

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة ابن خلدون – تيارت –

Université Ibn Khaldoun – Tiaret –



Vieladeet Naturelade Sciencesdes Faculté

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Professionnel

Spécialité : Agriculture de Précision

Thème

Cartographie des Différents Types de Sols Agricoles
de la Région Tiaret par Télédétection.

Soutenu publiquement, le : 02-06-20223

Présenté par :
BELHOUARI LOUSSILIA
BELLAZRAG SAMIRA

Jury de soutenance :

Président: OUADAH Sahraoui Université Ibn khaldoun de TIARET

Examineurs : OULBACHIR Karima Université Ibn khaldoun de TIARET

Promoteur: Pr. DELLAL Abdelkader Université Ibn khaldoun de TIARET

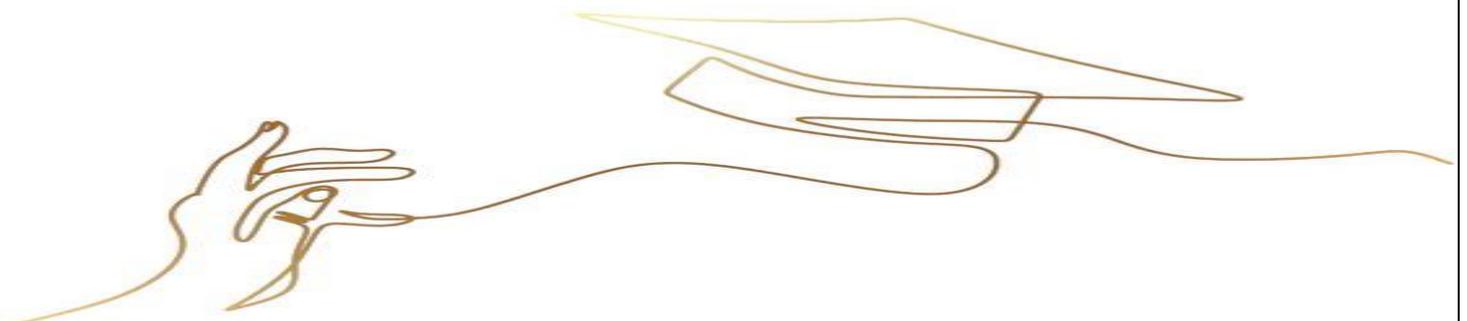
Année universitaire 2022-2023



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



New Curricula in Precision Agriculture using GIS technologies and sensing data (CUPAGIS)



Remerciements

Je remercie en premier lieu le TOUT PUISSANT ALLAH qui m'a donné la patience, le courage et la volonté pour terminer cette étude.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toutes mes gratitude, mes profonds respects à mon encadrant le professeur DELLAL Abdelkader. Qui a avec beaucoup d'amabilité accepté d'encadrer ce travail.

Mes sincères reconnaissances s'adressent parallèlement aux membres du jury :

Au Professeur A vous me faites honneur en présidant cette thèse, soyez assuré de la sincérité de mon respect et ma profonde gratitude.

Au Docteur OULBACHIR KARIMA c'est pour moi un agréable devoir que de vous remercier pour l'honneur que vous me faites en acceptant de juger mon travail, je vous en suis reconnaissant, et soyez assuré de mon respect le plus total.

Je tenais également à remercier Examineur : OUADAH Sahraoui

Et monsieur le chef de spécialité Mr. BOUACHA MOHAMED ISLEM et le chef de département à qui, Je dois un grand respect Mr. SARMOUM MOHAMED.

Une grande pensée va également à toutes les personnes du Conservation des Forêts de Tiaret pour leur aide et leur amabilité.

Dédicace

A mon père, l'exemple PAR excellence, source de MA fierté, mon courage et mon défi devant tous les obstacles que j'ai rencontrés.

A MA mère, l'Amour qui A décoré MA vie de belles roses, qui A rempli mon cœur de joie et de tendresse. MA mère, tu es toujours un exemple de patience et de sacrifice. Tu es vraiment LA plus Altruiste femme que je Connais. Dont ils ont fait preuve que Allah les gardes.

A mon cher frère : Larbi

A MA chère Adorable sœur : Sabrina.

A MA chère Adorable sœur: Zahia.

A mon cher frère : Youcef Billal.

A mon neveu adoré : Ayham.

Au marie de MA sœur : Mostafa.

A MA chère binôme : Samira .

À Toute MA promotion 2ème Année master Agriculture de précision (2022/2023) et A tous mes enseignants. À toutes les personnes qui m'ont Aidé, soutenu et contribué de près ou de loin A LA REALISATION de ce travail.

BELHOUARI Loussilia

Dédicace

A mon père, l'exemple PAR excellence, source de MA fierté, mon courage et mon défi devant tous les obstacles que j'ai rencontrés.

A MA mère, l'Amour qui A décoré MA vie de belles roses, qui A rempli mon cœur de joie et de tendresse. MA mère, tu es toujours un exemple de patience et de sacrifice. Tu es vraiment LA plus Altruiste femme que je Connais. Dont ils ont fait preuve que Allah les gardes.

A mon cher frère : Mohamed.

A MA chère Adorable sœur : Khadidja.

A MA chère Adorable sœur: Yamna.

A mon cher frère : Ismail.

A mon neveu Adoré : Mohamed et MoUAD.

Au marie de MA sœur : Yousef.

A MA chère binôme : Loussilia.

À Toute MA promotion 2ème Année master Agriculture de précision (2022/2023) et A tous mes enseignants. À toutes les personnes qui m'ont Aidé, soutenu et contribué de près ou de loin A LA REALISATION de ce travail.

BELLAZREG SAMIRA

Liste des figures

Liste des
figures

Figure n°01 : Le sol sablonneux (Lizbith, 2019).....	05
Figure n°02 : Le sol limoneux (Lizbith, 2019).....	05
Figure n°03 : Le sol argileux (Lizbith, 2019).....	05
Figure n°04 : Le sol humifère (Lizbith, 2019).	06
Figure n°05 : Système d'Information Géographique	08
Figure n°06 : Cartographies illustrant quelques exemples de l'ariabilité intra-parcellaire.....	09
Figure n°07 : Télédétection passive.....	10
Figure n°08 : Télédétection active	11
Figure n°09 : localisations géologiques et hydrologiques de la zone d'étude et les différents Sites.....	12
Figure n°10 : Carte de localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partie Nord.....	14
Figure n°11 : carte de Situation géographique	16
Figure n°12 : Localisation des sites dans la partie sud Chott Ech Chergui	17
Figure n°13 : les précipitations moyennes mensuelles dans la zone d'étude.....	18
Figure n°14 : Pluviométrie saisonnière de la zone d'étude.....	18
Figure n°15 : le climagramme d'Emberger.....	21
Figure n°16 : Diagramme ombrothermique.....	22
Figure n°17 : Mélanges (M1.....M12) par ordre de droite à gauche et répétitions (A, B, C, D et E) de haut vers le bas	27
Figure n°18 : carte des différents types de sols agricoles de la région Tiaret.....	30

Liste des abréviations

CEC : La capacité d'échange cationique

SIG : Les systèmes d'information géographique

Ps : précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

Crs : Coefficient relatif saisonnier

P : précipitations

T : températures

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud.

M : moyenne des minima du mois le plus froid.

Ph : potentiel hydrogène

mm : millimètre

Liste des tableaux

Tableau n°01 : localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partie Nord....13

Tableau n°02 : Localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partie sud....17

Tableau n°03 : Coefficient relatif saisonnier de Musset....19

Tableau n°04 : Les moyennes mensuelles de la station de référence soulignent l'existence de deux saisons bien distinctes19

Table des matières

Définition de sol.....	2
Les caractéristiques du sol	2
Caractéristiques physiques	2
La texture	2
La structure	2
La porosité	3
Propriété chimique.....	3
.PH.....	3
La capacité d'échange cationique (CEC)	3
Classifications de sols.....	3
Sol sableux	4
Sol limoneux	4
Sol argileux	5
Sol humifère.....	5
La cartographie.....	6
2.1 La cartographie de sols.....	7
La télédétection et SIG	7
Les données et la base de connaissances.....	7
Les Systèmes d'Information Géographique (SIG).....	8
Chapitre II Applications aux différents types de sols dans la région de Tiaret.....	9
Présentation de la zone d'étude de la région de Tiaret.....	9
Portée de la recherche et emplacement du site	9
Partie Nord.....	9
Position géographique.....	11
Végétation	12
Partie Sud.....	12
Situation géographique	13
Caractéristiques climatiques de la région d'étude.....	14
Précipitations moyennes mensuelles de la zone d'étude.....	14
Régimes pluviométriques saisonnier	15
Régimes saisonniers.....	15
Températures	16
Amplitudes thermiques	17
Indice de continentalité	17
Synthèse écologique	17
Coefficient pluviométrique d'Emberger	17
Le climagramme d'Emberger.....	18
Diagramme ombrothermique	18
Les différents types de sols	19
Vertisol	19
Caractères distinctifs des Vertisols.....	20
Utilisation Des Vertisols.....	22
Sols Calcimagnésiques.....	24
Sols Rouges Méditerranéens	26
Classe des sols Rouges Méditerranéens	26
Hydro morphes	27
Classification.....	27
Sols peu évolués	27
La classe des sols peu évolués	28
Conclusion général.....	30
Référence bibliographique	31

Résumé

Cartographier les différents types de sols agricoles de la région de Tiaret par télédétection est un sujet important et passionnant. Les données de télédétection, telles que l'imagerie satellitaire, peuvent être utilisées pour identifier et analyser diverses propriétés du sol, notamment la texture, l'humidité et la teneur en matière organique. En utilisant des systèmes d'information géographique (SIG) pour analyser ces données, les chercheurs peuvent créer des cartes détaillées des sols qui peuvent être utilisées pour guider les pratiques agricoles, la planification de l'utilisation des terres et la gestion de l'environnement. Cette recherche a le potentiel d'améliorer la productivité et la durabilité agricoles dans la région de Tiaret, et pourrait également être appliquée à d'autres régions du monde.

Summary :

Mapping the different types of agricultural soils in the Tiaret region by remote sensing is an important and fascinating topic. Remote sensing data, such as satellite imagery, can be used to identify and analyze various soil properties, including texture, moisture, and organic matter content. By using geographic information systems (GIS) to analyze this data, researchers can create detailed soil maps that can be used to guide agricultural practices, land use planning, and environmental management. This research has the potential to improve agricultural productivity and sustainability in the Tiaret region, and could also be applied to other regions around the world.

المخلص :

يعد رسم خرائط أنواع التربة الزراعية المختلفة في منطقة تيارت عن طريق الاستشعار عن بعد موضوعًا مهمًا ومثيرًا. يمكن استخدام بيانات الاستشعار عن بعد، مثل صور الأقمار الصناعية، لتحديد وتحليل خصائص التربة المختلفة، بما في ذلك الملمس والرطوبة. يمكن للباحثين إنشاء خرائط تفصيلية للتربة (GIS) ومحتوى المادة العضوية. باستخدام نظم المعلومات الجغرافية يمكن استخدامها لتوجيه الممارسات الزراعية وتخطيط استخدام الأراضي والإدارة البيئية. هذا البحث لديه القدرة على تحسين الإنتاجية الزراعية والاستدامة في منطقة تيارت، ويمكن أيضًا تطبيقه في مناطق أخرى من العالم.

