

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie et Ecologie Végétale

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم بيولوجيا و علم البيئة النباتية.

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière :** Ecologie et environnement  
**Spécialité :** *Protections des écosystèmes*

N° d'ordre :  
N° de série :

Intitulé :

---

**Apport du SIG à la modélisation des systèmes Agro-forestiers: Cas de la daïra de Sidi Mezghiche (Skikda).**

---

**Présenté par :** CHEBLI Nouha  
MESBAH Chaima

à distance : Le --/06/2022

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** GANA Mohamed (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).  
**Examineur 1 :** ALATO Djamel (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1).  
**Examineur 2 :** ALATO Hana (MAB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Année universitaire  
2021 - 2022**

## *Remerciement*

*Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens à fin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos sentiments les plus vifs et les plus sincères pour monsieur GANA Mohamed, Maitre de conférence à l'Université Frères Mentouri Constantine1- Pour sa gentillesse, sa disponibilité, son soutien, ces conseils et de toute la patience dont il a su faire preuve au cours de la rédaction de ce mémoire.*

*On tient à exprimer nos sincères remerciements l'ensemble des membres de jury :*

*A Monsieur ALATOU Djamel Professeur à l'Université des Frères Mentouri Constantine 1- pour sa disponibilité, ses conseils précieux et pour l'honneur qu'il nous fait d'évaluer ce de soutenance, à Madame ALATOU Hana, Maitre de conférence à l'Université Frères Mentouri Constantine1- d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.*

*Nous profitons de l'occasion pour remercier nos familles respectives et tous nos camarades de promotion de Protection des écosystèmes et tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## ***Dédicaces***

*C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je*

*Dédie ce travail à :*

*Un grand merci à mes parents pour tous leurs sacrifices et leur soutien tout au long de mes études.*

*À mon père **Chebli Allel**, à qui rien au monde ne se compare à l'effort qu'il a fourni jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être.*

*Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.*

*À ma mère **Saci Samia**, pour son amour inestimable, sa confiance, son soutien, ses sacrifices et toutes les valeurs qu'elle m'a inculqué.*

*Que Dieu vous bénisse avec une bonne santé et une longue vie.*

*À ma sœur **Yassmine**, pour son encouragement permanent, Et son soutien moral.*

*À mes frères **Yasser** et **Amir** pour leurs amour.*

*J'implore Allah de vous accordé un avenir meilleur.*

*À ma grand mère, mes oncles et mes tantes qui m'ont toujours encouragé à réussir dans mes études.*

*À mon binôme et mon amie **Chaima**, la personne avec laquelle j'ai partagé ce travail. Merci pour votre contribution, votre patience ainsi que pour tout bon et mauvais moment passé ensemble, je te souhaite pleine d'autres réussites.*

*À mon ami **Hammam** pour leur gentillesse et pour l'aide qu'il a porté à ce travail.*

*À mes chers amis qui me rendent la vie plus belle, sans exception.*

*À tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

***Nouha.***

## ***Dédicaces***

*Au nom de dieu le tout puissant par la grâce du quel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie*

*A ma famille , qui m'a doté d'une éducation digne ,son amour a fait de moi ce que je suis  
aujourd'hui :*

*Particulièrement a mon père **Mouloud**, pour l'effort qu'il a suscité en moi , de par sa rigueur.*

*Et a toi ma mère pour ton encouragements et ta présence absolu à mes côtés et pour ton rôle  
majeure dans mon sucées.*

*A vous mes frères **Mohamed** et **Mehdi** et ma sœur **Yassmine** ,qui m'avez toujours soutenu, je  
vous aime et je vous souhaite le bonheur et la joie dans votre vie.*

*Et bien sur mon binôme et ma meilleur ami qui compte beaucoup pour moi **Nouha** .*

*Et mes amis **Yasmine** , **Ouahida** , **Roukaya** et **Houcine** qui m'a soutenu le long de mon  
parcours et d'avoir partagé avec moi le meilleurs et le pire de ma vie.*

*A toutes ma famille **Mesbah** et **Lecheb**.*

***Chaima.***

## **Résumé**

A travers cette étude, nous avons essayé, en utilisant le système d'information géographique (SIG), d'identifier les sites potentiels pour l'implantation des systèmes agroforestiers dans la daïra Sidi Mezghiche sur une superficie totale de de 33175 ha .

L'approche méthodologique utilisée dans cette étude implique le croisement de plusieurs plans d'informations (Occupation du sol, pentes, réseau routier, réseau hydrographique, population,...etc). Ces plans d'intonations ont été par la suite combines par des méthodes d'analyse multicritères pour produire une information synthétique sur les sites les plus appropriés pour les systèmes agroforestiers.

La superposition des différentes couches facteurs de décision, tout en excluant les noyaux à protéger, a permis de sélectionner des surfaces adéquates. Il s'agit des surfaces libres qui ne présentent pas, sur la base des analyses multicritères, des contraintes environnementales. Cette méthode a prouvé la précision, la souplesse et la rentabilité.

Toutes ces données ont été structurées sous forme de couches thématiques et stockées dans une base de données géographiques, dédiée à l'aménagement de le la daïra de Sidi Mezghiche.

**Mots clés** : Systèmes agroforestiers ; SIG, analyses multicritères ; Sidi Mezghiche

## **Summary**

Through this study, we tried, using the geographic information system (GIS), to identify potential sites for the establishment of agroforestry systems in Sidi Mezghiche over a total area of 33175 ha.

The methodological approach used in this study involves the crossing of several information plans (land use, slopes, road network, hydrographic network, population, etc.). These information planes were then combined by multi-criteria analysis methods to produce synthetic information on the most appropriate sites for agroforestry systems.

The superposition of the different decision factor layers, while excluding the nuclei to be protected, made it possible to select suitable surfaces. These are free surfaces which do not present, on the basis of multi-criteria analyses, environmental constraints. This method has proven accuracy, flexibility and cost-effectiveness.

All this data was structured in the form of thematic layers and stored in a geographical database, dedicated to the development of the daïra of Sidi Mezghiche.

**Keywords:** Agroforestry systems; GIS, multi-criteria analyses; Sidi Mezghiche

## ملخص

من خلال هذه الدراسة حاولنا باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) تحديد المواقع المحتملة لإنشاء أنظمة الحراجة الزراعية في دائرة سيدي مزغيش على مساحة إجمالية قدرها 33175 هكتار.

يتضمن الأسلوب المنهجي المستخدم في هذه الدراسة استخدام العديد من المخططات المعلوماتية (استخدام الأراضي ، والمنحدرات ، وشبكة الطرق ، والشبكة الهيدروغرافية ، والسكان ، وما إلى ذلك). تم بعد ذلك دمج هذه البيانات بواسطة طرق تحليل متعددة المعايير لإنتاج معلومات تركيبية عن أنسب المواقع لأنظمة الحراجة الزراعية. إن تركيب الخرائط المختلفة ، مع استبعاد النوى المراد حمايتها ، جعل من الممكن اختيار الأسطح المناسبة. هذه أسطح حرة لا تتضمن ، على أساس تحليلات متعددة المعايير ، قيود بيئية. أثبتت هذه الطريقة الدقة والمرونة والفعالية من حيث التكلفة. تم تنظيم كل هذه البيانات على شكل طبقات موضوعية و تم تخزينها في قاعدة بيانات جغرافية مخصصة لتطوير دائرة سيدي مزغيش.

**الكلمات المفتاحية:** نظم الحراجة الزراعية؛ نظم المعلومات

الجغرافية ، تحليلات متعددة المعايير ؛ سيدي مزغيش.

## *Liste des Abréviations*

---

**ASTER:** Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer.

**ESRI :** Environmental Systems Research Institute.

**GDEM:** Global Digital Elevation Model.

**MNT :** Le Modèle Numérique de Terrain

**NASA:** Administration Nationale de l'Aéronautique et de l'Espace.

**RGPH :** Recensement Général de la Population et de l'Habitat

**SIG :** Système d'Information Géographique.

**THR :** Très Haute Résolution spatiale.

**TIN:** réseau triangulé irrégulier

**3D:** 3 Dimensions



## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau 01 :	Le nombre d'habitants de la daïra de Sidi Mezghiche (2008).....	18
Tableau 02 :	Les images Sentinel-2 utilisées dans la classification supervisée.....	20
Tableau 02 :	Répartition des terres dans la daïra de Sidi Mezghiche.....	30
Tableau 04 :	Classes de pentes.....	30
Tableau 05 :	La variation spatiale des précipitations de la daïra de Sidi Mezghiche	32

## *Liste des figures*

<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01 :</b>	L'impact des haies sur le rendement agricole.....	03
<b>Figure 02 :</b>	Structures de données dans un SIG.....	12
<b>Figure 03 :</b>	Composantes d'un SIG.....	12
<b>Figure 04 :</b>	Création de zones tampon (Campbell et Shin, 2011).....	13
<b>Figure 05 :</b>	Situation géographique et administrative de la daïra de Sidi Mezghiche	15
<b>Figure 06 :</b>	Carte du relief de la daïra de Sidi Mezghiche.....	16
<b>Figure 07 :</b>	Carte des précipitations annuelles de la daïra de Sidi Mezghiche (1970 2000).....	17
<b>Figure 08 :</b>	Organigramme de l'approche méthodologique.....	19
<b>Figure 09 :</b>	Vue 3D d'un MNT.....	21
<b>Figure 10 :</b>	Téléchargement des images satellites avec SAS Planet .....	22
<b>Figure 11 :</b>	Image raster finale de la région d'étude.....	22
<b>Figure 12 :</b>	La digitalisation avec l'outil Editor dans ArcMap.....	23
<b>Figure 13 :</b>	Exemple de sélection de sites d'entraînement (Region of Interest : ROI) pour la classification supervisée.....	25
<b>Figure 14 :</b>	Série chronologique de l'(NDVI) de de la daïra de Sidi Mezghiche....	28
<b>Figure 15 :</b>	Compositions colorées en réflectance (NDVI composites : False color)	29
<b>Figure 16 :</b>	Carte d'occupation de sol de la daïra de Sidi Mezghiche.....	29
<b>Figure 17 :</b>	Classes de pentes de la daïra de Sidi Mezghiche.....	31
<b>Figure 18 :</b>	Réseau hydrographique de la daïra de Sidi Mezghiche.....	31
<b>Figure 19 :</b>	Carte des précipitations annuelles de la daïra de Sidi Mezghiche .....	32
<b>Figure 20 :</b>	Réseau routier de la daïra de Sidi Mezghiche.....	33
<b>Figure 21 :</b>	L'occupation du bâti dans la daïra de Sidi Mezghiche.....	34
<b>Figure 22 :</b>	Classes d'aptitudes des terres en agroforesterie.....	35

## *Table des matières*

---

Remerciements.

Dédicaces.

Résumé.

Liste des Abréviations.

Liste des Tableaux.

Liste des Figures.

Introduction.....	01
Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique.....	02
I.1.Définition de l'agroforesterie.....	02
I.2. Les avantages de l'agroforesterie.....	02
I.2.1. Régulation du climat.....	02
I.2.2. Paysage et biodiversité.....	03
I.2.3. Conserver et régénérer les sols.....	04
I.2.4. Productions complémentaires dans les fermes.....	04
I.3. Agroforesterie et résilience.....	06
I.4. Types de systèmes agroforestiers.....	07
I.4.1. Haies brise-vent.....	08
I.4.2. Bandes riveraines.....	08
I.4.3. Systèmes de cultures intercalaires.....	09
I.4.4. Systèmes sylvopastoraux.....	09
I.4.5. Cultures sous couvert forestier.....	10
I.5. Contribution du SIG à la sélection de sites potentiels de systèmes agroforestiers....	10
I.5.1. Définition du SIG.....	10
I.5.2. L'intérêt de SIG.....	10
I.5.3. Les Composantes d'un SIG.....	11
I.5.4. Modélisation des données géographiques.....	13
I.5.5. L'analyse spatiale à travers le SIG.....	13
Chapitre II : Matériel et Méthodes.....	14
II.1. Présentation de la zone d'étude.....	14
II.1.1. Situation géographique et administrative.....	14

II.1.2. Topographie.....	16
II.1.3. Le climat et le réseau hydrographique.....	17
II.1.4. Population.....	18
II.2. Approche Méthodologique.....	19
II.2.1. Sources des données utilisées.....	20
II.2.1.1. Les images Sentinel-2.....	20
II.2.1.2. Les images Google Earth.....	20
II.2.1.3. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) .....	21
II.2.1.4. Les données récoltées auprès des institutions locales.....	22
II.2.2. Méthodes de traitement des données.....	22
II.2.2.1. Acquisition des images Google Earth.....	22
II.2.2.2. La digitalisation.....	23
II.2.2.3. Traitement des images Sentinel-2 pour la cartographie d'occupation du sol.....	24
A. Prétraitements.....	24
B. Intégration de l'indice de végétation (NDVI).....	24
II.2.2.4. Classification des images.....	24
II.2.2.5. Traitement de Modèle Numérique de Terrain (MNT).....	25
II.3. Outils de Géo- traitement.....	26
<b>Chapitre III : Résultats et discussion.....</b>	<b>27</b>
III.1. Les facteurs intervenant dans la modélisation .....	27
III.2. Génération des cartes thématique .....	28
III.2.1. L'Occupation du sol.....	28
III.2.2. Les pentes et le réseau hydrographique .....	30
III.2.3. La précipitation.....	32
III.2.4. Le réseau routier.....	33
III.2.5. L'occupation du bâti.....	34
III.3. Modélisation des facteurs intervenant à l'identification des classes d'aptitude Agro-forestière.....	34
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>38</b>

# Introduction

## Introduction

Agriculture et forêt ont souvent été considérées comme concurrentes par rapport à l'espace et aux utilisations de la terre, particulièrement en Algérie où les pratiques de défriches sur brûlis apparaissent comme l'un des facteurs importants de la diminution des surfaces forestières (Bouhabila, 2019).

La nécessité de réconcilier l'agriculture et la foresterie au sein des mêmes espaces à travers des aménagements basés sur une utilisation durable et écologiquement optimisée des espaces et des sols. En effet, dans le contexte environnemental en Algérie, l'agroforesterie permettrait une gestion participative du patrimoine forestier tout en préservant le couvert végétal menacé, contribuerait à la production alimentaire et par conséquent à la souveraineté alimentaire du pays. De ce fait, l'agroforesterie représente théoriquement une option clé pour le développement socioéconomique et la protection de l'environnement.

La présente étude a pour objectifs d'évaluer la contribution du S. I. G à la sélection de sites potentiels pour l'implantation des systèmes d'agroforesterie dans la daïra Sidi Mezghiche (Skikda). Il est impératif de rechercher et sélectionner les sites en adéquation avec les potentialités. Ceci dans le but de réduire les charges économiques, améliorer la rentabilité et résoudre les problématiques environnementales rencontrées dans le milieu agricole.

Dans ce contexte, les Systèmes d'Information Géographiques se présentent comme des technologies efficaces, ayant un large domaine d'application, ils ont montré une grande efficacité dans la matière de la gestion des ressources grâce à leur performance dans le géo-référencement. Ils offrent des outils appropriés pour la combinaison de données spatiales. Ceci permettra une communication des informations entre les intervenants afin d'assurer une bonne coordination des activités.

Notre mémoire est structurée en trois chapitres : • le premier chapitre présente des données bibliographiques qui englobent des généralités sur l'agroforesterie et l'intérêt de systèmes d'information géographique dans la gestion des ressources. • La deuxième partie empirique, comprend l'identification de la zone d'étude suivie par matériel et méthodes d'analyses adoptées, alors que le dernier chapitre est réservé à la présentation des résultats, leurs interprétations et leurs discussions. La fin de ce manuscrit est terminée par une conclusion générale qui fait ressortir l'essentiel des aboutissements de cette étude.

# **Chapitre I: Synthèse Bibliographique**

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

### I.1. définition de l'agroforesterie

«L'agroforesterie, un système contrôlé de la combinaison d'arbres avec d'autres cultures et élevages, offre l'opportunité d'accroître l'approvisionnement alimentaire pour les humains et les animaux». (Hulse et Pearson, 1979).

Cependant, cette définition simple ne tient pas compte des concepts intégrés liés à l'agroforesterie qui en font probablement le système d'aménagement des terres le plus autonome et le plus écologique qui soit. Ainsi, une deuxième définition de l'agroforesterie pourrait être l'intégration d'arbres, de plantes et d'animaux dans des systèmes productifs durables et de conservation.

