

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.)

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production végétale

Intitulé du thème :

*Elaboration d'un SIG de l'occupation des exploitations
agricoles en utilisant les images satellites cas de la commune
de Tabia (wilaya de Sidi bel Abbès ; Algérie occidentale)*

Présenté par : Mlle CHEFAI Asmaa

Mlle LASSAKEUR Nana Fatima Zohra

Mémoire soutenu le 30/09/2020 devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr REGUIEG M. Mokhtar (M.A.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)

Examineur : Dr BACHIR BOUIADJRA S. Eddine (M.C.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)

Examineur : Mr ZAID Redouane (M.A.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)

Promoteur : Dr BENMANSOUR Nadir (M.C.B. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)

Année universitaire 2019 – 2020

Dédicace

Louange à **Allah** clément est le miséricordieuse, pour nos invocations qu'il exhausse.

Les efforts et les sacrifices que j'ai consentis durant ma scolarité pour élaborer finalement ce modeste travail n'auraient pu donner leurs fruits sans le soutien effectif et inconditionnel de certaines personnes auxquelles je tiens aujourd'hui, à leurs exprimer toute ma gratitude pour leurs aides précieuses.

Avec toute ma sympathie et tout mon respect, je dédie cet humble travail à :

Ma Chère honorable et respectable **Mama** (que dieu la préserve) de m'avoir transmis la patience, la confiance ainsi qu'une bonne éducation, qui m'a soignée et entourée de son amour et qui a su m'insuffler la volonté de toujours aller à l'avant.

Mes adorables sœurs : **Khadidja**, et **Kheira**

A mon oncle : **Ben Ahmed**

A mes chères amies : **Nana**, **Faiza**, **Imene**, **Sarah**, **Khadidja**

A la lumière de ma vie, pour ses conseils et sa patience : **B. Djamel**

A mon frère : **B. Ahmed**

A mes beaux cousins : **Mohammed**, et **Houari**

A tous mes Professeures de la faculté des Sciences Agronomiques

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

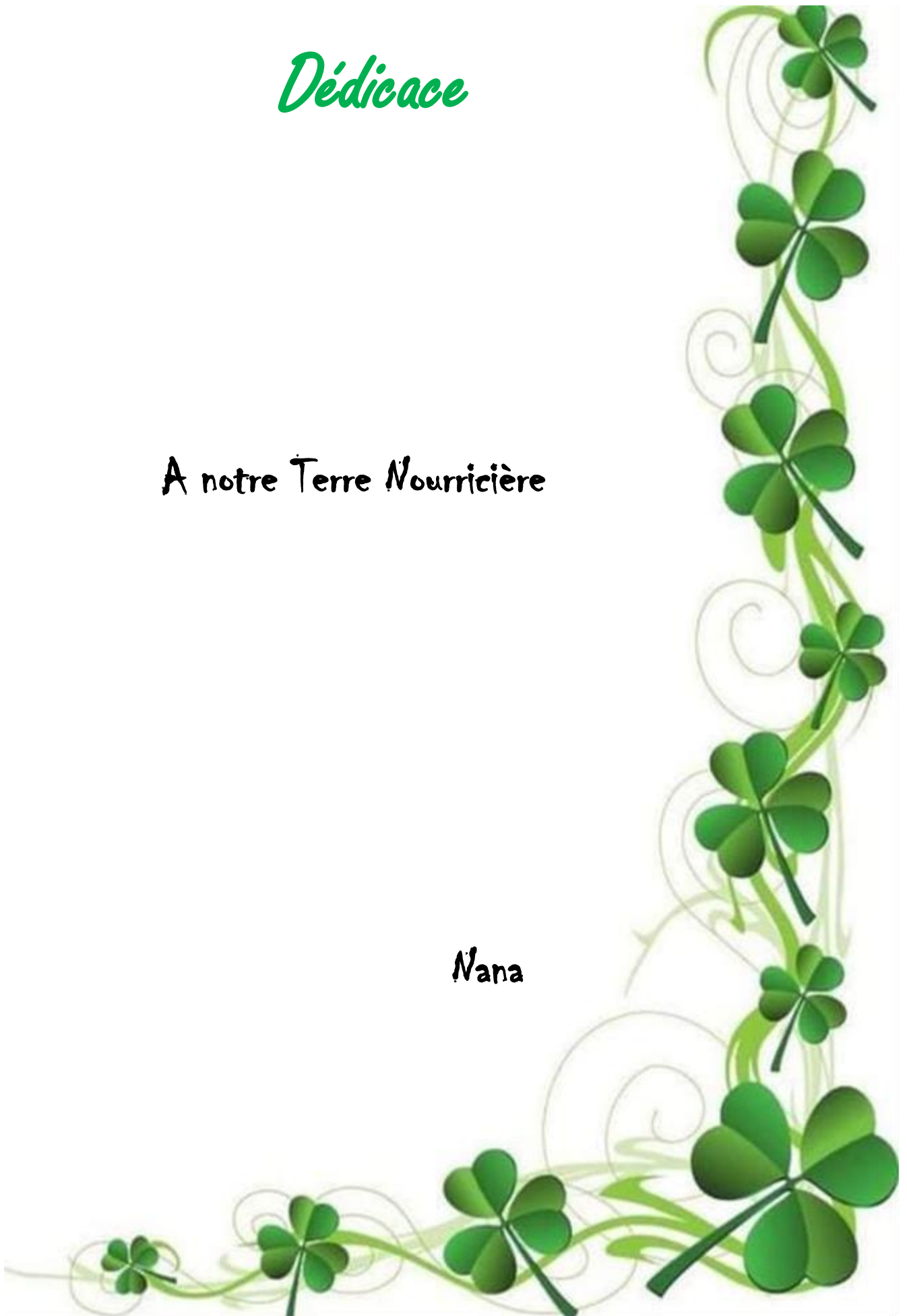
Asmaa



Dédicace

A notre Terre Nourricière

Nana



Remerciements

Au terme de ce travail effectué au sein de la faculté des Sciences de la Nature et de la vie de l'Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès, il nous est agréable d'exprimer nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions notre professeur Mr REGUIEG M. Mokhtar, Maître Assistant à l'Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nos vives gratitude vont aussi à Mr BACHIR BOUIADJRA S. Eddine, Maître de conférences à l'Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès et Mr ZAID Redouane, Maître Assistant à l'Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, qui ont accepté d'examiner ce travail.

Que Mr BENMANSOUR Nadir, Maître de conférences à l'Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, qui nous a fait bénéficier de son enseignement, nous a suggéré ce travail et l'a suivi en tant qu'encadreur, trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous tenons aussi à remercier Mr Djellouli Riad, Maître Assistant à l'Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès pour son aide et son expertise dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également à Mr OULHACI Djamel, cadre à l'institut technique des grandes cultures de Sidi Bel Abbès, qui a supervisé notre stage de fin d'étude.

Mr ZERHOUNI, cadre à la direction des services agricoles de Sidi Bel Abbès, nous a octroyé des statistiques nécessaire à ce travail, nous l'en remercions.

Enfin je ne remercierais jamais assez Mon Professeur Mr RAHMANI de m'avoir transmis la passion de l'agronomie.

Résumé

L'occupation des sols agricoles et les pratiques agricoles dans les exploitations constituent une information primordiale dans tout processus de planification et pour un développement agricole efficace et durable.

Dans ce travail ont été utilisés des outils tels que la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour l'élaboration de cartes d'occupation du sol et la mise en place d'une base de données contenant les pratiques agricoles des exploitations agricoles de la commune de Tabia (wilaya de Sidi bel Abbès). Cette base de données concerne trois campagnes culturales allant de 2017 à 2020.

Les images satellite à haute résolution Sentinel 2, le calendrier agricole de la région et le parcellaire des exploitations de la commune ont constitué la base de ce travail.

Les résultats cartographiques et statistiques obtenus démontrent des évolutions agraires sur certaines exploitations mais surtout une sous utilisation des terres agricoles dans cette commune.

Mots clés : Télédétection, SIG, Occupation du sol, pratiques agricoles des terres, base de données, Tabia, Sidi Bel Abbès.

Abstract

Elaboration of a GIS of the occupation of farms using satellite images case of the commune of Tabia (wilaya of Sidi bel Abbes; Western Algeria)

Agricultural land use and on-farm farming practices are essential information in any planning process and for effective and sustainable agricultural development.

In this study, tools such as remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) were used for the elaboration of land use maps and the setting up of a database containing the agricultural practices of the farms in the commune of Tabia (wilaya of Sidi bel Abbès). This database concerns three cropping seasons from 2017 to 2020.

The high-resolution satellite images Sentinel 2, the agricultural calendar of the region and the parcelling of the farms of the commune formed the basis of this work.

The cartographic and statistical results obtained show agrarian changes on some farms but above all a sub use of agricultural land in this commune.

Keywords: Remote sensing, GIS, Land use, agricultural land practices, database, Tabia, Sidi Bel Abbès.

ملخص

تطوير نظام المعلومات الجغرافية لممارسات الأراضي الزراعية باستخدام صور الأقمار الصناعية حالة بلدية طابيا (ولاية سيدي بلعباس ، غرب الجزائر)

يشكل استخدام الأراضي الزراعية والممارسات الزراعية في المزارع معلومات أساسية في أي عملية تخطيط وفي التنمية الزراعية الفعالة والمستدامة.

في هذا العمل، تم استخدام أدوات مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتطوير خرائط الغطاء الأرضي وإنشاء قاعدة بيانات تحتوي على الممارسات الزراعية للمزارع في بلدية طابيا (ولاية سيدي بلعباس). تغطي قاعدة البيانات هذه ثلاث حملات زراعية تتراوح من 2017 إلى 2020.

شكلت صور القمر الصناعي Sentinel 2 عالية الدقة، التقويم الزراعي للمنطقة و قاعدة بيانات السجل العقاري للأراضي في البلدية أساس هذا العمل.

تظهر النتائج الخرائطية والإحصائية التي تم الحصول عليها تطورات زراعية في مزارع معينة ولكن قبل كل شيء استخدام فرعي للأراضي الزراعية في هذه البلدية.

الكلمات المفتاحية : الاستشعار عن بعد ، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، استخدامات الأراضي ، الممارسات الزراعية ، قاعدة البيانات ، طابيا ، سيدي بلعباس .

Liste des tableaux

Tableau 01 : Utilité des bandes spectrales.....	9
Tableau 02 : Mode Vecteur (objets mathématiques élémentaires : Points, polygones, polygones)	22
Tableau 03 : Céréales d'Hiver (Superficie moissonnée et production)	38
Tableau 04 : Cultures Maraichères (Superficie et production)	39
Tableau 05 : Arboricultures (Superficie et production)	39
Tableau 06 : Fourrages artificiels consommés en sec (Superficie et production)	39
Tableau 07 : Fourrages artificiels consommés en vert (Superficie et production)	40
Tableau 08 : les caractéristiques des bandes spectral des satellites Sentinel2.	42
Tableau 09 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2017-2018.....	59
Tableau 10 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2018-2019.	62
Tableau 11 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour deux campagnes de suite 2017-2018 et 2018-2019.....	62
Tableau 12 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2019-2020.	66
Tableau 13 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour deux campagnes de suite 2017-2018 et 2018-2019.	66
Tableau 14 : Statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour les trois campagnes de suite 2017-2018 ,2018-2019 et 2019-2020.	68

Liste des figures

Figure 1 : Schéma conceptuel du système « Changements d'occupation et d'usage des sols » (Turner et al. 2007)	4
Figure 2 : Etapes d'observation de la terre par les satellites (Lecerf, 2010).....	8
Figure 3 : Signatures spectrales des surfaces naturelles dans le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen (UVED, 2008).	10
Figure 4 : Courbe de réflectance d'un végétal chlorophyllien (Lacombe et Sheeren, 2007). 11	
Figure 5 : Variations de la signature spectrale en fonction de l'état physiologique de la végétation (UVED, 2008).	13
Figure 6 : Représentation en couleurs naturelles et Représentation en fausses couleurs (Nicolas, 2007)	15
Figure 7 : La représentation des couleurs : le système RVB (Lacombe et Sheeren, 2007) ...	16
Figure 8 : Les modes de représentation (Matricielle et vectrice) (Nicolas, 2007)	23
Figure 9 : Présentation de la wilaya de Sidi Bel Abbès (Bachir Bouiadjra, 2006).....	26
Figure 10 : Variation interannuelle des précipitations (2010-2019)	28
Figure 11 : Variation interannuelle des Températures (2010-2019)	29
Figure 12 : Diagramme pluvio-thermique de Gaussen et Bagnouls à la station de Sidi Bel Abbes (1980/2016)	30
Figure 13 : Réseau routier de la wilaya de Sidi Bel Abbes	31
Figure 14 : Situation administrative de la commune de Tabia dans la wilaya de SBA	34
Figure 15 : Répartition mensuelle interannuelle des précipitations moyennes caractéristique de la région calculée entre 2010-2019	35
Figure 16 : Répartition mensuelle interannuelle des températures moyennes caractéristique de la région calculée entre 2010-2019.	36
Figure 17 : Répartition mensuelle interannuelle du taux d'humidité moyen caractéristique de la région calculée entre 2010-2019.....	37
Figure 18 : SIG sur les exploitations agricoles de la commune de Tabia (ZERROUKI, 2017)	43
Figure 19 : Aspect de l'interface de l'outil KML merge (URL : https://microstrategy.com/) .46	
Figure 20 : Page d'accueil de « Copernicus Open Access Hub ».....	48
Figure 21 : Exemple de délimitation de la commune de Tabia dans le logiciel Google Earth Pro (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	49
Figure 22 : Aspect du masque thématique réalisé dans le logiciel ENVI 4.2	49

Figure 23 : Exemple de la mosaïque de deux bande B03 d'une image d'octobre 2017 dans le logiciel QGIS (CHEFAI et LASSAKEUR; 2020)	50
Figure 24 : Traitement des trois bandes (3,4 et 8) des images satellite Sentinel 2 et application d'un masque thématique dans le logiciel ENVI. (CHEFAI et LASSAKEUR; 2020)	51
Figure 25 : NDVI de l'image de mars 2018 après application du masque	52
Figure 26 : Exemple de l'opération de polygonisation de l'NDVI de juillet 2018 dans le logiciel QGIS 3.4 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020).....	53
Figure 27 : Réalisation de la carte d'occupation du sol aux travers des couches thématique des différentes classes. (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	54
Figure 28 : SIG sur les pratiques des exploitations agricoles de la commune de Tabia réalisé dans ArcView 3.3. (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	55
Figure 29 : Carte de l'occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2017-2018 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	56
Figure 30 : Superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2017-2018	57
Figure 31 : Nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; campagne 2017-2018	58
Figure 32 : Carte de l'occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2018-2019 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	59
Figure 33 : Superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2018-2019	60
Figure 34 : Nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; campagne 2018-2019	61
Figure 35 : Carte de l'occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2019-2020 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)	63
Figure 36 : Superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2019-2020	64
Figure 37 : Nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; campagne 2019-2020	65
Figure 38 : Superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant les trois campagnes de 2017 à 202	67

Liste des abréviations

3D	3 Dimensions
BMP	Bitmap
DHA	Direction de l'Hydraulique d'Alger
DHW	Direction de l'Hydraulique de la Wilaya
DSA	Direction de Services Agricoles
ESA	Agence Spatiale Européenne
ESRI	Environmental Systems Research Institute
IDL	Interactive Data Language
ITT	Invitation to Tender
JPEG	Photographic Experts Group
MIR	Moyen Infra-Rouge
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
ONM	Office National de la Météorologie
ONTA	Office National des Terres Agricoles
PIR	Proche Infrarouge
IRT	Infrarouge thermique
PNDA	Plan National de Développement Agricole
RVB	Rouge , Vert , Bleu
SAU	Superficie Agricole Utile
SIG	Système d'Information Géographique
TIF	Tagged Image File
TM	Thematic Mapper
EAC	Exploitation Agricole Collective
EAI	Exploitation Agricole Individuelle
ENVI	Environnement for Visualizing Images
C°	Degré Celsius
RN	Route National
Ha	Hectare
Hab	Habitant
M	Mètre
T	Température
Qx	Quintaux

Table des matières

Dédicaces

Remerciement

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction

Partie I : Partie bibliographique

Chapitre I: Etat de l'art sur l'utilisation des techniques géo-spatiales et des SIG pour la réalisation des cartes d'occupation des sols agricoles

I.1.Changements d'occupation et d'usage des sols	03
I.1.1. Définition	04
I.1.2. L'impact de l'agriculture sur les changements d'occupation et d'usage des sols	05
I.2. Télédétection spatiale	06
I.2.1. Définition	06
I.2.2. Traitements en télédétection	07
I.2.3. Intérêt des bandes spectrales pour l'observation de la terre	09
I.3. La notion de "signature" spectrale	10
I.3.1. Signature spectral des végétaux chlorophylliens	11
I.4. Les méthodes de télédétection du changement	13
I.5. Indices de végétation de différence normalisée (NDVI)	14
I.6. Traitement numérique des images	15
I.7. Le système RVB couleur	16
I.8. Analyse d'une image	16
I.9. Télédétection et Agriculture	17
I.10. Généralités sur les SIG et leurs utilisations dans le domaine agricole	19
I.10.1. Définition	19
I.10.2. Les SIG historique et évolution.....	20
I.10.3. Les 5 fonctionnalités (les 5 A) d'un SIG	20
I.10.4. Système d'information géographique et base de données.....	21
I.10.5. Les différents formats graphiques	21

I.10.6. Les sources d'information géographique.....	23
I.10.7. Les objectifs des SIG en agriculture	24

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Présentation générale de la wilaya de Sidi Bel Abbes	25
II.1.1. Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbes	25
II.1.2. Situation démographique	26
II.1.3. Le relief	27
II.1.4. Les paramètres climatiques	27
II.1.4.1. Précipitation.....	28
II.1.4.2. Température	28
II.1.4.3. Courbe pluvio-thermique (méthode de Gaussen et Bagnouls)	29
II.1.5. Réseau routier	30
II.1.6. Les terres agricoles	31
II.1.6.1. Les potentialités économiques Agricole de la wilaya	31
II.1.6.2. Les superficies.....	32
II.1.7. L'hydraulique	32
II.2. Choix de la commune de Tabia	33
II.2.1. Présentation générale de la commune de Tabia	33
II.2.1.1. Situation géographique	33
II.2.1.2. Le relief	34
II.2.2. Situation climatique	35
II.2.2.1. Pluviométrie.....	35
II.2.2.2. La température	36
II.2.2.3. L'humidité relative de l'air	37
II.2.2.4. L'insolation	37
II.2.2.5. L'évaporation	37
II.2.3. Ressources naturelles de la commune de Tabia	38
II.2.3.1. Les terres agricoles.....	38
II.2.3.2. Utilisation des terres agricoles et production agricoles	38
II.2.4. Ressources hydriques.....	40

Chapitre III: Matériels et méthodes

III.1. Matériels	41
III.1.1. Outils et matériels utilisés	41

III.1.1.A. Données collectés	41
III.1.1.B. Outils et Logiciels	43
III.2. Méthodes	47
III.2.1. Le choix des images	47
III.2.2. Réalisation d'un masque thématique	48
III.2.3. Prétraitement des images satellites	50
III.2.3.1. Mosaïque des images satellites	50
III.2.3.2. Compositions colorées	50
III.2.4. Application du masque thématique	51
III.2.5. Application de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée NDVI	51
III.2.6. Reclassification et polygonisation	53
III.2.7. Réalisation des cartes d'occupations du sol	54
III.2.8. Croisement avec le SIG et extraction des données statistiques.....	55

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1. Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2017-2018	56
IV.2. Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2018-2019	59
IV.3. Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2019-2020	63
IV.4 Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant les trois saisons culturales 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020	67
Conclusion.....	69

Références bibliographiques

Introduction générale

Pour la très grande majorité des pays, le secteur agricole constitue un domaine d'intérêt particulièrement sensible, tant du point de vue social qu'économique ou environnemental (Bouman, 1991). Les politiques de réforme dans l'économie et le secteur agricole en Algérie ont eu de nombreuses transitions, et sont devenus de plus en plus multiformes et compliqués. Ces politiques ont apporté plusieurs avantages pour le développement et ont permis d'améliorer rapidement le niveau de revenu de la population locale. On cite le Plan national de développement agricole (PNDA) qui a affiché des actions de grande ampleur, parmi lesquelles l'état a accordé de nombreuses facilités dont l'attribution de terres agricoles et l'octroi de crédits pour développer et diversifier l'agriculture. Malheureusement, certains investisseurs n'ont pas ou mal exploité ces terres, ce qui a conduit à la dégradation de l'environnement des sols et de la qualité de l'eau ; conséquence indirecte d'une mauvaise gestion et un suivi discontinu des exploitations agricoles.

