0001	E.A.I
Ilot.04	10	D.A.S SI KAMEL E.A.C 03	005.0002	E.A.C
Ilot.05	10	D.A.S SI KAMEL E.A.C 03	005.0002	E.A.C
Ilot.06	13	TOUARIA BACHIR	002.0027	Privé
		TOUARIA ABDELLAH	002.0028	Privé

		TOUARIA NADIRA	002.0024	Privé
		TOUARIA FATMA	002.0025	Privé
		TOUARIA HADJ	002.0026	Privé
Ilot.07	8	TOUARIA KHADIDJA	002.0022	Privé
		TOUARIA FATIMA ZOHRA	002.0023	Privé
Ilot.08	1 3	BENYAMINA A.E.K	002.0020	Privé
Ilot.09	1 2	BENYAMINA BENDEHIBA	002.0019	Privé
Ilot.10	1 5	BENYAMINA SID AHMED	002.0017	Privé
		BENYAMINA ABDELLAH	002.0018	Privé
Ilot.11	9	E.A.C 02 B D.A.S SI MEHDI	005.0003	E.A.C
Ilot.12	1 6	E.A.C 04 B D.A.S SI MEHDI	005.0139	E.A.C
Ilot.13	1 0	E.A.C 03 B D.A.S SI MEHDI	005.0143	E.A.C
Ilot.14	1 0	E.A.C 03 B D.A.S SI MEHDI	005.0143	E.A.C
Ilot.15	1 2	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	005.0145	E.A.C
Ilot.16	1 2	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	005.0145	E.A.C
Ilot.17	1 0	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	005.0145	E.A.C
Ilot.18	1 0	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	005.0145	E.A.C
Ilot.19	9	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	005.0145	E.A.C
Ilot.20	8	E.A.I MEZIANE TASSAADIT D.A.S SI MEHDI	004.0001	E.A.C
		E.A.C 01 D.A.S.SI MEHDI	004.0002	E.A.C
Ilot.21	2 1	E.A.I BEKADDOUR AOUDA D.A.S SI MEHDI	003.0009	E.A.I
Ilot.22	2 1	TAHRAT LALIA	003.0008	Privé
Ilot.23	6	E.A.I BELHADJ DJELLOUL ZOHRA D.A.S SI MEHDI	003.0011	E.A.I
Ilot.24	1 6	E.A.I BAKHTI ABDERRAHMANE D.A.S SI MEHDI	003.0010	E.A.I

Ilot.25	1 5	E.A.I ABBOUN ABED D.A.S SI MEHDI	003.0007	E.A.I
Ilot.26	1 5	ETAT	003.0006	ETAT
Ilot.27	1 5	ETAT	003.0006	ETAT
Ilot.28	1 5	ETAT	003.0006	ETAT
Ilot.29	1 8	ETAT	003.0006	ETAT
Ilot.30	1 0	BERROUANE MOHAMED	003.0025	Privé
Ilot.31	1 4	BERROUANE TEWFIK	003.0026	Privé
Ilot.32	1 4	BERROUANE KAMEL	003.0022	Privé
Ilot.33	1 4	BERROUANE SIDAHMED	003.0021	Privé
Ilot.34	1 4	BERROUANE OMAR	003.0019	Privé
Ilot.35	1 5	ETAT	003.0007	ETAT
Ilot.36	1 5	ETAT		
Ilot.37	2 2	BAHRI AISSA ET CONSRT	030.0004	Privé
Ilot.38	7	BERROUANE FADILA LILA ET CTS	003.0018	Privé
	7	BERROUANE YASMINA	003.0027	Privé
Ilot.39	1 4	MEKHZANI FATIHA VUVEBERROUANE	003.0020	Privé
Ilot.40	1 7	BERROUANE TAHAR	003.0023	Privé
		BERROUANE MOHAMED	003.0024	Privé
Ilot.41	1 5	E.A.C 02 B D.A.S SI MEHDI	003.0013	E.A.C
Ilot.42	1 5			
Ilot.43	1 5			
Ilot.44	1 5			
Ilot.45	1 5			
Ilot.46	1 5			
Ilot.47	1 5			
Ilot.48	1 0			
Ilot.49	1 0	E.A.C 02 B D.A.S SI MEHDI	003.0014	E.A.C
Ilot.50	1 0			
Ilot.51	1 0			
Ilot.52	1 0			

Ilot.53	1 0			
Ilot.54	1 0			
Ilot.55	1 8	BELKEBIR MEHDJOUBA	003.0002	E.A.I
Ilot.56	2 2	BENATIA TOUATI	003.0001	Privé
Ilot.57	1 6	BENYAMINA A.E.K	002.0014	Privé
Ilot.58	2 2	BENYAMINA SID AHMED	002.0015	Privé
		BENYAMINA SID AHMED	003.0016	Privé
Ilot.59	1 0	BENAICHA MILOUD	003.0017	Privé
		BENYAMINA MHAMED	002.0021	Privé
Ilot.60	1 2	BENATIA ABDELLEH	003.0015	Privé
Ilot.61	1 2			
Ilot.62	1 5	ETAT	029.0003	ETAT
Ilot.63	1 5	ETAT	029.0009	ETAT
Ilot.64	1 5	ETAT	029.0009	ETAT
Ilot.65	2 4	ETAT	029.0009	ETAT
Ilot.66	1 4	E.A.C 01 B D.A.S SI MEHDI	003.0012	E.A.C
Ilot.67	1 0			

Source : Etude pour la réalisations des conduites pour l'irrigation des terres agricoles à relizane à partir de la station de relizane,version définitive Juillet 2023.