Introduction Général

L'agriculture a depuis toujours assimilée les nouvelles technologies pour réaliser des tâches. Pour preuve l'évolution spectaculaire qu'a subi le machinisme agricole durant cette décennie, créant des tracteurs et des engins agricoles toujours plus importants et plus performants. La robotisation a fait également son apparition avec l'émergence de robots autonome ou semi-autonome dans le domaine de l'élevage rendant moins pénible et plus efficace les tâches répétitives comme la traite ou la distribution de la ration. C'est logiquement que l'agriculture a également intégré les techniques GPS pour d'abord guider les engins agricoles mais également pour avoir une vision différente et plus globale de leurs parcelles.

Toujours dans l'idée d'avoir un aperçu global mais tout de même précis de la parcelle agricole, des services s'appuyant sur l'imagerie satellite sont apparus depuis le début des années 2000. Ces services proposent aux agriculteurs de détecter les hétérogénéités intra parcellaire afin que ces dernières soient prises en compte. (CHOGNARD.S, 2013).

Notre travail fait l'objet de consiste a étudier les principaux type de sols dont dispose la wilaya de Tiaret, Les sols existants dans cette zone sont destinés principalement a la céréaliculture (blé dur, blé tendre et orge) notre objectif est d'essayer d'application la télédétection (system informations géographique) pour rendre des rendements de les céréales au-delà la classification des sols par la cartographie fait l'objet d'une contribution a la mise en valeur agricole.

A cet effet nous devons parler l'efficacité de la cartographie sur notre cas d'étude et comblement des différentes lacunes des données spatiale dans notre région.

I. Chapitre I Synthèse bibliographique

Définition de sol :

Les sols représentent la couche superficielle non consolidée de la croûte terrestre, issue de la transformation des roches mères et enrichie par des apports organiques.

Elle est à la fois le support de la vie et le produit de la vie. Nous distinguons le sol de la croûte, qui est vitale. Le sol est également l'un des puits de carbone planétaires. (Bond-Lamberty B et Allison T., 2010).

Selon la définition de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), le sol correspond à la couche supérieure de la croûte terrestre. Il a une épaisseur variable (quelques décimètres à quelques mètres) et est composé de grains minéraux de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants. (Racine, faune, micro-organismes).

Il s'est formé extrêmement lentement, principalement par un processus complexe d'altération de la roche et de décomposition de la matière organique. Les formations successives qui composent la roche ont des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques différentes, selon la nature de la roche d'origine, les processus climatiques et les activités biologiques et humaines. (Galileo, 2004).

Les caractéristiques du sol

Caractéristiques physiques

La texture

La texture du sol correspond à la répartition dans ce sol des minéraux et de la matière organique par catégorie de grosseur (en fait, diamètre des particules supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. (Gobat et al, 2010).

La texture régule directement la structure du sol et donc la porosité et le régime d'humidité. En particulier, le rapport argile affecte la formation du complexe argile-hum, la capacité d'échange, la fertilité et la profondeur d'enracinement. La texture est une propriété stable qui ne changera qu'au cours de l'évolution à long terme du sol, ce qui est un bon indicateur. (Gobat et al, 2010).

La structure

La structure du sol est l'arrangement des particules minérales du sol en agrégats sous l'effet de liaisons par des colloïdes (minéraux argileux, substances humiques) ou des hydroxydes de fer ou d'aluminium. Cette structure peut être particulière (ou absence de structure), comme pour le sable meuble ; fragmentaire ou grumeleuse (cas le plus courant), les constituants étant rendus solidaires par le complexe argilo-humique qui forme des agrégats (sol à structure sphérique, angulaire, lamellaire) et des mottes (éléments structuraux formés par les actions de fragmentation et de compactage des outils) ; massive (ou continue) comme le limon « battant », les argiles. La description précise de cette structure est difficile d'autant qu'elle varie souvent d'un emplacement à l'autre. Si l'analyse structurale à l'échelle des mottes est possible (état interne et mode d'assemblage), cette difficulté a conduit les pédologues à caractériser la structure par des données mesurables (stabilité structurale, porosité et perméabilité, rétention en eau, indice de battance...). (Hénin et al, 1969).

Propriété chimique

Ph

Ph L'acidité du sol est déterminée par la concentration en ions H^+ : nous sommes contre l'acidité courante, correspondant à la concentration en ions H^+ libre dans la solution du sol, acide Potentiel, représentant la somme des ions H^+ commutatif (plus riche), où constituent une "réserve" actuellement indisponible qui peut être titrée ou échanger avec une solution saline (Duchaufour, 2004).

La capacité d'échange cationique (CEC)

La CEC est le nombre maximum de cations totaux que le sol peut capter à un pH donné. La CEC est utilisée pour mesurer la fertilité, la capacité de rétention des nutriments et la capacité à protéger les eaux souterraines de la contamination par les cations. Elle est exprimée en centimoles par kilogramme d'hydrogène (cmolc/kg ou 100meqc/100g). On le trouve principalement dans l'argile et l'humus (www.fao.org).

Classifications de sols.

Les types de sol sont affectés par la taille et la disposition des particules de sol. Les types de sol diffèrent par leur texture et leur composition. La texture du sol dépend de la taille des particules qui le composent. Un test tactile rapide ou un test de tangage peut être effectué pour déterminer la texture du sol. (www.alloprof.qc.ca)

Les sols peuvent être divisés en quatre types principaux (sol sableux/sol limoneux/sol argileux/sol humifère)

Sol sableux

Texture : Elle est principalement composée de sable ; le sol est extrêmement poreux, il ne retient pas l'eau, sèche et chauffe en un rien de temps.

Structure : Glisse entre les doigts en raison du manque d'association entre les particules ; il est particulièrement sensible à l'érosion éolienne et au lessivage.

Culture : Ne convient pas aux plantes nécessitant beaucoup d'eau ; convient à la culture d'asperges, de carottes, de pommes de terre, de cactus, etc.

Les avantages : Sol qui fonctionne bien et transporte bien l'eau ; peut-être chauffé rapidement.

Les inconvénients : sol infertile qui ne peut retenir l'eau ; sensible à l'érosion

(www.alloprof.qc.ca).



Fig. n°01: Le sol sablonneux (Lizbith, 2019).

Sol limoneux

Texture : Elle est principalement composée de limon ; certaines particules de sol ont une tendance partielle à adhérer au sol, qui se brisera sous l'influence de l'environnement, ayant une porosité moyenne.

Structure : Particules serrées qui permettent à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement, sous réserve de la formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration de l'eau, cependant elle favorise le ruissellement.

Culture : Convient pour la culture du blé, du maïs, de la laitue, etc.

Les avantages : sol fertile et efficace.

Les inconvénients : Sol faible, facilement détruit (www.alloprof.qc.ca).



Fig. n°02 : Le sol limoneux (Lizbith, 2019).

Sol argileux

Texture : contient principalement de l'argile ; sol lourd et compact avec des particules qui collent ensemble comme de l'argile ; il y a un risque de compactage du sol si des objets lourds (tels que des camions) se retrouvent sur le sol ; le sol compacté sera difficile à drainer ; souvent appelé comme "argile".

Structure : Peu de place pour la circulation de l'eau et de l'air ; Retient très bien l'eau et les nutriments ; Vulnérable à l'érosion éolienne, car cette couche de surface peut s'effriter si la surface est sèche ; A tendance à être alcaline.

Culture : Sol très fertile, car il contient des nutriments riches ; Ne pas accumuler d'eau, afin de ne pas affecter la croissance des plantes ; Convient à la culture de tomates, d'orge, de soja, etc.

Les avantages : Le sol retient bien l'eau et est très fertile.

Les inconvénients : Mauvais effet de sol, mauvaise réponse aux changements de température (facile à congeler). (www.alloprof.qc.ca).



Fig. n°03: Le sol argileux (Lizbith,2019).

Sol humifère :

Texture : Contient principalement de la matière organique ; grains sombres relativement lâches qui glissent entre les doigts ; permettent à l'eau de s'écouler facilement.

Structure : peut retenir de grandes quantités d'eau sans être aussi collant que l'argile ; retient bien les engrais ; peut être sensible à l'érosion éolienne.

Culture : Couramment utilisé pour faire pousser des légumes.

Les avantages : Sol très riche qui retient bien l'eau et se réchauffe facilement.

Les inconvénients : Le sol est parfois très acide, ce qui peut nuire au développement des plantes (www.alloprof.qc.ca).



Fig. n°04: Le sol humifère (Lizbith, 2019).

La cartographie :

Le besoin croissant de cartographie des sols en région méditerranéenne permet à la fois de mieux gérer les déplacements de population et la concentration d'activité qui en résulte, et de rationaliser la lutte contre la désertification dans les régions vulnérables. Avec l'essor actuel de la télédétection, la technique d'enquête de la cartographie thématique connaît une renaissance. Dans le même temps, la présentation des résultats a changé avec le développement des aides informatiques, et la possibilité d'utiliser des données de nature ou d'origine différente s'est considérablement élargie avec la popularité croissante des bases d'informations géographiques. ...

Il est donc intéressant d'évaluer l'impact de cette évolution technologique sur le sujet complexe de la cartographie des sols, à la fois parce qu'elle est récente et inachevée, et parce que les conséquences immédiates, en termes de moyens économiques ou d'amélioration de la qualité des résultats, sont attendues d'évolution technologique. Mais surtout, considérons l'apport de la technologie à l'évolution de la cartographie ou de la conception du sujet qui n'est pas encore déterminée : en effet, le sol est perçu différemment par ceux qui s'y intéressent, dont la cartographie reflète le cas : un certain nombre de propriétés, connues et un état

Répertorié dans le processus de pédogenèse, ou une étape fonctionnelle logique en relation avec une combinaison de facteurs environnementaux. (Naert B, 1995)

2.1 La cartographie de sols :

Parmi les cartes pédologiques, on distingue : celles qui prétendent développer un inventaire systématique des propriétés des sols à l'échelle nationale ou internationale, indépendamment des intérêts immédiats de développement, et celles qui visent à le faire selon des critères pédologiques, où l'utilité du zonage s'applique en général. Territoires plus restreints.

Bien que le terme « carte des sols » et la technique de découpage de l'espace en unités cartographiques soient similaires, le sens et la représentation finale de la carte ne sont pas les mêmes :

La définition des attributs de contenu unitaire dans les légendes et les notifications ne suit pas de règles générales. Les critères de distinction des unités cartographiques varient en fonction de paramètres techniques (concept de sol, échelle, etc.) ou de paramètres locaux (contexte économique, pression démographique, technologie d'aménagement, etc.).

Les cartes sont également différentes, mais pour des raisons techniques leur mode de dessin est limité : méthodes d'inventaire et méthodes d'interpolation basées sur des profils de système ou des grilles d'enquête, si les résultats sont trop lents et souvent trop coûteux à traiter efficacement. Avec des besoins immédiats, en particulier ceux des zones considérées comme improductives. De plus, le développement des techniques de cartographie tend soit à réduire le nombre de détections (à l'aide de transects ou à l'aide d'identifiants pour prouver le sous-échantillonnage), soit à remplacer les observations de terrain par des raisonnements logiques. Dans ce dernier cas, il s'agit d'établir la relation entre le sol et son environnement et de développer. Ces modèles peuvent, au mieux, être extrapolés à partir du minimum d'observations faites sur le terrain en expliquant la fonction et les propriétés des sols. Ils utilisent des données cartographiques disponibles dans d'autres disciplines que les sciences du sol ou obtenues par d'autres moyens que l'arpentage systématique. (Nabert B, 1995).

La télédétection et SIG :

Les cartes fabriquées de manière traditionnelle ne sont plus adaptées aux besoins d'aujourd'hui. La complexité et la variété des données environnementales ont poussé au développement de systèmes capables de répondre aux besoins de collecte, d'analyse et de représentation des phénomènes environnementaux. Les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection sont devenus des outils importants pour comprendre et surveiller les phénomènes dynamiques, et sont essentiels pour orienter les investissements et la prise de décision (Missoumi, 2003).