Dans ce contexte les services de l'ONTA ont installé, en juillet 2019, des commissions au niveau des wilayas et des daïras pour recenser et assainir les terres agricoles des agriculteurs sans détention de documents ou non exploitées par ces derniers, dans le souci de donner une nouvelle impulsion au développement du secteur ; la nécessité étant de récupérer ces terres pour les attribuer à des investisseurs sérieux et augmenter et diversifier la production.

Cependant Les enquêtes et les statistiques agricoles en Algérie sont effectuées à travers des inventaires de l'occupation des sols qui sont réalisés suivant les déclarations des agriculteurs, ce qui est souvent non exhaustive et limite les possibilités d'effectuer un suivi détaillé de la dynamique de la végétation.

La plaine de Sidi Bel Abbes par sa localisation géographique constitue un foyer important de biodiversité en Algérie, elle connaît depuis la fin de l'année 1999, un contexte de changements environnemental et sociétal. En effet, la commune de Tabia qui fait partie de cette vaste plaine était caractérisée par une extension des activités agricoles et d'importantes opérations d'investissement dans les domaines de développement rural et agricole, de reboisement, et de l'extension des superficies irriguées, qui ont été réalisées dans le cadre de plusieurs plans nationaux de développement agricole depuis le début de la décennie 2000.

L'objectif final visé dans ce mémoire, est l'identification de l'occupation des exploitations agricoles de la commune de Tabia (wilaya de Sidi bel Abbès) durant trois campagnes culturales 2017-2020 à l'aide de l'imagerie satellitaire à haute résolution combinée au calendrier agricole de la région et des Systèmes d'informations géographique SIG. Aussi, la construction d'une base de données susceptible de répondre facilement et de manière plus ou moins objective au souci d'acquérir des informations qualitatives et quantitatives sur l'évolution (temps et espace) des activités faites dans cette localité. Les résultats pourront servir dans l'actualisation des cartes et du classement des terres agricoles et qui permettront de fournir un outil précieux de surveillance et de gestion dans notre zone d'étude pour une prise de décision plus efficace.

Ce thème sur la dynamique de l'occupation des terres de la commune de Tabia nous intéresse pour deux raisons principales :

- La base de données sous forme de SIG réalisée sur la commune de TABIA par ZERROUKI en 2017.
- La présente étude permettra de proposer des solutions et des recommandations pour une meilleure prise de décisions pour la gestion des terres.

Le présent travail est constitué de deux parties :

La première partie est consacrée pour l'étude bibliographique :

- Etat de l'art sur l'utilisation des technique géo-spatiale et des SIG pour la réalisation des cartes d'occupation des sols agricoles.

La deuxième partie contient trois chapitres :

- 1- Le premier chapitre (chapitre 2) aborde des données générales sur la zone d'étude.
- 2- Dans le deuxième chapitre (chapitre 3) aborde les détails de la méthodologie retenue pour la réalisation des objectifs précités.
- 3- Le dernier chapitre (chapitre 4) est consacré à la présentation des résultats issus de notre travail.
- 4- En fin une conclusion qui rapportera les principaux résultats obtenus dans ce travail.

I. Etat de l'art sur l'utilisation des techniques géo-spatiales et des SIG pour la réalisation des cartes d'occupation des sols agricoles

Le suivi des changements d'occupation et d'usage des sols est, depuis maintenant plusieurs décennies, généralement effectué à partir de données de télédétection (Hubert-Moy et al. 2001; Turner et al., 2007). Les images à haute résolution de type Landsat TM et Sentinelle permettent de réaliser des cartographies des successions culturales à l'échelle de la parcelle sur de grands espaces, l'analyse des changements étant produite à l'échelle de territoires agricoles aux tailles variées (site expérimental, bassin versant...). A une échelle infrarégionale, correspondant à des secteurs dont la superficie varie en général d'une dizaine de km² à plusieurs centaines de km². Les images permettent d'effectuer, à l'aide de données d'origines diverses (socio-économiques, fonctionnement physique du milieu...) des analyses multi temporelles des changements observés par télédétection. Caractériser l'occupation des sols sur les territoires agricoles à une date donnée et effectuer leur suivi demeurent des objectifs ambitieux. Les dynamiques paysagères sont en effet multiples et complexes car elles sont liées entre autre aux pratiques agricoles et rotations culturales qui dépendent eux même d'autres facteurs (climatique, économique, social, politique...) (Corgne, 2014).

I.1. Changements d'occupation et d'usage des sols

L'étude des changements d'occupation et d'usage des sols et leurs interactions avec les sociétés humaines et leurs territoires constitue un enjeu majeur pour la communauté scientifique, elle a pour objectif d'étudier le changement à travers une démarche pluridisciplinaire en se focalisant spécifiquement sur l'impact des activités humaines et leurs interactions.

Ses principaux objectifs sont :

- l'amélioration de la caractérisation des principaux types d'occupation des sols et de leurs changements passés (lointains et récents) ;
- une meilleure identification des dynamiques spatio-temporelles qui caractérisent les changements d'occupation et d'usage des sols (vitesse des changements, échelles auxquelles ils se produisent...);

- l'identification des principaux facteurs (spatiaux, biophysiques, climatiques, socio-économiques, politiques...) qui favorisent les changements d'occupation et d'usage des sols ;
- l'amélioration et le développement de nouveaux modèles susceptibles d'évaluer les impacts des changements d'occupation et d'usage des sols sur les sociétés et les territoires. (Turner et al., 2007)

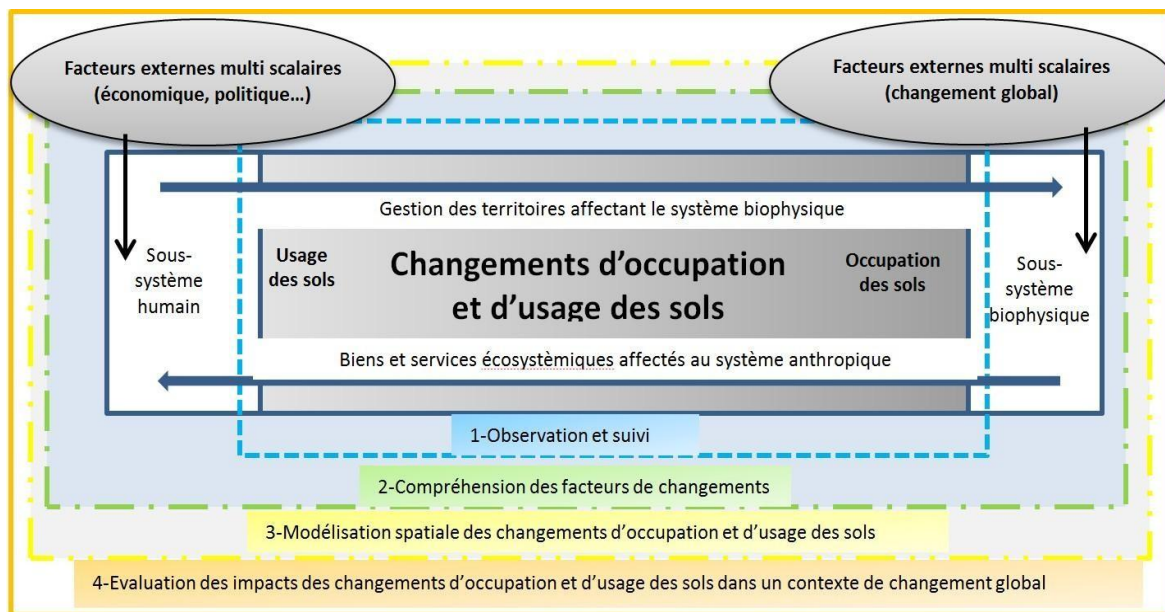


Figure 1 : Schéma conceptuel du système « Changements d'occupation et d'usage des sols » (Turner *et al.* 2007)

I.1.1. Définition

Les termes occupation et usage des sols renvoient à deux définitions distinctes :

- le terme « occupation des sols » correspond à une description purement physique de l'espace. Il désigne l'occupation physique observée de la surface terrestre comprenant ainsi les surfaces en végétation (végétation arborée, végétation rase...), les sols nus (surfaces bâties, roches ...) et les surfaces en eau (réseau hydrographique, plans d'eau...).
- Le terme « utilisation des sols » correspond à une gestion anthropique des différents types d'occupation des sols. Deux approches peuvent ainsi être distinguées pour l'utilisation des sols (EUROSTAT, 2001) : la première, fonctionnelle, décrit les surfaces observées selon leur finalité socio-économique (surface agricole, forestière, zone artisanale...). La deuxième, séquentielle, comprend une série d'opérations humaines visant à tirer des produits/bénéfices des ressources du sol comme le labour, l'ensemencement, les traitements phytosanitaires sur

les parcelles et les récoltes (Mücher et al., 1993). Dans certains cas, un changement d'usage peut entraîner un changement d'occupation des sols comme par exemple, l'absence prolongée de gestion des prairies peut mener à un enrichissement par la strate arbustive (Rapinel, 2012).

Les « modifications » d'occupation des sols comprennent, elles, les changements intervenus au sein même d'une catégorie d'occupation ou d'usage des sols comme par exemple le passage d'un maïs à une céréale lors d'une succession culturale.

Aujourd'hui, près de 50% des surfaces terrestres non recouvertes par la glace ont subi des changements d'occupation et d'usage des sols (Haberl et al, 2007). Ces derniers, en modifiant les interactions terre-atmosphère, touchent indirectement toute la planète via le changement climatique ou la pollution atmosphérique. La plupart de ces changements sont liés au développement de l'agriculture, de la déforestation et de l'étalement urbain.

I.1.2. L'impact de l'agriculture sur les changements d'occupation et d'usage des sols

L'agriculture nécessite près de 85% des prélèvements en eau à l'échelle mondiale et apparaît aujourd'hui comme une des sources principales d'émission de gaz à effet de serre (Galloway et al., 2003). En plus de leur rôle dans le changement climatique, aux échelles locales, régionales et globales, ces changements ont un impact sur la biodiversité, les cycles biogéochimiques, entraînant la dégradation de la qualité de l'eau ou des sols. Souvent critiquée, car associée à l'utilisation d'intrants polluants et à la surexploitation des ressources naturelles (eau, sol), l'agriculture intensive fait l'objet depuis plusieurs décennies de nombreux débats à l'échelle mondiale (Bonny, 2011). De nombreuses voix se sont élevées pour demander un changement du modèle de production agricole du fait de ses effets négatifs, en particulier au niveau environnemental et sanitaire (pollution de l'eau, érosion des sols, baisse de la biodiversité...). Plusieurs voies ont ainsi été proposées pour faire face aux défis des prochaines décennies en matière d'alimentation, de préservation des écosystèmes, de la biodiversité, de la qualité de l'eau, du changement climatique... Parmi ces propositions, la majorité d'entre elles préconise une agriculture « écologique » utilisant de façon durable « les processus naturels et les fonctionnalités des écosystèmes » (Godfray et al., 2010).

Pour atteindre ces objectifs et comprendre les changements récents survenus sur le « système Terre », il apparaît donc fondamental que la communauté scientifique puisse disposer de « données quantitatives spatialement explicites » sur la façon dont l'homme a

modifié l'occupation des sols, L'expertise et le savoir-faire de l'agronome apparaissent donc être un atout majeur pour la compréhension des causes et conséquences du changement. Sa valeur ajoutée réside dans une analyse spatialisée et une contribution importante à la modélisation dynamique des systèmes complexes à l'interface Nature/Société des terres agricoles. (Corgne, 2014)

I.2. Télédétection spatiale

La télédétection (aéroportée et aérospatiale) a depuis les années 1980, profondément modifié la capacité d'observation et de suivi des changements d'occupation et d'usage des sols. En plus du nombre de capteurs opérationnels actuellement, la grande diversité de leurs caractéristiques spectrales, spatiales et temporelles permet de suivre ces changements à différentes échelles spatio-temporelles. Ainsi, depuis Landsat-1 en 1972, plus de 400 satellites d'observation de la terre ont été mis en orbite et de nombreux projets de missions sont en cours d'étude. Parallèlement à cette évolution, les méthodes de traitement d'images n'ont cessé d'évoluer, en offrant notamment de nouveaux algorithmes permettant de les caractériser, de les détecter et de les suivre (classifications basées sur le pixel, orientées objet, analyses diachroniques, multitemporelles...).

I.2.1. Définition

Le mot télédétection (en anglais « remote sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le néologisme «remote sensing» fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante, lorsque des capteurs nouveaux viennent compléter la traditionnelle photographie aérienne. Le terme de télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973 et sa définition officielle est la suivante :

« Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. » Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, 1988.

Une définition plus précise, et pour nous plus opérationnelle, de la télédétection est la suivante :

« La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre (y compris l'atmosphère et les

océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information. » (D'après le site Web du Centre Canadien de Télédétection : <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

Il s'agit donc de données, la plupart du temps d'images, acquises depuis un appareil aérospatial comme un avion, un drone, un satellite, etc. Placés en orbite autour de la terre, les satellites sont capables de fournir des données sur l'ensemble de la surface terrestre de manière régulière, grâce à des revisites fréquentes. La rapidité d'acquisition de ces données permet d'obtenir une information sur l'espace à moindre coût (Bappel, 2005)

Elle intègre les développements les plus récents de la recherche spatiale, de l'informatique et de la physique pour constituer aujourd'hui un outil des plus puissants et des plus flexibles pour la gestion du milieu, la planification et le développement économique (Ferdinand et Guy, 1992).

I.2.2. Traitements en télédétection

D'après UVED (2008), l'observation de la Terre par les satellites peut être décomposée en cinq étapes ou processus, depuis la source d'énergie qui éclaire la surface terrestre jusqu'à la réception des données par la station satellite au sol.

- **La source d'énergie**

Trois sources d'énergie sont utilisées en télédétection à savoir le soleil, la surface terrestre (domaine thermique ou celui des micro-ondes passives) et le capteur satellite (domaine des hyperfréquences).

- **Les interactions du rayonnement avec l'atmosphère**

Lors de son trajet de la source d'énergie vers la surface terrestre, puis de la surface vers le capteur satellitaire, le rayonnement interagit avec l'atmosphère.

- **Les interactions du rayonnement avec la surface terrestre**

Lorsque le rayonnement parvient à la surface de la Terre, il va interagir avec celle-ci. La nature des interactions est fonction à la fois du rayonnement et des propriétés spectrales des surfaces.

- **L'enregistrement du signal par le capteur satellitaire**

L'énergie réfléchi, émise ou rétrodiffusée par la surface de la terres est captée puis enregistrée et discrétisée au niveau du capteur satellitaire.

- **La transmission et la réception des données**

Une fois l'énergie reçue par le capteur, elle est transmise vers une station de réception et de traitement où elle est convertie en données numériques (CPS, 2011).

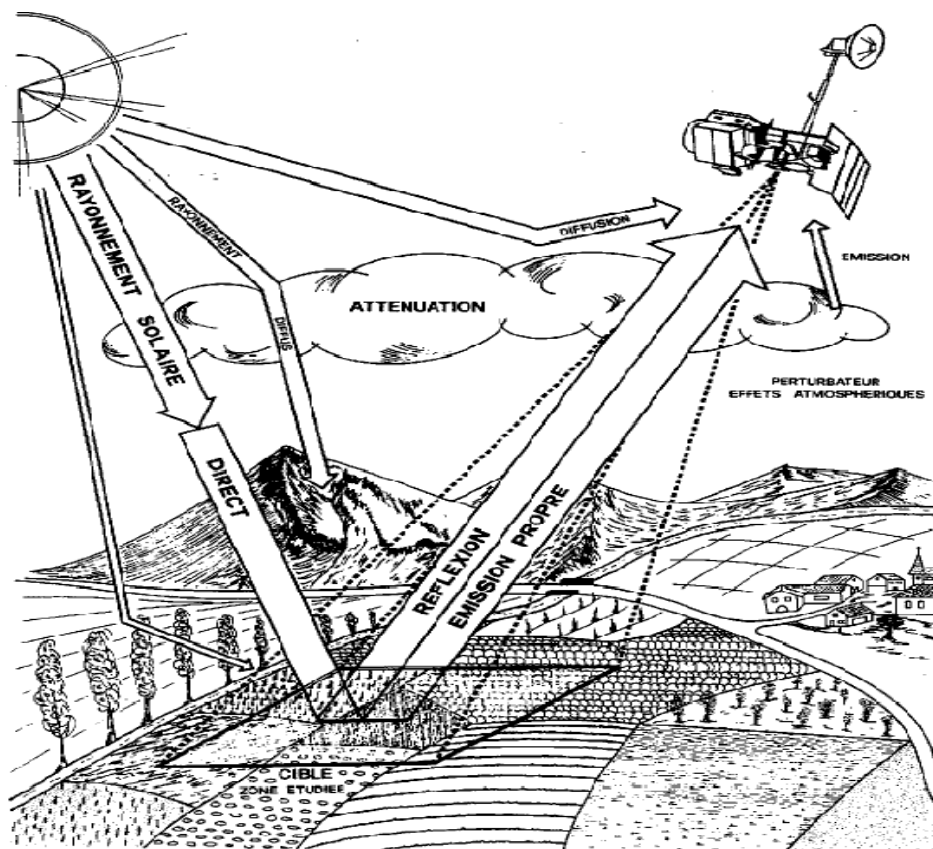


Figure 2 : Etapes d'observation de la terre par les satellites (Lecerf, 2010)

I.2.3. Intérêt des bandes spectrales pour l'observation de la terre

Les fenêtres atmosphériques sont des régions du spectre électromagnétique qui ne sont pas absorbées de façon importante par l'atmosphère et qui sont utiles pour la télédétection.