Fondamentalement, l'agroforesterie désigne une mise en valeur du sol fondée sur une association de ligneux et de cultures ou d'animaux sur une même surface afin d'obtenir des produits ou des services utiles à l'homme (Torquebiau, 2000). Son intérêt réside dans les interactions agronomiques, écologiques (amélioration du sol, modification du microclimat, augmentation de la biodiversité fonctionnelle), et économiques (amélioration des revenus, diversification des productions, etc.) créées entre les arbres et les plantes cultivées ou les animaux.

On peut considérer que l'agroforesterie est plus une approche qu'une technologie unique et achevée. Même si plusieurs systèmes agroforestiers complets ont été conçus et mis à l'épreuve, il faut souvent les adapter à chaque situation particulière. La flexibilité de l'approche de l'agroforesterie en constitue un des avantages (Torquebiau, 2000).

### I.2. Les avantages de l'agroforesterie

#### I.2.1. Régulation du climat

Les arbres participent à la réduction du réchauffement climatique en pompant du carbone. De plus, les arbres maintiennent de l'humidité sur les territoires et jouent un rôle tampon contre les températures extrêmes.

À l'échelle d'un territoire, les arbres peuvent donc atténuer les effets du changement climatique. À l'échelle d'une ferme ou d'une parcelle, les arbres créent un micro-climat pour abriter les animaux du vent, du froid, de la chaleur. Des études ont prouvé que cette protection



améliore la productivité des animaux (augmentation de la production de viande ou de lait, diminution des indices de consommations en volailles) et augmente la production d'herbe ou de céréales à l'échelle d'une parcelle (Euskal Herriko, 2015).

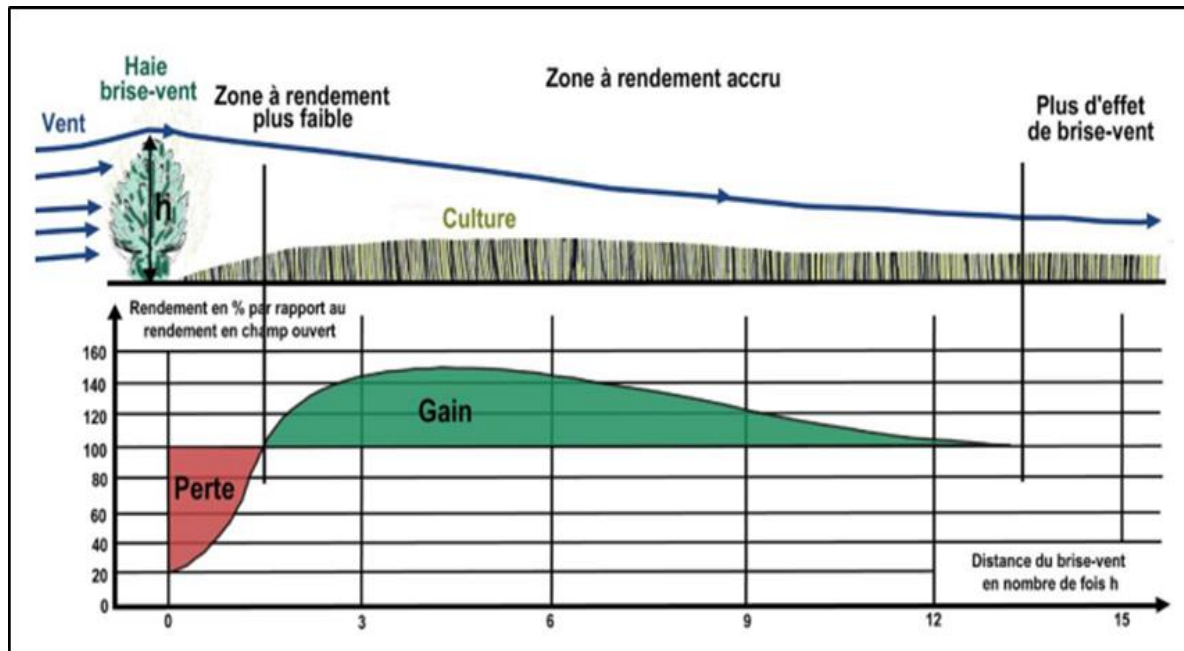


Figure 01 : L'impact des haies sur le rendement agricole

### I.2.2. Paysage et biodiversité

La mosaïque de haies, forêts ou arbres clairsemés dessine un paysage spécifique. Elle offre un cadre de vie agréable pour les habitants et les vacanciers. Ces arbres forment aussi des corridors écologiques qui abritent, nourrissent et permettent à la faune sauvage de circuler sur le territoire. Les insectes, reptiles, petits mammifères ou oiseaux abrités dans les arbres sont des alliés indispensables pour les paysans.

Les abeilles pollinisent les cultures ; certains papillons, coccinelles ou carabes régulent les populations de ravageurs des cultures ; les serpents, les fouines et les belettes se nourrissent des mulots... Les essences locales sont parfaitement adaptées au sol, au climat et aux cortèges d'insectes et de mammifères présents sur le territoire. Il est important de favoriser des essences locales et diversifiées, pour nourrir les auxiliaires tout au long de l'année (Euskal Herriko, 2015).

### **I.2.3. Conserver et régénérer les sols**

Les arbres limitent l'érosion des sols dans les pentes et en bordure des cours d'eau. En outre, les racines sont à l'origine d'une multitude de services insoupçonnés. Elles s'associent aux champignons du sol pour former de longs réseaux mycorhiziens, qui s'étendent bien au-delà du système racinaire de l'arbre. Ces mycorhizes absorbent des éléments nutritifs qui seront restitués aux cultures avoisinantes par le biais des feuilles tombées à l'automne. Elles permettent aussi d'augmenter le pouvoir de rétention d'eau du sol, ou encore de faire passer de nombreux messages entre les arbres et les autres végétaux présents dans les parcelles, pour mieux résister face à des stress climatiques ou des maladies. Par ailleurs, le système racinaire des arbres est composé de 30 % de « racines feuilles » qui meurent chaque année, apportant une grande quantité de matière organique dans les sols. (Torquebiau, 2000).

### **I.2.4. Productions complémentaires dans les fermes**

Des arbres disposés en bordure de parcelle ou à faible densité à l'intérieur des prairies et des champs peuvent apporter un revenu complémentaire par la production de fruits ou de bois. Certains éleveurs utilisent aussi les fruits d'automne (glands, châtaignes) ou les feuilles d'arbres afin de réduire leurs charges alimentaires.

Une alimentation diversifiée, avec des broussailles et des arbres à disposition, stimule l'appétit et le système immunitaire des animaux. Enfin, dans d'autres régions, de nombreux paysans utilisent du bois broyé sous forme de litière afin de réduire les achats de paille.

Donc, avec des plantations agro-forestières, divers avantages sont reconnus (Balleux et Dufranne, 2012):

#### **Au point de vue économique et social :**

- Constitution d'un capital complémentaire à la pension ou la cessation d'activité : valeur marchande d'arbres précieux, croissance supérieure des arbres agroforestiers par rapport à leurs cousins typiquement forestiers, cernes réguliers ;
- Maintien du revenu strictement agricole : à densité maximale de 50 tiges/ha, le boisement protège et améliore les cultures « classiques » sans en affecter le revenu ;

- Diversification des revenus : bois de services, chauffage, bois énergie, bois raméal fragmenté sont autant de revenus complémentaires s'ajoutant au revenus typiquement agricoles ;
- Autre image de la profession vis-à-vis du public (paysages...), qui a parfois une vision « destructrice » du monde agricole due à la mécanisation à outrance liée à l'intensivité des pratiques courantes ;
- Services divers et création d'emplois ; pluriactivité, diversification, produits du terroir, la diversification agricole en activités touristiques (gîtes ruraux, chambres d'hôtes, camping à la ferme, vente de produits à la ferme, activités cynégétiques, artisanats divers...);

**Au point de vue agronomique :**

- Cultures et prairies : rendements des surfaces cultivées abritées de 6 à 20 % supérieurs à ceux obtenus en zones exposées au vent, amélioration de la quantité et de la qualité (appétence) des cultures fourragères et des herbages ;
- Animaux : meilleure santé, protection directe et indirecte durant les périodes climatiques extrêmes (vents froids et fortes chaleurs), rendements en lait et viande supérieurs dans les zones abritées ;
- Arboriculture fruitière : arbres et arbustes conservant leur feuillage suffisamment tard à l'automne pour protéger les fruits jusqu'à leur récolte, et suffisamment précocement au printemps pour protéger les premières feuilles et les fleurs ;

**Au point de vue environnemental :**

- Fertilisation naturelle favorisée : moins d'intrants, remontée des éléments nutritifs « profonds » par les racines (effet de pompe à nutriments) ;
- Protection contre l'érosion des sols : limitation de l'érosion éolienne ou pluviale voire du pouvoir fortement érosif de l'eau lors d'inondations massives ;
- Protection des nappes phréatiques : facilitation de l'infiltration des eaux et filtrage avant recharge des nappes ;
- Impacts positifs sur la biodiversité : arbres isolés, haies libres, talus herbeux, chemins creux, mares, friches, boisements ponctuels et lisières jouent les rôles d'habitat (zones de refuge), de relais et de "couloirs de liaison" (corridors écologiques).
- Stockage du carbone : masses racinaires importantes ;

- Effets paysagers favorables : création de nouvelles perspectives, points de repère visuels ...

### **I.3. Agroforesterie et résilience**

La résilience d'un écosystème se définit par sa capacité à retrouver son état initial après une perturbation (Holling *et al.* ; 1973), et ces perturbations peuvent être d'ordre tant biophysique que social . Dans le contexte nord-africain et particulièrement celui de l'Algérie caractérisée par un couvert végétal tenu sur l'ensemble de son territoire et une forêt fragilisée vulnérable face aux besoins grandissants en terres cultivées et en terrain à bâtir, la résilience est relativement faible. Par conséquent, une simple perturbation se transforme rapidement en changement irréversible.

En écologie, on parle de « tipping points » ou points de basculement, qui désignent « un seuil critique à partir duquel une perturbation minime peut modifier qualitativement l'état ou le développement d'un système. » (Lenton *et al.*; 2008). L'agroforesterie offre une alternative qui semble bien plus efficiente à plusieurs niveaux et devrait être au cœur des politiques agricoles et forestières.

L'agroforesterie est un compromis intéressant qui permettrait non seulement de préserver les espaces boisés en amortissant le choc anthropique et en encadrant l'activité humaine, mais qui permettrait également de mobiliser le capital humain afin de conquérir les larges étendues arides en s'inscrivant dans une logique de reboisement utile.

La problématique des feux de forêt peut aussi, à son tour, être amortie par l' agroforesterie, car les moyens techniques les plus sophistiqués ne permettent pas toujours d'assurer une lutte convenable et atteignent leurs limites face au contexte nord-africain non seulement à cause du relief escarpé mais aussi à cause de la rareté des points d'eau.

L' agroforesterie offre ainsi une alternative notamment avec l'implication du citoyen vivant dans la forêt, n'ayant pas d'autre choix qu'être vigilant et responsable, c'est lui qui sera le premier à prévenir les autorités et combattre les départs de feux en protégeant son habitat et ses cultures, Par ailleurs, la sédentarisation offrira un meilleur accès aux agents de la protection civile et aux forestiers à l'intérieur des massifs. (Bouhabila, 2019).

#### **I.4. Types de systèmes agroforestiers**

Il existe plusieurs classifications des systèmes agroforestiers dû à leur grande diversité. En effet, chaque système exerce des fonctions précises dans le milieu, ce qui mène à l'identification de nombreux critères différentiels. Toutefois, Nair (1985) est parvenu à restreindre la classification en cinq éléments.

Le premier concerne la nature des composantes et fait référence à ce qui est intégré dans les systèmes agroforestiers. Dans le cas de l'agrosylviculture, il s'agit de la combinaison des arbres et des cultures; le sylvopastoralisme, de la combinaison d'arbres et d'élevages et l'agrosylvopastoralisme, de la combinaison d'arbres, de cultures et d'élevages. Ces trois catégories visent la diversification des productions et des revenus à la fois dans le temps et l'espace (Anel, 2009; Schoeneberger, 2009).

Le second élément tend à caractériser l'arrangement des composantes des systèmes agroforestiers afin de déterminer si elles coexistent simultanément à long terme, si elles coexistent seulement pour une période donnée ou si elles se succèdent dans le temps.

Le troisième élément traite du rôle fonctionnel des systèmes, en appuyant leur différenciation sur leur objectif premier, soit la production ou la conservation.

Quatrièmement, les zones agro-écologiques sont utilisées pour distinguer les systèmes en fonction des conditions climatiques et végétales, ainsi que le potentiel d'utilisation des terres.

Finalement, la considération des caractéristiques sociales et économiques est une méthode basée sur une échelle de production et de complexité des technologies, telle que les niveaux de subsistance, intermédiaire ou commercial. En fait, les systèmes de subsistance sont essentiellement rencontrés dans les pays en voie de développement; la production est suffisante pour répondre aux besoins de la famille de l'agriculteur. À l'autre extrême, les systèmes commerciaux sont associés à des grandes productions sur des terres appartenant soit au gouvernement, à des industries ou des compagnies privées. Entre les deux, les systèmes de type intermédiaire visent les productions des petites et moyennes fermes où il est possible d'obtenir des revenus supplémentaires pour la famille du producteur. En d'autres termes, c'est la prospérité économique qui distingue les trois niveaux de production (Nair, 1993).

En se basant sur une telle classification, il est évident que chaque système est unique selon les conditions du milieu et les objectifs du propriétaire. Il est toutefois possible d'effectuer une brève revue des cinq principaux systèmes agroforestiers tempérés répertoriés à ce jour et reconnus officiellement par l'AFTA, soit les haies brise-vent, les bandes riveraines, les systèmes de cultures intercalaires, les systèmes sylvopastoraux et les cultures sous couverts forestiers. Pour chacun de ces systèmes, plusieurs variantes sont envisageables.

#### **I.4.1. Haies brise-vent**

Les haies brise-vent consistent en un alignement d'une ou plusieurs rangées de végétaux ligneux (arbres ou arbustes) disposées à proximité des bâtiments ou à travers les champs ou les pâturages et dont la fonction première réside dans la capacité d'atténuer les perturbations des terres cultivées attribuables aux vents nuisibles. Les rôles connexes de ces systèmes extensifs sont nombreux : protection contre l'érosion des sols, barrière contre la dispersion des pesticides, optimisation de la pollinisation de certaines cultures, atténuation des odeurs et réduction des accumulations de neige (Vézina, 2011).

De cela découlent divers avantages socio-économiques et environnementaux, soit la réduction du stress des animaux d'élevage et donc de leur mortalité, l'augmentation des rendements des cultures, la production de bois, la réduction des coûts de chauffage des bâtiments, l'embellissement du paysage et la diversification des habitats pour la faune (De Baets, 2007).

La nature des bénéfices encourus par une telle approche dépendent de divers facteurs techniques, tels que la hauteur, la densité, l'orientation, la continuité et la localisation des haies (Brandle *et al.*, 2000).

#### **I.4.2. Bandes riveraines**

Les bandes riveraines sont des aménagements constitués d'arbres, d'arbustes et de divers végétaux localisés en bordure des cours d'eau qui contribuent à un apport de nombreux services écologiques. Elles sont des systèmes extensifs principalement utilisées pour contrôler la pollution de l'eau (captation des sédiments, de matières organiques et des contaminants présents dans les eaux de ruissellement) et réduire l'érosion des berges. Elles remplissent aussi plusieurs autres fonctions : amélioration des habitats fauniques, hausse de la biodiversité, régulation des cycles hydrologiques perturbés par les activités humaines,

contrôle de la morphologie des cours d'eau et recharge des eaux souterraines (Schoeneberger, 2009; Schultz *et al.*, 2000). De plus, des avantages économiques directs découlent de la vente de matière ligneuse suivant les activités de coupes sélectives nécessaires pour l'entretien des bandes riveraines (De Baets, 2007).

#### **I.4.3. Systèmes de cultures intercalaires**

Garrett et McGraw (2000) définissent les Systèmes de cultures intercalaires (SCI) comme une plantation de rangées d'arbres largement espacées et entre lesquelles des cultures agricoles ou horticoles sont produites. Les SCI sont des systèmes intensifs possédant les caractéristiques qui s'assimilent le mieux à la définition de l'agroforesterie, car l'association intentionnelle des arbres et des cultures est réalisée à grande échelle sur l'ensemble de la superficie cultivée et tend à intégrer davantage les fonctions éco-systémiques naturelles.