Les données et la base de connaissances

L'agriculture de précision peut être qualifiée d'"agriculture de l'information", c'est-à-dire qu'elle repose sur la capacité à collecter, analyser et combiner de multiples informations afin de pouvoir prendre des décisions plus ciblées dans le temps et dans l'espace.

La prise en compte de la variabilité intra-parcelle dans les processus menant aux décisions de gestion des cultures repose sur la gestion de la grande quantité d'informations au cœur de l'agriculture de précision. (Kouadria S, 2020).

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG)

Les systèmes d'information géographique (SIG) sont eux-mêmes des systèmes de gestion de bases de données permettant de saisir, de stocker, d'extraire, de traiter et d'analyser des données géoréférencées (données géographiques).

Les SIG sont indispensables et lorsqu'ils intègrent les dimensions spatiales des phénomènes observés, ils constituent des aides à la décision.

Plusieurs niveaux d'informations peuvent être gérés simultanément.

Les SIG pour l'agriculture de précision notamment doivent pouvoir intégrer des données de natures, de sources et d'échelles différentes, telles que des relevés ou échantillonnages en continu par GPS, des photographies aériennes ou des images satellitaires, des parcelles agricoles...

Grâce à la gestion et à l'analyse de ces données, le SIG peut générer des cartes et des rapports pour la gestion agronomique et économique de chaque parcelle. (Kouadria, S 2019).

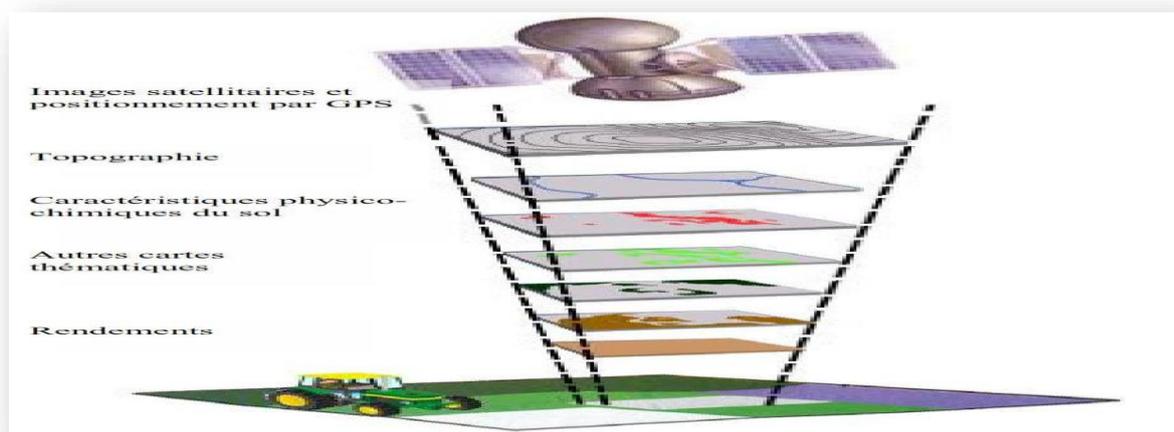


Fig. n°05 : Système d'Information Géographique.

L'agriculture de précision implique plusieurs types de SIG en fonction des besoins.

- Les SIG basiques (les plus courants et les plus simples) permettent de récupérer ces données et de les visualiser grâce à la cartographie. Sans outils d'analyse spatiale, les informations collectées sur le terrain sont affichées directement sur des cartes de rendement ou des cartes thématiques (Figure 06), telles que la répartition des mauvaises herbes ou les indices de végétation dans les images satellites ou les photographies aériennes.

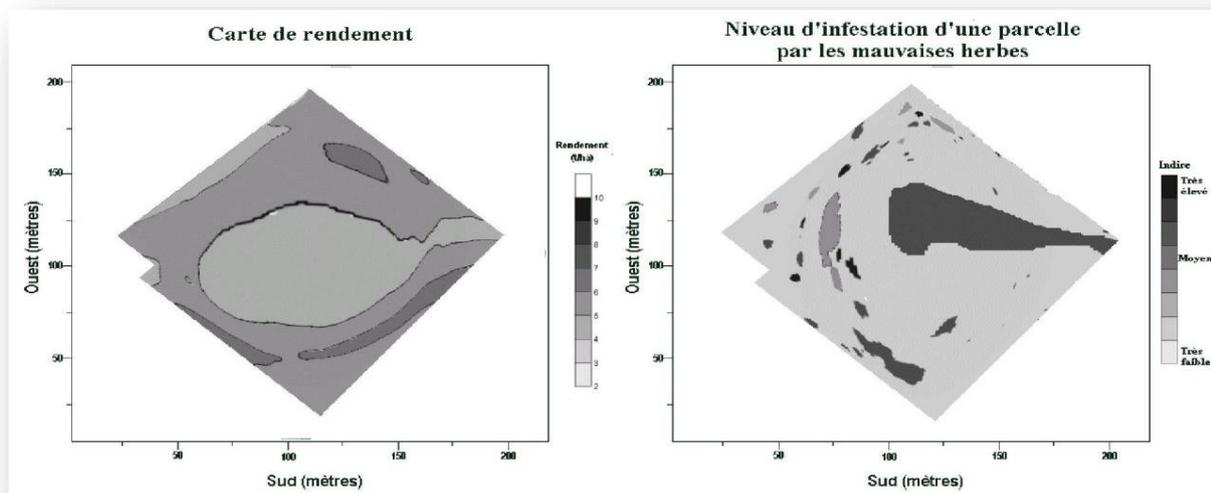


Fig. n°06 : Cartographies illustrant quelques exemples de l'ariabilité intra-parcellaire.

Ces cartes expriment la variabilité au sein des parcelles. Cette visualisation d'informations est déjà très utile :

- Accent mis sur les erreurs culturales liées à des circonstances défavorables ou à des problèmes techniques (matériel de semis, d'épandage ou de pulvérisation défectueux).
- une meilleure connaissance de ce qui a été fait, augmentant ainsi la traçabilité des opérations agricoles réalisées sur le terrain.
- une gestion plus précise et efficace des terres agricoles.
- Amélioration des stratégies de pilotage des bases de données et bases de connaissance des parcelles agricoles à moindre coût. La création d'un plan d'échantillonnage en est un excellent exemple. Plutôt que de créer une grille de système, il est moins coûteux et plus représentatif d'analyser quelques points sélectionnés dans différentes régions homogènes. (KOUADRIA S, 2020).

3.2. Définition de la télédétection :

La télédétection est un ensemble de méthodes et de techniques impliquées dans de nouvelles stratégies pour l'étude et le suivi de divers phénomènes naturels qui ont un impact direct sur l'homme et son environnement, la télédétection est en fait une analyse spatiale des écosystèmes à travers l'utilisation et l'interprétation de photographies aériennes et/ou l'imagerie satellitaire, visant un diagnostic précis et une évaluation de l'éventail des phénomènes naturels pour orienter les différentes actions d'aménagement nécessaires dans le cadre d'un développement durable des écosystèmes (Bouacha, 2013).

La télédétection permet, entre autres, une gestion efficace du patrimoine naturel par la cartographie et l'inventaire de toutes les ressources disponibles sur le terrain, et force est de constater que l'analyse spatiale d'aujourd'hui permet une meilleure appréciation des phénomènes naturels, une meilleure compréhension de ceux-ci, comprendre les processus par lesquels ils se déroulent, et aussi évaluer l'étendue de leur impact sur les écosystèmes humains et l'environnement (Bouacha, 2013).

3.2.1. Objectif De La Télédétection :

La télédétection permet la production d'images ou de photographies qui, par l'interprétation des informations acquises, aboutit à des applications multiples et une meilleure gestion des ressources naturelles de notre planète :

- surveillance de l'environnement.

- agriculture.
- cartographie.
- aménagement.

Les satellites, grâce à leur vision nouvelle des paysages ruraux, ont fait prendre conscience des possibilités immenses offertes par la télédétection dans la connaissance de l'agriculture et l'étude des paysages. On dispose là d'un nouvel outil de prospection qui peut être envisagé en terme de complémentarité ou de substitution à une enquête classique au même titre que les photographies aériennes. Actuellement l'imagerie satellite est devenue accessible en permettant une grande souplesse et un coût d'utilisation très positif (REMIL R,2006).

3.2.2 Principe de la télédétection :

Principes de la télédétection La télédétection permet d'utiliser des capteurs pour étudier la surface de la Terre. Ces instruments enregistrent le rayonnement émis ou réfléchi par la surface de la Terre. Ces capteurs sont sensibles à la lumière visible, mais sont également sensibles à d'autres parties du spectre électromagnétique, telles que l'infrarouge, l'ultraviolet et les micro-ondes. Des images de la surface terrestre sont obtenues en attribuant des intensités de gris ou de couleur aux valeurs enregistrées. Utilisez différentes combinaisons de valeurs et de manipulations spécifiques pour permettre.

Extraire des informations sur certaines caractéristiques du sol, qui peuvent être utilisées en hydrologie (Lyzenga, 1987), en agriculture, en foresterie, en géologie, en océanographie ou en cartographie. Selon le type de capteur utilisé, nous l'appelons détection passive ou active (Figure 7.8).

3.2.2.1 Télédétection passive :

Les capteurs passifs détectent le rayonnement naturel émis ou réfléchi par l'objet observé ou la zone environnante. La lumière solaire réfléchie est la source de rayonnement la plus courante mesurée par les capteurs passifs. Des exemples de capteurs passifs incluent le film, l'infrarouge et les radiomètres (Abdulrahman, 2010).

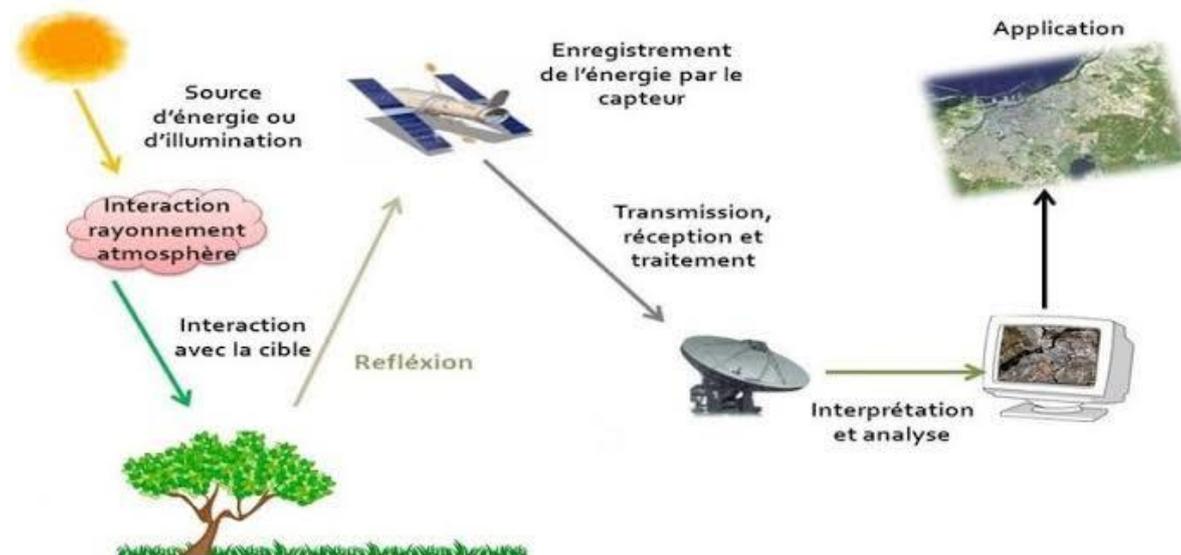


Fig.n°07 : Télédétection passive

3.2.2.2 Télédétection active :

Un capteur embarqué sur un aéronef ou un satellite génère sa propre énergie pour éclairer une cible : il émet un rayonnement électromagnétique dirigé vers la cible. Le rayonnement réfléchi par la cible est alors capté et mesuré par le capteur. Des radars ou des lasers sont utilisés comme sources d'énergie. Ce rayonnement traverse les nuages, ce qui permet d'acquérir des images quelles que soient les conditions météorologiques diurnes ou nocturnes (Tempfli, 2009).