Tableau 1 : Utilité des bandes spectrales

BLEU 0,45 - 0,52	discrimination <i>minéral / végétal</i> – eaux et milieu littoral : bathymétrie et cartographie côtière– Identification des caractères ruraux et urbains
VERT 0,52 - 0,60	cartographie de la <i>végétation chlorophyllienne</i> (mesure le sommet de réflectance) -Identification des caractères ruraux et urbains
ROUGE 0,63 - 0,69	discrimination <i>plantes feuillées</i> et <i>plantes à feuilles caduques</i> (absorption de chlorophylle) -Identification des caractères ruraux et urbains
PIR 0,76 - 0,90	discrimination entre <i>plantes</i> et entre <i>couverts végétaux</i> – état <i>sanitaire</i> et identification de la <i>biomasse</i> – contour des <i>surfaces en eau</i> (étangs, lacs, fleuves ...) - <i>humidité du sol</i>
MIR1 1,55 - 1,75	sensible à <i>l'humidité du sol</i> et des <i>plantes</i> - discrimination entre eau solide (<i>neige</i>) et eau gazeuse (<i>nuages</i>)
MIR2 2,08 – 2,35	discrimination entre <i>minéraux</i> et <i>roches</i> - sensibilité au <i>taux d'humidité</i> dans la <i>végétation</i>
IRT 10,4 – 12,5	identification du <i>stress</i> de la <i>végétation</i> et de <i>l'humidité</i> dans le <i>sol</i> en relation avec l'IRT - <i>cartographie des températures</i> du sol et de la <i>végétation</i> .

Source (Lacombe et Sheeren, 2007)

I.3. La notion de "signature" spectrale

L'objet de la télédétection est de distinguer des types de surface (en vue de leur cartographie) ou d'en mesurer certaines caractéristiques, à partir du rayonnement reçu par le capteur.

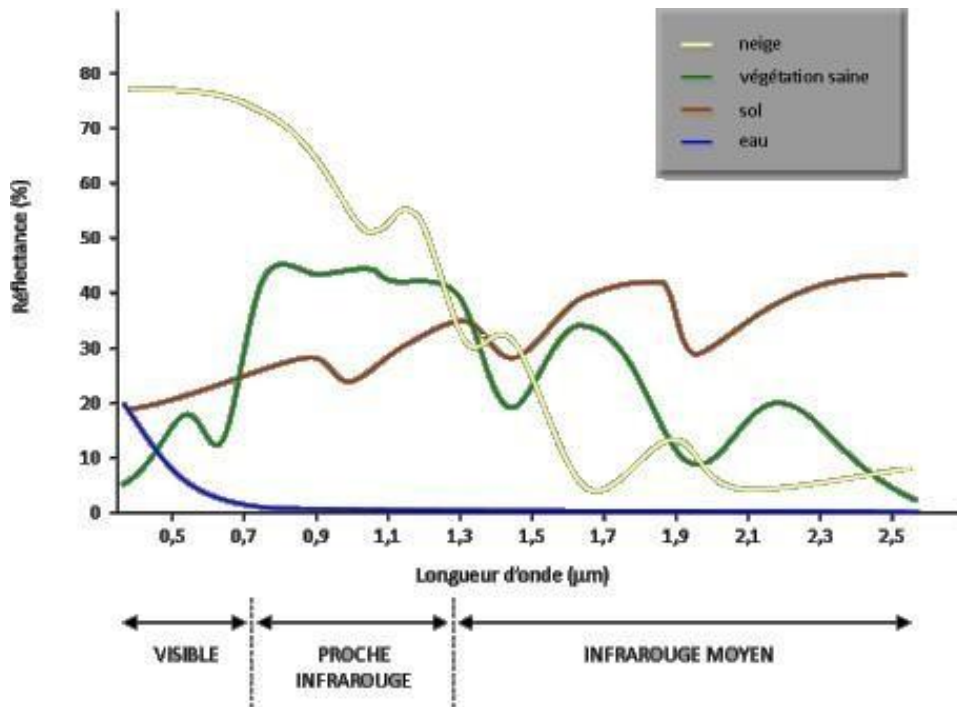


Figure 3 : Signatures spectrales des surfaces naturelles dans le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen (UVED, 2008).

Nous observons des réponses très différentes aux mécanismes d'absorption, de transmission et de réflexion selon la composition de la cible et la longueur d'onde du rayonnement qui lui est propre. En mesurant l'énergie réfléchie ou émise par la cible avec une variété de longueurs d'onde, nous pouvons construire la signature spectrale pour un objet. En comparant les signatures de différents objets, nous pouvons les distinguer les uns des autres, alors que nous ne pourrions peut-être pas les distinguer si nous les comparions seulement avec une longueur d'onde. Pour interpréter correctement l'interaction du rayonnement électromagnétique avec la surface, il est important de savoir où regarder dans le spectre et de comprendre les facteurs qui influencent la signature spectrale de la cible.

Par ailleurs, les capteurs satellitaires sont capables d'enregistrer la réponse spectrale des surfaces observées dans le domaine du visible mais également dans d'autres parties du spectre électromagnétique riches en information (proche infrarouge, moyen infrarouge, etc). Chaque grand type d'occupation du sol ayant une signature spectrale différente (zone bâtie, végétation, zones humides), l'information radiométrique est donc particulièrement intéressante lors de l'étude de l'occupation du sol (Guerschman, 2003).

I.3.1 Signature spectral des végétaux chlorophylliens

En fonction de la nature et des caractéristiques intrinsèques des objets et des surfaces, le rayonnement incident interagira avec la cible. Chaque surface possède ainsi une signature spectrale (quantité d'énergie émise ou réfléchiée en fonction de la longueur d'onde) qui lui est propre et qui permettra son identification sur les images satellitaires.

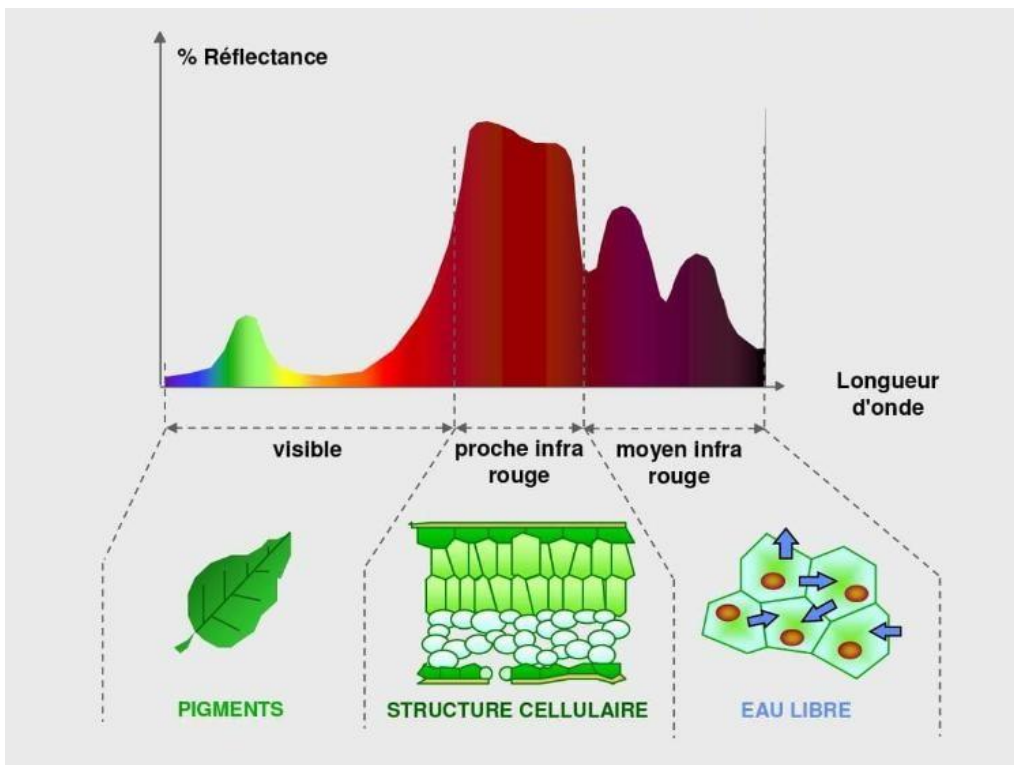


Figure 4: Courbe de réflectance d'un végétal chlorophyllien (Lacombe et .Sheeren, 2007)

- **Les pigments foliaires**

La présence des pigments foliaires dans les végétaux est responsable de la forte absorption du rayonnement visible, avec un maximum relatif de réflectance autour du vert (550 nm).

- **La structure cellulaire des feuilles**

La structure anatomique des feuilles joue un rôle très important dans la signature spectrale de la végétation. Les longueurs d'onde bleue et rouge sont absorbées par la chlorophylle, les vertes sont très faiblement réfléchies par la feuille, le rayonnement PIR est fortement réfléchi par le parenchyme lacuneux (Jensen, 2000), il est d'autant mieux réfléchi que ce dernier est bien développé.

La réflectance dans les bandes rouges et proche infrarouge est directement liée à la biomasse végétale. Il est donc possible de déterminer radio métriquement cette biomasse en utilisant l'information contenue dans ces deux bandes spectrales, en utilisant des indices de végétation.

- **L'influence de la teneur en eau :**

Plus la teneur en eau est forte, plus la réflectance de la végétation diminue, en particulier aux longueurs d'onde 1450nm et 1900nm (bandes d'absorption de l'eau). Ce domaine de longueur d'onde est très utile en télédétection des couverts végétaux, il permet notamment de détecter les plantes en état de stress hydrique.

• **Limite**

A côté des facteurs propres aux couverts végétaux, d'autres types de facteurs externes aux ceux-ci, vont également avoir une influence sur la réponse spectrale de la végétation. Il s'agit en particulier de l'angle solaire (position et hauteur du soleil), l'angle de visée (plus l'angle de visée est important, plus la proportion de sol nu visible diminue) et l'atmosphère (teneur en poussières et aérosols). (Abdelbaki ,2012)

- **Autres types de variations de la signature spectrale**

La réflectance de la végétation varie non seulement en fonction des types de végétation, mais également selon l'état physiologique d'une plante (figure 5)

Les changements physiologiques qui accompagnent la croissance d'une plante, depuis la phase de maturation jusqu'à sa sénescence, influent fortement sur la signature spectrale de la végétation.

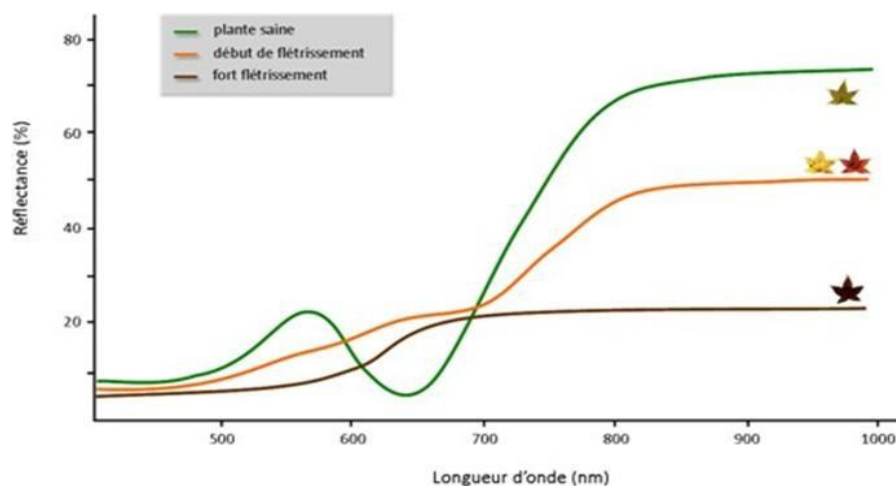


Figure 5 : Variations de la signature spectrale en fonction de l'état physiologique de la végétation (UVED, 2008).

On observe une sensible augmentation de la réflectance dans les grandes longueurs d'onde du visible (jaune - rouge), résultat de la réflectance des pigments foliaires, et une diminution de la réflectance dans le proche infrarouge (état de plasmolyse, entraînant une déstructuration des couches cellulaires). La phase de sénescence ramène les propriétés de la réflectance vers des valeurs qui caractérisent essentiellement le sol.

I.4. Les méthodes de télédétection du changement

Les méthodes de détection de changement utilisant les images satellites se basent toutes sur l'hypothèse que les changements de l'occupation du sol se traduisent en variations de la radiance et que ces variations sont importantes en comparaison de celles causées par d'autres facteurs (conditions atmosphériques, inclinaison solaire, humidité du sol ou état phénologique de la végétation). L'influence de ces facteurs est d'ailleurs en partie réduite par le choix d'images acquises à la même époque de l'année (Singh, 1986).

Ces variations radiométriques peuvent être mises en valeur en utilisant plusieurs types de traitement d'images. Une des techniques consiste à calculer la différence entre des indices de

végétation obtenus pour différentes dates. Les avantages de l'utilisation des indices de végétation de type ratio sont :

- Qu'elle permet de mettre en évidence les différences entre la végétation et les autres types de couverts;
- Que l'indice de végétation est directement lié à la biomasse végétale (Tucker, 1979),
- Qu'elle atténue les effets topographiques et les différences du rayonnement incident lors de l'utilisation d'images multi dates. Nelson (1983) obtient de meilleurs résultats avec l'indice de végétation qu'avec les bandes spectrales originales dans une étude sur la défoliation forestière. Lyon et al (1998) comparent sept indices de végétation et concluent que l'indice de végétation de différence normalisée (NDVI) est le plus efficace en télédétection du changement (Mas, 2014).

I.5. Indices de végétation de différence normalisée (NDVI)

L'NDVI est l'expression de l'activité chlorophyllienne, de la densité de feuillage et aussi l'expression indirecte du stress hydrique d'une couverture végétale. Il exprime l'évolution des paramètres phénologiques des végétaux et est corrélé aux variations saisonnières et interannuelles du climat, aux changements climatiques à long terme et aux perturbations humaines et naturelles (Lambin, 1996).

Des végétaux sains ont une réflectance qui diminue dans la bande du rouge (entre 0,6 et 0,7 μm) pour remonter ensuite dans la bande du PIR (entre 0,7 et 1,5 μm).

Il se calcule en faisant la différence des réflectances obtenues dans la bande du rouge et dans la bande du PIR, divisée par leur somme :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - R}{\text{PIR} + R}$$

Les résultats sont compris entre -1 et 1 et les surfaces végétalisées ont souvent des valeurs comprises entre 0,1 et 1. Plus la biomasse est importante, plus l'indice tend vers 1. Généralement, les sols nus ou labourés ont des valeurs comprises entre 0 et 0,3, les zones de végétation peu couvrante entre 0,3 et 0,6 et les zones de végétation couvrante entre 0,6 et 1 (Bégué et al, 2005). Il est l'indice de végétation le plus utilisé et constitue donc une valeur de référence lorsque l'on s'intéresse aux couverts végétaux. Il est particulièrement utile pour

caractériser les étapes du développement foliaire d'une culture annuelle (Bappel, 2005) ou encore les évolutions saisonnières des couverts végétaux (Verbesselt et al, 2010).

I.6. Traitement numérique des images

Le traitement numérique de l'image est l'ensemble des techniques appliquées aux images numériques dans le but d'améliorer la qualité visuelle ou de faciliter la recherche et l'extraction d'information.

L'intérêt des méthodes de traitement numérique de l'image réside dans deux principaux domaines d'application: la reconstruction ou l'amélioration de l'information que fournit l'image pour son interprétation par un être humain et le traitement de l'information d'une scène pour permettre une analyse automatique par une machine.

Représentation de couleurs :

L'œil humain est plus sensible aux couleurs qu'aux niveaux de gris, il est important pour l'analyse visuelle, la représentation des couleurs des images. Cette représentation peut se faire de deux manières:

- Représentation en fausses couleurs (pseudo couleur): Lorsque une bande dans l'échelle de gris est appliquée une table de couleur ou lorsque diverses bandes qui ne correspondent pas avec la couleur vraie sont attribuées le rouge, vert ou bleu.
- Représentation en couleurs vraies: Lorsque l'image est acquise par un capteur qui capte les trois bandes de couleurs vraies (rouge, vert et bleu) (Eugenio et al, 2013)



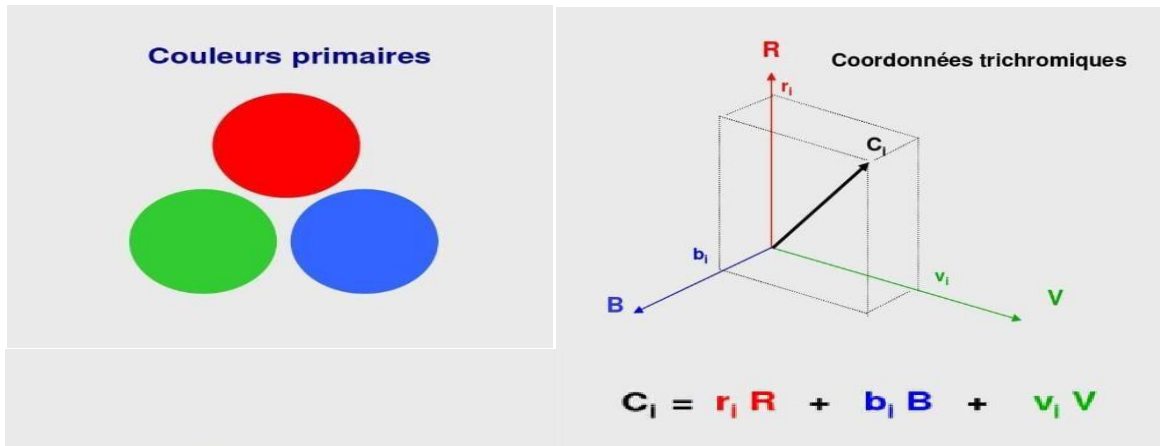
Film couleur (A)

Film Infrarouge Couleur (B)

Figure 6 : Représentation en couleurs naturelles et Représentation en fausses couleurs
(Nicolas, 2007)

I.7. Le système RVB couleur

Une couleur sera la résultante de la combinaison des trois couleurs primaires R, V et B.



I.8. Analyse d'une image

Quand des données de télédétection sont disponibles en format numérique, le traitement et l'analyse numériques peuvent être faits au moyen d'un ordinateur. Le traitement peut servir à rehausser les données en prévision d'une interprétation visuelle. Des traitements et analyses numériques peuvent être faits automatiquement afin d'identifier des cibles et d'extraire l'information sans l'intervention d'un interprète humain. Cependant, le traitement et l'analyse numériques sont presque toujours utilisés en appui et en complément à l'interprétation humaine.

L'étude de la dynamique du couvert végétal est axée sur la bonne représentation des unités principales sur une image. Leur variation hétérogène spatiale, spectrale et temporelle exige de les présenter de façon homogène pour mieux interpréter les objets d'une image et tout un processus de changement observé. Cette représentation dite « classification » est utilisée pour la production de cartes thématiques où elle offre une analyse plus détaillée de l'image. Elle peut être effectuée sur un ou plusieurs canaux d'une image pour séparer les

divers éléments d'une image en fonction de leurs caractéristiques de rétro diffusion ou de signature spectrale. En traitement numérique des images, on distingue :

- **Classification non supervisée :**

C'est classer les données d'image numérique, par traitement informatique basé uniquement sur les statistiques d'image sans recours à des échantillons d'entraînement. Cette classification produit un regroupement naturel des pixels de l'image que l'on nomme "regroupement spectral" ou "classe", (les régions de l'image ayant une même signature spectrale ont un type d'utilisation du sol similaire). L'analyste doit ensuite déterminer l'identité de ces regroupements spectraux. Les principaux algorithmes de classification non dirigée sont : le regroupement par moyenne-K (K-means), le regroupement par ISODATA (Girard, 1989).