De plus, comparativement aux haies brise-vent et aux bandes riveraines, les interactions entre les arbres et les cultures sont présentes sur l'ensemble de la parcelle plutôt que restreintes à un seul secteur. Ces fonctions génèrent des bénéfices variés : protection des sols et des eaux, protection de la biodiversité, séquestration du carbone, augmentation des rendements agricoles, diversification de la production dans le temps et l'espace, stratification des habitats, etc. (Dupraz et Liagre, 2011). Afin de réaliser ces systèmes, une attention rigoureuse doit être portée envers la sélection des espèces associées pour optimiser les bénéfices.

#### **I.4.4. Systèmes sylvopastoraux**

Les systèmes sylvopastoraux reposent sur la complémentarité entre les productions d'arbres, de cultures fourragères et d'animaux d'élevage. Ainsi, plusieurs des bénéfices mentionnés précédemment pour les SCI s'appliquent également pour les systèmes sylvopastoraux, mais les objectifs sont quelque peu divergents. En effet, les revenus annuels reposent sur les animaux d'élevage plutôt que sur les cultures intercalaires (Clason et Sharrow, 2000). Il s'agit d'un système traditionnel assez répandu dans les pays développés puisque la diversification des productions constitue un avantage majeur face aux incertitudes économiques (De Baets, 2007).

#### **I.4.5. Cultures sous couvert forestier**

Les cultures sous couvert forestier correspondent à la production végétale sous couvert arboré. Afin d'appartenir aux systèmes agroforestiers et d'être considéré comme un système intentionnel, ce type d'exploitation doit être instauré dans des peuplements forestiers naturels exploités ou des plantations. Ainsi, la simple récolte de plantes sauvages n'est pas considérée comme de l'agroforesterie. Les cultures sous couvert forestier génèrent des produits forestiers non ligneux (PFNL) qui sont très diversifiés et utilisés pour une multitude de produits dérivés : aliments, produits médicinaux, huiles essentielles, biocarburants, etc. (De Baets et Lebel, 2007).

La diversification de la production s'étale sur sept niveaux de récolte : la canopée, la strate intermédiaire des arbres, la strate arbustive, la strate herbacée, la surface du sol, la rhizosphère et la strate verticale (Hill and Buck, 2000). Cette pratique favorise la diversification des cultures, la régulation du cycle hydrologique, la conservation des sols et la création d'habitats fauniques (Simard, 2012)

### **I.5. Contribution du SIG à la sélection de sites potentiels de systèmes agroforestiers**

#### **I.5.1. Définition du SIG**

Un système d'information géographique (SIG) est un moyen de gestion de base de données conçu pour saisir, stocker, manipuler, analyser, combiner et afficher des données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes complexes de gestion et de planification (Fischer *et al.*, 1993).

Un système d'information géographique est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées.

#### **I.5.2. L'intérêt de SIG**

Les SIG sont désormais très répandus au sein des collectivités territoriales, et offrent d'importantes potentialités pour la gestion de ressources naturelles et de l'environnement :



- ✓ Ils permettent l'intégration de données de sources et de thèmes variés au sein de plateformes cohérentes des points de vue à la fois géométriques (référentiels géodésiques, topologie), et sémantiques (harmonisation et transcodage des nomenclatures).
- ✓ Ils intègrent des outils d'analyse spatiale et statistique utiles pour la production d'indices, ou pour fournir - à la demande - des données spécifiques pertinentes pour la mise en œuvre des stratégies de prévention ou de gestion des crises.
- ✓ Les SIG offrent d'importantes possibilités pour la représentation de l'information spatialisée sous des formes variées : cartes thématiques ou synthétiques à différentes échelles, statistiques, animations,... etc. permettant d'adapter la documentation produite et distribuée en fonction des besoins opérationnels et des destinataires.
- ✓ La numérisation de l'information géographique facilite sa mise à jour en continu qui peut alors devenir une simple opération de maintenance en routine ne nécessitant pas, comme avec la donnée sur papier, de recommencer intégralement la collecte et la synthèse cartographique.
- ✓ Une fois structurée, l'information géographique numérique peut faire l'objet d'une diffusion sous différentes formes. Les outils de cartographie en ligne, généralement associés à des catalogues d'information géographique dans le cadre d'infrastructures de données spatiales (IDS) facilitent la diffusion par Internet des données et des produits réalisés à partir de celles-ci. Ces IDS définissent également, dans un cadre conventionnel établi, les conditions de propriété, de responsabilité et de diffusion de l'information géographique (Campbell et Shin, 2011).

### **I.5.3. Les Composantes d'un SIG**

Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion grâce à l'interaction de trois composantes (Fig 03, 04) :

- Un ensemble d'outils matériels et logiciels qui supportent l'information et qui doit faciliter son exploitation.
- Un ensemble d'administrateurs, d'opérateurs et d'utilisateurs qui agissent sur le système en définissant, vérifiant ou demandant de l'information.

- Un ensemble de données dont les deux acteurs précédents doivent garantir la validité.

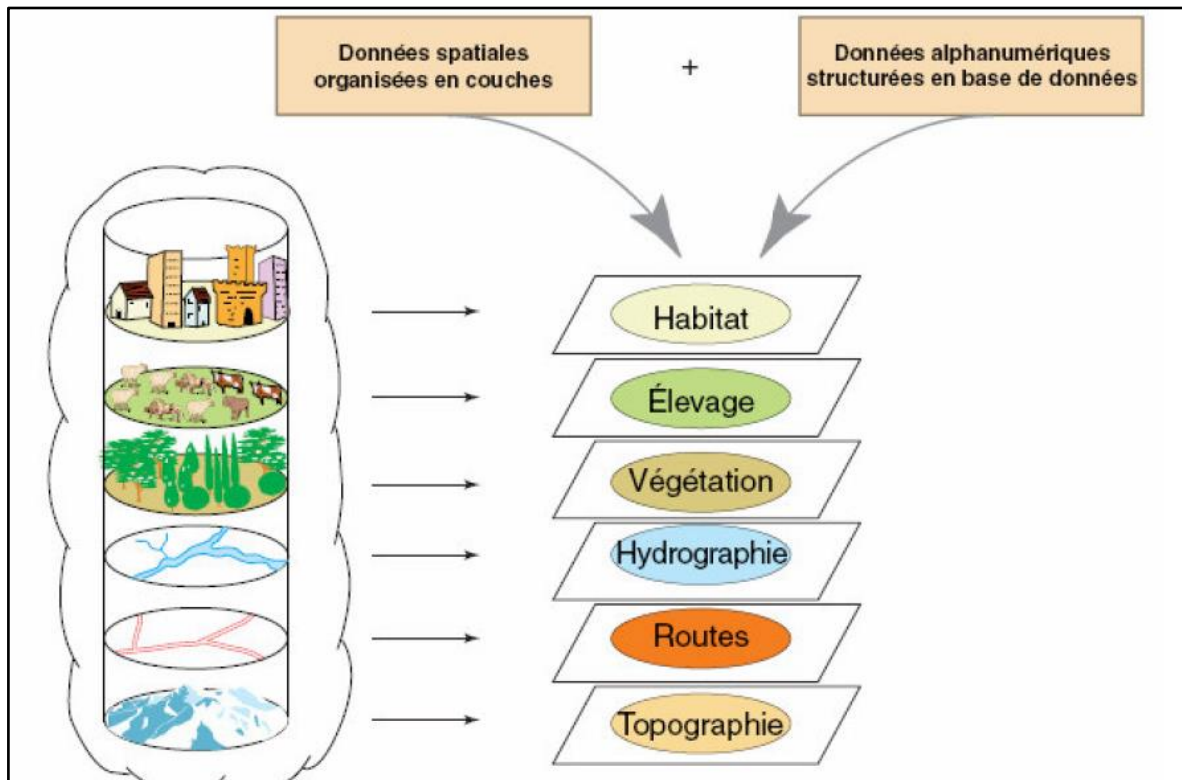


Figure 02 : Structures de données dans un SIG

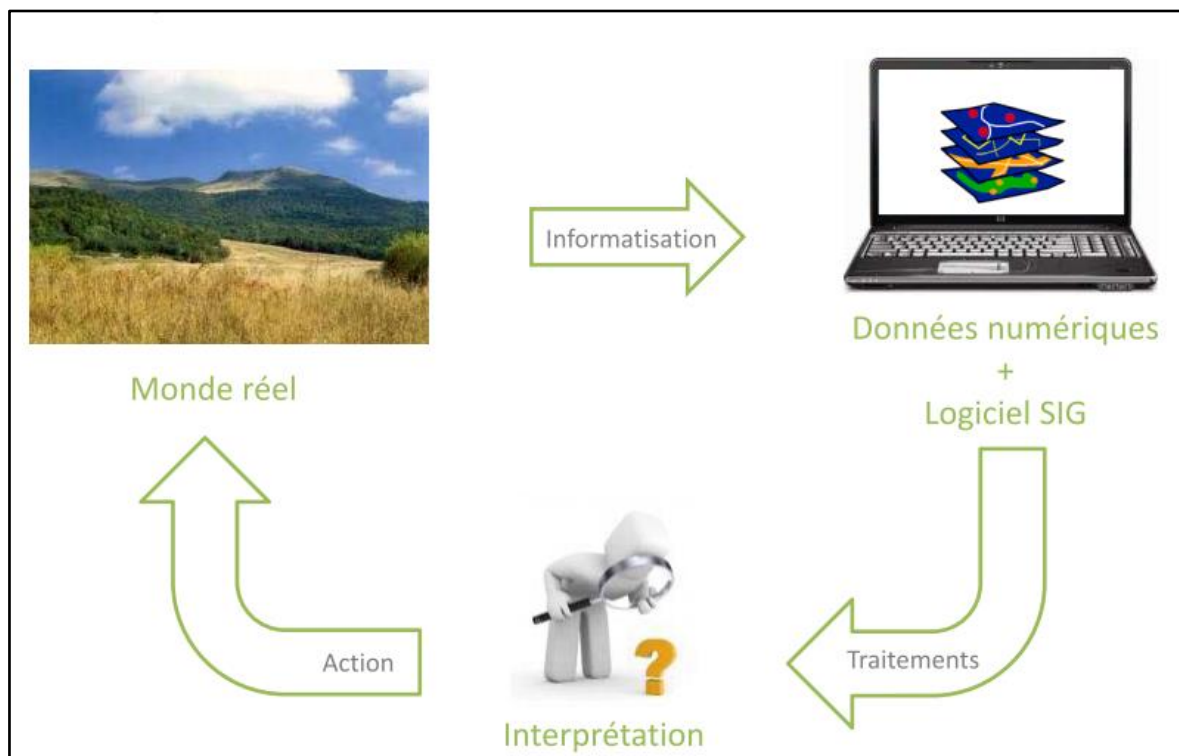


Figure 03 : Composantes d'un SIG

#### I.5.4. Modélisation des données géographiques

La modélisation des données est une étape fondamentale indispensable à toute tentative de gestion globale des ressources. Elle constitue le fondement du développement d'une base de données (BD) dont la vocation s'oriente vers l'exploitation, l'appréhension du problème, la gestion et la préservation de systèmes, qu'ils s'agissent de systèmes dits naturels ou humains tels qu'une entreprise, un milieu physique (Lambin, 1997). La modélisation permet de clarifier un environnement réel souvent complexe et confus en identifiant et en représentant les objets d'intérêt, tout en supprimant les détails inutiles.

#### I.5.5. L'analyse spatiale à travers le SIG

Grâce aux SIG, nous disposons d'un grand nombre d'outils d'analyse spatiale pour évaluer les structures et processus géographiques de plusieurs jeux de données. Ces outils se basent notamment sur plusieurs concepts comme la distance, l'interaction spatiale ou la centralité. Dans les domaines environnementaux, des outils puissants d'analyse spatiale peuvent être employés.

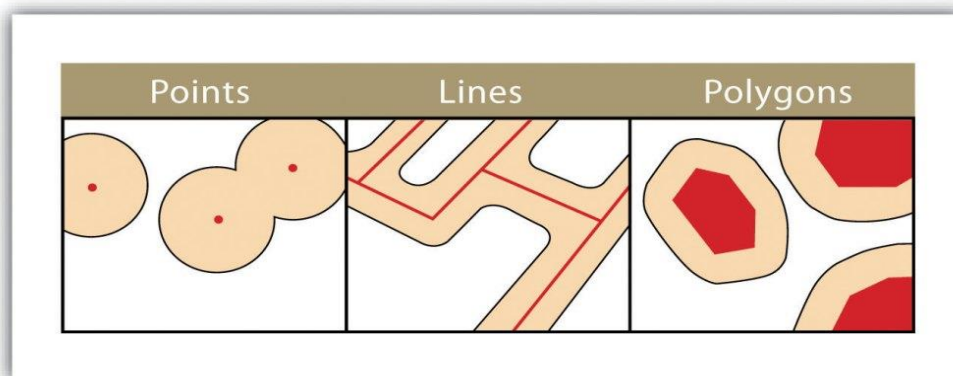
Les outils de base d'analyse spatiale comprennent :

- **Le géocodage**

Localiser les objets ou les personnes sur terre, en transformant une adresse postale (référence géographique implicite) en coordonnées spatiales (référence géographique explicite).

- **L'analyse de distances/surfaces**

Identifier les objets les plus proches, calculer la superficie d'entités surfaciques, créer des zones tampon (fig. 04).



**Figure 04** : Création de zones tampon (Campbell et Shin, 2011)

- **La superposition ou jointure spatiale**

Sélectionner des entités en fonction d'une relation spatiale et faire ressortir des indicateurs statistiques en sortie.

- **L'analyse de tendance spatiale**

Bien que la cartographie aide à apprécier les tendances spatiales d'un phénomène géographique, des modèles spatiaux doivent être utilisés pour comprendre et quantifier ces patterns. Basés sur la statistique différentielle, ces modèles évaluent le degré de significativité d'une tendance spatiale des données : les entités, ou les valeurs associées aux entités ne constituent pas un modèle spatialement aléatoire.

# **Chapitre II :**

# **Matériel et**

# **méthodes**

## Chapitre II : Matériel et méthodes

### II.1. Présentation de la zone d'étude

#### II.1.1. Situation géographique et administrative

La daïra de Sidi Mezghiche constitue une unité géographique importante, située au sud de la wilaya de Skikda comprise entre  $36^{\circ}33'07''$  et  $36^{\circ}47'15''$  Nord et entre  $06^{\circ}27'11''$  et  $06^{\circ}49'45''$  Est (figure 05). Elle s'étend sur une superficie de  $331.75 \text{ km}^2$  (33175 ha) et compte trois communes : Sidi Mezghiche, Beni Oulbane et Ain Bouziane.