Fig.n°08 : Télédétection active

Chapitre II Applications aux différents types de sols dans la région de Tiaret

Présentation de la zone d'étude de la région de Tiaret :

Portée de la recherche et emplacement du site

Notre travail cible les zones humides importantes de la wilaya pour évaluer leur importance en tant qu'approvisionnement en eau létale et leur impact sur les eaux alcalines et thermales de la zone d'étude, avec l'avantage d'identifier la relation entre les changements environnementaux et les bioindicateurs des diatomées. Dans ce chapitre, nous indiquons les différents sites utilisés dans notre recherche. Nous avons subdivisé la zone d'étude en deux régions (Fig. n°09) ,la région nord, le sous-bassin versant de l'Oued Mina contenant trois zones humides Nahr Ouassel (alimentant le barrage de Dahmouni), Oued Mina et Oued Louhou (alimentant le barrage de Benkhada), et la région sud correspondant au deux bassins versants du Chott Chergui El Khadra /Saous dans Westland Nature Dhaya. (Negadi M, 2019).

Partie Nord :

Les sites ont été sélectionnés le long du sous-bassin versant de l'oued mina, qui est le plus important et le plus intéressant des sous-bassins versants de la Wilaya. Il contribue à l'alimentation en eau de la prise de Sidi Ouadhah et du barrage de Bakhadda. Le bassin s'étend sur 2 056 kilomètres carrés sur calcaire, le plus souvent dans la partie ouest du bassin de Chelef ; la Haute Mina ne couvre qu'un tiers du grand fleuve (Bouchentouf, 1994).



Fig. n°09: localisations géologiques et hydrologiques de la zone d'étude et les différents sites

Tableau n°01 : localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partieNord

	Sited'étude	Abréviation	Location	Altitude
Oued Mina	Tousnina	MA	35°08'34.93"N	1004
			1°16'42.23"E	
	Melakou	MU	35°12'41.91"N	944
			1°17'56.31"E	
	Sidiouadah	SO	35°16'59.06"N	893
			1°17'02.08"E	
	Tagdemt	TT	35°18'32.37"N	812
			1°14'54.27"E	
Beni Affen1	BA1	35°18'55.31"N	672	
		1°10'54.98"E		
SidiAmar	SA	35°04'45.42"N	1075	
		1°04'10.81"E		
OuedLouhou	Medroussa1	MD1	35°11'53.58"N	825
			1°06'05.63"E	
	Medroussa 2	MD2	35°14'29.18"N	760
			1°07'21.20"E	
	Hetateba	HA	35°16'30.27"N	701
			1°09'17.87"E	
Beni Affen 2	BA2	35°17'39.42"N	673	
		1°09'22.07"E		
BarrageDahmoun i	BD	35°23'51.90"N	937	
		1°30'34.53"E		
NahrOuassel	Sebain1	OS1	35°25'58.34"N	900
			1°34'52.30"E	
	Sebain 1	OS2	35°30'4.19"N	866
			1°39'59.45"E	
	Bougara1	BG1	35°33'10.66"N	825
			1°46'29.44"E	
Bougara2	BG2	35°33'15.90"N	814	
		1°50'17.71"E		

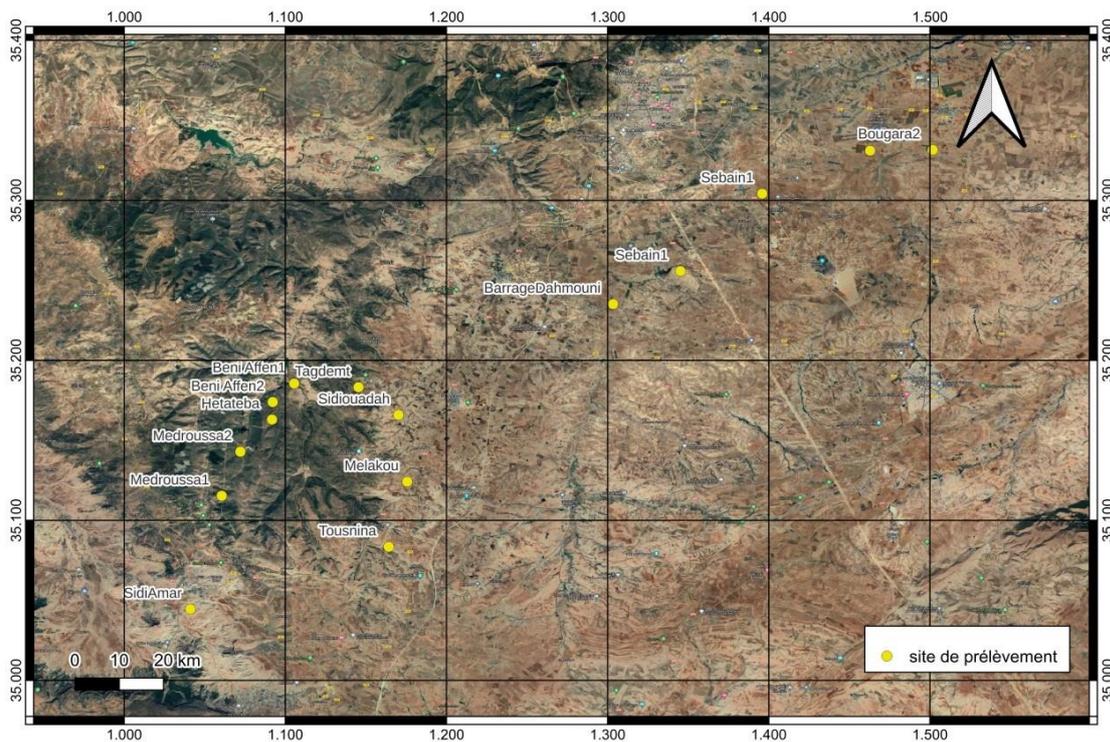


Fig.n°10: Carte de localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partie Nord

Position géographique

Le sous-bassin de l'oued mina est situé dans le bassin du Grand Chelef, plus précisément au sud-ouest de l'Ouarsenis, et il est limité :

- 1/ Au nord du bassin versant de l'Oued Rhiou, au nord-ouest de la daïra de Rahouia.
- 2/ Vers l'Est par le sous-bassin de l'Oued Nahr Ouassel.
- 3/ Vers l'ouest par le sous-bassin de l'Oued Abed.
- 4/ Sud-ouest du sous-bassin de l'oued Tat.
- 5/ Au sud se trouve la ville de Medrissa

L'exutoire du sous-bassin est situé dans la partie sud-est de la province de Relizane. La partie sud du bassin est drainée par l'oued Louhou, mais surtout par l'oued Mina, le plus long talweg à environ 118km.

De par ses aspects structuraux et tectoniques, l'Oued Mina occupe une zone assez particulière. En fait, on trouve Oued Mina à peu près entre la plaine de Relizane au nord-ouest et le parallèle de Tiaret à l'est. En effet, cet oued croise la partie ouest des contreforts du massif de l'Ouarsenis et la partie nord du plateau oranais. Sur le plan hydrologique, l'Oued Mina et l'Oued Tlelat sont les principaux cours d'eau permanents qui traversent les Monts du Tiaret (Negadi M ,2019).

Végétation :

La végétation de la wilaya vole un grand potentiel naturel, notamment 1 609 900 hectares de terres agricoles, 142 966 hectares de surface herbeuse et 142 422 hectares de surface forestière. La superficie agricole totale est répartie par la superficie agricole disponible de 704 596 hectares, dont 14 561 hectares sont irrigués et 1 million d'hectares sont des prairies, des pâturages, de la luzerne et de la forêt.

Des massifs forestiers et des forêts-prairies caractérisent la partie nord de Wilaya, et se développent sur les collines (Monts de Ghezoul) du fait d'un climat régulé par l'altitude. Il s'agit principalement de forêts juvéniles de pins d'Alep (*Pinus halepensis*) et de chênes verts fortement dégradés (*Quercus ilex*) introduits dans le cadre du Barrage Vert, de genévriers (*Juniperus oxycedrus*) et d'alfa (*Stipa tenacissima*) (Miara et al 2014).

Partie Sud

Le Chott Ech Chergui est une zone riche en eaux saumâtres et thermales, l'un des plus grands bassins versants d'Algérie avec une superficie d'environ 40 000 km². Le chott chergui est représentatif de la région méditerranéenne, notamment en raison de la désertification des habitats qu'il contient. Autour des chotts et des sebkhas, il y a des podaes, des zones de prairies sempervirentes complètement dépourvues de végétation. A cette flore s'ajoutent une végétation lacustre et marécageuse purement aquatique dans les milieux humides.

Le milieu herbeux est caractérisé par une altitude élevée (moyenne 1100m), la prairie peut atteindre un maximum de 1300m, et le minimum oscille entre 1000 et 1100m, indiquant que le dénivelé n'est pas significatif, c'est-à-dire inférieur à 200m. Le fond est principalement calcaire. Les espaces herbeux sont caractérisés par un climat aride à faibles précipitations. Il est très sensible à la désertification où la végétation est fortement dégradée. Selon (Benkhatou ,2015), les principales unités de végétation de la zone sont :

- Strates steppiques non salines, basses et plus ou moins ouvertes, dominées par les graminées *Stipa*, *Lygeum Spartum* et chamaephytes (*White Artemisia*, *Artemisia canola*), en plus d'une grande variété d'espèces annuelles. Ces formations sont accompagnées de peuplements de jujubiers (*Zizyphus lotus*) et de pistachiers (*Pistacia atlantica*).
- La végétation des sols salins forme une marge de largeur variable autour d'une dépression saline (Chott chergui). Selon le niveau de salinité, on distingue dans l'ordre, selon la teneur décroissante en chlorure, la zone saline-alcali, puis la zone de salsa de Suaeda, et enfin la zone de berce du Caucase et d'agarine. (Negadi M, 2019).

Situation géographique :

Le Chott Ech Chergui dans l'ouest de l'Algérie est la plus grande zone humide naturelle de ce type en Afrique du Nord après le Chott Djerid en Tunisie. Le Territoire se situe entre $0^{\circ} 45'$ et $0^{\circ} 55'$ de longitude Est et $34^{\circ} 25'$ et $34^{\circ} 30'$ de latitude Nord, avec une altitude maximale de 1108 mètres (fig n°10).

D'une superficie de 855.500 km² (varie selon les précipitations) et d'une largeur de 160 km, elle recèle de nombreux milieux d'eaux douces, saumâtres et thermales d'envergure internationale compte tenu de la biodiversité qu'elle recèle. C'est aussi un type plutôt rare de zone humide permanente située dans des régions arides de prairies où l'eau est souvent temporaire et abrite de nombreuses espèces végétales et animales menacées et vulnérables. (Ramsar, 2003).