- **Classification supervisée:**

Procédure utilisée pour l'identification de zones « spectralement similaires » d'une image. On identifie d'abord des sites d'entraînement dont on extrait la signature spectrale et à partir des quel son extrapole pour le reste de l'image. Selon Duminil (2007), ces sites d'entraînement servent de base pour les calculs des algorithmes de classification.

I.9. Télédétection et Agriculture

L'agriculture est le pilier économique de nombreux pays. La télédétection peut offrir les informations suivantes :

- Extension des cultures ;
- Inventaire des cultures ;
- Production agricole ;
- Prévisions de récoltes ;
- Sélection et surveillance des zones agricoles ;
- Évaluation des dommages causés par la sécheresse et les inondations ;
- Contrôle des ravageurs et des maladies des cultures ;
- Détection de stress métabolique (hydrique ou nutritionnel) ;
- Agriculture de précision.

L'identification et la cartographie des récoltes bénéficient de l'utilisation des images multi temporelles qui facilite la classification en tenant compte des changements dans la réflectance des plantes durant leur croissance. Les données multi temporelles ont besoin de capteurs calibrés et d'images prises fréquemment durant la saison de croissance.

La télédétection offre une méthode sûre et efficace de cueillette d'information dans le but de cartographier le type et de calculer la superficie des cultures. En plus d'offrir une vue synoptique, la télédétection peut fournir de l'information sur la structure et la santé de la végétation. La réflectance spectrale d'un champ varie selon le stade phénologique (stade de croissance), le type de plantes et leur état de santé. Les micro-ondes sont sensibles à l'alignement, la structure et la quantité d'eau présente dans les plantes et dans le sol, et peuvent fournir de l'information complémentaire aux données optiques. L'intégration de ces deux types de données augmente l'information disponible pour distinguer la signature spectrale de chaque classe et permet donc une classification plus juste.

Les résultats de l'interprétation des données de télédétection peuvent être intégrés dans un système d'information géographique (SIG) et dans un système de gestion des cultures, et peuvent aussi être combinés à des données auxiliaires pour fournir de l'information sur les droits de propriété, les pratiques de gestion, etc. (Centre Canadien de télédétection)

I.10. Généralités sur les SIG et leurs utilisations dans le domaine agricole

L'informatique intervient depuis plusieurs dizaines d'années dans beaucoup de domaines depuis plus de vingt ans. Son développement a entraîné des modifications importantes pour la géographie et la cartographie. Parmi les secteurs qui nous intéressent, on peut citer la gestion de données, le stockage numérique, la statistique, de nouvelles formes d'expression et de communication. De plus, de nouveaux moyens d'acquisition de données se sont développés : la télédétection spatiale et le positionnement par satellite en sont les principaux exemples. La géographie et la cartographie se sont construites peu à peu sur la base de possibilités techniques qui, pendant longtemps, n'ont pas évolué. Depuis une vingtaine d'années, beaucoup de ces fondements sont les uns après les autres remis en cause ou modifiés par des possibilités techniques inédites.

Mais le concept de SIG (en anglais : Geographical Information System, abrégé en GIS) n'a pas été défini directement, au début des années 60. Il s'est construit peu à peu, au fur et à mesure de l'introduction de l'informatique dans les systèmes d'information géographique (Souris, 2002)

I.10.1. Définition

Un SIG peut être défini comme un ensemble de données de nature diverse, iconographiques, qualitatives et quantitatives, toutes géo-référencées dans le même système de projection structurée de façon à être gérées facilement, c'est-à-dire repérées dans l'espace, à l'aide de coordonnées géographiques. La structure de ces informations peut être schématisée par une superposition de couches de données, avec un seul type de données par couche, qui peuvent être croisées et dont la mise à jour est facile. Un SIG est donc tout à la fois, un outil de collecte puissant et moderne, de stockage, de visualisation, de mise à jour et d'analyse des données spatialisées, une boîte à outils pour la modélisation et l'analyse de problèmes complexes de recherche, de gestion ou de planification et enfin un système d'aide à la décision pour identifier et évaluer les problèmes. (Migliani, 2001)

I.10.2. Les SIG historique et évolution

L'historique du développement des SIG peut être divisé en trois périodes : les années 60-70, représentant les débuts et les premières réalisations, les années 80 pour la consolidation et l'apparition des premiers logiciels commerciaux, et les années 90 pour la diffusion générale des outils et de la technologie SIG.

- Les évolutions

Le développement de l'Internet pousse l'ensemble des produits commerciaux à offrir une solution pour l'interrogation du SIG et la conception de cartes via Internet. Mais cette offre met l'accent sur une consultation simple, au dépend de procédures d'analyse plus complexes. La gestion du temps est encore peu effective dans les SIG, même si le cadre théorique est bien posé. Le problème des multi-représentations spatiales d'un même objet doit également faire l'objet de développements, au niveau de l'implémentation des objets comme au niveau des contraintes d'intégrité. La géostatistique se démocratise peu à peu, même si elle reste encore sous-utilisée dans de nombreux domaines d'application.

L'évolution vers des SIG 3D est également sensible, avec des techniques de représentation et de visualisation qui suivent les capacités de matériels graphiques en forte évolution. L'introduction de méthodes issues de la vision par ordinateur, de la reconstruction 3D, de techniques d'animation devrait fortement pousser ce secteur en pleine évolution. (Souris, 2002)

I.10.3. Les 5 fonctionnalités (les 5 A) d'un SIG

- Abstraction: modélisation de l'information,
- Acquisition: récupérer l'information existante, alimenter le système en données,
- Archivage: stocker les données de façon à les retrouver et les interroger facilement,
- Analyse: réponses aux requêtes, cœur même du SIG,
- Affichage: restitution graphique.

En d'autres termes, un SIG est un environnement informatisé d'analyse d'une information spatiale numérisée. (Boukli Hacem et al, 2004)

Les SIG, outre les méthodes d'analyse qui lui sont associées, sont un modèle du territoire. Tout objet de l'espace géographique digne d'intérêt est représenté graphiquement à l'écran et décrit dans un élément de la base de données associée.

I.10.4. Système d'information géographique et base de données

Une base de données est un système de stockage des informations dans un ordinateur piloté par un logiciel dit de base de données (ACCESS, ORACLE,...).

Les données sont archivées et structurées dans la mémoire de l'ordinateur, par le logiciel, sous forme de tables (ou tableaux) qui sont reliés les unes aux autres par des index.

La structure de la base de données facilite la recherche d'informations spécifiques par rapport à des critères de recherche. Le lancement d'une recherche ou d'un tri de données dans la base s'appelle une requête.

Un Système d'Information Géographique est une base de données particulière qui intègre une composante géographique. Chaque information ou donnée est référencée géographiquement par des coordonnées (X, Y ou longitude, latitude) ou par rapport à des objets graphiques, eux-mêmes repérés géographiquement et représentables graphiquement : points, lignes, polygones.

Un champ de base de données ne peut accueillir qu'un mot, un nom un adjectif, un chiffre. Aucune phrase n'est admise car nous ne savons pas la traiter avec des opérateurs logico-mathématiques. En effet, dans une phrase, ce n'est pas le mot lui-même qui compte, mais le sens qui se dégage de l'assemblage des mots.

L'information géographique est composée d'information géométrique (forme et localisation d'un objet géographique), sémantique (attributs décrivant l'objet géographique) et topologique (relations entre les objets géographiques).

Les bases de données constituent le socle sur lequel s'appuient les SIG, qui analysent et exploitent les données pour en tirer des informations utiles à la décision. (Souris, 2002)

I.10.5. Les différents formats graphiques

Il existe deux approches différentes pour stocker des données graphiques dans un fichier informatique (et dans un SIG), suivant le type de données ou l'utilisation qu'on veut en faire : le format matriciel et le format vectoriel, qui ont chacun leurs particularités.

➤ **Format matriciel ou raster**

Un espace continu est divisé en une grille régulière de cellules carrées ou rectangulaires, ordonnées pour former une matrice. Chaque cellule contient une et une seule information.






Par exemple un fond de plan ou une image satellitaire introduite dans un SIG est en format matriciel ou raster. En schématisant, une image couleur (photo par exemple) est constituée de trois rasters correspondant aux couleurs rouge, vert et bleue, qui sont stockées dans des types de fichiers spéciaux (.TIF, .BMP ou .JPG pour les plus courants). Il est également possible de stocker d'autres informations sous forme de raster, comme par exemple les modèles numériques de terrain (MNT) qui sont constituées d'une grille dont chaque cellule contient l'altitude du terrain.

➤ **Le format vectoriel**

Le format vectoriel utilise les concepts géométriques de points, de lignes et de polygones pour représenter les données distribuées sur le territoire. Chaque objet géométrique est localisé dans le système de coordonnées et dans le cas du SIG, est relié à un tableau d'attributs qui contient une ou plusieurs informations. A la différence du format matriciel, la couverture spatiale n'est pas nécessairement exhaustive et peut présenter des discontinuités.

Les types de format de fichier de stockage des données vectorielles les plus courants sont : .Dxf (Autocad), .Mif/.Mid (format d'échange MapInfo), .Shp (ArcGIS), etc. (Nicolas 2007)

Tableau 2 : Mode Vecteur (objets mathématiques élémentaires : Points, polygones, polygones)

Exemples	Information géographique	Traduction en mode vecteur
 <p>Maison Château d'eau</p>	ponctuelles	×
 <p>Route Cours d'eau</p>	linéaires	
 <p>Parcelle Commune</p>	surfâciques	

(Nicolas, 2007)

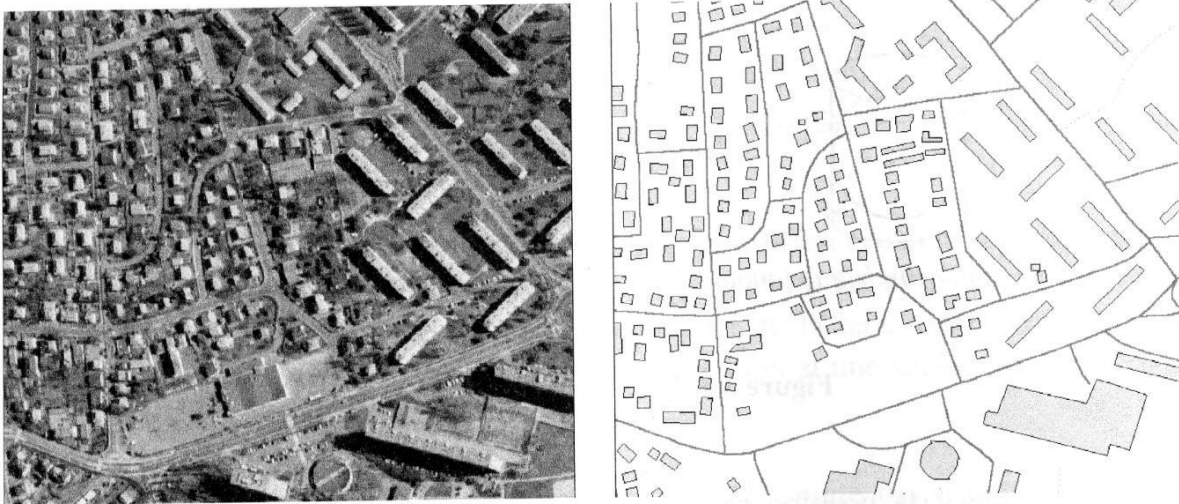


Figure 8 : Les modes de représentation (Matricielle et vectrice) (Nicolas, 2007)

I.10.6. Les sources d'information géographique

A la base de toute donnée géographique ou de toute schématisation cartographique existent des moyens d'acquisition. Rappelons très rapidement :

- Le relevé de terrain ou levé topographique. Le levé topographique permet de mesurer la position d'un point sur la surface terrestre. Les mesures sont effectuées soit par triangulation, soit grâce à des systèmes de positionnement par satellite. Le relevé de terrain permet d'associer des caractéristiques à un lieu de la surface terrestre ;
- Enquêtes et recensements, registres administratifs, état civil, archives. Les enquêtes et recensements sont une source de données très importante. Bien sûr, ces données ne sont pas objectives et relèvent déjà d'une modélisation. Le schéma en est d'ailleurs toujours accessible, il est constitué de l'ensemble des attributs. Il est néanmoins toujours important de connaître les contraintes et limites de validité de ce type d'information ;
- Photographies aériennes et télédétection spatiale. Les images fournies par des capteurs aériens ou spatiaux sont une source importante d'information. L'interprétation initiale est en quelque sorte due aux limites techniques du capteur employé. De nombreux traitements spécifiques permettent de dériver d'autres informations à partir des données brutes.

I.10.7. Les objectifs des SIG en agriculture

Les SIG nous offrent des outils d'aide à la prise de décision :

- Suivre l'évolution des cultures;
- Evaluer le rendement des cultures;
- Détecter et suivre les maladies et les infestations;
- Mesurer l'impact des pratiques agricoles;
- Contrôler et cibler les zones à traiter;
- Soutenir la prise de décision assurant la durabilité de l'agriculture...

Aujourd'hui la télédétection (qui fournit les données) et le SIG (qui gère les données) sont des techniques incontournables pour la gestion du monde agricole. Cependant, le fait d'avoir accès à des données et de pouvoir les gérer sera toujours insuffisant, et les utilisateurs de la télédétection devront toujours avoir conscience des limites de ces outils et tenir compte des contraintes économiques ou sociales à partir desquelles est posée la question avant de rechercher la réponse dans les images ou dans toute autre donnée géographique. (Polidori, 2005)

II. Présentation de la zone d'étude

II.1. Présentation générale de la wilaya de Sidi Bel Abbes

II.1.1. Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbes

Elle est située sur la Mékerra, à 470 m d'altitude, au centre d'une vaste plaine comprise entre le djébel Tessala au Nord et les monts de Daya au Sud.

La wilaya occupe une position centrale stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région Nord-Ouest du pays soit 9 150,63km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays.

Située au Nord-Ouest du pays, la wilaya de Sidi Bel Abbes est délimitée comme suit:

- Nord par la wilaya d'Oran.
- Nord-Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.
- Nord-Est par la wilaya de Mascara.
- Ouest par la wilaya de Tlemcen.
- Est par les wilayas de Mascara et Saida.
- Sud par les wilayas de Nâama et El-Bayad.
- Sud-Est par la wilaya de Saida.

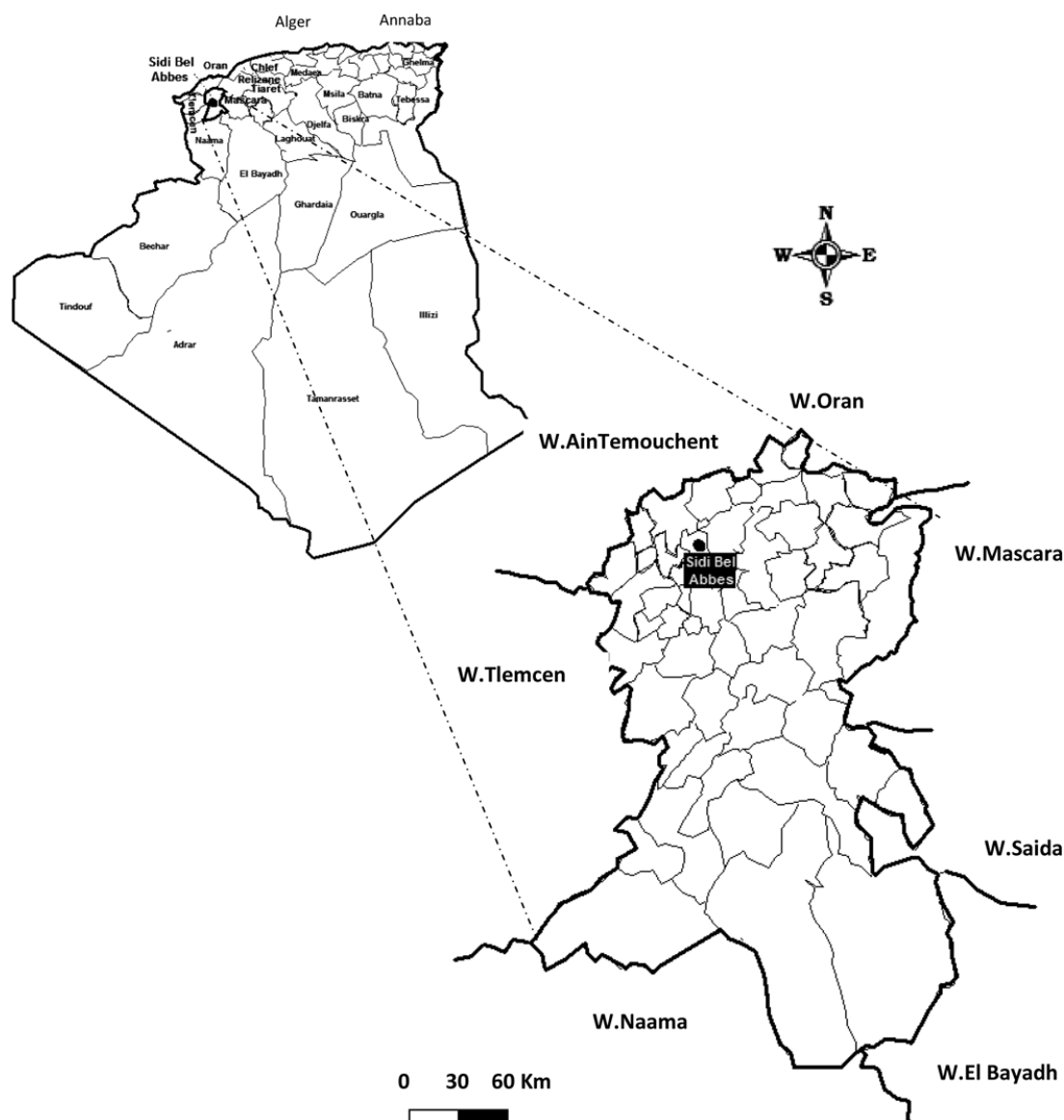


Figure 9 : Présentation de la wilaya de Sidi Bel Abbès (Bachir Bouiadjra, 2006)

II.1.2. Situation démographique

La population de la wilaya de Sidi Bel Abbès est estimée à 622 668 habitants (année 2010), soit un volume additif de 9. 47 habitants par rapport à l'année 2009.

La population de la wilaya de Sidi Bel Abbès se trouve concentrée en grande partie dans le nord-ouest. Avec une superficie de 9 150,63 km², la densité de la wilaya est de 68 Hab/km².

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 28% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

II.1.3. Le relief

Le relief peut être décomposé en trois grands ensembles naturels physiques distincts:

a) Les zones de montagnes

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km² soit 24,59% de la wilaya. Au nord, on retrouve les monts de Tessala, de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de la wilaya il y a les monts de Dhaya environ 1.386,16 km².

b) Les zones de plaine

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 3239,44 km² soit 35,40% de l'espace wilaya. Elles sont représentées par la plaine de Sidi Bel Abbes sur environ 2 102,85 km² dont l'altitude varie entre 400 à 800 m et les hautes plaines de Telagh sur environ 1 136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1 000 m.

c) Les zones de steppe

Elles constituent le sud de la wilaya et occupent une superficie totale de l'ordre de 3660,82 km² soit 40% de l'espace wilaya dont l'altitude varie de 1 000 à 1 400 m.