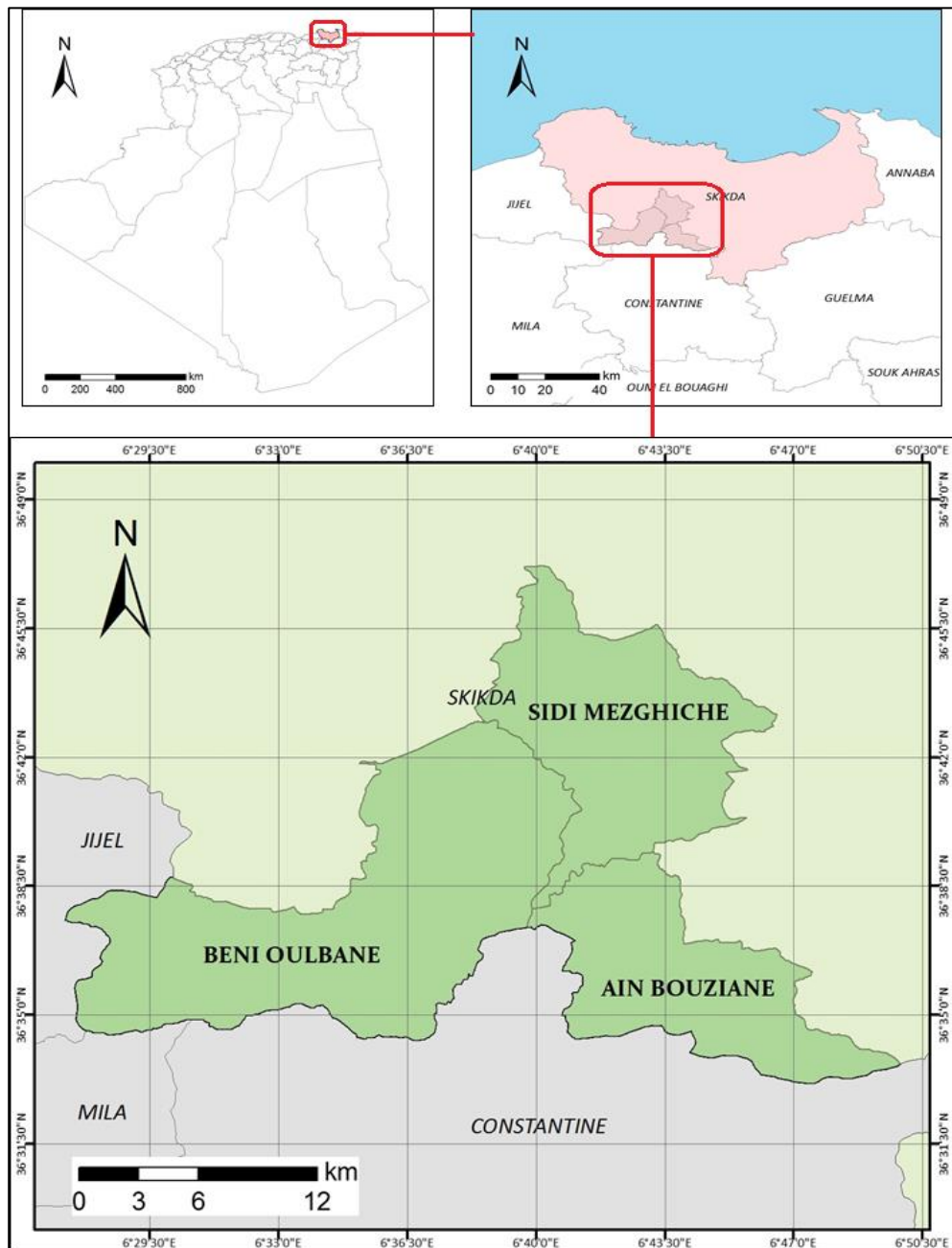
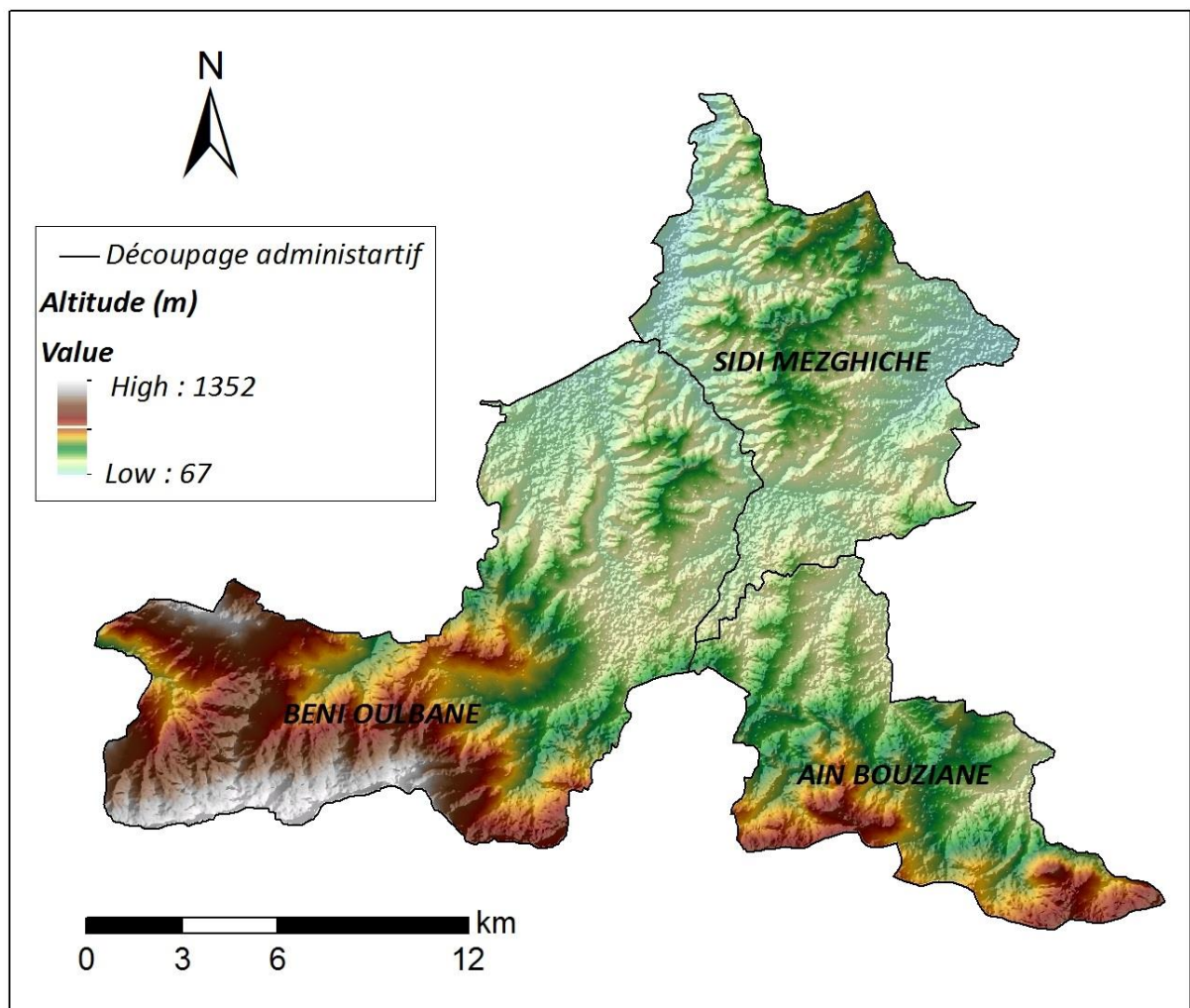


Figure 05 : Situation géographique et administrative de la daïra de Sidi Mezghiche.

### II.1.2. Topographie

La région de Sidi Mezghiche forme la bordure Sud-Est du massif de la petite Kabylie. Elle est limitée au Nord par la région de Tamalous, à l'Est par Emdjez Edchich et El Harrouch, à l'Ouest par les massifs d'Oum Ettoub et Sidi Kember et au Sud par la région de Zighoud youcef et Béni hmidane.

La zone d'étude montre des reliefs moyennement élevés aux alentours de 67 à 1352 m (fig.06). Elle fait partie de l'Atlas tellien qui, à partir de l'Algérois vers l'Est du pays, se scinde en deux chaînes montagneuses parallèlement à la côte méditerranéenne. Certains affaissements présentent des altitudes basses (67m). Dans la partie Nord-Ouest au-delà de Sidi Mezghiche et vers Tamalous, ces altitudes deviennent plus importantes au sud avec des pics dépassant les 1 350 m (djebel Sidi Driss).

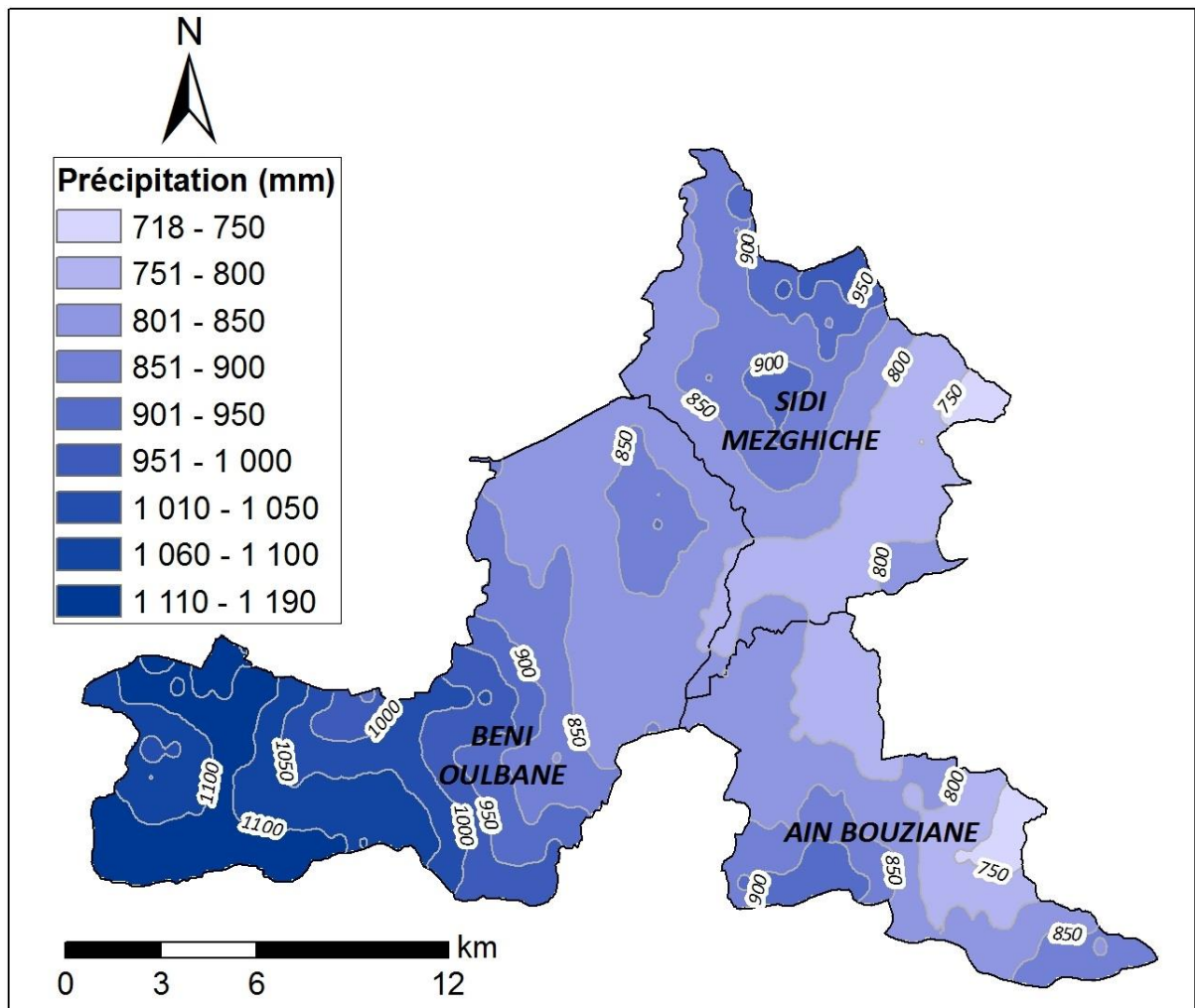


**Figure 06 :** Carte du relief de la daïra de Sidi Mezghiche

### II.1.3. Le climat et le réseau hydrographique

La région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen, doux et pluvieux en hiver, chaud et sec en été, avec une pluviométrie de l'ordre de 718 à 1190 mm/an (fig.07). La région de Sidi Mezghiche se présente comme l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie du Nord.

Les oueds parcourant notre région présentent un régime semi permanent (un débit assez important en hiver, mais sec en été), s'écoulant généralement du Sud vers le Nord. L'oued Guebli est le principal cours d'eau traversant le secteur d'étude. Il passe du côté Ouest de la région, allant du Sud vers le Nord sur tracé sensiblement parallèle à la route départementale (Constantine- Collo).



**Figure 07 :** Carte des précipitations annuelles de la daïra de Sidi Mezghiche (1970 – 2000)



Le couvert végétal du secteur d'étude est assez dense. Il est représenté par des forêts de chêne-liège, chêne-zéne, chêne-affarès, arbres fruitiers surtout des oliviers.... Les conditions d'accès au terrain sont assez difficiles en raison de la densité du couvert végétal et du manque de routes ou de pistes.

#### II.1.4. Population

Selon le dernier recensement (RGPH de 2008), la daïra de Sidi Mezghiche totalise une population de 60 218 habitants avec une densité moyenne de 181.51 hab/km<sup>2</sup>

**Tableau 01** : Le nombre d'habitants de la daïra de Sidi Mezghiche (2008).

Communes	Nombre d'habitants (2008)	Densité en hab/km <sup>2</sup> (2008)
Sidi Mezghiche	25 593	270.9
Beni Oulbane	25 074	156.7
Aïn Bouziane	9 551	126.5

## II.2. Approche Méthodologique

La démarche appliquée dans le cadre de cette étude, nécessite un assemblage des données géographiques relatives à plusieurs disciplines connues, la topographie, l'hydrologie, la télédétection...etc (fig.08). Dans chacune de celles-ci, nous avons utilisé des techniques variées de spatialisation. Ces techniques ont permis l'élaboration des documents spatiaux (le modèle numérique de terrain et ses dérivés, l'occupation du sol, le réseau hydrographique, les limites administratives et la carte des agglomérations).

Ces plans d'intonations ont été par la suite combinés par des méthodes d'analyse multicritères pour produire une information synthétique sur les sites les plus appropriés pour les systèmes agroforestiers.

La méthodologie adoptée pour réaliser ce travail repose sur plusieurs étapes (figure 08) :

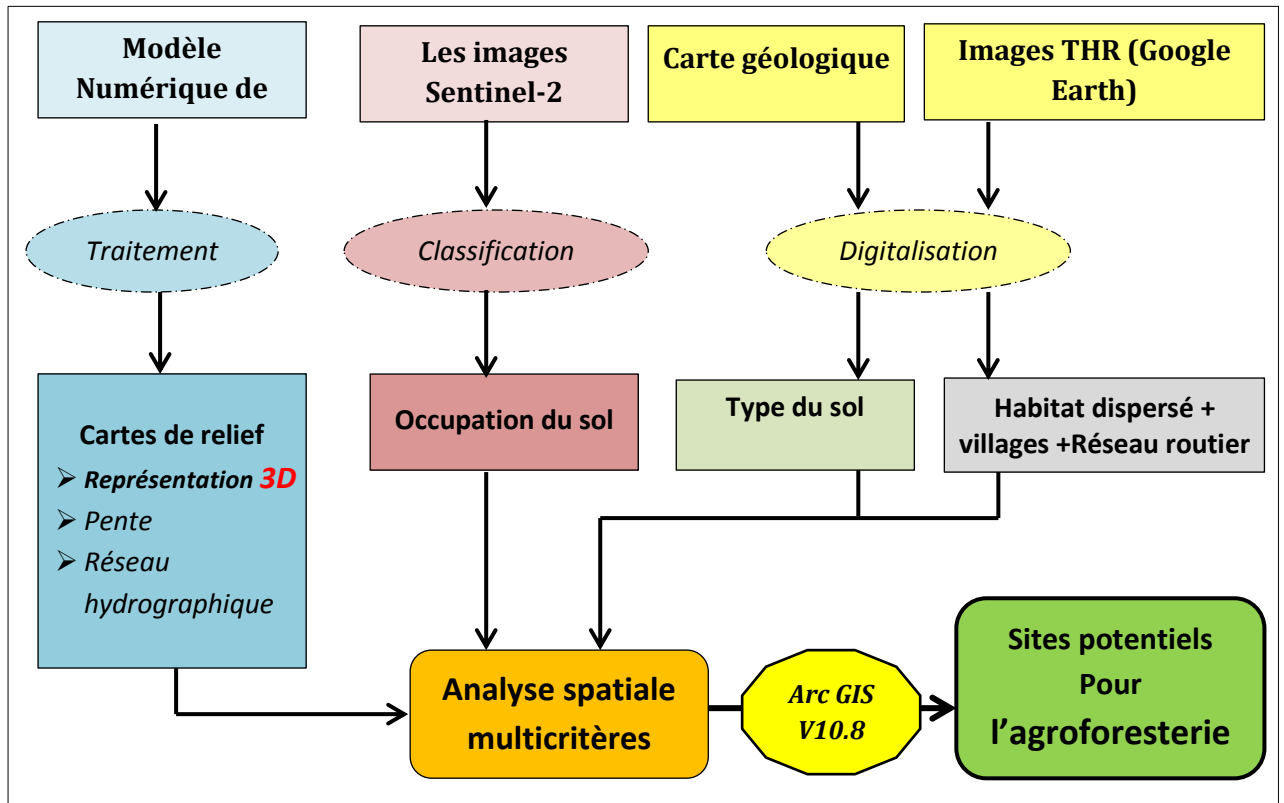


Figure 08 : Organigramme de l'approche méthodologique

## II.2.1. Sources des données utilisées

### II.2.1.1. Les images Sentinel-2

Depuis juin 2015, le satellite Sentinel-2A tourne autour de la terre repassant inlassablement tous les 10 jours au-dessus de chaque point de notre planète. Avec le lancement de Sentinel-2B, cette période de revisite sera divisée par 02, soit une image tous les 05 jours. Cela va augmenter nos chances d'avoir des images sans nuage aux stades clés de la croissance des cultures pour déterminer la fraction de sol nu, couvert vert, surface foliaire à l'intérieur des parcelles agricoles.