Elle se situe entre la région nord tempérée et la région sud rude ; la partie sud de la province de Tiaret comprend la partie orientale du Chottech chergui, environ 50 000 hectares (CFT, 2016), abritée par les communes de Sidi Abd Rahman et Chehaima Wilaya. (Negadi M, 2019).

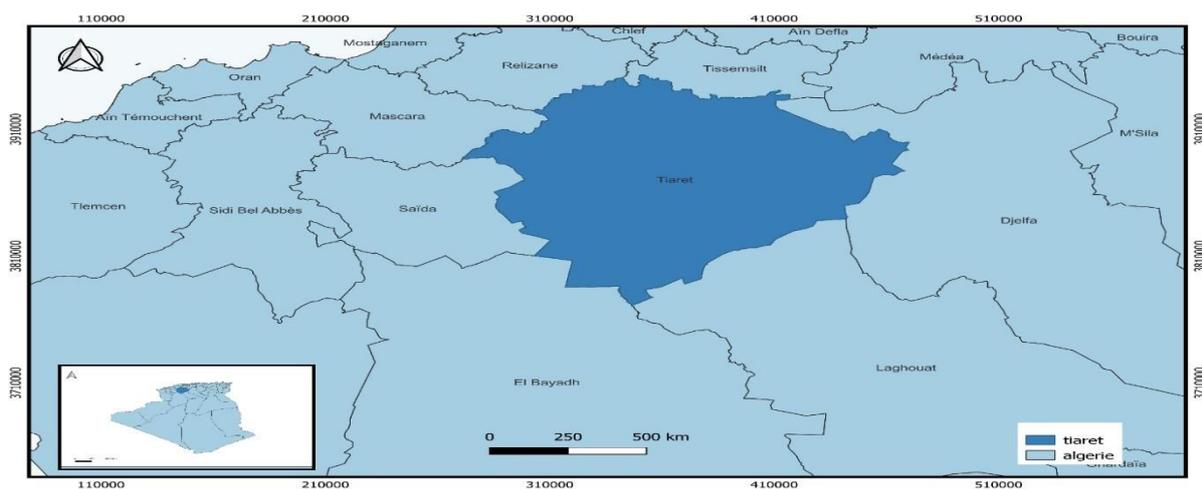


Fig. n° 11 : carte de Situation géographique.

- Les Sites d'Ain Tiddes Et Saousse Et Daiet Khadra

Dans la commune de Sidi Abed El Rahmane (Fig n° 12), les zones humides sebkha TIDDES et SAOUS produisent une superficie de 1000 ha avec une profondeur de 0,5 à 2,5 m. Il fait partie de la grande chaîne de division du plateau d'Åland et des zones humides orientales de la chotte ech chergui, et

La végétation et les types d'halophytes sont *Salsola tetrandra* variété *villosa*, *Salsola vermiculata*, *Traganum nudatum*, *Thymelea micriphylla*, *Erodium glaucophyllum*, *Tamarix Sp*, *Glassworth*, *Watergrass Lugum spartum*, *Atriplex halimus*, roseau. (Negadi M, 2019).

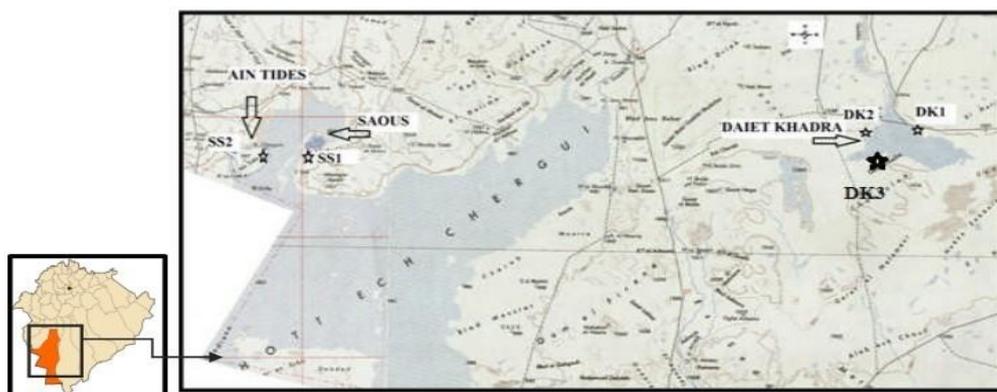


Fig. n°12: Localisation des sites dans la partie sud Chott Ech Chergui.

La zone de Daya Khadra, située à l'est du chott Ech chergui, à 20 kilomètres au sud-ouest de la ville de Chehaima, Daira Ain Dehab, Wilaya de Tiaret, couvre une superficie de 10000 hectares, compris marécage humide et Sebkhha, niveau d'eau submergé côtier 50cm, milieu 1,80 La qualité de l'eau est saumâtre et claire. Choisissez trois points DK1, DK2 et DK3 (tableau 2).

Tableau n°02 : Localisation des sites de prélèvement des échantillons dans la partie sud.

	Latitude	Longitude	Altitude
DK1	34°32'41.16''N	1°20'30.43''E	999m
DK2	34°34'14.55''N	1°15'54.32''E	1001m
DK	34°30'48.40''N	1°19'29.74''E	996m
SS1	34°32'27.49''N	1°00'33.58''E	985m
SS2	34°32'31.44''N	1°00'43.98''E	986.

Caractéristiques climatiques de la région d'étude

Précipitations moyennes mensuelles de la zone d'étude

Les précipitations moyennes annuelles enregistrées à Tiaret sont de 472mm/an au cours de la période 1991-2021.

La Figure n°12 montre que la pluviométrie diminue brusquement. Les mois les plus pluvieux sont les cinq mois janvier, février, mars, avril et novembre (55, 50, 57, 55 et 52mm) par contre les mois qui enregistrent la faible quantité de pluie, c'est bien les mois de juin, juillet et août (16, 9, 14mm).

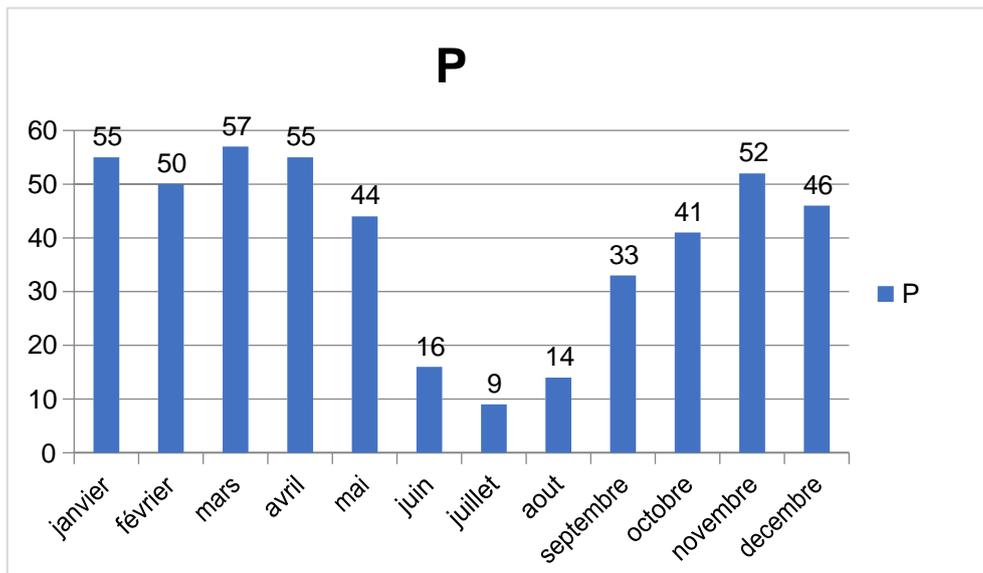


Fig.n°13: les précipitations moyennes mensuelles dans la zone d'étude.

Régimes pluviométriques saisonnier :

On constate que la station reçoit le maximum de pluies en Printemps, avec un total de 156mm. Le deuxième maximum en Hiver avec un total de 151mm, suivi de l'Automne avec un total de 126mm. L'été, saison la plus sèche, ne reçoit que 39mm. Il apparait alors que le régime pluviométrique saisonnier de la station est de type (PHAE) comme montré dans la figure n°14.

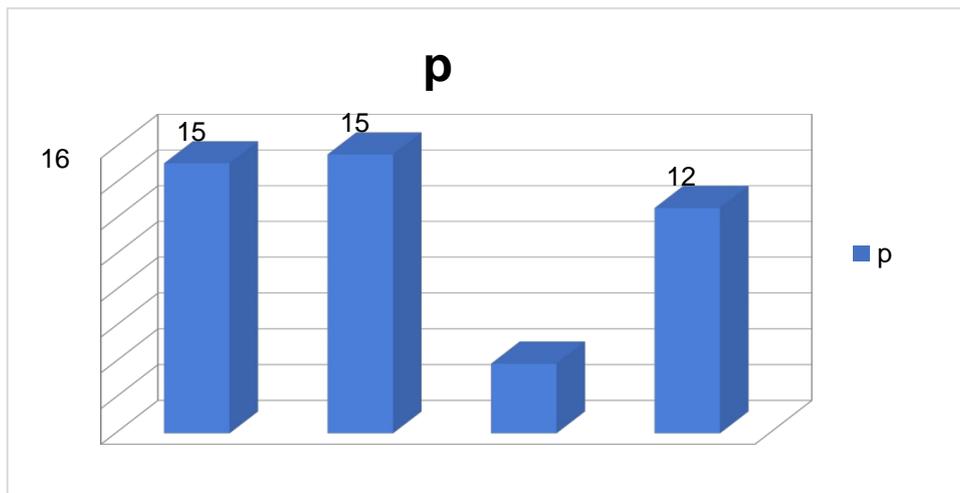


Fig.n°14: Pluviométrie saisonnière de la zone d'étude

Régimes saisonniers

Définie par Musset cité par Chaâbane(1993) in Belhacinie (2011) la méthode consiste à un aménagement des saisonnier par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station. Cette répartition saisonnière est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation.

$$\text{Crs} = \text{Ps} * 4 / \text{Pa}$$

Ps : précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

Crs : Coefficient relatif saisonnier de Musset

Selon Corre (63) si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, elles seront florissantes, si par contre la quantité tombée pendant ces deux saisons est faible, leur extension sera médiocre.

Tableau n°03 : Coefficient relatif saisonnier de Musset

saison	Hiver	printemps	été	Automne
p (mm)	151	156	39	126
Crs	1,28	1,32	0,33	1,07

Températures

La température est le second facteur constitutif du climat influant sur le développement de la végétation. Les températures moyennes annuelles ont une influence considérable sur l'aridité du climat. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Gréco). L'une de nos préoccupations dans notre zone d'étude est de montrer l'importance des fluctuations thermiques dans l'installation et l'adaptation des espèces (Tableau n°04).

Tableau n°04 : Les moyennes mensuelles de la station de référence soulignent l'existence de deux saisons bien distinctes :

mois	jan	fév.	mars	av	mai	juin	juil.	aout	sept	oct.	nov.	déc.
$T^{\circ}\text{moy}$	6,2	6,9	10,1	13,2	17,4	22,8	26,9	26,5	21,6	17,2	10,4	7,3
$T^{\circ}\text{min}$	2	2,4	5	7,4	11,2	15,8	19,5	19,6	15,9	12	6,3	3,5
$T^{\circ}\text{max}$	11,2	12	15,7	19,2	23,6	29,6	34	33,4	27,9	23	15,2	12,1

Amplitudes thermiques

L'amplitude thermique extrême moyenne M-m est très importante en climatologie. Elle exprime le degré de continentalité d'une station et donne une idée sur l'évapotranspiration. Elle se définit comme étant la différence entre les températures moyennes maximales et minimales (mois le plus chaud, mois le plus froid). Sa valeur permet de renseigner sur l'éloignement de la mer.