II.1.4. Les paramètres climatiques

La région s'inscrit dans l'étage bioclimatique aride modéré à hiver froid (EMBERGER, 1942). Elle constitue une zone tampon entre l'Algérie occidentale côtière et l'Algérie occidentale saharienne. Elle présente la particularité d'avoir toutes les caractéristiques du climat méditerranéen et d'être simultanément soumise aux influences continentales (METERFI et MOUEDDENE, 2002). Le climat de Sidi Bel Abbes est très chaud en été. En hiver, la neige tombe parfois en abondance, mais ne s'accroche pas et part avec le premier redoux. Des températures au lever du jour peuvent être basses, atteignant facilement l'extremum de -7 °C si le ciel hivernal est limpide. Au printemps, les gelées blanches sont à redouter.

(Meterfi, 2011)

II.1.4.1. Précipitation

Les précipitations constituent l'un des plus importants paramètres climatiques du bilan hydrologique. Elles permettent dans certaines mesures de préciser le débit d'écoulement des différentes Oueds et sources d'eau dans la wilaya.

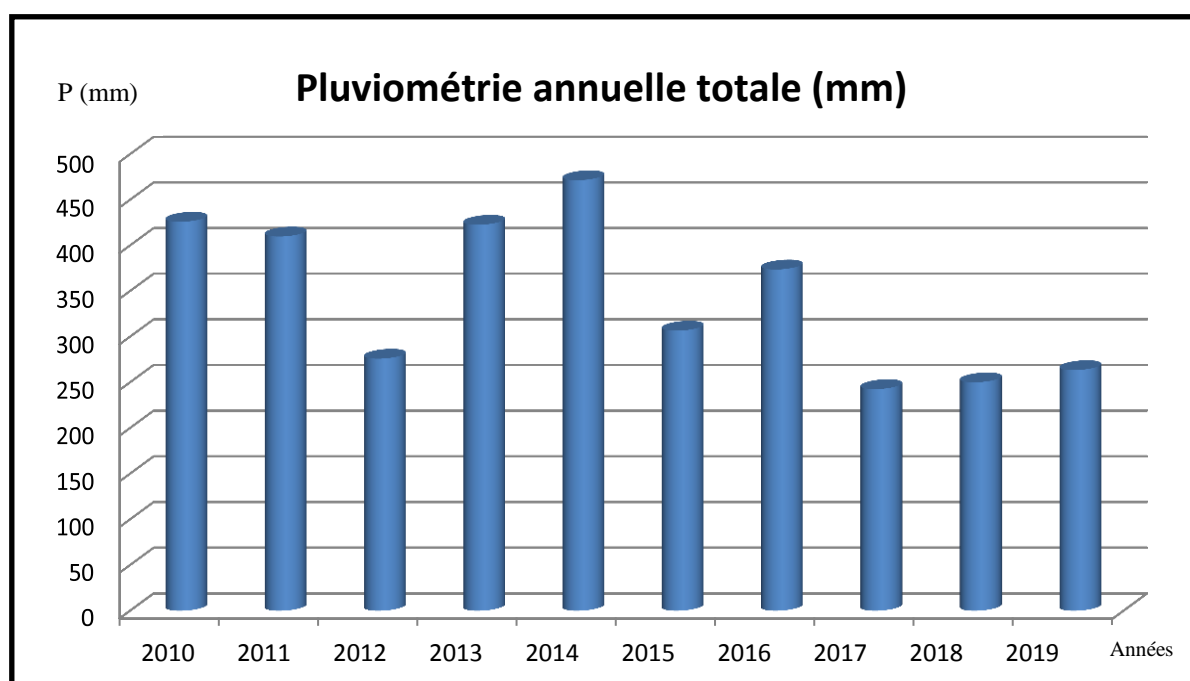


Figure10 : Variation interannuelle des précipitations (2010-2019) (<https://www.tutiempo.net/>)

D'après cette série de 10ans (2010-2019), la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée sur cette période est de 344.171mm. Toutefois, la pluviométrie annuelle est très variable d'une année à l'autre. Cette variabilité annuelle des précipitations est une caractéristique du climat méditerranéen.

II.1.4.2. Température

Les températures varient selon l'altitude, la force et la direction du vent, l'amplitude de leur variation, tant annuelle que journalière, est caractéristique de la région connue pour ses hivers froids et ses étés brûlants, ses nuits fraîches en été et ses journées chaudes.

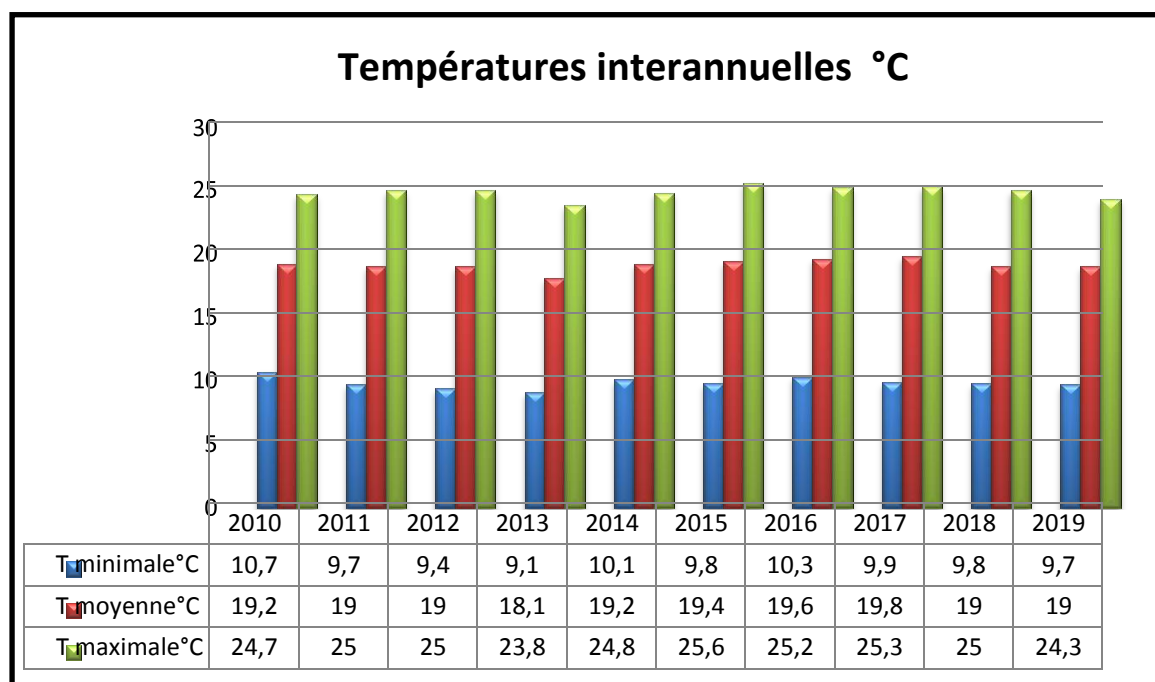


Figure 11 : Variation interannuelle des moyennes de Températures (2010-2019)

(<https://www.tutiempo.net/>)

D'après cette série de 10ans (2010-2019), la température moyenne annuelle enregistrée sur cette période est de 19.13°C avec une moyennes des maximales de 24.87°C et une moyenne des minimales de 9.85°C.

II.1.4.3. Courbe pluvio-thermique (méthode de Gaussen et Bagnouls)

Cette méthode est basée sur une visualisation graphique qui résume le bioclimat de la région.

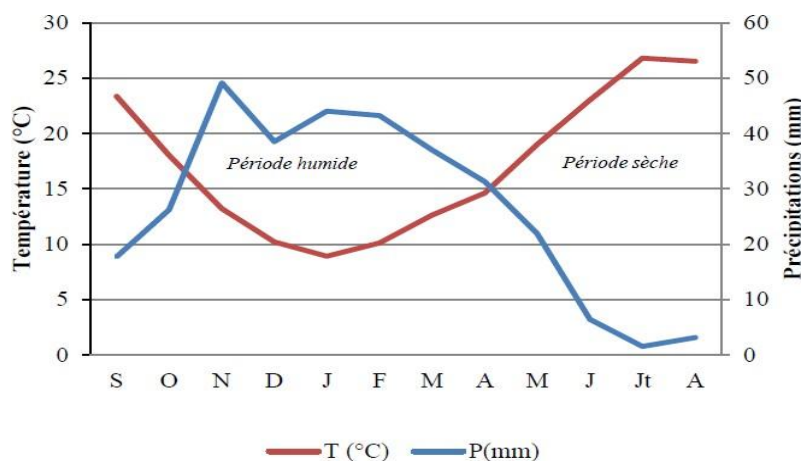


Figure 12 : Diagramme pluvio-thermique de Gaussen et Bagnouls à la station de Sidi Bel Abbès (1980/2016) (Cherifi, 2017)

La figure, montre que la période humide (excédentaire) s'étale d'Octobre à Avril et le reste de l'année correspond à une période sèche (déficitaires).

II.1.5. Réseau routier

La wilaya de Sidi Bel Abbès se présente sous trois grands axes principaux :

- L'axe Oran - Sidi Bel Abbès route Ras El Ma traversant la wilaya du nord au sud par la RN n°13.
- L'axe de Tlemcen route Sidi Bel Abbès route Mascara traversant la wilaya de l'ouest vers l'est par la RN n°7.
- L'autoroute est-ouest.

Les chemins de wilaya (CW) il y a lieu de préciser qu'à la fin toujours de l'année 2010 leur réseau détenait une longueur de 614 004 km.

Les chemins communaux et vicinaux bien que de faible importance, du point de vue de la densité du trafic, constituent une complémentarité aux deux réseaux précités. Ce type de voie de communication totalise une longueur de 297 860 km à laquelle s'ajoute 144 800 km en état de piste.

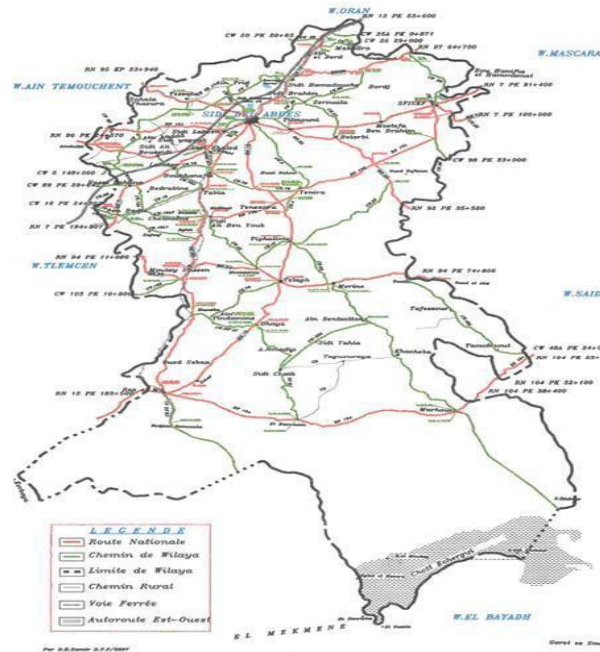


Figure 13: Réseau routier de la wilaya de Sidi Bel ABBES (ANDI, 2015)

II.1.6. Les terres agricoles

La superficie totale des terres utilisées par l’agriculture est évaluée à 363 005 Hectares dont 7 215 Hectares, jugée très faible, sont à l’irrigués soit 2%. Les terres improductives s’élèvent à 177 296 Hectares de la superficie agricole totale soit 45,89%. (Zerrouki, 2017)

II.1.6.1. Les potentialités économiques Agricole de la wilaya

Secteur de l'Agriculture La wilaya de Sidi Bel-Abbès se caractérise par une double vocation :

- Agricole au nord soit au niveau des plaines et sur les bas piémonts ;
- Sylvo-pastorale sur les différents massifs et au niveau des hautes plaines steppiques du sud de la wilaya.

Elle dispose aussi d’importantes potentialités animales diversifiées à dominance gros élevage (ovin et bovin) ainsi que d’un réseau d’appui et de soutien de la production et de la transformation des produits agricoles et animaliers.

II.1.6.2. Les superficies

Selon la direction des services agricoles, la S.A.U totale de la wilaya est de 358 780 hectares soit 39% de la superficie totale de la Wilaya, dont :

- 210 500 ha constituent la zone agricole ;
- 118 980 ha constituent la zone agro-pastorale ;
- 29 300 ha constituent la zone pastorale.

Pour ce qui est des surfaces irrigués, seule 6.160 hectares sont actuellement irriguées sur un potentiel apte à l'irrigation de l'ordre de 30.000 hectares. Les principaux atouts de la wilaya dans ce domaine restent liés aux potentialités dont elle dispose, à savoir une SAU d'environ 39 % de la superficie totale. Les sols sont en majorité bons et profonds, les espaces forestiers et alfatiers représentent 40 % du territoire de la wilaya ; ils constituent donc des ressources complémentaires à l'activité agricole.

II.1.7. L'hydraulique

La wilaya de Sidi Bel Abbas recèle plusieurs ressources superficielles et souterraines dans ce domaine. Les premières sont représentées par les oueds de la région dont les plus importants sont le bassin d'oued Mekerra qui prend sa source au niveau de la commune de Ras El Ma et le bassin supérieur d'oued El Hammam qui renferme les affluents des oueds de Sefioune et Tenira. Quant aux ressources souterraines, les études hydrogéologiques les localisent au niveau des sources (d'Ain Skhoune, Ain Mekhareg) au niveau du bassin de Tenira (unité du haut Melrir) et la nappe des hauts plateaux de Chott-Chergui. Ce dernier situé à l'extrême sud de la wilaya alimente les wilayas limitrophes alors que son apport pour la wilaya de Sidi Bel Abbas reste limité.

La plupart des eaux de la plaine de Sidi Bel Abbas sont non potables, ils présentent des teneurs assez élevées de la plus part des éléments chimiques, et dépassent les normes de potabilité algériennes.

Pour la qualité des eaux souterraines à des fins d'irrigation par l'utilisation de quelques indices, montre que les puits de la plaine de Sidi Bel Abbas sont majoritairement bons pour l'irrigation. (Cherifi, 2017)

II.2. Choix de la commune de Tabia

Le choix de la commune de Tabia pour la réalisation de ce travail a été motivé par le fait que cette commune constitue parmi les espaces agricoles les plus importants de la wilaya de Sidi Bel Abbès, et aussi un volume de données plus ou moins important déjà disponible.

II.2.1. Présentation générale de la commune de Tabia

II.2.1.1. Situation géographique

La commune de Tabia est située dans la daïra de Sidi Ali Benyoub « la wilaya de Sidi Bel Abbès » à 21 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya, elle se situe à 630 mètres d'altitude. Elle s'étend sur une superficie 6013 ha, environ 0,64% du territoire de la wilaya.

- Les coordonnées géographiques de Tabia en décimales sont : 35.0178° de latitude et -0.733852° de longitude.
- Les coordonnées géographiques sexagésimales de Tabia sont : Latitude nord 35°1'4'' et longitude ouest 0°44'2''.

Administrativement, et conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la commune de Tabia occupe une position stratégique, elle est considérée comme un relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie de la wilaya.

Elle est limitée géographiquement comme suit :

- Au nord par la commune de Lamtar et la commune de Boukhanifis.
- A l'Ouest par la commune de Badrabine El Mokrani et Chetouane Belaila.
- A l'Est par la commune de Boukhanifis.
- Au Sud par la commune de Sidi Ali Benyoub.

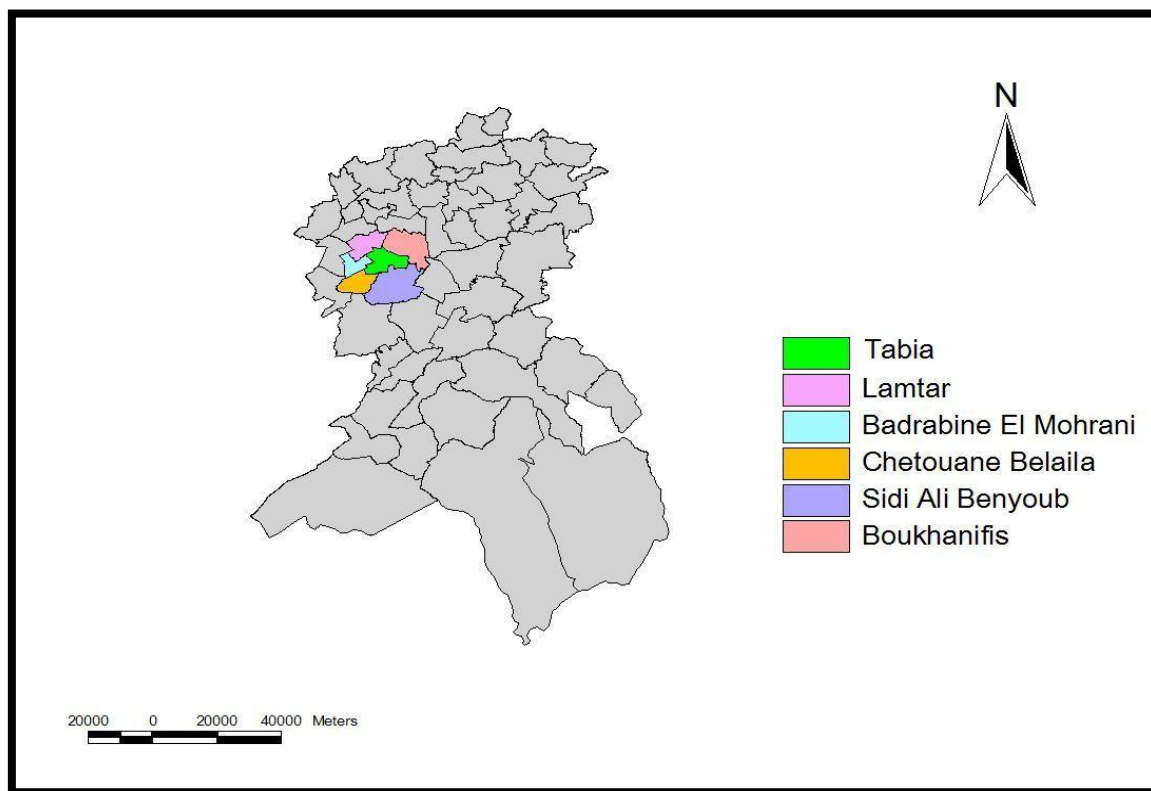


Figure 14 : Situation administrative de la commune de Tabia dans la wilaya de Sidi Bel Abbas (Chefai et Lassakeur, 2020)

II.2.1.2. Le relief

Le relief de la quasi-totalité de la commune est moyennement accidenté. Le reste de la commune est constitué des zones de plaines. Donc, Au niveau de la commune, le relief peut être décomposé en deux grands ensembles naturels physiques distincts :

a) Les zones de montagnes

Elles occupent plus de 1/3 de la superficie totale. Elles couvrent la partie sud de la zone.

b) Les zones de plaine

Elles occupent plus de 2/3 de la superficie totale. Elles couvrent la partie nord, et la partie centre de la zone. (Conservation des forêts, 2016)

II.2.2. Situation climatique

La zone appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen, semi-aride à influence continentale. D'une manière générale la commune se distingue par un climat humide et froid en hiver, sec et chaud en été, printemps et automne de courte durée. (ONM de Sidi Bel Abbes, 2016)

II.2.2.1. Pluviométrie

La pluviométrie est un élément les plus significatifs lors de l'examen et de l'étude de l'évolution de climat.