**Tableau 02** : Les images Sentinel-2 utilisées dans la classification supervisée.

<i>ID</i>	<i>Date de prise de vue</i>
<i>L1C_T32SKF_A020111_20210111T102336</i>	<i>11-01-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A020683_20210220T102440</i>	<i>20-02-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A020969_20210312T102146</i>	<i>12-03-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A030235_20210406T102732</i>	<i>06-04-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A030807_20210516T102635</i>	<i>16-05-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A031522_20210705T102652</i>	<i>05-07-2021</i>
<i>L1C_T32SKF_A023257_20210819T102635</i>	<i>19-08-2021</i>

L'instrument des Sentinel-2 a été spécialement conçu pour observer la végétation terrestre. Il mesure les quantités d'énergies dans 13 bandes spectrales avec une résolution au sol entre 10 (Bandes R,G,B et pIR) et 60 m. Sa revisite temporelle inédite est cruciale pour cartographie et suivi des cultures (CNES, 2018).

### II.2.1.2. Les images Google Earth

Les images Google Earth constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol ainsi que dans la planification et la gestion des ressources ; elles sont descriptives et apportent une information spatiale, beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d'information.

Il est nécessaire pour pouvoir travailler à une échelle aussi précise de disposer d'outils appropriés. Le lancement de satellites à très haute résolution spatiale (THR) comme : Ikonos,

Worldview et QuickBird (Les principaux fournisseurs des clichés pour Google Earth) permet de travailler sur des images dont la résolution est au mieux métrique.

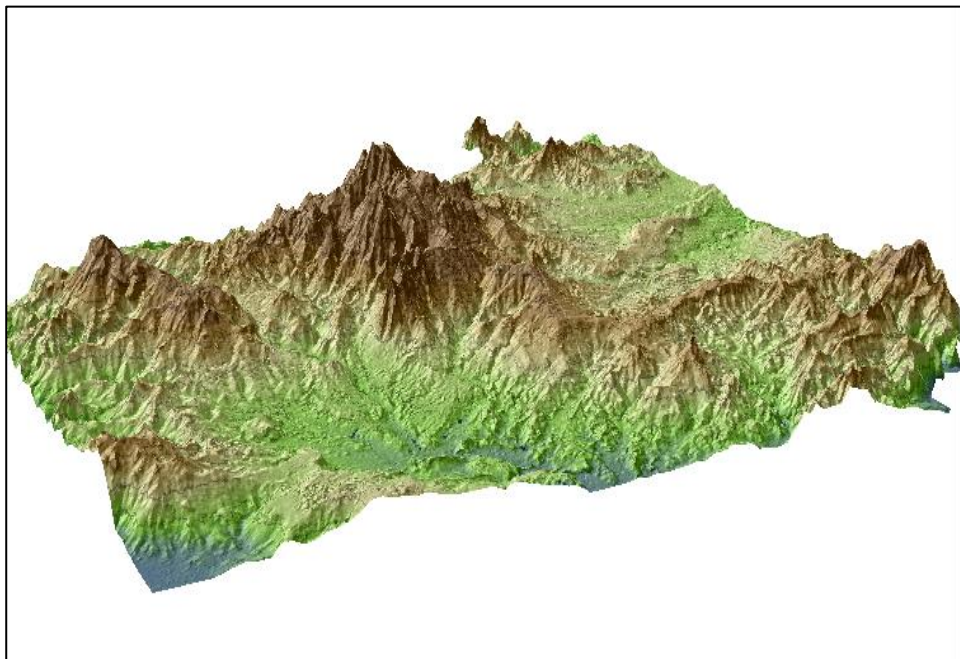
### II.2.1.3. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Un modèle numérique de terrain (MNT) est une représentation numérique spatialisée de l'altitude. Le modèle numérique de terrain utilisé dans notre étude est le GDEM (Global Digital Elevation Model) du satellite ASTER « Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer », qui couvre le monde entier (entre 83° Nord et 83° Sud). Il est coproduit par le METI (ministère de l'économie, commerce et de l'industrie du Japon) et la NASA (administration nationale de l'aéronautique et de l'espace).

Ce MNT gratuit a une résolution d'une seconde d'arc soit environ 30 mètres à l'équateur. Il a donc une résolution 3 fois plus fine que celle du SRTM. Sa distribution est faite en format GeoTiff de (1° x 1°) avec le système de coordonnées géographiques WGS84.

A partir du MNT on peut créer une représentation 3D de la surface de la zone d'étude (fig.09). Ce MNT permet ainsi :

- Extraction des paramètres du terrain.
- Tracés des profils topographiques.
- Modélisation de l'écoulement de l'eau ou de la masse du mouvement.
- Création de cartes en relief (pente, exposition...).



**Figure 09** : Vue 3D d'un MNT.

### II.2.1.4. Les données récoltées auprès des institutions locales

Les données statistiques ont été récoltées auprès des institutions locales, afin de construire une base de données multi-thèmes. Cette étape constitue une phase importante dans la réalisation de ce travail, nous avons utilisé aussi les travaux de recherche effectués sur le périmètre de notre zone d'étude.

En plus, nous avons intégré des cartes thématiques pour améliorer les résultats, tels que les cartes géologiques et topographiques, les cartes thématique sont importantes en matière du SIG, ils nous permettent de choisir les combinaisons de couches, les intervalles de classe, les couleurs, les motifs et les symboles.

## II.2.2. Méthodes de traitement des données

### II.2.2.1. Acquisition des images Google Earth

L'exploitation des images satellites nécessite un travail très précis de traitement. Le logiciel SASPlanet est un outil qui permet de télécharger des images géographiques à partir de Google Maps (y compris les cartes de terrain et les images satellites) en indiquant simplement les coordonnées géographiques et en précisant le niveau du zoom (fig.10).

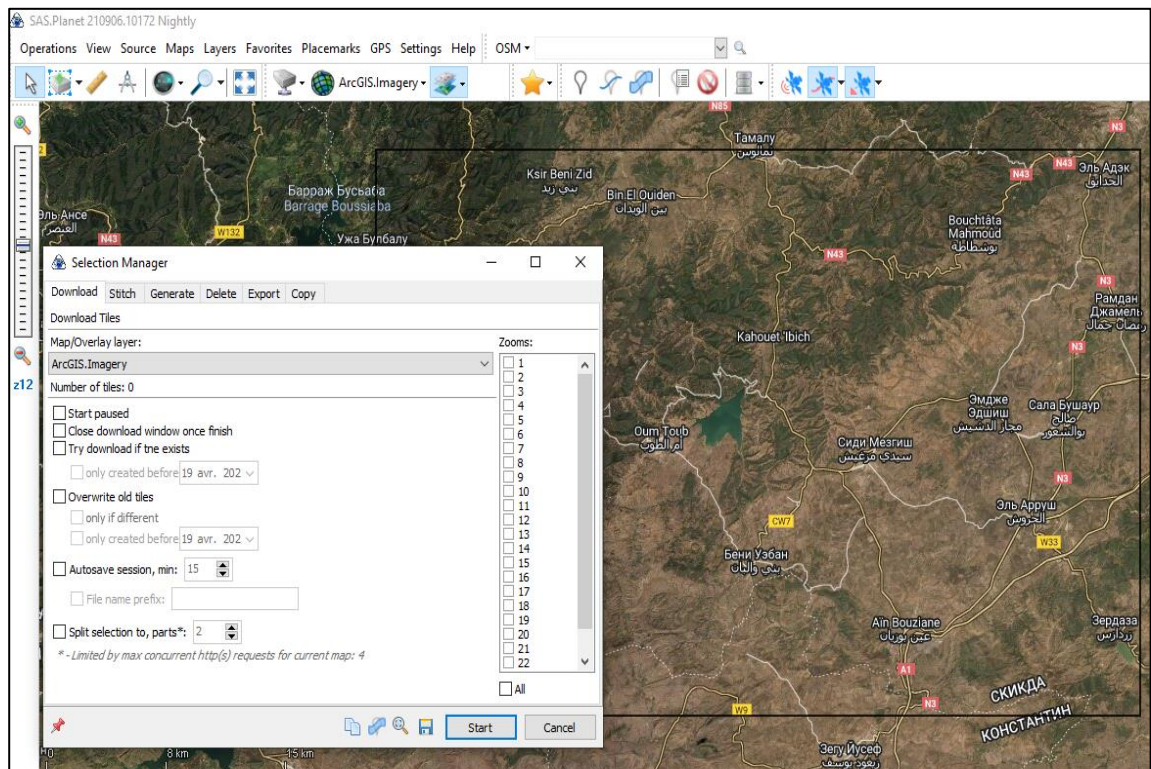
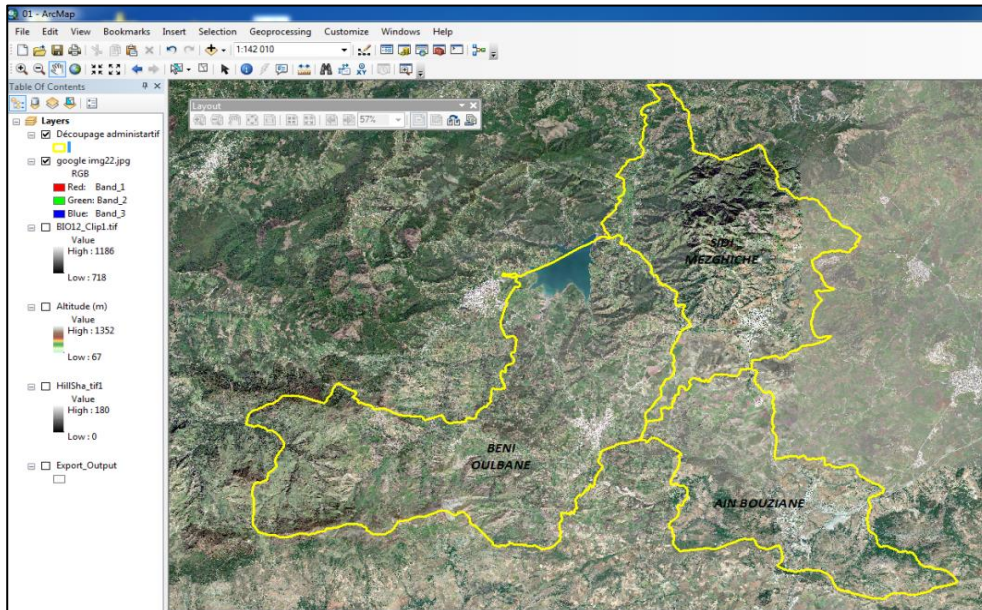


Figure 10: Téléchargement des images satellites avec SASPlanet

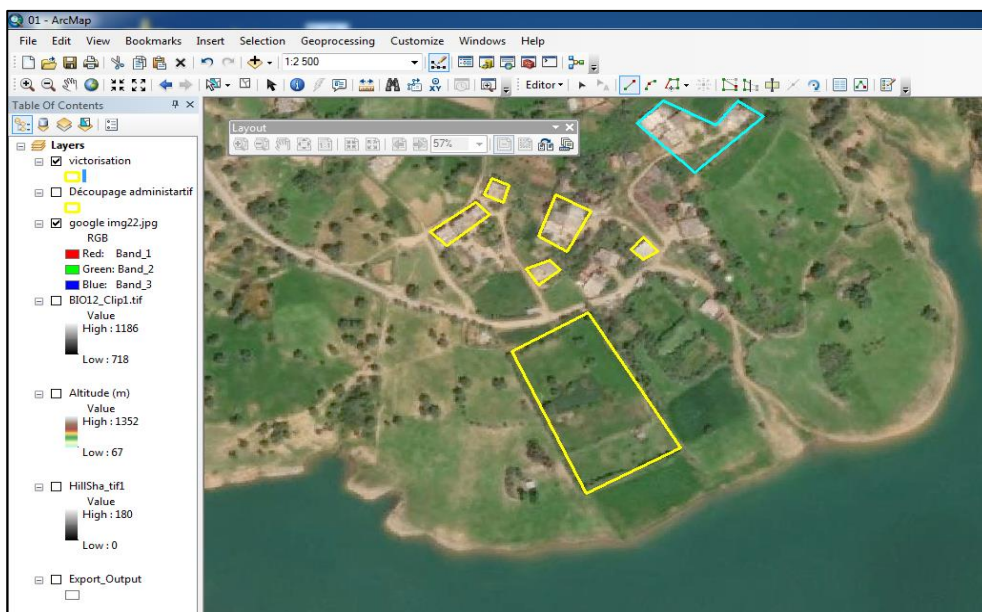
Une fois les images téléchargées sous forme de tuiles, elles sont combinées pour former une seule image et enregistrer en format *Géo-TIFF* (fig.11).



**Figure 11** : Image raster finale de la région d'étude

### II.2.2.2. La digitalisation (La transformation des données du mode raster au mode vecteur)

L'extraction des informations à partir de l'imagerie satellitaire (mode raster) se fait par la digitalisation (mode vecteur). Une fois l'image géoréférencée, on procède à la digitalisation. Pour cette opération nous avons utilisé l'image raster final (fig.11), pour faire la vectorisation directement sur l'images satellite grâce à l'outil Editor dans ArcMap (fig.12).



**Figure 12** : La digitalisation avec l'outil Editor dans ArcMap

### **II.2.2.3. Traitement des images Sentinel-2 pour la cartographie d'occupation du sol**

#### **A. Prétraitements**

Ce sont des opérations de correction géométrique et/ou radiométrique, appliquées aux images pour assurer une bonne qualité du produit en vue de leur utilisation ultérieure. Les images Sentinel-2 sont ortho-rectifiées, mais des corrections atmosphériques sont effectués à l'aide du logiciel *ENVI V5.3* afin de convertir les valeurs numériques de nos images en valeurs de luminance pour ensuite les calibrer en réflectance. C'est une étape cruciale pour faire une comparaison multi-dates entre les images.

#### **B. Intégration de l'indice de végétation (NDVI)**

L'indice de végétation différence normalisé (NDVI) est une méthode éprouvée pour l'étude et la cartographie de la végétation. C'est l'indice le plus bien connu et le plus utilisé pour détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multi-spectrales de télédétection.

Le comportement spectral évolue de manière spécifique pour chaque unité physiographique, nous avons utilisé la classification supervisée d'une image générée par la combinaison d'une série multi-dates de l'(NDVI) pour faire la discrimination entre les différentes classes.