Indice de continentalité

En effet, plus l'amplitude est élevée, plus la continentalité s'accroît (Derbach, 1953 in Bellaghmouch et al, 2008). D'après Debrach quatre types de climats peuvent être calculés à partir de M-m.

$M-m \leq 15^{\circ}\text{C}$ Climat insulaire

$15 < M-m < 25^{\circ}\text{C}$ Climat littoral

$25 < M-m < 35^{\circ}\text{C}$ Climat semi-continental

$M-m > 35^{\circ}\text{C}$ Climat continental

La zone d'étude subit des températures maximales et minimales respectivement de 34°C et 2°C . Partant de la classification de Debrach (1953), l'amplitude thermique des moyennes extrêmes est 32°C , ce qui correspond au climat de type semi-continental.

Synthèse écologique

La caractérisation du climat méditerranéen a fait l'objet de plusieurs travaux (Emberger 1955 ; Bagnouls et Gaussen, 1953 et Daget, 1977).

Les travaux d'Emberger (1955) s'avèrent les plus pratiques appliqués en région méditerranéenne. Ces travaux reposent sur des paramètres quantifiables (températures et précipitations), qui sont importants dans l'écologie des êtres vivants dont essentiellement la végétation.

Coefficient pluviométrique d'Emberger

C'est un quotient pluviométrique qui permet de définir les types de bioclimats méditerranéens. Il prend en compte les précipitations (P) et les températures (T). Pour le paramètre température, on remarque l'existence de deux extrêmes thermiques qui peuvent être

Caractérisés par la moyenne des minima thermique du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima thermique du mois le plus chaud (M). Il détermine l'aridité d'une station donnée. Il s'exprime par la formule suivante :

$$Q_i = 2000P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($K = t^{\circ}C + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($K = t^{\circ}C + 273,2$).

Le coefficient pluviométrique d'Emberger est de 50,65; ce qui nous permet de dire que la zone d'étude se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride moyen.

Le climagramme d'Emberger :

Ces valeurs (Q_i et m) peuvent être organisées en un graphique orthonormé, le climagramme d'Emberger (1933), où l'indice Q_i caractérisant le degré d'humidité global du climat est en Ordonnées et m en abscisse. Schématiquement, il est possible de définir pour des valeurs de m égales à zéro six bioclimats. Ces valeurs $Q_i=50,65$ et $m=2^{\circ}C$, place la zone d'étude dans semi-aride à hiver frais.

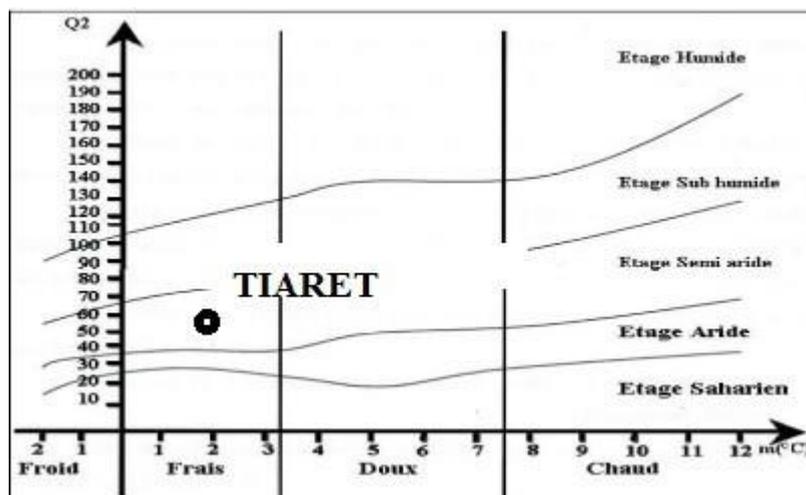
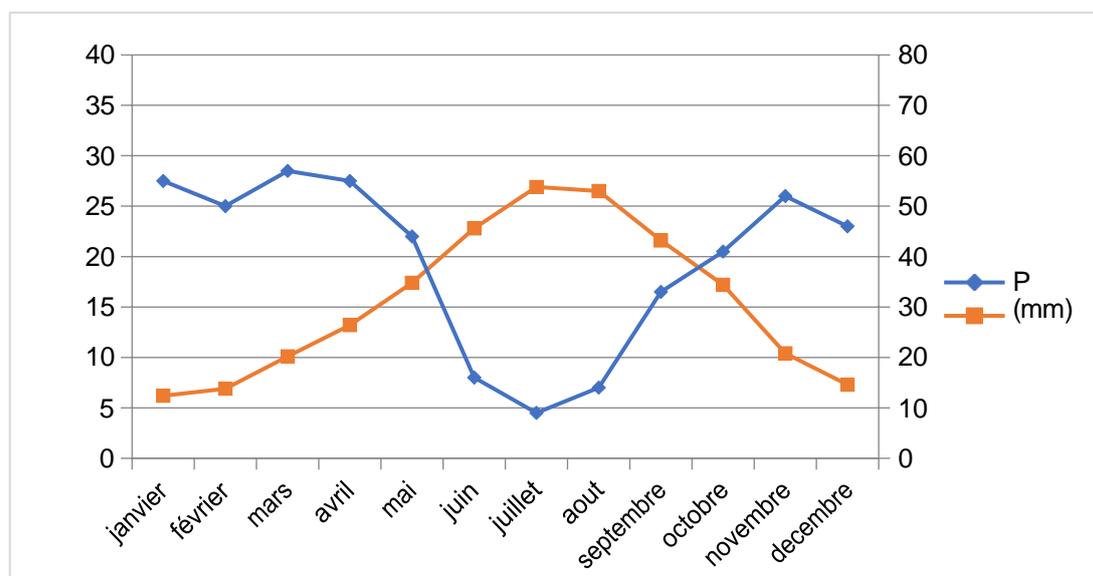


Figure n°15 : le climagramme d'Emberger.

Diagramme ombrothermique

Périodes sèches et humides de la zone d'étude sont déterminées à travers le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) établi à partir des données de précipitations et de températures. La durée de la période sèche, s'étale sur six mois (mai à octobre), ce qui confirme l'appartenance de la zone d'étude à une région sous influence semi-aride (figure n°16).

Figure n°16 : Diagramme ombrothermique



Les différents types de sols :

Les différents types de sols (terre végétale, sable et terre riche en argile) collectée à partir de ces trois zones différents (West, Centre et Est) forment la texture agricole et steppique prédominante de la wilaya de Tiaret. Chaque sol à ses caractéristiques et ses paramètres physico-chimiques différents (couleur, granulométrie, densité, humidité, capacité de rétention, pH, CE...). La terre végétale est connue par sa forte capacité fertile pour les plantes. Dans ce contexte, nous avons pensé à faire des mélanges entre ces trois sols avec des proportions choisies et établir leur influence sur les différentes propriétés physico-chimiques en comparant chaque paramètre avec celui de la terre végétale et essayer de trouver le mélange ou le sol le plus adapté à une culture seine et efficace. L'objectif visé pour ce mémoire est d'étudier quelques paramètres physico-chimiques de trois différents sols et des mélanges ainsi qu'une comparaison entre les moyennes statistiques des résultats trouvés et viser la terre végétale utilisée généralement en agriculture. Une étape expérience complémentaire a été réalisée dans ce travail par l'utilisation d'eau d'irrigation de barrage BEKHADDA avec les mélanges préparés pour identifier et analyser la qualité d'eau de ce barrage. Ce travail est divisé en deux chapitres : Le premier chapitre I focalise les différents matériaux utilisés ainsi les méthodes appropriées par la préparation des mélanges avec les trois types de sols choisis (Argile (terre riche en argile), terre végétale et sable) dans des pots bien adaptés à cette expérience. Même procédure de synthèse a été prise en considération pour l'eau d'irrigation afin de suggérer sa qualité de la mise en œuvre. Le deuxième chapitre est consacré aux résultats trouvés du travail réalisé et les discussions pour chaque paramètre étudié.

Vertisol

Principalement situés dans la partie nord de Wailaya, ces sols sont relativement résistants aux agressions climatiques. Leur structure est polyédrique à prismes larges avec une macroporosité très faible et très cohésive et consistante lorsque le sol est sec. Ces sols sont généralement des sols très cohésifs, dominés par de l'argile expansée, généralement de couleur foncée par rapport à leur teneur en matière organique ; les complexes d'absorption sont généralement riches en magnésium (Mohamed A, 2009).

Caractères distinctifs des Vertisols

Ces sols sont sombres, souvent noirs et très cohésifs, car ils contiennent au moins 30 % et jusqu'à 80 % ou 90 % de particules inférieures à 2 μm de diamètre. Les couches profondes sont généralement les plus riches en argile. Minéralogiquement, des éclats de type 2/1 ont été détectés avec un espacement basal d'environ 14 Å et une possibilité de gonflement. Dans les publications plus anciennes, ils ont été identifiés comme "montmorillonites". En fait, ce sont des montmorillonites, et comprennent en effet des montmorillonites (argiles de magnésium et d'aluminium), mais ne sont pas limités à eux. En fait, nous avons par des moyens modernes d'investigation Il a Il a été observé que les sols métamorphiques contiennent également ou même majoritairement des argiles expansives riches en fer : ferribidellite et nontronite [Vingiani et al. 2004]

Pour récapituler ici, le minéral contient du fer dans son réseau cristallin, en positions octaédriques, remplaçant partiellement (beidellite) ou totalement (nontronite) l'aluminium. Mais ces sols modifiés contiennent aussi de la kaolinite, de l'illite et parfois du chlorite. Le fait principal est sans doute la présence prédominante d'intercalaires montmorillonite-kaolinite composés de deux types de feuillets combinés dans des proportions différentes. Ces minéraux sont confondus avec l'halloysite, qui est parfois citée à tort dans ces sols.

Les particules de smectite ont théoriquement une CEC supérieure à 100 me/100 g d'argile. Au niveau du sol, cependant, la CEC est plus faible et dépasse à peine 70 me/100 g d'argile, soit environ 35 ou 40 me/100 g de sol. Ceci est apparemment dû à la présence d'autres minéraux à grains fins : kaolinite, illite et quartz microfissuré [Robert et al. 1989].

L'acidité est variable. Les sols modifiés sont généralement basiques. Ils contiennent des proportions élevées de calcium et de magnésium. Les complexes d'absorption peuvent avoir des rapports Mg/Ca supérieurs à 2.

En période sèche, ils présentent des joints de contraction très larges et peuvent s'enfoncer à plus d'un mètre de profondeur. Ces fissures disparaissent pendant la saison des pluies.

Les sols modifiés peuvent être aussi profonds que 4 ou 5 mètres. À première vue, il y a peu de différence dans leur vision sombre. Cependant, leurs structures sont sensiblement différentes. Sur la photo 6.2, nous avons encerclé quatre zones où ces structures sont particulièrement évidentes. Ils correspondent à autant de champs de vision que possible.

La première couche a une structure variable et est parfois gigantesque en culture, c'est le cas observé ici. Cependant, il est souvent découpé en morceaux fins dans des conditions naturelles, et présente alors un côté « riche ».

Dans la deuxième couche, des fissures verticales (2) déterminent une structure prismatique très rugueuse. Mais cela se décompose en agrégats plus petits et effilés latéralement. Ce sont les os sphéroïdes des écrivains américains. Sur la photo, ils sont à droite du bouchon d'objectif. Ils ont en quelque sorte annoncée la structure de Net Horizon.