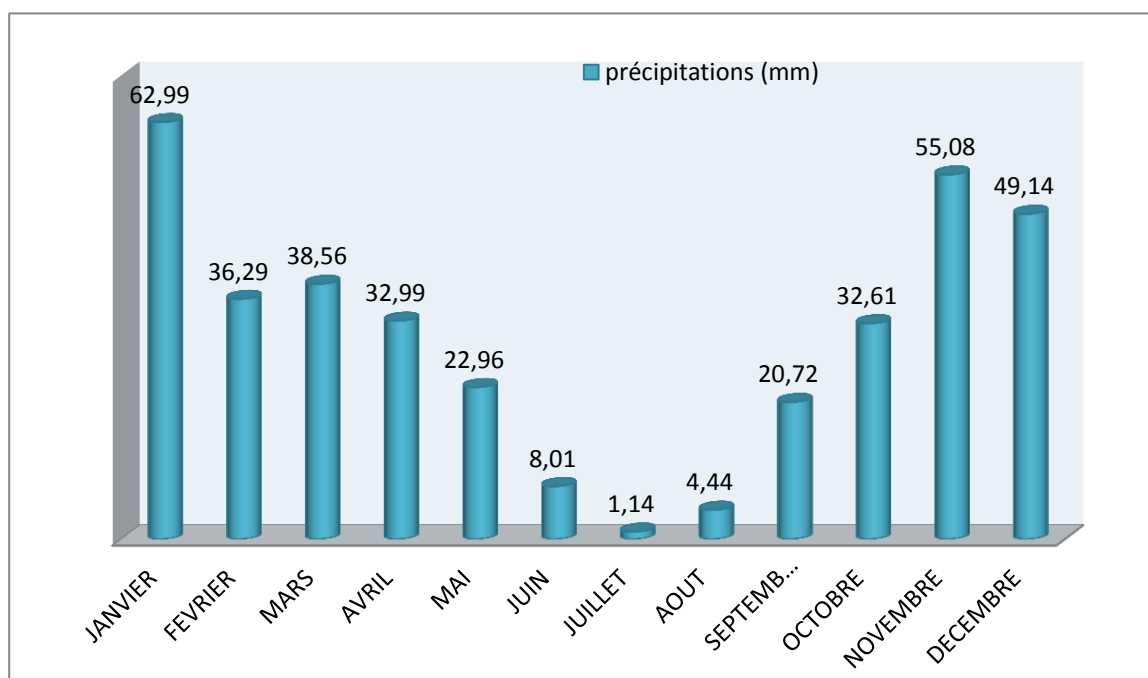


Figure 15 : Répartition mensuelle interannuelle des précipitations moyennes caractéristique de la région calculée entre 2010-2019. (<https://www.tutiempo.net/>)

L'examen de la quantité totale de pluies reçus mensuellement montre que :

- ✓ La saison pluvieuse : Novembre au début avril
- ✓ La saison sèche : Fin avril à octobre

II.2.2.2. La température

La température moyenne en hiver est de 14 à 15°C avec un minimum de 2°C, la différence entre l'été et l'hiver atteint les 20 °C. Le sirocco souffle dès le mois de mars avec une plus grande intensité durant les mois de Juillet et dont l'évaporation en moyenne est de 20 Jours par An. (ONM SBA, 2016)

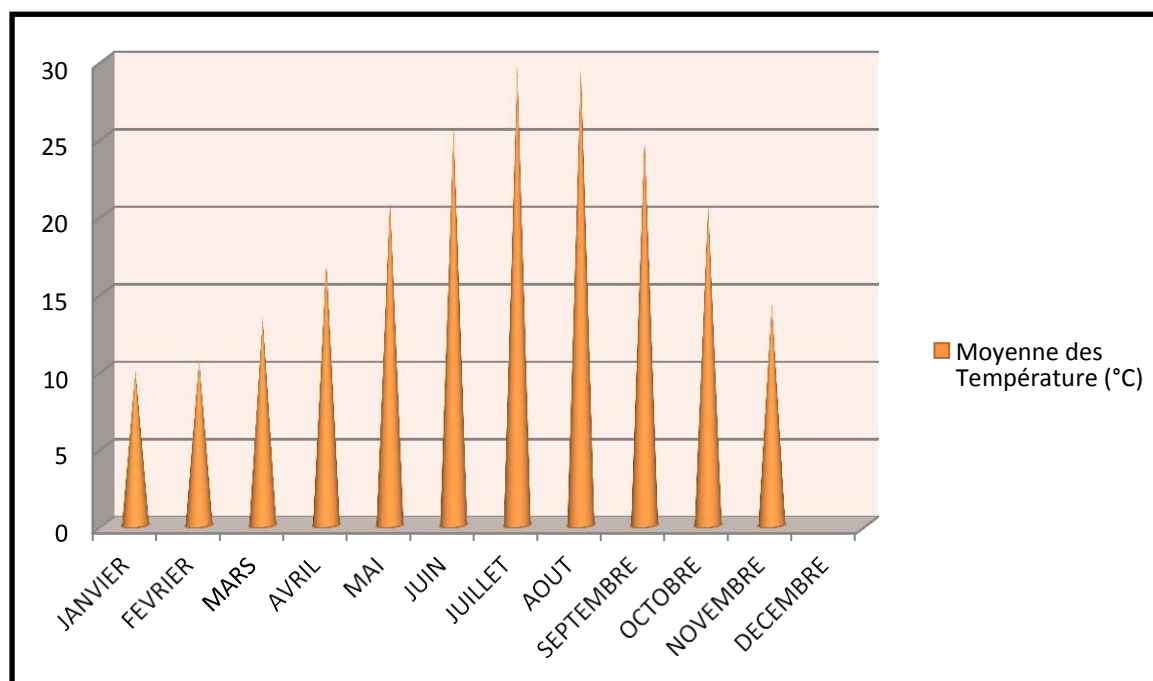


Figure 16 : Répartition mensuelle interannuelle des températures moyennes caractéristique de la région calculée entre 2010-2019. (<https://www.tutiempo.net/>)

II.2.2.3. L'humidité relative de l'air

Elle est supérieure à 70% sur les 5 mois de l'année et ce à partir du mois d'octobre. Le minimum est observé en été, durant les mois de juillet et août.

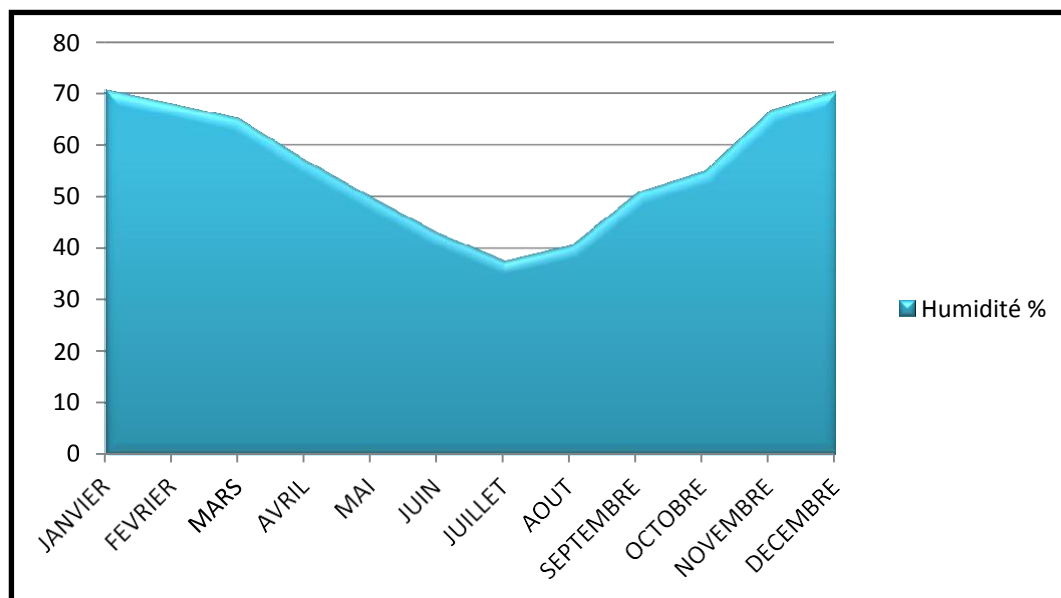


Figure 17 : Répartition mensuelle interannuelle du taux d'humidité moyen caractéristique de la région calculée entre 2010-2019. (<https://www.tutiempo.net/>)

II.2.2.4. L'insolation

La durée annuelle de l'insolation est en moyenne de 2683 heures. Cette durée, tout en restant assez élevée, varie d'une année à l'autre.

II.2.2.5. L'évaporation

Les phénomènes évaporatoires sont intenses, de l'ordre de 1730.07 mm par an avec un maximum de 724.79mm en été et un minimum de 234.07mm hiver. (ONM SBA, 2016)

II.2.3 Ressources naturelles de la commune de

Tabia II.2.3.1. Les terres agricoles

La commune de Tabia est une commune à vocation agricole avec une superficie agricole totale de 5787 ha soit 95 % de la superficie totale de la commune qui est 6013 ha. (DSA, 2016)

II.2.3.2. Utilisation des terres agricoles et production agricoles

La production de différentes spéculations et leurs superficies agricole utile est présentée dans les tableaux suivant :

Tableau 3 : Céréales d'Hiver (Superficie moissonnée et production)

	BLE DUR		BLE TENDRE		ORGE		AVOINE		TOTAL	
	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production
	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)
2017/2018	850	15245	150	1500	3330	49950	60	960	4390	67655
2018/2019	1088	10876	97	823	2642	20605	113	885	3940	33189

(DSA, Sidi Bel Abbes. 2020)

Tableau 4 : Cultures Maraichères (Superficie et production)

Cultures Maraichères					
2017/2018			2018/2019		
Supé/réel	Super/planté	Prod,	Supé/réel	Super/planté	Prod,
(ha)	(ha)	(qx)	(ha)	(ha)	(qx)
215	391	84163	284	403	93104

(DSA, Sidi Bel Abbès. 2020)

Tableau 5 : Arboricultures (Superficie et production)

Arboricultures			
2017/2018		2018/2019	
Superficie	Production	Superficie	production
(ha)	(qx)	(ha)	(qx)
249	17666	253	17305

(DSA, Sidi Bel Abbès. 2020)

Tableau 6 : Fourrages artificiels consommés en sec (Superficie et production)

	FOURRAGES CONSOMMES EN SEC					
	VESCE-AVOINE		CEREALES RECONVERTIES		TOTAL	
	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production
	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)
2017/2018	216	4322	5	135	221,00	4 457,00
2018/2019	90	2880	300	11560	390,00	14 440,00

(DSA, Sidi Bel Abbès. 2020)

Tableau 7 : Fourrages artificiels consommés en vert (Superficie et production)

FOURRAGES CONSOMMES EN VERT OU ENSILES								
MAIS-SORGO		ORGE, AVOINE ET SEIGLE EN VERT		TREFLE ET LUZERNE		TOTAL		
Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production	
(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	(ha)	(qx)	
2017/2018	0	0	51	5068	0	0	51,00	5 068,00
2018/2019	22	3080	15	690	10	1000	47,00	4 770,00

(DSA, Sidi Bel Abbes. 2020)

II.2.4. Ressources hydriques

La commune de Tabia recèle plusieurs ressources en eau superficielles et souterraines. Les caractères dominant du régime de ces ressources est à écoulement temporaire du à la faiblesse et à l'irrégularité des précipitations, à la nature des terrains et à la topographie. Les premières sont représentées par l'oued Mekerra et le barrage d'écêtement de Tabia qui a été construit à la fin de 2010 avec un volume de 25 Hm³ dont le but principale est d'écêter les crues de l'oued Mekerra à la valeur maximale de 100 m³ /s. La ville de Sidi Bel Abbes ainsi protégée contre les crues centennales. (DHA de Sidi Bel Abbes, 2016). Les eaux de ce barrage ne sont donc pas utilisées en agriculture.

Quant aux ressources en eau souterraines, les études hydrogéologiques les localisent au niveau des sources (d'Ain Skhouna, Ain Mekhareg) au niveau du bassin de Tenira (unité du haut Melrir) et la nappe de Sidi Ali Benyoub. (DHW, 2016)

III. Matériels et méthodes

L'étude de la dynamique de végétation à l'aide des SIG et des images satellitaires, objet du présent travail, a été envisagée afin de doter les différents acteurs (décideurs, gestionnaires etc..) des outils de base pouvant contribuer à la gestion et au suivis des exploitations agricoles de la commune de TABIA, en apportant des éléments de réponse aux questions que l'on se pose et qui constituent la problématique de l'étude. Dans ce but, on a procédé à une étude diachronique des images satellitaires acquises à trois dates différentes pour chaque campagne agricole.

Les campagnes agricoles concernées sont : 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020 (Sentinelle 2), pour identifier l'occupation du sol et analyser les changements opérés dans les exploitations agricoles une par une grâce au parcellaire de la commune.

III.1. Matériels

III.1.1. Outils et matériels utilisés

Il s'agit d'un inventaire de toutes les données de base et de tous les logiciels informatiques qui ont été nécessaires pour réaliser le présent travail.

III.1.1.A. Données collectés

- **Les données statistiques**

Il s'agit de données statistiques recueillis auprès de la Direction des services agricole de la Wilaya de Sidi Bel Abbès de l'année 2017 à 2019.

- **Les données de télédétection**

Images satellitaires

Les images utilisées sont issues du programme Copernicus Sentinel-2 qui est une mission d'imagerie multi-spectrale à haute résolution qui comprend une constellation de deux satellites en orbite polaire placés sur la même orbite héliosynchrone, en phase à 180 ° l'un de l'autre. Il vise à surveiller la variabilité des conditions de surface terrestre. Sa large bande passante (290 km) et son temps de visite élevé (10 jours à l'équateur avec un satellite, et 5 jours avec 2 satellites dans des conditions sans nuages, ce qui donne 2-3 jours aux latitudes moyennes) soutiendra la

surveillance des changements de surface de la Terre. Elle fournit des données d'observation optique de la terre qui réunissent, pour la première fois, les caractéristiques suivantes:

- haute résolution (10m, 20m ou 60m) selon les bandes ;
- observation systématique de toutes les terres émergées avec un champ de 290 km ;
- haute répétitivité : chaque pixel de terres émergées sera observé tous les 5 jours par les deux satellites, S2A et S2B ;
- diversité spectrale ; 13 bandes, du visible au moyen infra-rouge.

Le satellite Sentinel-2A pourra voir très tôt les changements dans la santé des plantes en raison de sa haute résolution temporelle et spatiale et de ses 3 bandes (vegetationRedEdge) . Ceci est particulièrement utile pour les utilisateurs finaux et les décideurs pour les applications agricoles et pour détecter les premiers signes de pénuries alimentaires dans les pays en développement.

Tableau 8 : les caractéristiques des bandes spectral des satellites Sentinel2.

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Source : (URL : <https://www.satimagingcorp.com/>)

- **Les données SIG**

Notre travail s’est appuyé sur la base de données sous forme de SIG réalisée sur la commune de Tabia par ZERROUKI en 2017 que nous avons utilisé comme registre parcellaire graphique.

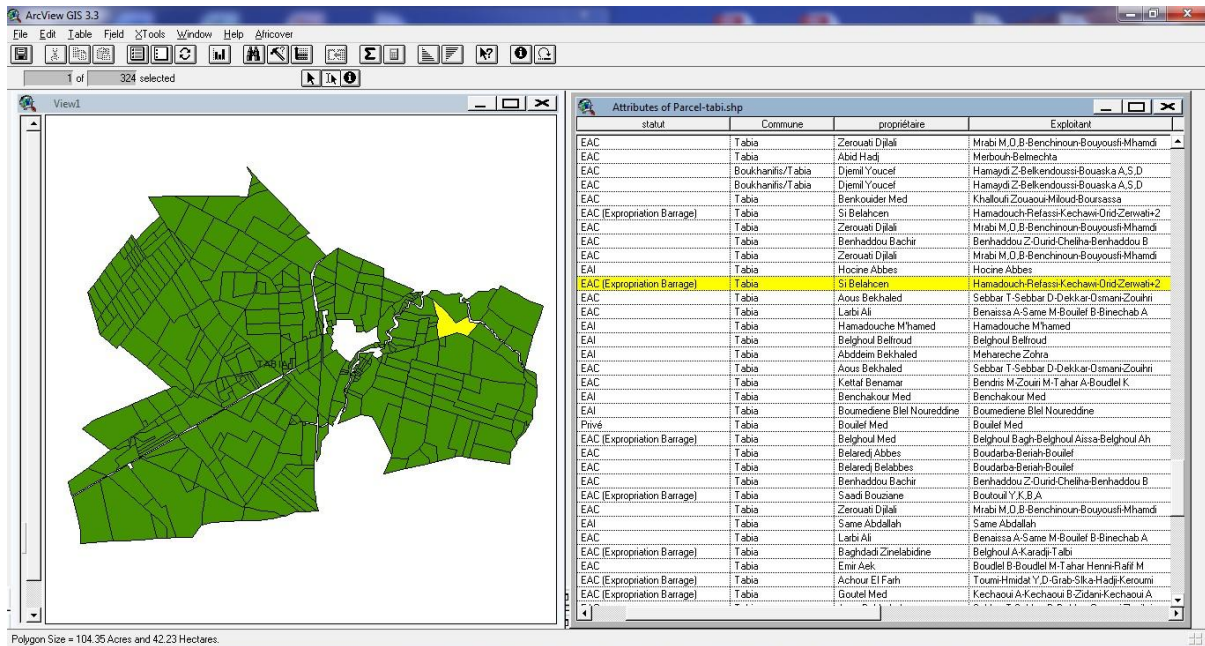


Figure 18 : SIG sur les exploitations agricoles de la commune de Tabia (ZERROUKI, 2017)

II.1.1.B. Outils et Logiciels

1) ENVI 4.2

ENVI est un logiciel complet de traitement d’images de télédétection, optiques et radar. Toutes les méthodes de traitement d’images de corrections géométriques et radiométriques, de classification et de mise en page cartographique sont présentes. D’autres outils relatifs à la visualisation et à la modélisation de données topographiques sont aussi disponibles. Le logiciel ENVI est conçu en langage IDL (Interactive Data Language) et offre donc des moyens de programmation évoluée. Il a été conçu et développé par ITT Visual Information Solutions.

ENVI permet d'extraire rapidement l'information pertinente des images géospatiales. L'ensemble de ses outils et modules spécialisés permettent de lire, explorer, analyser les données et de partager l'information, avec une interface Windows, il est facile d'utilisation.

2) Quantum GIS

QGIS est un logiciel SIG multiplateforme (Windows, MacOS X, linux) qui s'impose parmi les plus performants. Au travers d'une interface graphique intuitive, tous les outils de création de cartes et d'exploitation de données sont disponibles. QGIS incorpore des extensions (plugins) qui ajoutent de nouvelles fonctions dans le logiciel.