### **II.2.2.4. Classification des images**

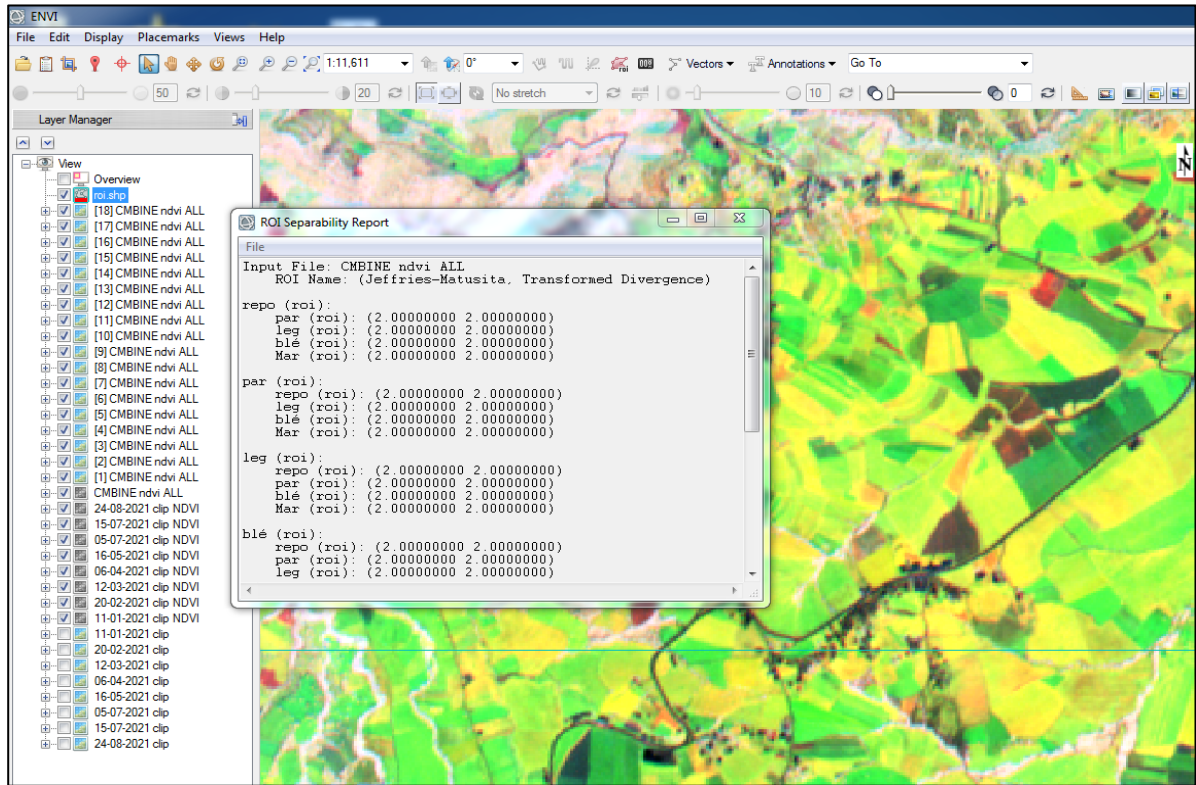
Avant d'entamer la procédure de la classification supervisée, nous avons réalisé une analyse statistique de séparabilité des différentes parcelles d'entraînement afin d'identifier les similarités entre les signatures spectrales.

La distance entre les signatures spectrales des zones d'entraînement ont été calculer selon la méthode de divergence « Jeffries – Matusita » par logiciel ENVI (5.3).

Les méthodes de calcul de la distance spectrale fournissent des statistiques qui varient entre 0 et 2. En effet, les valeurs supérieures à 1.9 indiquent que les paires de classes sont statistiquement bien séparées. Toutefois, pour les paires dont la valeur est inférieure à (<1.5), il est recommandé soit de les éditer ou de les combiner en une seule classe (fig.13).

Ensuite, nous avons choisi d'utiliser l'algorithme Maximum Likelihood (Maximum de vraisemblance) pour la classification supervisé des images en se basant sur les parcelles

d'entraînement qui ont été préalablement réalisé. Ce qui permet de classer les pixels inconnus en calculant pour chacune des classes la probabilité pour que le pixel tombe dans la classe qui a la plus forte probabilité d'appartenir.



**Figure 13 :** Exemple de sélection de sites d'entraînement (Region of Interest : ROI) pour la classification supervisée.

Pour éliminer les petits points, nous avons appliqué à l'image classifiée, trois opérations de filtrage à savoir : Sieve classes (pour éliminer les pixels isolés) ; Clump classes (pour homogénéiser les classes) ; Majority/minority/analysis (pour lisser les classes après l'opération clump classes).

### II.2.2.5. Traitement de Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Les MNT constituent une source précieuse d'information topographique en particulier pour l'identification et la caractérisation des variables morphologiques de la zone d'étude. Nous avons adopté une approche méthodologique basée sur l'utilisation du Système d'Informations Géographiques pour le traitement de MNT d'une manière automatique. Le résultat final est une base de données géo-spatiales comportant toutes les caractéristiques physiques de la daïra de Sidi Mezghiche.



### II.3. Outils de Géo- traitement

Les systèmes d'information géographiques (SIG) sont considérée comme l'une des technologies de l'information les plus performantes, car elle vise à intégrer des connaissances provenant de sources multiples et à crée un environnement pluri-secteurs. Il réunit un environnement de visualisation performant et une puissante infrastructure d'analyse et de modélisation spécialement adaptée à la géographie.

Dans ce projet, tous les traitements des données spatiales ont été effectués à l'aide du Système d'Information Géographique *ArcGIS* 10.8, qui constitue une famille de logiciels développés par la compagnie américaine ESRI (Environmental Systems Research Institute) leader mondial des SIG. Il comprend une suite d'applications intégrées les unes aux autres qui sont ArcMap, ArcToolbox et ArcCatalog.

- **ArcMap** : l'application principale d'ArcGis qui permet de cartographier et de traiter les données.
- **ArcToolBox** : la boite qui contienne tous les outils qui s'applique sous ArcMap
- **ArcCatalog** : est un explorateur de données cartographiques. Il permet d'organiser, de pré visualiser, de rechercher, de décrire des données géographiques (méta données).

# **Chapitre III :**

# **Résultats et**

# **discussion**

## Chapitre III : Résultats et discussion

### III.1. Les facteurs intervenant dans la modélisation

Comme la base de données spatiale de la zone d'étude a été déjà élaborée, l'identification des zones agro-forestières repose sur les requêtes suivantes:

- **L'Occupation du sol** : Les terres agricoles sont idéales, car elles sont déjà réservées à l'agriculture. Les parcours et les pacages, souvent utilisés pour l'élevage, sont des options secondaires. Les forêts secondaires, et les anciennes terres agricoles viennent comme troisième option.

- **La pente** : Les pentes de 5-25% sont optimales et fournissent une humidité adéquate au sol, les pentes plus abruptes ont des difficultés à retenir l'eau, provoquant un mouvement plus rapide de l'eau et donc l'érosion du sol. La pente a été reclassée en 4 classes : (<10%), (10-25%), (25-50%), et (>50%).

- **La précipitation** : Le lien entre la précipitation annuelle et la végétation est établi, la variation spatiale des précipitations influence dans la production des cultures, sa variation montre une corrélation positive avec la croissance des plantes. La carte des pluies a été classée en trois catégories: élevées (>1000mm), moyennes (850-1000mm) et faibles (<850mm/an).

- **Le bassin versant et la distance par rapport aux cours d'eau** : Le bassin versant est la limite naturelle la mieux adaptée pour exploiter les ressources locales. La zone doit être située à proximité de cours d'eau (<300m) pour exploiter l'eau de pluie, améliorer l'humidité du sol, et d'exploiter les cultures agro-forestières pour une plus longue durée.

- **Distance par rapport aux routes** : Les terres les plus proches de la route sont très bien classées (<500m), car ces régions sont les plus accessibles aux agriculteurs.

- **Distance aux villages** : l'agroforesterie sera plus efficace lorsqu'elle est intégrée dans le paysage communautaire et à distance de marche des centres villageois, les terres situées à moins de 1 km d'un village sont très bien classées.

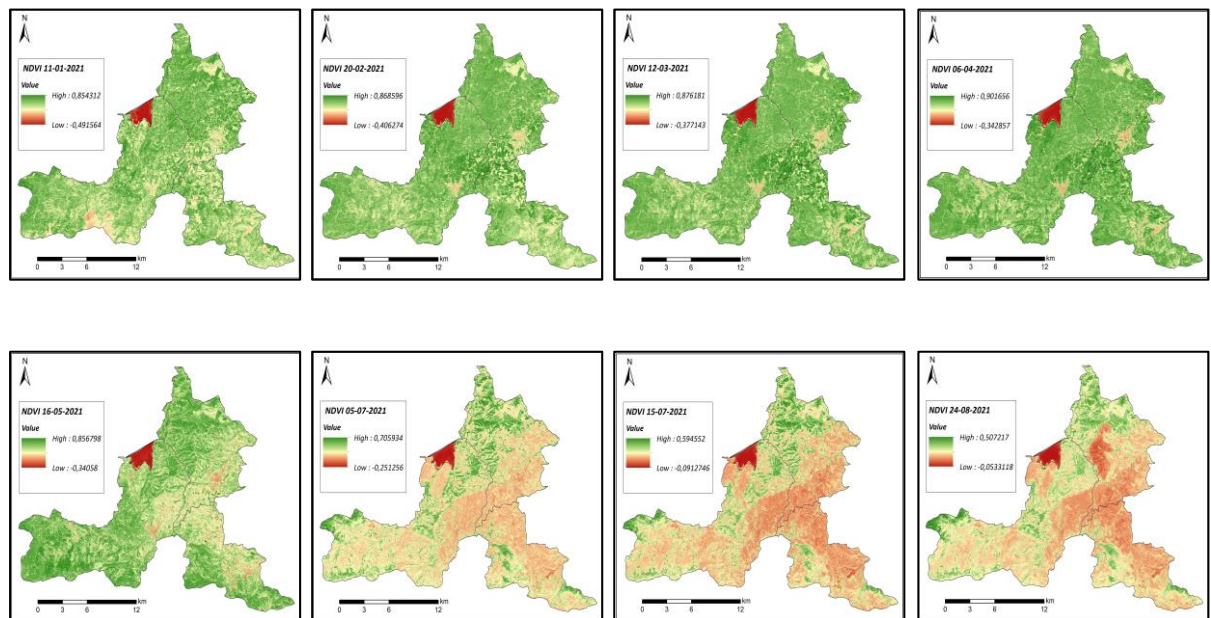
### III.2. Génération des cartes thématique

Les cartes thématiques sont des éléments de base qui vont nous permettre de trouver les surfaces adéquates pour la construction des systèmes agro-forestiers. Chaque carte fournit un système de référence pour évaluer l'aptitude d'un lieu à satisfaire un ou plusieurs objectifs. Le choix des sites ne peut pas se faire à la légère, il doit obéir à plusieurs critères selon la spécificité de l'étude.

#### III.2.1. L'Occupation du sol

Les cartes d'occupation du sol constituent de véritables outils de planification et d'aide à la décision surtout en matière de gestion et de préservation des ressources naturelles. Elle conditionne donc l'emplacement optimal des systèmes agro-forestiers (Fig.14)

la classification supervisée a été lancée sur une image dont les bandes sont les six (06) dates de la série chronologique de l'(NDVI), pour mieux discriminer les classes d'occupation du sol: 11/01/2021, 20/02/2021, 12/03/2021, 11/05/2021, 06/04/2021, 16/05/2021 15/07/2021, et 19/08/2021 (Fig.14,15).



**Figure 14** : Série chronologique de l'(NDVI) de de la daïra de Sidi Mezghiche.

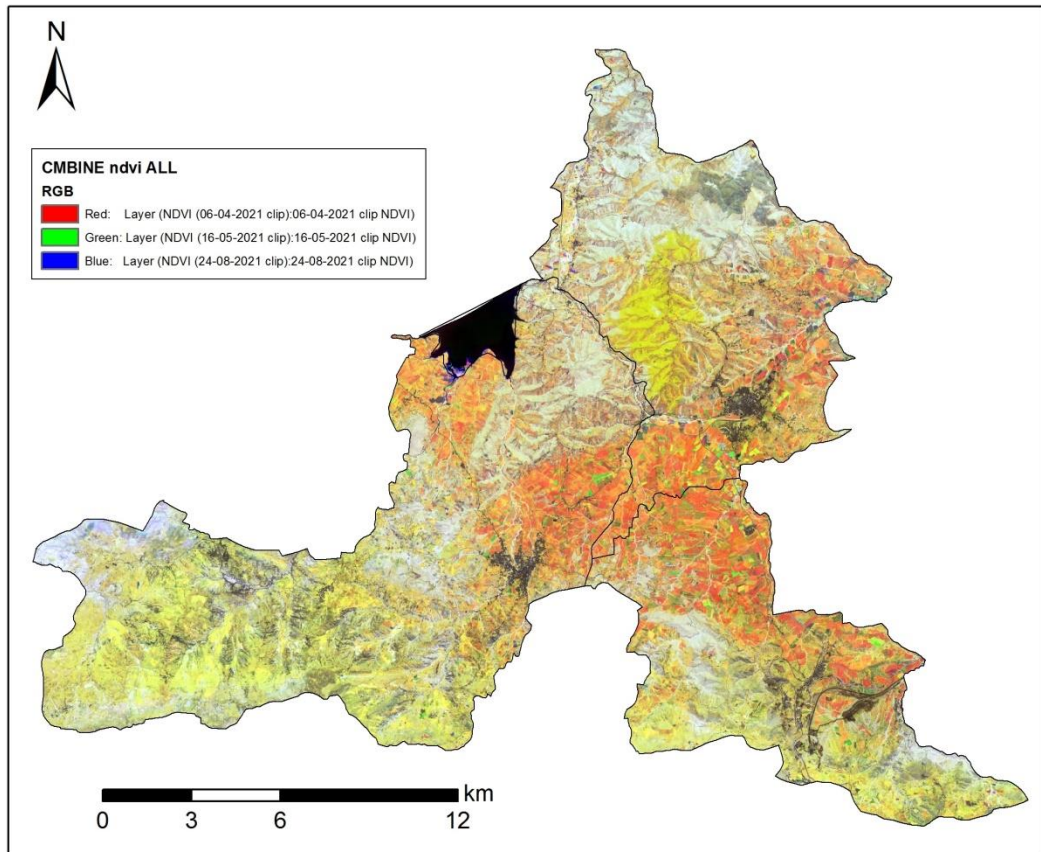


Figure 15 : Compositions colorées en réflectance (NDVI composites : False color)

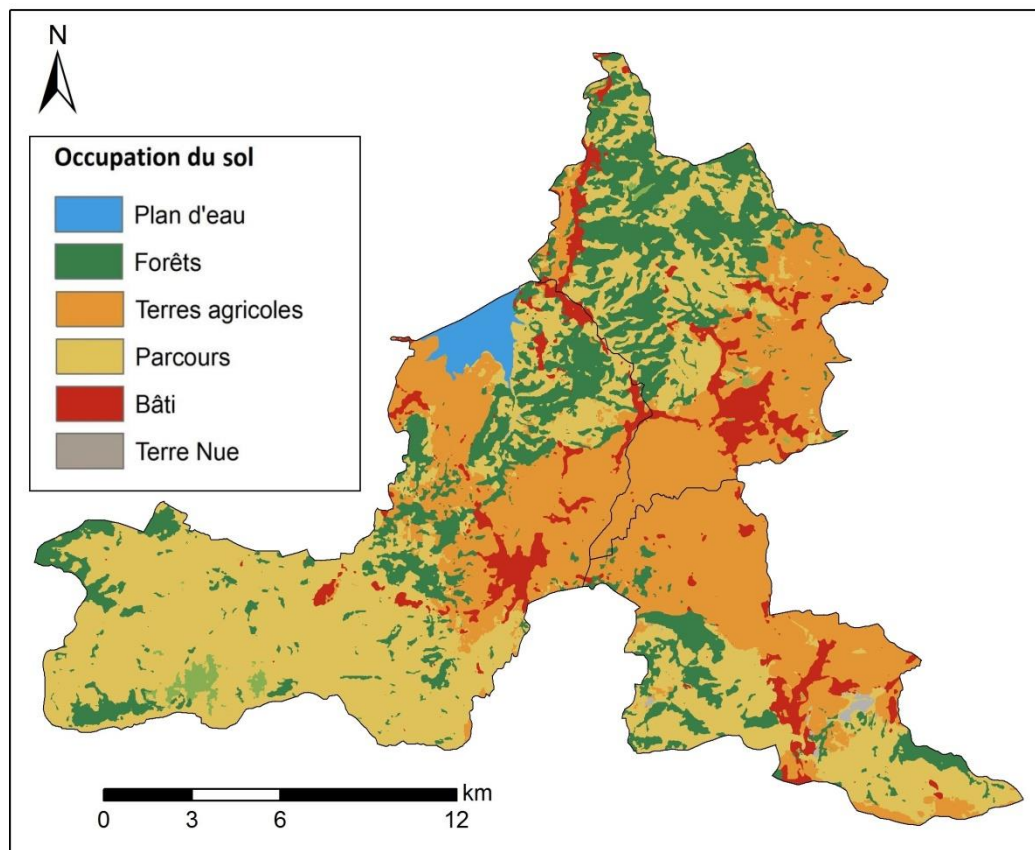


Figure 16 : Carte d'occupation de sol de la daïra de Sidi Mezghiche.