Le troisième horizon est caractérisé par des fractures orientées obliquement par rapport au plan horizontal (3). Leurs bords sont des faces brillantes avec une surface lisse mais irrégulière. Ils sont striés, comme des tôles ondulées qui présentent des ondulations millimétriques en se réduisant. Ils sont faciles à desserrer avec le cou sur de grandes surfaces comme les mains ou les pelles. Ils concrétisent le mouvement underground, sujet sur lequel nous reviendrons. Ils sont appelés slikenides et jouent un rôle crucial dans la définition des types de sol : les vrais Vertisols en possèdent ; les autres taxons ne les incluent que s'ils ont le « caractère vertical » affirmé.

Les couches de profondeur n'ont pas de structure (blocs) ou une structure constituée d'agrégats anguleux très grossiers.

Cependant, pour des raisons pratiques (le milieu n'est pas saturé en eau) ces structures décrites en saison sèche disparaissent plus ou moins en saison humide [McGarry, 1996].

L'activité biologique apparente varie considérablement. Dans les climats secs, les vers de terre sont généralement absents car la compacité de l'argile qui durcit au soleil empêche leur croissance. Dans les climats plus humides, comme en Martinique, ils représentent une biomasse (en g-m²) comprise entre 2 (dans les jardins) et 40 (sous l'herbe où paissent les moutons). Cela correspond respectivement à 28 et 316 vers (*Polypheretima elongata*) par mètre carré [Hartmann et al. 1998].

Lorsque ces sols sont en bordure de marécage, il y a des restes de la faune selon les zones : écrevisses, hippopotames, tortues, crocodiles... Puis les Vertisols sont percés de galeries, qui sont ensuite comblées et appelées krotovina [Stiles et al., 2003].

La conductivité hydraulique est élevée à l'état sec (fissures) et faible à l'état humide. Dans ces sols, le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ peut dépasser 4. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est particulièrement élevé dans les sols serpentins car ils ne contiennent pas d'aluminium. Contrairement à ce qui se passe dans les Ferralsols, ici la silice n'est pas évacuée.

Enfin, divers nodules (carbonates, sulfates, etc.) se retrouvent dans les sols dénaturés. Nous serons de retour (jean ,2007).

Sols Calcimagnésiques

Les sols calcimagnésiques sont les plus répandus, de profil A (B) C ou A (B) R, AC ou AR. La grande extension de cette classe des sols au sein de la couverture pédologique cultivée de la région de Tiaret est caractérisée par l'abondance des matériaux calcaires.

Le profil le plus typique des sols calcimagnésiques, est un horizon A travaillé Ap, horizon (B) ou BCa (ou *K), suivi d'un horizon C de type Cca

Le groupe des sols xériques à (ou sur) accumulation calcaire, tel qu'il a été défini par POUGET et AUBERT ,1979), cité par MOUMENE ,1985), occupe une superficie très importante pour l'ensemble des zones céréalière marginales au sud et sud –Est de Tiaret (plateau du sersou et Ain- d'heb).

Ce groupe est divisé en trois sous-groupes : à dalle calcaire, à croûte calcaire et encroûtement calcaire. Ces sols se caractérisent par un profil constitué d'un horizon A peu humifère et très caillouteux de texture moyenne à légère, d'un horizon intermédiaire riche en calcaire (amas, nodules, feuillets disposés sub-horizontalement), reposant sur une accumulation calcaire continue et le plus souvent dure

Mais, ces sols évoluent vers des siérozems encroûtés, ou bien ils correspondent à des rendzines dégradées à structure polyédrique sub-angulaire peu nette .de tels sols

Constituent une zone céréalière marginale réservée à l'orge et l'avoine, mais sur des exploitations très limitées.

Les sols les plus exploités sur les deux plateaux (sersou et Ain d'heb), correspondent aux sols bruns calcaires à encroûtement calcaire, plus rarement sur croûte et dont la plupart sont issus des sols fersiallitiques rouges méditerranéens ou isohumiques, et qui dans certains cas possèdent des caractères rendziniques.

A coté de ces sols, sur le plateau, s'étendent les sols fersiallitiques rouges méditerranéens.

Les sols bruns calcaires typiques, vertiques noircis et les rendzines modales ou brunifiés sont les plus répandus dans le reste de la région céréalière de Tiaret. Associés aux vertisols et aux sols fersiallitiques rouges méditerranéens, ils forment la presque totalité des sols du couvert pédologique réservé à la céréaliculture.

Les sols bruns calcaires typiques ou vertiques se rencontrent sur des marnes dans les piémonts de l'Ouarsenis, ils accompagnent les vertisols.

Les sols bruns calcaires noircis ressemblent beaucoup aux bruns calcaires typiques, mais ils représentent une structure plus grossière et nettement moins développée. Ces sols se rencontrent également sur des roches tendres : marno-calcaire friable organogène du miocène supérieur marin. Sur les marno-calcaires (collines de Tiaret), les sols bruns calcaires typiques ou vertiques sont plus évolués au sein de la toposéquence suivante :

- régosols ;
- sols bruns calcaires plus ou moins érodés ;
- Sols bruns calcaires typiques ou vertiques.

Les rendzines sont surtout sur les formations calcaires de l'Eocène marin et continental. Elles occupent les parties les plus élevées des versants calcaires, suivis par des sols bruns calcaires typiques et noircis dans les parties les plus basses.

La figure17 illustre tous nos mélanges ainsi que la dégradation colorimétriques des mélanges en fonctions des % des 3sols. (BEkda **F**, 2009).

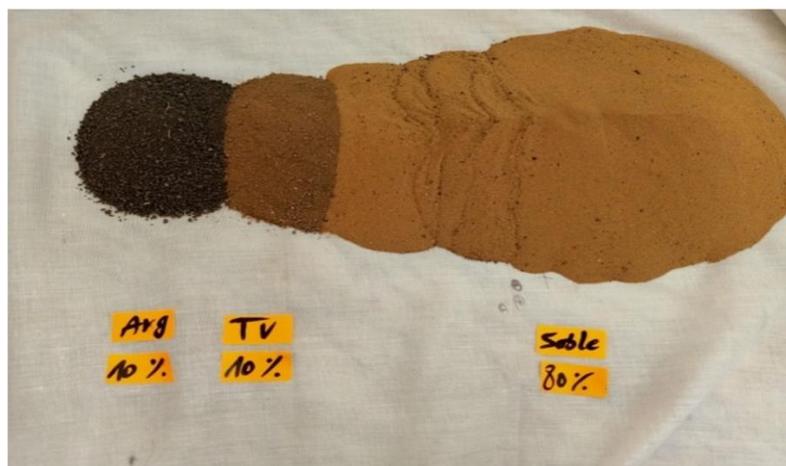


Fig.n° 17 : Mélanges (M1.....M12) par ordre de droite à gauche et répétitions (A, B, C, DetE) de haut vers le bas (**originale2021**).

Sols Rouges Méditerranéens :

Classe des sols Rouges Méditerranéens

Les sols fersiallitiques rouges méditerranéens, de la couverture pédologique cultivée, évoluent sur des grès, du grès-calcaire du calcaire-gréseux et beaucoup plus sur du calcaire conglomératique ou lacustre du pliocène continental, d'où leur dominance sur le plateau du sersou formé principalement de conglomérats.

Les sols fersiallitiques rouges méditerranéens calcaires ou recalcarifiés sont les plus répandus, notamment dans le plateau du sersou, ils se prolongent dans la partie Sud des collines de Tiaret, là où la lithologie est dominée par le calcaire conglomératique.

Les sols fersiallitiques rouges méditerranéens peu lessivés, sont rencontrés sur les rebords Nord et Nord-Ouest du plateau du sersou et même le long de la vallée de Nahr-Ouassel sur le grès-calcaire ou le calcaire-gréseux ainsi que sur le calcaire conglomératique dans les dépressions abritées. Ils sont associés aux sols isohumiques marron décarbonatés à horizon B textural. Les deux sols rouges et marrons plus ou moins lessivés montrent au niveau de l'horizon B une structure prismatique.

Quant aux sols fersiallitiques rouges méditerranéens à accumulation calcaire peu profonde (20 à 30 cm), sont associés aux sols bruns calcaires à accumulation calcaire sur le reste des plateaux (Sersou et Ain d'heb).

En général, les sols fersiallitiques rouges méditerranéens cultivés de la région de Tiaret, présentent un profil très caillouteux de type ABC ou A (B) C quand ils ne sont pas lessivés ou ne présentent pas d'accumulation calcaire, leur couleur tourne autour du rouge et du brun-rougeâtre

(2,5 YR, 5 YR et 7,5 YR) et leur structure est polyédrique à tendance grumeleuse dans la plupart des cas. (BEkda F, 2009).

Hydromorphes

Les "sols hydromorphes" (au sens large) comportent des horizons dont certains caractères sont attribuables à un excès d'eau. Celui-ci peut être dû au seul défaut de perméabilité d'horizon(s) empêchant l'infiltration des précipitations dans le solum ou résulter de la concentration dans ce dernier de flux d'origine extérieure (inondation, ruissellement, transferts latéraux, remontée d'une nappe souterraine). L'excès d'eau entraîne la saturation des horizons par l'eau, c'est-à-dire l'occupation de tout l'espace poral accessible. Il peut prendre des formes différentes suivant la porosité des horizons : eau liée (imbibition capillaire) dans ceux dépourvus de pores grossiers mais aussi eau libre (nappe, perchée ou souterraine, libre ou captive ...) Lors' qu'il y a une bonne macroporosité. La saturation par l'eau est plus ou moins durable dans l'année, elle peut affecter une partie ou la totalité du solum. La saturation par l'eau limite les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Il peut en résulter un déficit en oxygène plus ou moins prolongé, qui entraîne : - Le développement de processus d'oxydo-réduction qui modifient la mobilité différentielle des constituants du sol, d'où des redistributions particulières de certains éléments, notamment au fer ; - Une évolution spécifique de la fraction organique lorsque la saturation intéresse la partie supérieure des solums. L'anaérobiose provoque un ralentissement de l'activité biologique qui se traduit par une accumulation de matière organique et une production de substances propres à ces milieux saturés par l'eau. (BOUAKAR F, et al. 2020).

Classification

Les sols hydromorphes ont droit à deux classes distinctes : les sols hydro morphes proprement dits, engorgés par l'eau, au moins saisonnièrement, à une distance d'au moins 30 cm de la surface. Dans ces conditions, le fer est réduit en fer ferreux et confère une teinte grisvert à horizon caractéristique du gley. Si l'engorgement est tempo-. Classe des sols hydromorphes. Sous-classe des sols hydromorphes organiques.

Groupe 1. des sols tourbeux Sous-groupe sols tourbeux oligotrophes eu-ou mésotrophes Sous-classe des sols hydromorphes moyennement organiques.

Groupe 2. Des sols humiques à gley Sous-groupe sols humiques à gley, salés à anmoor acide à anmoor calcique.

Sols peu évolués

Certains bassins versants portent une végétation semi-hygrophile (*Juncus acutus*, *Phragmites* communis, *Fraxinus*...) et des cultures sur zones inondables : Pastèque, Melon, Courgettes et les reboisements à *Eucalyptus*. (BOUAKAR F et al, 2019).

La classe des sols peu évolués

Les sols peu évolués céréaliers de la région de Tiaret se caractérisent par un profil de type AC l'horizon A a une épaisseur très variable, pouvant atteindre 70cm.

Les sols colluviaux et alluviaux sont liés topographiquement, et donc les caractéristiques dépendent de la nature du matériau originel.