Les principales options offertes par QGIS :

- Fonctions d'intégration des données : Importation et exportation des données provenant de GPS, digitalisation de cartes, géoréférencement, métadonnées et catalogage.
- Fonctions de structuration des données : Gestion des tables et bases de données.
- Fonctions de visualisation des données : affichage, symbolisation, labellisation, publication.
- Fonctions d'interrogation des données : requêtes attributaires et requêtes spatiales.
- Fonctions de transformation en vue d'analyse des données : traitements géométriques (intersection, union, fusion, découpage...), calcul de distances et zones tampons, extraction de coordonnées.
- Fonctions d'automatisation des autres fonctions : langage de programmation Python à travers l'interface PyQGIS, macros, personnalisation interface. (Soti et Auzoux, 2013)

3) ArcView GIS

ArcView GIS est l'un des plus anciens logiciels SIG datant des années 90. Il est produit par ESRI (Environmental Systems Research Institute) maintenant devenu Earth Systems Research Institute.

ArcView GIS reste encore d'actualité, avec ses nombreux outils (Spatial Analyst, 3D Analyst, Tracking Analyst) mais surtout, de ses innombrables extensions qui facilitent la tâche des utilisateurs.

On peut résumer les principales caractéristiques de ce logiciel comme suit :

- Opérations de superposition des couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Type de sortie : représentation cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc ;
- Efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques.

4) Google Earth Pro

Google Earth est un modèle du globe terrestre mappé par des images satellites et des photographies aériennes d'origine et de définition diverses. Il nécessite une liaison internet haut débit pour fonctionner correctement.

L'Algérie est couverte par des images d'origine Landsat pour les zones les moins détaillées et par des images Quickbird avec une définition au sol de l'ordre du mètre pour les zones les plus détaillées.

Les avantages de Google Earth :

- Couverture continue d'images déjà géoréférencées permettant la détermination de la position tridimensionnelle (altitude, latitude et longitude) ;
- Accès rapide sur des zones spécifiques via l'interface Windows ;
- Possibilité d'importer des informations et objets personnalisés (fichiers .KML) et d'échanger avec les SIG ;
- Possibilité de dessiner et exporter des objets (points, polygones, polygones) vers les SIG ;
- Possibilité de visualiser le relief sous forme de vue oblique ;
- Possibilité de visualiser des images d'archives.

5) KML Merge

Développé par Google Earth, cet outil simple et pratique permet de fusionner plusieurs fichiers (KML) en un seul fichier.

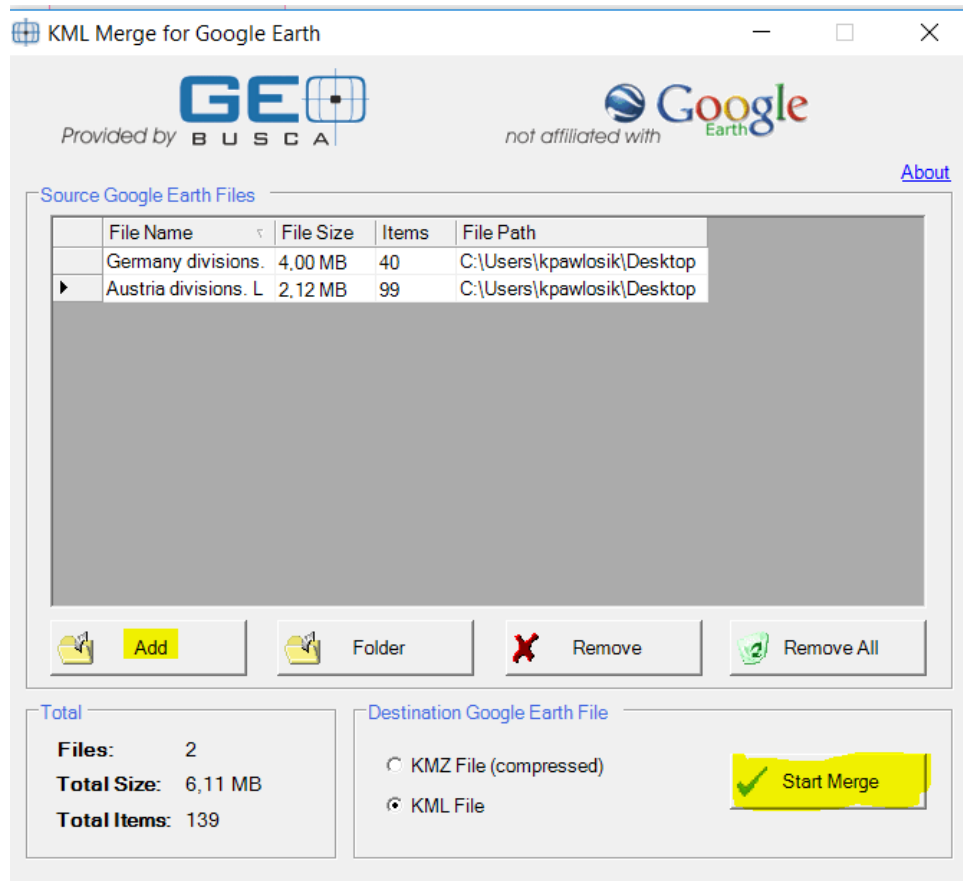


Figure 19 : Aspect de l'interface de l'outil KML Merge (URL : <https://microstrategy.com/>)

III.2. Méthodes

III.2.1. Le choix des images

Le choix des images pour chaque zone a été fait en fonction de leur disponibilité, de la présence de la zone (la commune de Tabia) sur l'image, de la nébulosité et de la date de prise de vue afin que celle-ci soit le plus adapté possible au cycle phénologique des cultures majoritaires de la zone étudiée.

La sélection des périodes des images est une étape importante. Il faut choisir des scènes prises lors de périodes où la variabilité spectrale entre les différentes cultures et les autres couverts est grande.

En étudiant la région et en se basant sur son calendrier cultural nous avons pu délimiter trois périodes de pic de végétation par saison culturale :

- Octobre – Novembre pour les cultures d'arrière saisons ;
- Mars pour les céréales et jachère ;
- Juillet – Aout pour les maraichages.

Notre choix s'est orienté vers l'utilisation d'images de télédétection à haute résolution spatiale du satellite Sentinel2, qui offre une bonne résolution spatiale de 10 m suffisante pour faire l'analyse spatiale de l'occupation du sol.

Les images ont été téléchargées à travers la plateforme COPERNICUS d'accès aux données de l'agence spatiale européenne ESA.



Figure 20 : Page d'accueil de « Copernicus Open Access Hub » (URL : <https://scihub.copernicus.eu/>)

III.2.2. Réalisation d'un masque thématique

Dans le cadre de notre travail il fut impératif de réaliser un masque qui regroupe les exigences suivantes :

- La délimitation cadastrale de la commune de Tabia ;
- L'extraction des zones de végétations spontanées ;
- L'extraction des zones bâtis et du réseau routier ;
- L'extraction des plantations arboricoles et des oliviers.

NB : les vergers ont été supprimés car ils fausseraient les résultats de L'NDVI étant donné qu'ils restent verts pendant les deux ou quatre saisons de l'année. En d'autres termes leur élimination de l'image nous permet facilement de distinguer les autres cultures.

Il a été utilisé pour se faire le logiciel géographique « Google Earth Pro » pour la polyгонisation et le logiciel « KML merge » pour regrouper les polygones en un seul fichier.

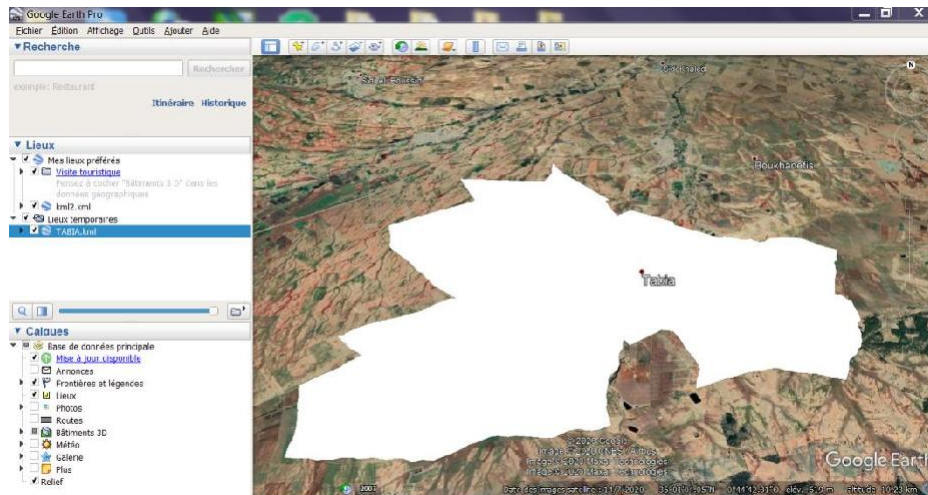


Figure 21 : Exemple de délimitation de la commune de Tabia dans le logiciel Google Earth Pro (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

Ensuite il fut nécessaire de changer la projection du masque réalisé du KML à l'Shp plus utilisé dans les logiciels de traitement d'images.

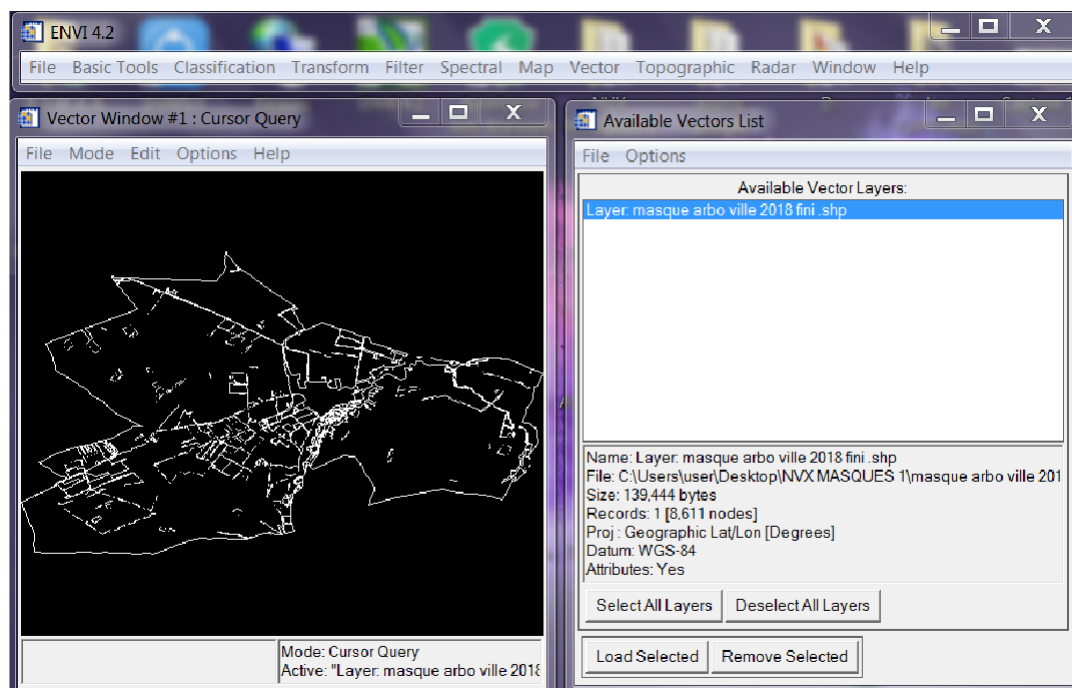


Figure 22 : Aspect du masque thématique réalisé dans le logiciel ENVI 4.2 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

III.2.3. Prétraitement des images satellites

III.2.3.1. Mosaïque des images satellites

Les prises du satellite Sentinel2 se sont fait sur deux fois pour la région de la commune de Tabia, il a été nécessaire de réaliser la mosaïque de deux images pour chaque date et ceci bande par bande avec le logiciel QGIS.

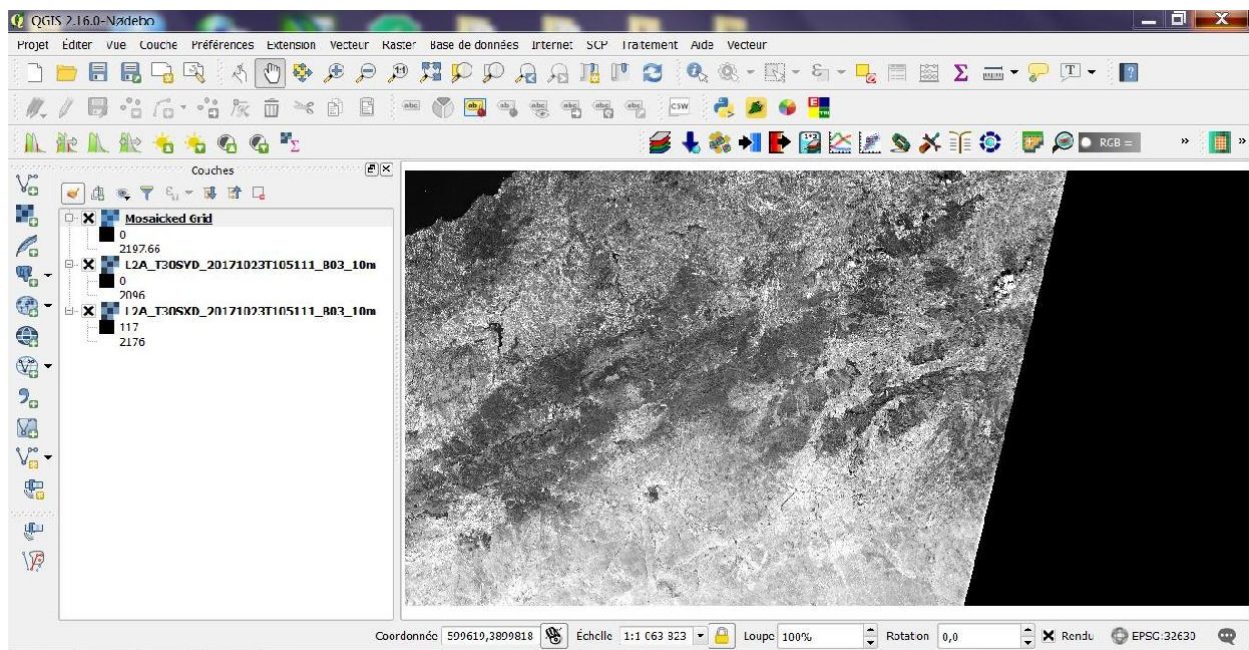


Figure 23 : exemple de la mosaïque de deux bande B03 d'une image d'octobre 2017 dans le logiciel QGIS (CHEFAI et LASSAKEUR; 2020)

III.2.3.2. Compositions colorées

Dans le cadre de notre travail dont la problématique est d'analyser principalement les espaces végétaux en particulier les cultures, nous avons utilisé la combinaison des bandes 3, 4 et 8 du satellite Sentinel 2 qui correspondent respectivement aux vert, rouge et proche infra-rouge du spectre. La trichromie a été établie comme suite :

- Rouge (R) —————> bande 8 (proche infrarouge)
- Vert (G) —————> bande 4 (rouge)
- Bleu (B) —————> bande 3 (vert)

Avec ce choix la végétation est représentée par des hautes valeurs dans le proche infrarouge, qui apparaît en rouge sur l'image. Les sols nus apparaissent en cyan, parce qu'ils ne possèdent pas de végétation qui leur donnerait une couleur rouge à l'écran.

III.2.4. Application du masque thématique

Le masque a pour but d'enlever les zones non concerné par l'étude et qui pourraient fausser les résultats obtenus.

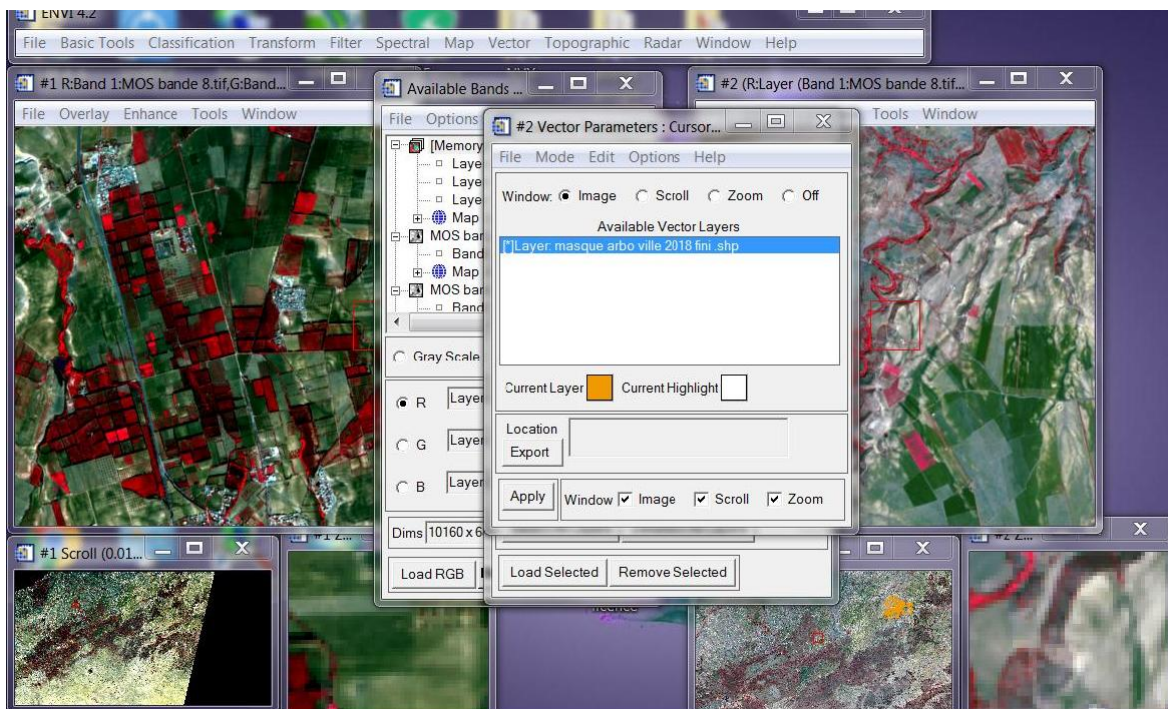


Figure 24 : traitement des trois bandes (3,4 et 8) des images satellite Sentinel 2 et application d'un masque thématique dans le logiciel ENVI. (CHEFAI et LASSAKEUR; 2020)

III.2.5. Application de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée NDVI

Pour construire ce profil temporel, nous nous sommes appuyés sur l'Indice de Végétation par Différence Normalisée ou NDVI (Tucker, 1979). Cet indice est lié à l'activité chlorophyllienne des végétaux qui se traduit par un comportement spectral caractéristique. Des végétaux sains ont une réflectance qui diminue dans la bande du rouge (entre 0,6 et 0,7 μm) pour remonter ensuite dans la bande du PIR (entre 0,7 et 1,5 μm).

$$\text{NDVI} = (\text{PIR} - \text{Rouge}) / (\text{PIR} + \text{Rouge}).$$

Sa valeur varie théoriquement varie entre -1 et 1. En pratique, une surface d'eau libre (océan, lac,...) prendra des valeurs de NDVI proches de 0, un sol nu prendra des valeurs de 0.1 à 0.2, alors qu'une végétation dense aura des valeurs de 0.5 à 0.8. (Midekor et Wellens, 2013)

Les pixels sombres correspondent aux valeurs les plus faibles, il s'agit des champs non cultivés (sols nus) qui apparaissent en noir et les pixels clairs aux valeurs les plus élevées, il s'agit de parcelles agricoles cultivées.