L'occupation du sol dans la daïra de Sidi Mezghiche est dominée par les broussailles et les terrains de parcours (40.49%), les terres agricoles (30.98%), les forêts (19.42%), alors que le bâti représente environ 6.58 % de la surface totale de la zone d'étude (fig.16). Certaines informations, comme celle de la carte d'occupation du sol, nécessitent un codage pour être exploitables dans notre application. Nous avons affecté pour chacune des classes obtenues, un indice de poids selon sa susceptibilité à installer un system agro-forestier (Tab.03).

**Tableau 03** : Répartition des terres dans la daïra de Sidi Mezghiche.

Occupation du sol	Surface (ha)	Surface (%)	Code
Forets	6441,11	19,42	02
Terres agricoles	10278,59	30,98	03
Plan d'eau	499,32	1,51	00
Parcours / broussaille	13432,08	40,49	03
Bâti	2182,50	6,58	00
Terres nue	341,40	1.02	01

### III.2.2. Les pentes et le réseau hydrographique

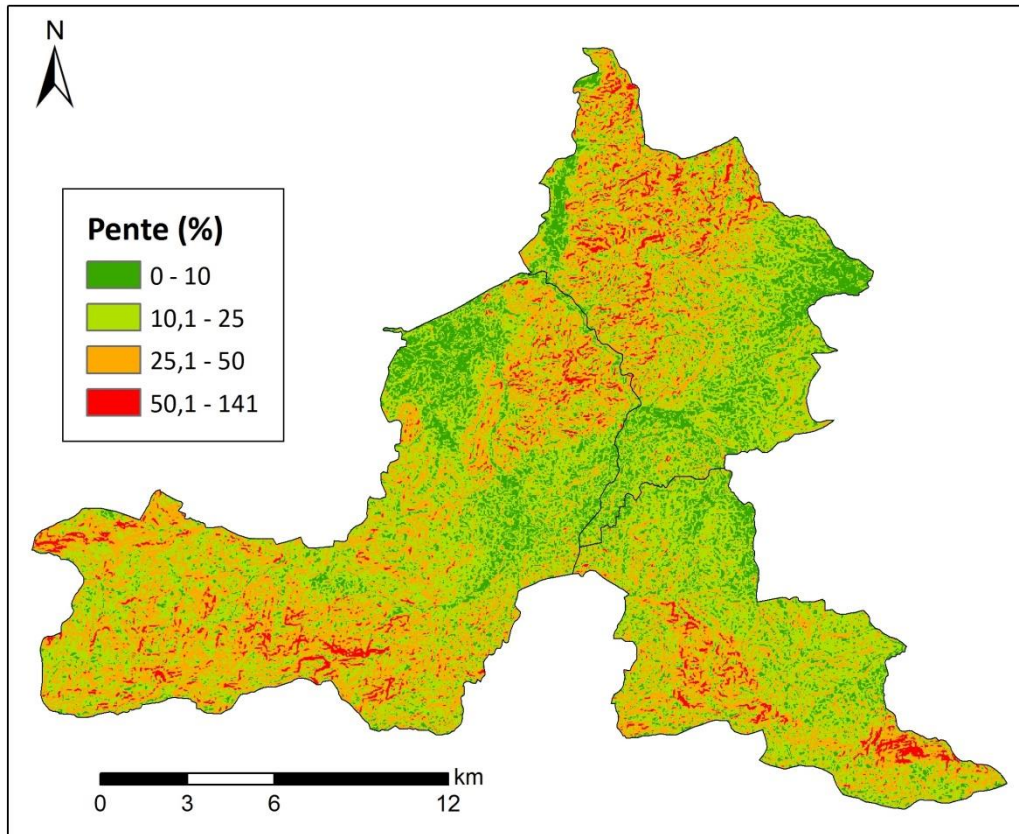
A partir du modèle numérique de terrain (MNT) projeté et découpé, On peut déduire la carte des pentes et la carte de réseau hydrographique (Fig.17)

Nous avons trouvé que les classes de pentes faible et moyenne sont les plus dominantes dans la zone d'étude (plus de 60%). Les différents pourcentages pour les quatre classes sont représentés par les valeurs suivantes (Tab.04).

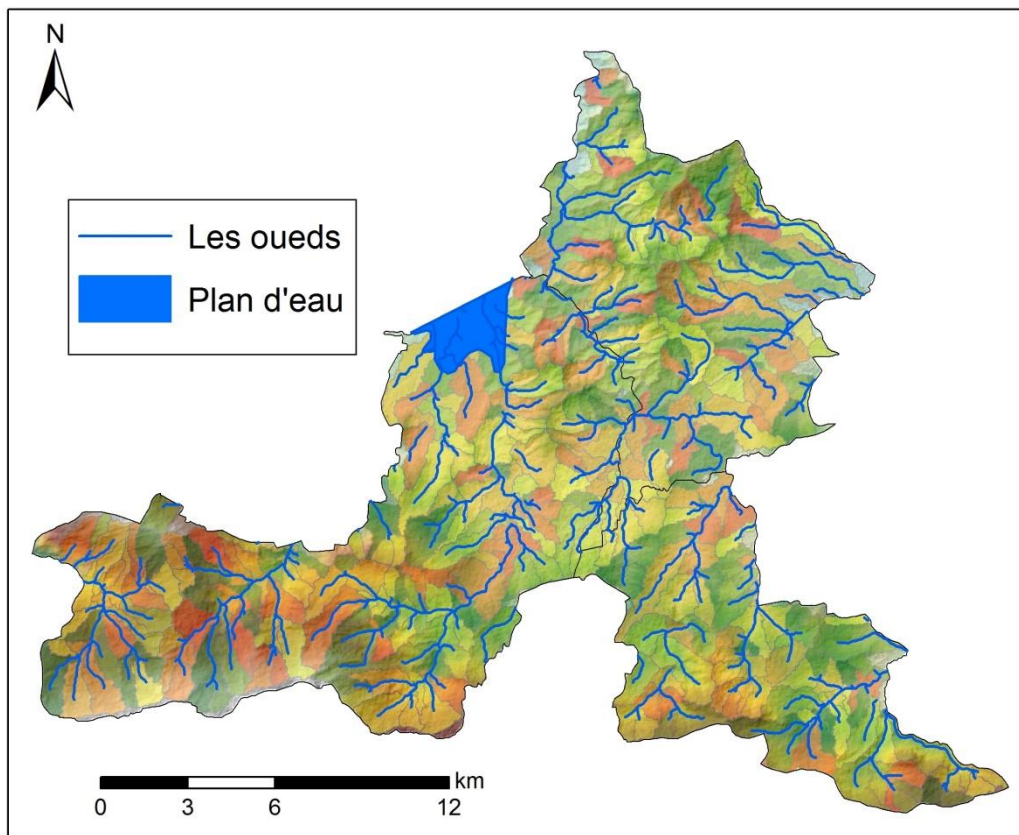
En effet le bassin de la zone d'étude, vu les caractéristiques du relief, est traversé par un réseau hydrographique dense comportant d'imposants bassins de réception et une multitude de petits cours d'eau secondaires (Oued Guouasso, Oued Kercha,)(fig.18).

**Tableau 04** : Classes de pentes

Classes de pentes	Surface (ha)	Surface (%)	Code
$P < 10\%$	5439.10	16.39	3
$10\% \leq P < 25\%$	15025.65	45.29	3
$25\% \leq P < 50\%$	11156.88	33.63	2
$P \geq 50\%$	1553.36	04.68	1



**Figure 17 :** Classes de pentes de la daïra de Sidi Mezghiche.



**Figure 18 :** Réseau hydrographique de la daïra de Sidi Mezghiche.

### III.2.3. La précipitation

La pluie est considérée comme un facteur important qui contrôle le type de végétation, la variation spatiale des précipitations influent sur la production des cultures, sa variation montre une corrélation positive avec la croissance des plante. Les différentes classes retenues pour les précipitations sont pondérées et réparties comme suit (tab.05)

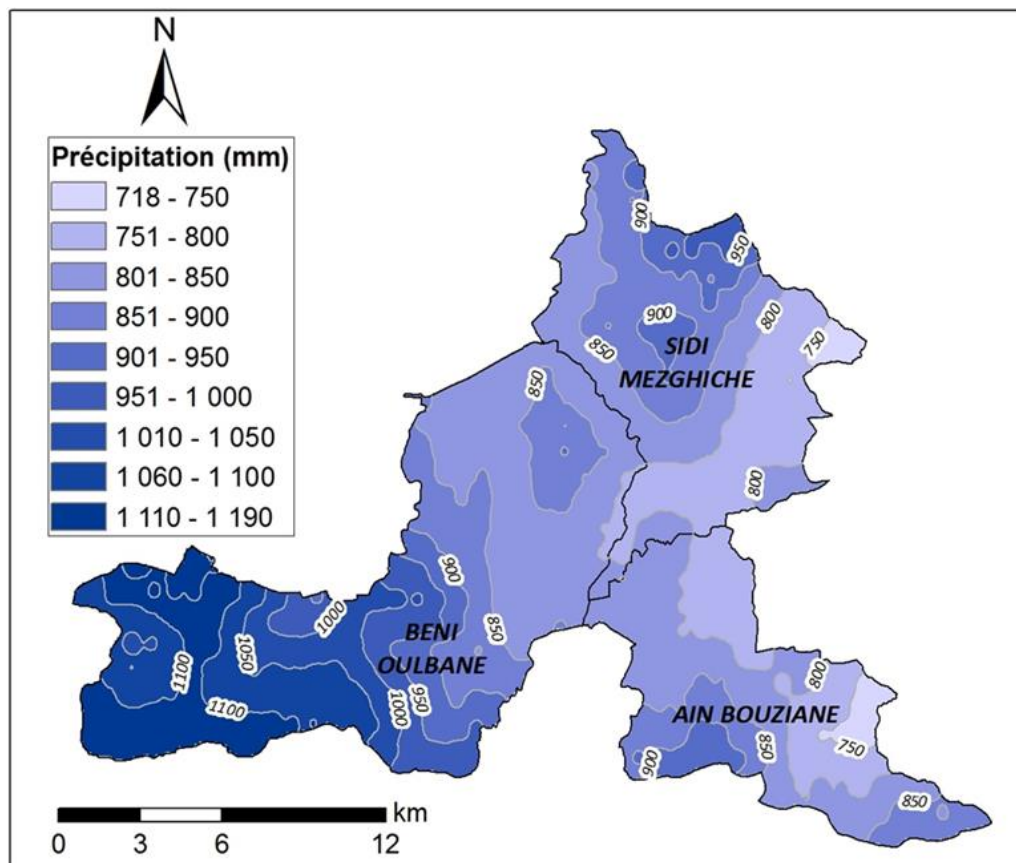


Figure 19 : Carte des précipitations annuelles de la daïra de Sidi Mezghiche (1970 – 2000)

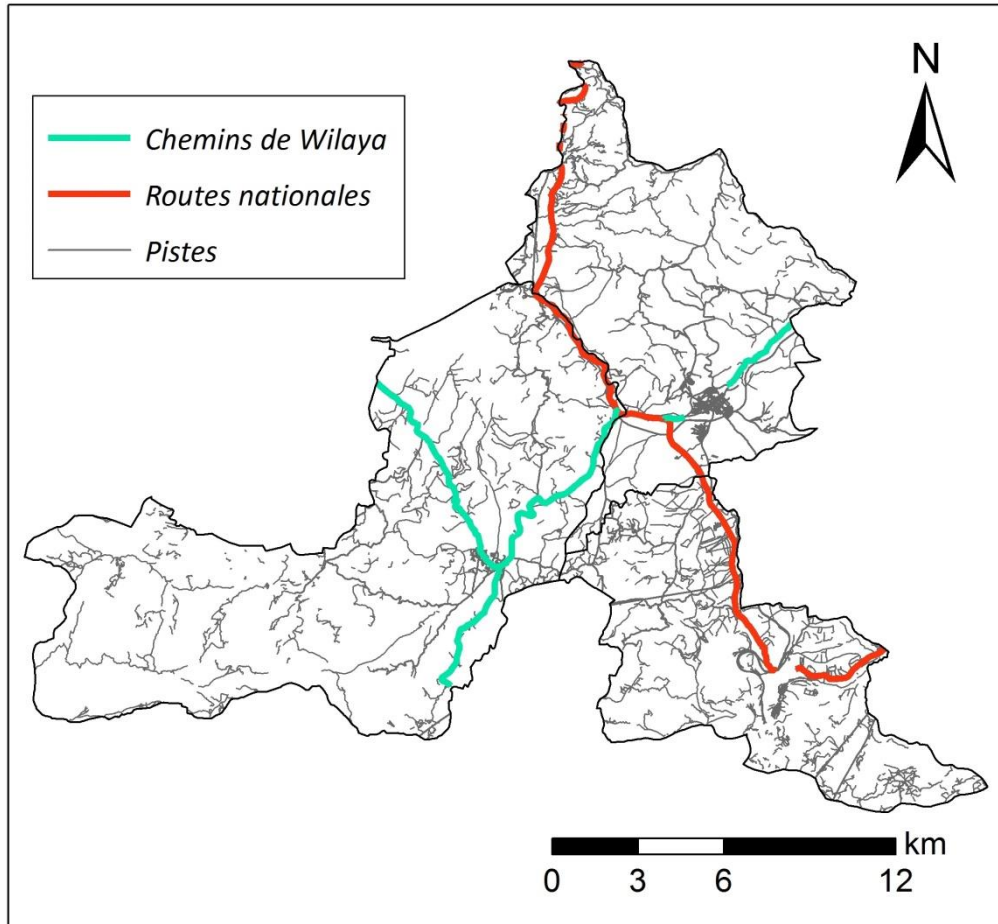
Tableau 05 : La variation spatiale des précipitations de la daïra de Sidi Mezghiche.

Pluviométrie annuelle en (mm)	Surface (ha)	Surface (%)	Code
$P < 850$	15924	48.44	1
$850 \leq P < 1000$	10616	32.84	2
$P \geq 1000$	5971	18.70	3



### III.2.4. Le réseau routier

Le réseau routier de daïra de Sidi Mezghiche compte près de 722 kilomètres, dominé principalement par les pistes qui représentent 69.4% (fig.20) de la longueur totale du réseau routier de la région (Tableau 6).



**Figure 20** : Réseau routier de la daïra de Sidi Mezghiche

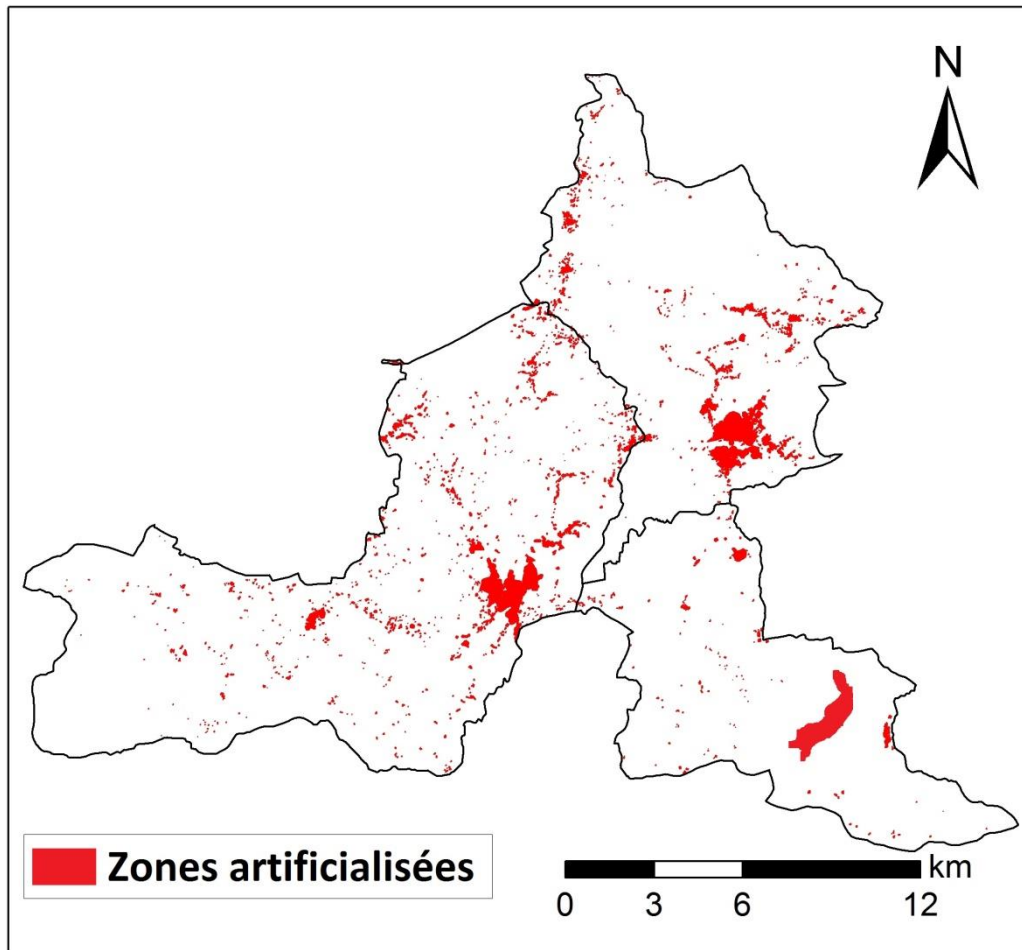
**Tableau 06** : Réseau routier de la daïra de Sidi Mezghiche

Type	Longueur (km)
Routes nationales	28.5
Chemins de Wilaya	32
Les voies communales/Pistes	721

Malgré la densité du réseau routier, la région souffre d'une mauvaise accessibilité, notamment dans la partie Sud-Ouest. Cela est dû aux pistes difficilement praticables, notamment dans les zones montagneuses.