Les sols alluviaux constituent les dépôts récents des vallées où ils occupent les lits et les terrasses des grands oueds (R'hiou, Tiguiguest, Nahr-Ouassel, Mina, etc.). Les sols colluviaux dans les piémonts de l'Ouarsenis occupant les bas de pentes, sont constitués d'un matériau semblable à celui des sols alluviaux qui provient sans doute par érosion, des hauts de pentes

Ainsi, les sols alluviaux et colluviaux dans les piémonts de l'Ouarsenis sont caractérisés tous par une texture fine, issue des reliefs environnants formés essentiellement de marnes.

Les dépôts alluviaux et colluviaux les plus anciens, ont été affectés par une vertisolisation et un noircissement pour donner des vertisols et des sols bruns calcaires vertiques et noircis dans la région de Rahouia et M'chraa-S'faa, plus particulièrement. Mais, dans d'autres endroits, ils n'ont subi qu'une légère évolution et ils ont été affectés à des degrés divers par une hydromorphie, vertisolisation ou un noircissement.

En Conclusion, à cet inventaire des sols céréaliers, il peut être retenu du point de vue relation « roche-sol » ; les relations suivantes :

- les vertisols sont les sols les plus évolués sur les formations marneuses et argileuses du Miocène marin dans la partie Nord de la région cultivée de Tiaret ;
- les sols calcimagnésiques (rendzines en hauts des pentes, bruns calcaires typiques ou vertiques et noircis en zones basses) se rencontre sur les marno-calcaires et les calcaires-marneux du Miocène inférieur marin ;
- les sols bruns calcaires noircis se rencontrent dans les zones relativement basses sur du calcaire organogène du miocène supérieur marin.
- Les formations lithologiques de type calcaire-gréseux, grès-calcaire de l'Eocène marin et calcaire conglomératique du pliocène continental, ont donné naissance beaucoup plus à des sols fersiallitiques rouges méditerranéens caillouteux ;

Le grès du miocène marin inférieur est à l'origine des sols peu évolués sableux des anciens vignobles de B'led-R'mel dans la partie Nord de Dahmouni et tout autour de la ville de Sougueur.

Cette couverture pédologique réservée presque exclusivement aux céréales, formée d'une variété de sols, allant des vertisols profonds au Nord, aux sols à accumulation calcaire peu profonde au Sud et dont les caractéristiques sont très variables, nécessite une étude détaillée d'évaluation pour l'agriculture afin de l'exploiter d'une façon beaucoup plus rationnelle. (BEkda F,2009).

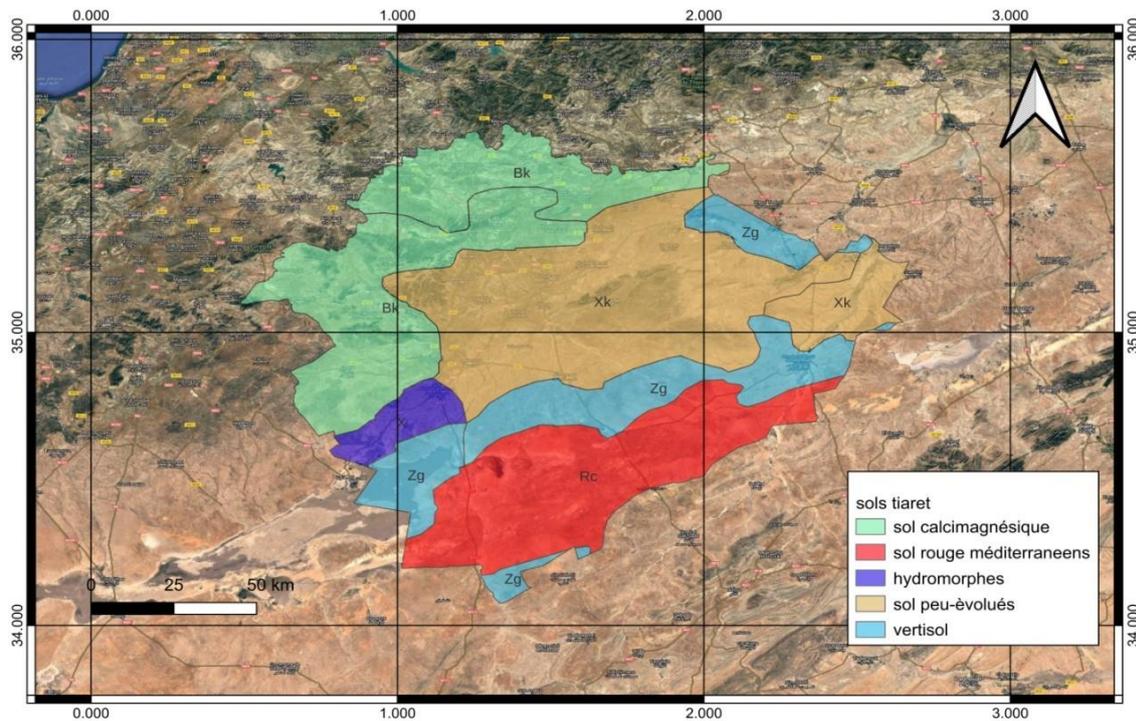


Fig n°18 : carte des différents types de sols agricoles de la région Tiaret

Conclusion général

L'agriculture de précision devra toujours chercher à optimiser la gestion des parcelles, à la fois d'un point de vue économique et environnemental, en tenant compte de la variabilité spatiale à l'intérieur des parcelles ou entre parcelles. En pratique, c'est apporter la bonne dose au bon endroit, le tout au bon moment en fonction de l'échelle de travail.

La télédétection peut suivre les événements lors de catastrophes. L'emplacement du satellite le rend idéal pour l'organisation d'événements et la gestion des opérations. En fin de compte, la télédétection aide à estimer les dommages, qui peuvent ensuite être utilisés pour cartographier de nouvelles conditions et mettre à jour les bases de données.

Ce notre travail est concentré sur l'application ou bien est une application de la télédétection et des systèmes d'information géographique dans la domane pédologie

Ces dernières années, les données des satellites d'observation de la Terre ont été combinées et divers types d'informations liées au phénomène et intégrées dans les systèmes d'information géographique pour identifier les caractéristiques et les différents types des sols dans notre cible pour donner une image et cartographier.

Référence bibliographique :

- [1] ABDULRAHMAN.K. A, 2010. Remote sensing, third class, first edition (2010), 75p.
- [2] Aragno m. Gobatj.m., Matthey w, 2003.Le sol vivant, base pédologie /biologie des sols. 2ed, imprimé en france, p 568.
- [3] BEkda (F) ,2009 CONTRIBUTION A LA NORMALISATION DE LA METHODE DE DOSAGE DU CALCAIRE ACTIF WILAYA DE TIARET.UNIVERSIT2 IBN KHALDOUN, P 27 30 31.
- [4] BELHADJ-AISSA, KOURGLY, A. et, AICHOUCHE. Segmentation texturale des images urbaines par le biais de l'analyse variographique, 2003. Télédétection, vol. 3, no 2-3, p4.
- [5] Ben Bond-Lamberty B et Allison T. 2010: Temperature-associated increases in the global soil respiration record” Nature. 464, 579-582.
- [6] BOUACHA M, I, 2013 - Etude de la dynamique de végétation des parcours steppiques du Sud de la Wilaya de TIARET à l'aide d'un SIG. Thèse magistère, université Ibn Khaldoun Tiaret, 92p.
- [7] BOUAKAR F, BOUKHADEM D, Cartographie de l'Hydromorphie du périmètre irrigué de Ksob à partir des données d'une carte pédologique détaillée, Université de M'Sila, Master. Années 2019/2020.P 5).
- [8] Bouchentouf K, 1994. Les bilans d'eau vus à travers les paramètres physicochimiques et hydrodynamiques : cas du bassin versant de la haute Mina (Tiaret, Algérie). Thèse de Magister, Institut d'hydraulique, Centre Universitaire de Chlef, p.192.
- [9] Calvet r.2013.Le sol. Constitution, propriété physiques, physico chimiques et chimiques ; organismes vivants : rôles, biodisponibilité de l'eau, des nutriments et des substances toxiques ; qualité des sols, relation avec la qualité de l'air et des eaux. Ed. France agricole.
- [10] CHOIGNARD, SEBASTIEN. 2013. Drone et agriculture, Thèse d'ingénieur agronome, Institut National Polytechnique de Toulouse, P.06.
- [11] DAJOZ R., 1975.Précis d'écologie, Ed Bordas, Paris, 549p
- [12] Duchaufour ph ,2004. Introduction à la science du sol-6ème Ed de l'abrégé de pédologie dunod, p 63, 69.
- [13] Frontier. S, Pichod-Viale.D, Lepretre.A, Davoult.D, Luczak.C, 2004. Ecosystème : Structure, Fonctionnement, Evolution 3edition Edition Dunod.256p
- [14] Gobat j m, Aragno m et Matthey w, 2010. Le sol vivant bases de pédologie–biologie des sols (3eme Ed.). Presses polytechniques et universitaires romandes, p 51 53.
- [15] Jean, p l. (2007). Les grands sols du monde ,223 226 ,247 248P.

- [16] KOUADRIA, S. (2019/2020). Application du SIG et télédétection pour la cartographie de la sensibilité aux feux de forêts de la forêt domaniale Des Sdamas Chergui de la Wilaya de Tiaret. Thèse de master, Université Ibn Khaldoun Tiaret.
- [17] LyZENGA.D.R, 1978. Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Optical Society of America. Vol. 17, No. 3 / applied optics, 5p.
- [18] Miara M.D, Ait Hammou M, Hadjadj–Aoul. S et Rebbas. K. Redécouverte d’*Otocarpusvirgatus*Durieu (Brassicaceae) dans la région de Tiaret (nord–ouest de l’Algérie). Journal Bull. Soc. Linn. Provence, t. 65, 2014 31 ISSN 0373–0875.
- [19] MISSOUMI, A et TADJEROUNI, K, 2003. SIG et imagerie Alsat1 pour la cartographie du risque d’incendie de forêt Article,p 14.
- [20] Mohamed A, (2009) .Évaluation et modélisation de l'érosion hydrique ; étude comparative entre la région céréalière de Rahouia et la région steppique de Faïdja -Wilaya de TIARET-Thèse Magister, université ibn khaldoun, P45.
- [21] MOUMENE(T) ,1985- Bilan et synthèse des études agro-pédologiques réalisées en Algérie, Mém. Ing, Institut National d’Agronomie El-Harrach Alger 75p.
- [22] Nabert, B.(1994/1995).cartographie des sols aidée par télédétection une méthode adptée aux milieux méditerranéens et arides.institut National de la recherche agronomique P 193.194.
- [23] Nagadi, M. (2018/2019),
Bacillariophycées«Diatomées»DeLaRégionDeTiaret:AspectTaxonomiqueEtAppliqué. Thèse de doctorat, université Ibn Khaldoun Tiaret.
- [24] POUGET(M) ,1979 – les relations sol- végétation dans les steppes sud- Algéroises (Algérie). Thèse doctorat d’état, université Aix-Marseille III, fac. Des St Jérôme, 555p.
- [25] RAMSAR., 2003.Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, 17p.
- [26] Remil Rachid, 2006 : utilisation de l’imagerie setellitaire et des sig dans l’analyse phytoecologique et l’amenagement application a la region de Beni Chougrane.
- [27] Sit (www.alloprof.qc.ca).
- [28] Sit (www.fao.org).
- [29] TEMPFLI.K, KERLE.N. 2009. Principal of remote sensing, an introductory textbook. The international institute for geo-information science and earth observation (ITC), 591p.