### III.2.5. L'occupation du bâti

L'occupation du bâti représente 6,53% de la surface totale de la zone d'étude (fig.21) et comprend les agglomérations et l'habitat éparse, (des fermes et des maisons rurales). La distribution du bâti est liée à l'activité socio-économique propre à la daïra de Sidi Mezghiche, basée essentiellement sur l'élevage et les petites activités agricoles de subsistance organisé autour des fermes et des maisons rurales.



**Figure 21** : L'occupation du bâti dans la daïra de Sidi Mezghiche

### III.3. Modélisation des facteurs intervenant à l'identification des classes d'aptitude Agroforestière

Pour l'identification des zones favorables au développement de l'agroforesterie, nous sommes basées sur des critères cités plus haut. Ces critères ont été choisis par rapport aux différentes investigations. La modélisation géo-spatiale a été réalisée en intégrant toutes les couches thématiques avec leur coefficient calculée en utilisant une technique de

superposition pondérée. Finalement, la grille de surface d'agroforesterie a été obtenue sur la base de leurs valeurs. Elles sont classées en 03 classes d'aptitude agro-forestière (haute, moyenne et faible) (fig.22).

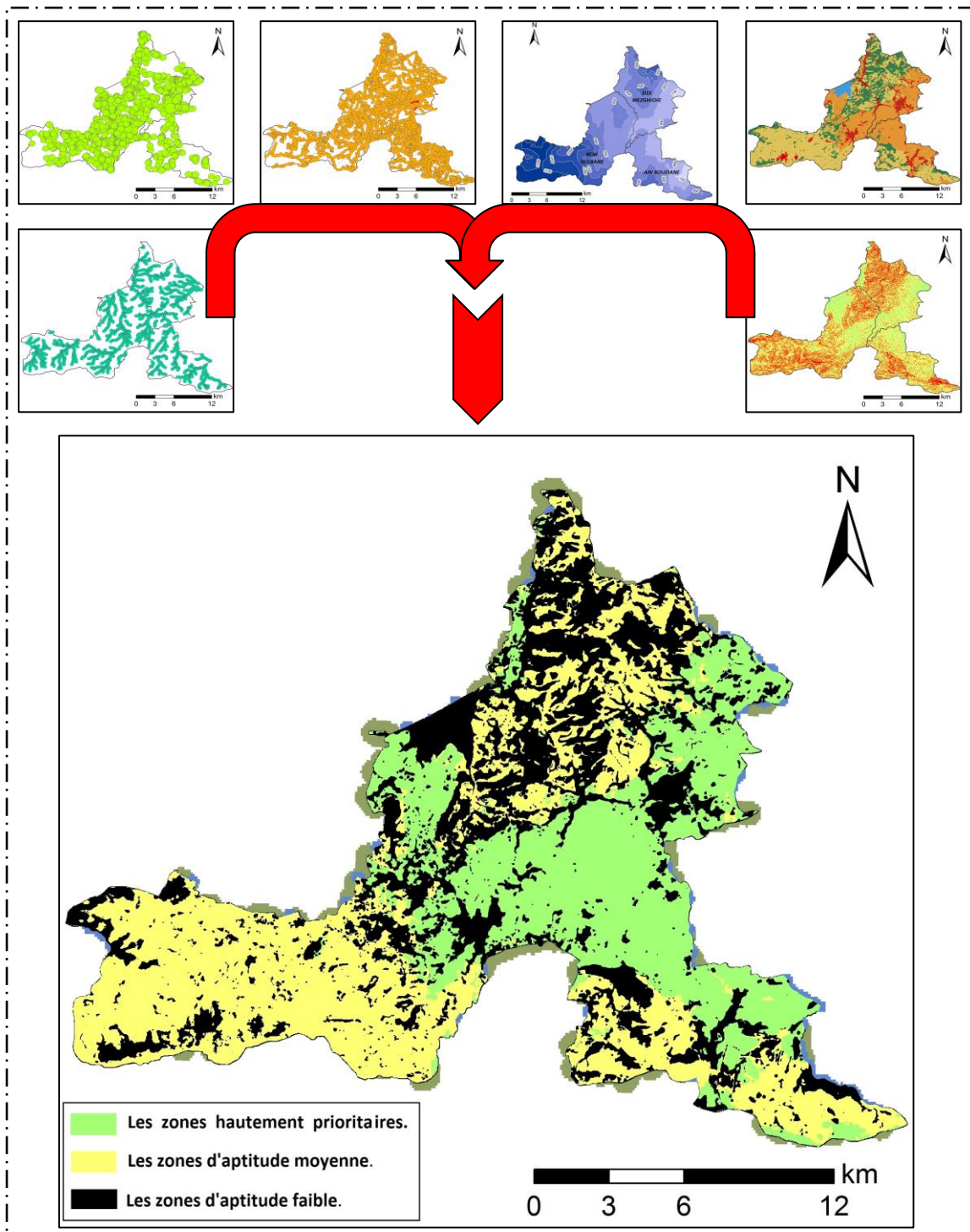


Figure 22 : Classes d'aptitudes des terres en agroforesterie.

La carte des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie dans la daïra de Sidi Mezghiche (fig.22) montrent que les zones hautement prioritaires occupent une superficie de 11342 ha (34.29% de la surface totale de la daïra). Située essentiellement dans la partie Est, dans des espaces ouverts avec une humidité adéquate, une forte précipitation, une pente faible, avec une proximité géographique par rapport aux routes, où les conditions sont favorables pour le développement de l'agroforesterie. En outre, les cours d'eau et le modèle de drainage fournit un environnement approprié pour la pratique des systèmes agro-forestiers qui sont approuvés localement.

Les zones d'aptitude moyenne occupent 13614 ha (41,13% de la surface totale de la daïra). Ces zones sont moins productives, avec une pente moyenne à forte, et nécessitent certaines pratiques de conservation de l'eau pour les rendre utilisables. Ces zones peuvent être utilisées pour le système sylvo-pastoral.

Les zones d'aptitude faible occupent 8132 ha (24.57% de la surface totale de la daïra) et comprennent principalement des roches, plan d'eau, bâti, terres incultes et les zones protégées ....

Pour affiner ces résultats, il sera nécessaire de les valider par des enquêtes sur terrain, actualiser les données disponibles, d'améliorer les procédures de combinaisons logiques qui ont été mises en œuvre, et d'intégrer des paramètres complémentaires (L'analyse du sol, les pratiques culturales, la structure foncière des terres agricoles ...).

Finalement, il faut noter que le manque de ressources fait que les agriculteurs ne peuvent recevoir aucun support technique ni financier pour l'implantation d'un système agro-forestier est un facteur crucial déterminant le succès d'une telle démarche. Les coûts d'implantation peuvent empêcher les agriculteurs démunis d'adopter des pratiques agro-forestières. La participation des acteurs locaux aux projets d'agroforesterie est également nécessaire, car ce sont eux qui connaissent le mieux leurs besoins. Leur intégration permettrait de rajuster le tir afin de ne pas se baser sur des suppositions de recherche erronées.

# Conclusion

## **Conclusion**

L'agroforesterie est une avenue prometteuse pour répondre aux enjeux de développement qui font pression dans le secteur agricole et forestier en Algérie. L'agroforesterie étant un domaine de multidisciplinarité, son essor dépend obligatoirement des changements qui peuvent être apportés à la fois sur les plans réglementaire, technique, économique, environnemental et social.

Pour ce faire, une analyse des critères d'implantation des pratiques agroforestières aux niveaux de la daïra de Sidi Mezghiche a été réalisée. Les résultats obtenus à travers cette étude indiquent que, parmi plusieurs sites sélectionnés, nous avons pu identifier les meilleurs sites adéquats pour l'agroforestiers dans la daïra Sidi Mezghiche en se basant sur une analyse multicritères par le SIG. De plus, cette étude a permis la clarification des éléments techniques à considérer pour optimiser les avantages environnementaux, sociaux et économiques des producteurs.

Malgré tous, plusieurs freins au développement de l'agroforesterie peuvent être regroupés sous trois principales catégories, soit les manques de connaissances techniques, manque de formation professionnelle, et de financement . Il est à noter que dans plusieurs cas, plus d'une mesure est envisageable pour réduire ces facteurs limitant.

En effet, le succès des projets repose prioritairement sur l'efficacité des systèmes qui dépendent des patrons d'aménagement, des particularités des espèces, des conditions biophysiques des sites,... etc. Pour ce faire, les recherches ont intérêt à continuer d'être menées en collaboration avec les agriculteurs. Au même temps, l'implication des centres de recherche, des universités et des gouvernements.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- ✚ **Anonyme. (2017).** Recyclage et valorisation des déchets ménagers, 2020.
- ✚ **Balleux P Dufranne E. (2012)** Mise en place de projets agroforestiers en Wallonie : notions & règlements - © CDAF P 6-7
- ✚ **Bouhabila A (2019).** LA FORÊT ALGERIENNE FACE AU CHANGEMENT GLOBAL QUELLE PLACE POUR L'AGROFORESTERIE ? MASTER DE SPECIALISATION EN SCIENCES ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT ANNEE ACADEMIQUE 2018-2019 .ULiège - Faculté des Sciences - Département des Sciences et Gestion de l'Environnement UCLouvain - Faculté des bioingénieurs P 13
- ✚ **Brandle, J.R. and Kort, J. (2000).** WBECON - Windbreak Economics [logiciel]. Centre de recherche en agroforesterie, Indian Head.
- ✚ **Campbell et shin. (2011).** Essentials of Geographic Information Systems.2017. p37
- ✚ **Clason, T.R. and Sharrow, S.H. (2000).** Silvopastoral practices. In Garrett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher, R.F. (réd.), North American Agroforestry : An integrated science and practice (chap. 5, p. 119-147). Madison, American Society of Agronomy Inc.
- ✚ **De Baets, N. (2007).** Le potentiel des pratiques agroforestières pour contribuer à la multifonctionnalité de l'agriculture de la MRC du Rocher-Percé : Une étude socioéconomique exploratoire. Essai de maîtrise des sciences, Université Laval, Québec, Québec, 99 p.
- ✚ **Dupraz, C. et Liagre, F. (2011).** Agroforesterie. Des arbres et des cultures. 2 édition, Paris, France Agricole, 432 p.
- ✚ **Euskal Herriko (2000).** L'agroforesterie d'hier et d'aujourd'hui.EUSKAL HERRIKO LABORANTZA GANBARA Zuentzat – 64 220 AINIZA MONJOLOSE
- ✚ **Fischer M M et Nijkamp P. (1993).** Design and use of geographic information system and spatial models – In: Fischer M-M. and Nijkamp P., geographic information system, spatial modeling and policy evaluation, EDS.



- ✚ **Garrett, H.E.G. and McGraw, L. (2000).** Alley cropping practices. In Garrett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher, R.F. (éd.), *North American Agroforestry : An integrated science and practice* (chap. 6, p. 149-188). Madison, American Society of Agronomy Inc.
- ✚ **Hill, D.B. and Buck, L.E. (2000).** Forest farming practices. In Garrett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher, R.F. (éd.), *North American Agroforestry : An integrated science and practice* (chap. 8, p. 283-320). Madison, American Society of Agronomy Inc.
- ✚ **Holling, Crawford, Stanley (1973).** Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1–23.
- ✚ **Hulse, J.H. and Pearson, O.E. (1979).** CRDI Manuscript reports. Food and agricultural research – Its past and future contribution to agricultural, social and economic development. In CRDI. CRDI, [En ligne].
- ✚ **Lambin. (1997).** Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions, *Progress in Physical Geography*, Vol.21, No.3, p.375-393, 1997.
- ✚ **Lenton, T. M., H. Held, E. Kriegler, J. W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf & H. J. Schellnhuber (2008).** Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 1786–1793.
- ✚ **Nair, P. K. R. (1993).** An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers in cooperation with International Centre for Research in Agroforestry, Dordrecht, Boston.
- ✚ **Schoeneberger, M.M. (2009).** Agroforestry : working trees for sequestering carbon on agricultural lands. *Agroforestry Systems*, vol. 75, n° 1, p. 27-37.
- ✚ **Schultz, R.C., Colletti, J.P., Isenhardt, T.M., Marquez, C.O., Simpkins, W.W. and Ball, C.J. (2000).** Riparian forest buffer practices. In Garrett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher, R.F. (éd.), *North American Agroforestry : An integrated science and practice* (chap. 7, p. 189-281). Madison, American Society of Agronomy Inc.
- ✚ **Simard j, 2012.** L'agroforesterie, Une Avenue De Développement Durable Pour L'agriculture Québécoise? Centre Universitaire De Formation En Environnement Université De Sherbrooke Longueuil, Québec, Canada, Mai 2012

- ✚ **Torquebiau, E. (1990):** Introduction to the concepts of agroforestry.
- ✚ **Vézina, A. (2011).** Les haies brise-vent au Québec : analyse des bénéfices privés et publics. Communication orale. 36e congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec. Les services écologiques; l'économie au service de la nature, 27 et 28 octobre 2011, Boucherville.

<p align="center"><b>Année universitaire : 2021-2022</b></p>	<p align="center"><b>Présenté par : CHEBLI Nouha</b> MESBAH Chaima</p>
<p align="center"><b>Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et environnement</b> <b>Spécialité : Protections des écosystèmes</b></p>	
<p align="center"><b>Intitulé : Apport du SIG à la modélisation des systèmes Agro-forestiers: Cas de la daïra de Sidi Mezghiche (Skikda).</b></p>	
<p><b>Résumé</b></p> <p>A travers cette étude, nous avons essayé, en utilisant le système d'information géographique (SIG), d'identifier les sites potentiels pour l'implantation des systèmes agroforestiers dans la daïra Sidi Mezghiche sur une superficie totale de de 33175 ha .</p> <p>L'approche méthodologique utilisée dans cette étude implique le croisement de plusieurs plans d'informations (Occupation du sol, pentes, réseau routier, réseau hydrographique, population,...etc). Ces plans d'intonations ont été par la suite combines par des méthodes d'analyse multicritères pour produire une information synthétique sur les sites les plus appropriés pour les systèmes agroforestiers.</p> <p>La superposition des différentes couches facteurs de décision, tout en excluant les noyaux à protéger, a permis de sélectionner des surfaces adéquates. Il s'agit des surfaces libres qui ne présentent pas, sur la base des analyses multicritères, des contraintes environnementales. Cette méthode a prouvé la précision, la souplesse et la rentabilité.</p> <p>Toutes ces données ont été structurées sous forme de couches thématiques et stockées dans une base de données géographiques, dédiée à l'aménagement de le la daïra de Sidi Mezghiche.</p>	
<p><b>Mots-clefs :</b> Systèmes agroforestiers ; SIG, analyses multicritères ; Sidi Mezghiche.</p>	
<p><b>Laboratoires de recherche :</b></p> <p>Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques. Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Département de Biologie et Ecologie Végétale. (Université Frères Mentouri, Constantine 1).</p>	
<p><b>Encadreur :</b> GANA Mohamed (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).  <b>Examineur 1 :</b> ALATO Djamel (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1).  <b>Examineur 2 :</b> ALATO Hana (MAB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).</p>	