A l'aide du logiciel de traitement d'image ENVI 4.2 nous avons réalisé l'NDVI de chacune des images de notre sélection qui servira à l'identification des pratiques culturales des exploitations agricoles de la commune de Tabia pour les trois campagnes culturales de 2017 à 2020.

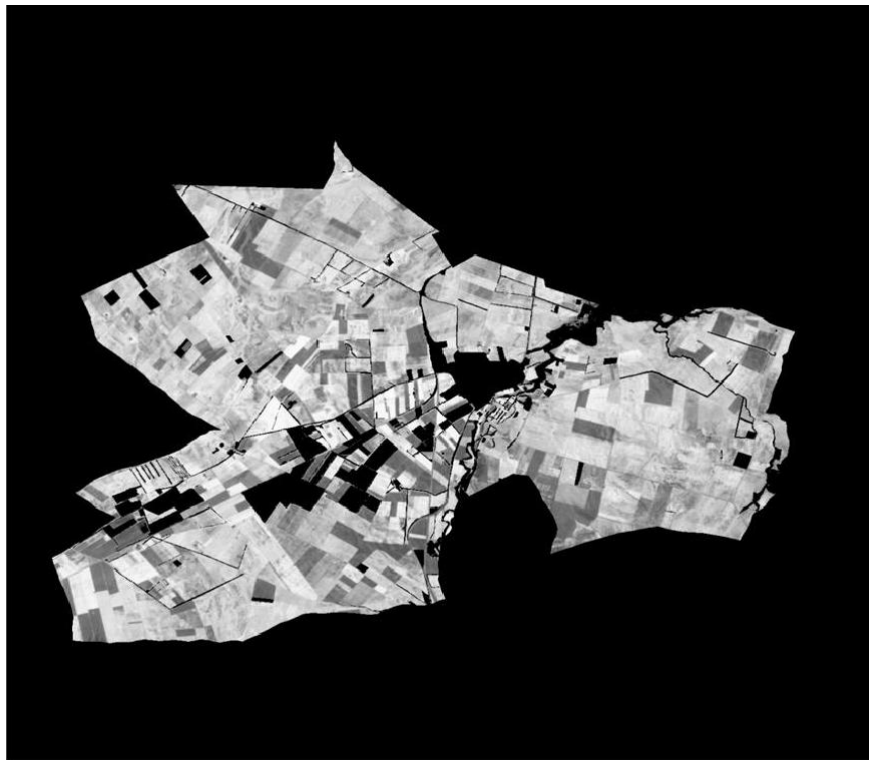


Figure 25 : NDVI de l'image de mars 2018 après application du masque
(CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

III.2.6. Reclassification et polygonisation

L'analyse des résultats a porté uniquement sur les valeurs maximales de l'indice de végétation NDVI observées sur la commune de Tabia pour les dates choisis et durant les trois saisons agricole de 2017 à 2020. Le choix de ce critère se justifie par le souci de détecter le pic de végétation correspondant au développement maximal de la couverture végétale pour chaque classe.

Nous avons procédé alors à la reclassification des valeurs de l'indice NDVI en cherchant à extraire l'intervalle du pic de végétation à l'aide du logiciel QGIS 3.4. Ensuite nous sommes passé du mode raster au mode vecteur pour l'utilisation de l'information présente dans l'image traité.

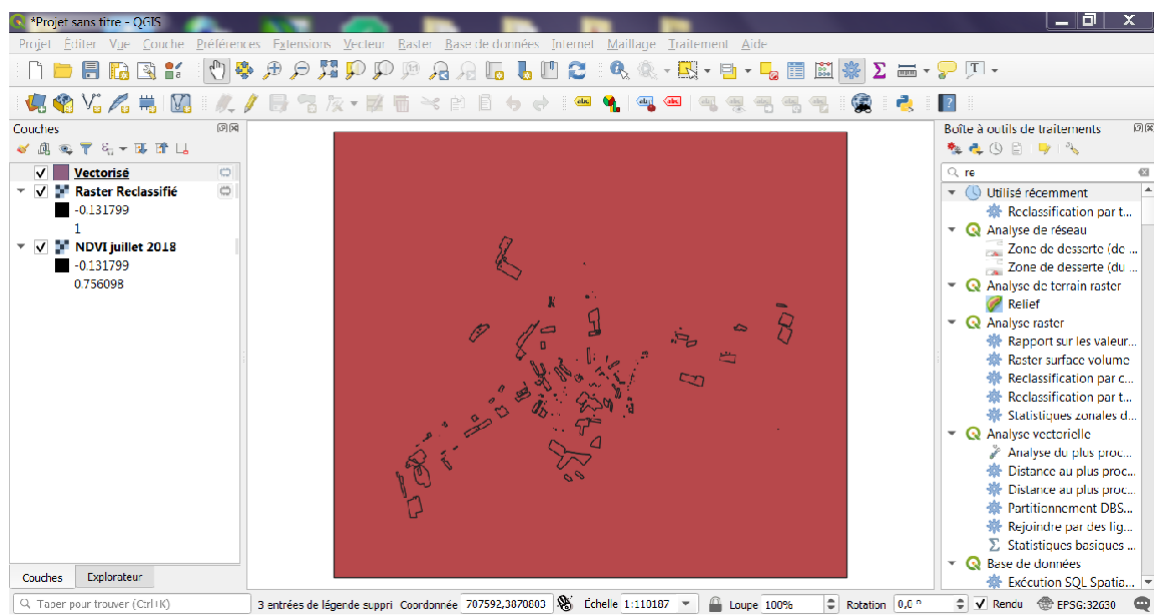


Figure 26 : exemple de l'opération de polygonisation de l'NDVI de juillet 2018 dans le logiciel QGIS 3.4 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

III.2.7. Réalisation des cartes d'occupations du sol

La réalisation des cartes d'occupation des sols sera effectuée dans le logiciel de l'ArcView 3.3 qui nous permettra de réaliser une meilleure mise en page. Elle consiste de base à la superposition des couches des différentes classes pour chaque campagne agricole.

Une fois les étapes terminées, les cartes de l'occupation du sol sont exportées sous la forme « JPEG » pour être utilisable dans un document Word.

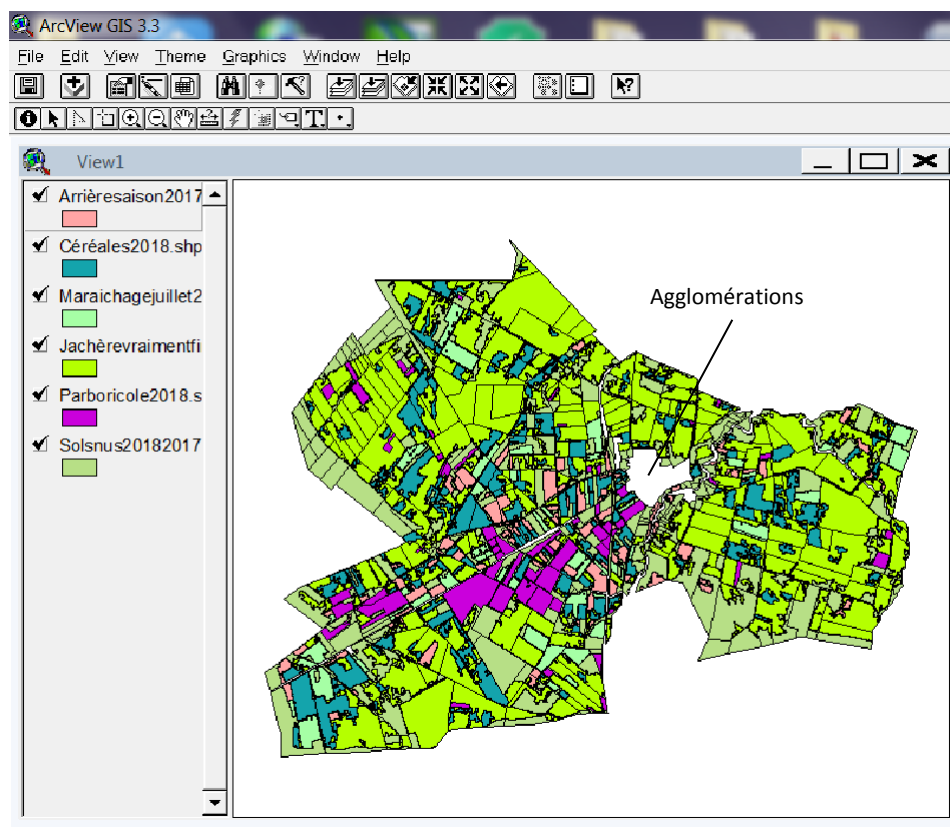


Figure 27 : réalisation de la carte d'occupation du sol aux travers des couches thématique des différentes classes. (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

III.2.8. Croisement avec le SIG et extraction des données statistiques

A travers le croisement des cartes d'occupations obtenus et du système d'information géographique réalisé sur les exploitations agricoles (ZERROUKI, 2017); nous avons pu extraire des données statistiques très parlante sur l'occupation du sol de la commune de Tabia et les différentes conversions qui s'y sont passées durant ces trois dernières campagnes agricoles.

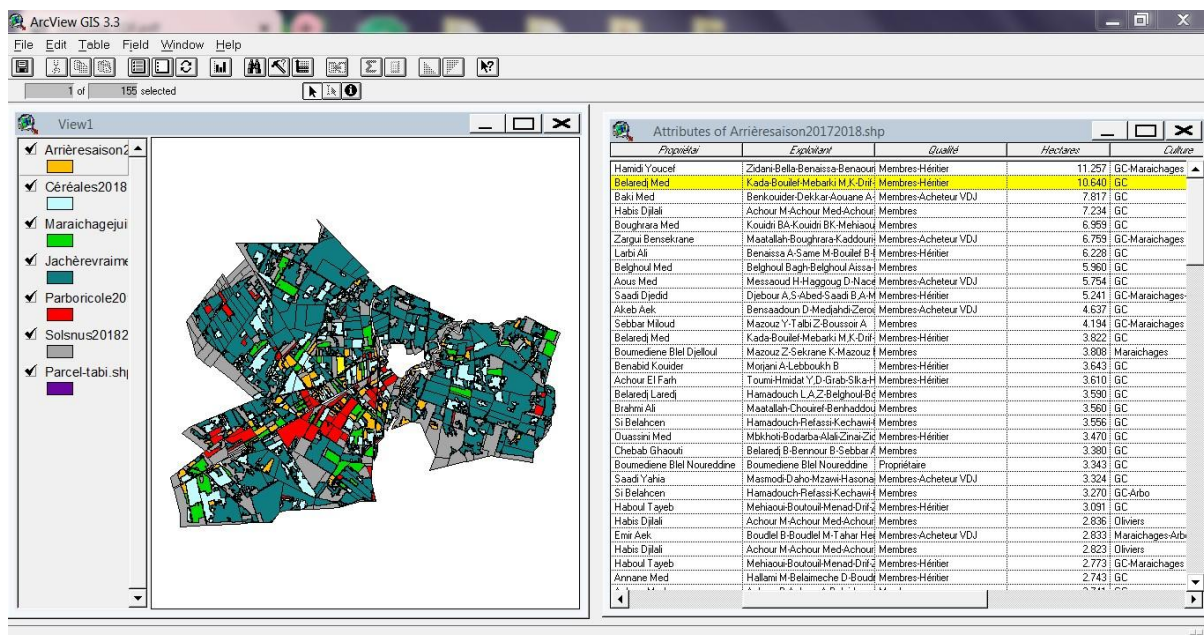


Figure 28 : SIG sur les pratiques des exploitations agricoles de la commune de Tabia réalisé dans ArcView 3.3. (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

IV. Résultats et discussion

Ce chapitre sera consacré en premier lieu à la présentation des résultats issus de la photo-interprétation visuelle et numérique des séries temporelles des images satellitaires Sentinel 2 et Google Earth. En deuxième lieu : à la discussion des résultats obtenus à travers le croisement de la technologie de télédétection et des systèmes d'informations géographiques réalisé sur les exploitations agricoles.

L'objectif de notre travail est d'identifier les pratiques des différentes exploitations agricoles de la commune de Tabia durant les trois saisons culturales 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020.

IV.1 Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2017-2018

A partir des images satellites nous avons pu faire ressortir les cartes d'occupation du sol ;

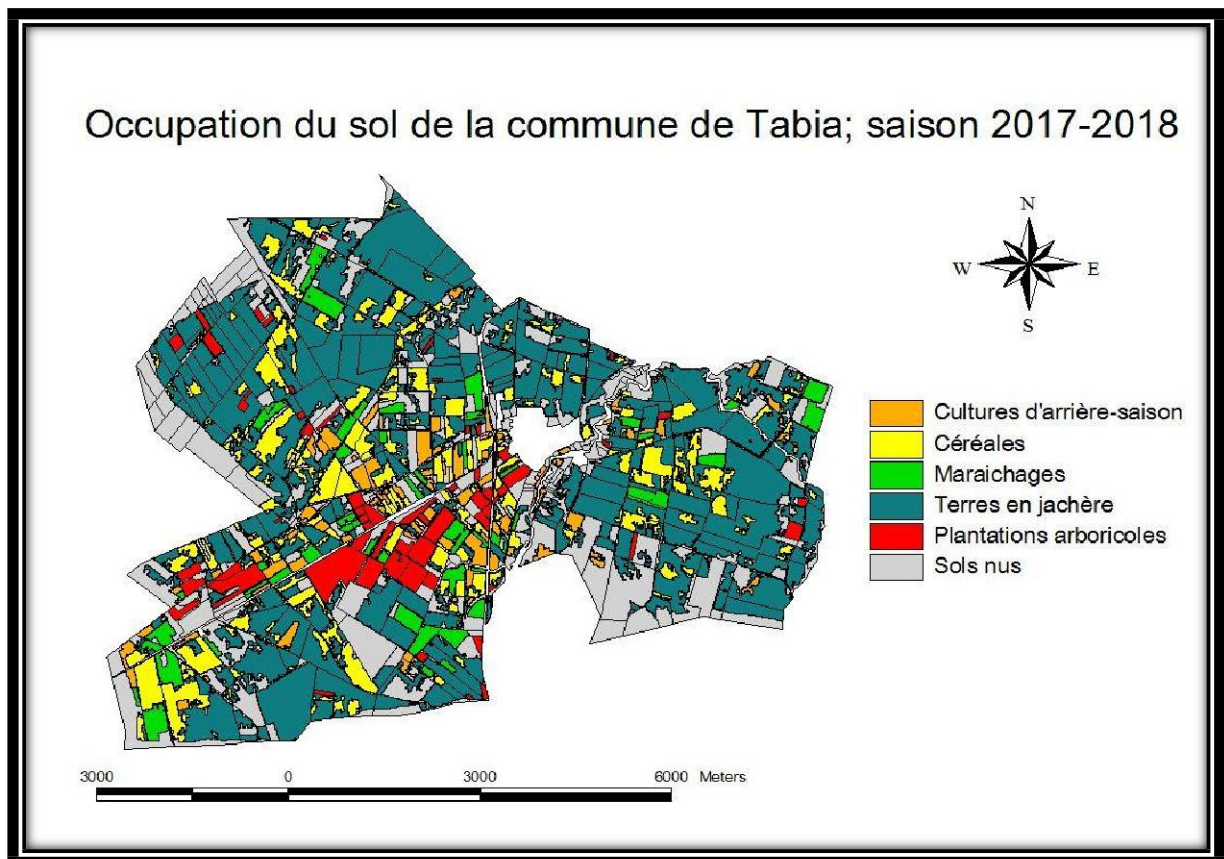


Figure 29 : carte de l'occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2017-2018 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

Et à partir du croisement avec le SIG sur les exploitations agricoles de la commune de Tabia nous avons pu extraire les résultats suivant décrit sous forme de graphes et de tableaux.

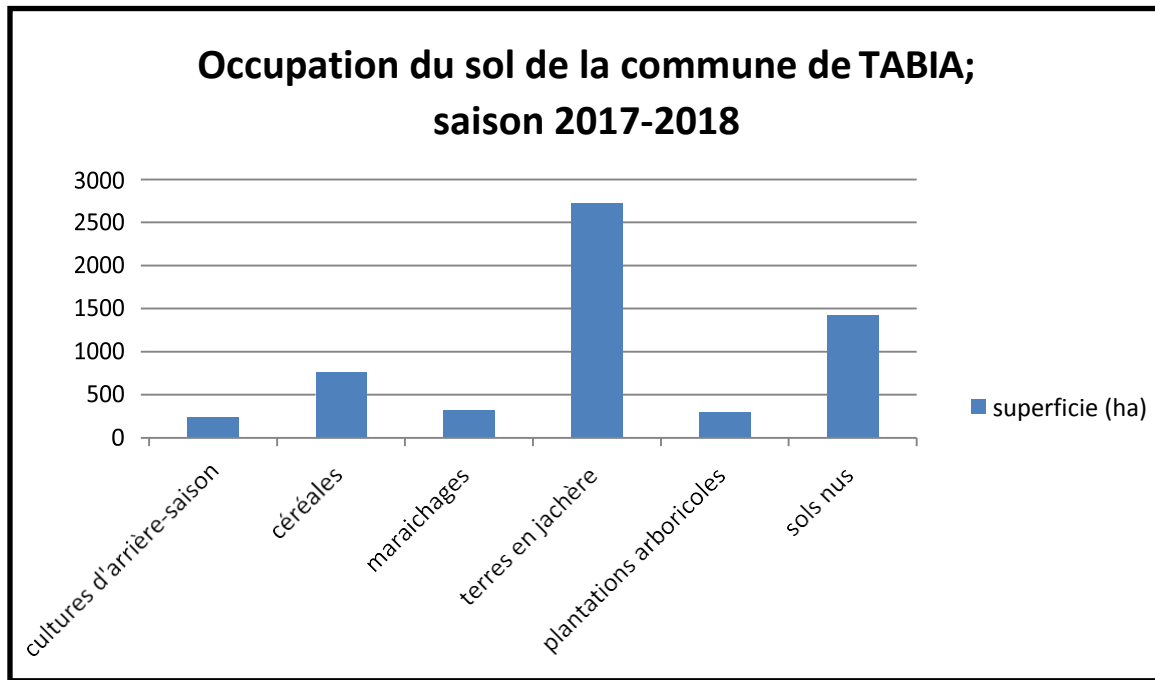


Figure 30 : superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2017-2018

Dans l'occupation de la SAU on retrouve dans l'ordre décroissant :

- Les terres en jachère qui occupent 2724.634 ha de la SAU.
- Les sols nus qui occupent 1422.357 ha de la SAU.
- Les céréales qui occupent 758.558 ha de la SAU.
- Les cultures maraichères qui occupent 313.898 ha de la SAU.
- Les plantations arboricoles qui occupent 288.226 ha de la SAU.
- Les cultures d'arrière-saison qui occupent 237.973 ha de la SAU.

N.B : les sols en jachères concernent ceux qui le sont vraiment mais aussi les sols ou les mauvaises pratiques agricoles et/ou les conditions climatiques potentiellement mauvaises durant cette saison ont fait que les cultures pluviales se sont mal développées.

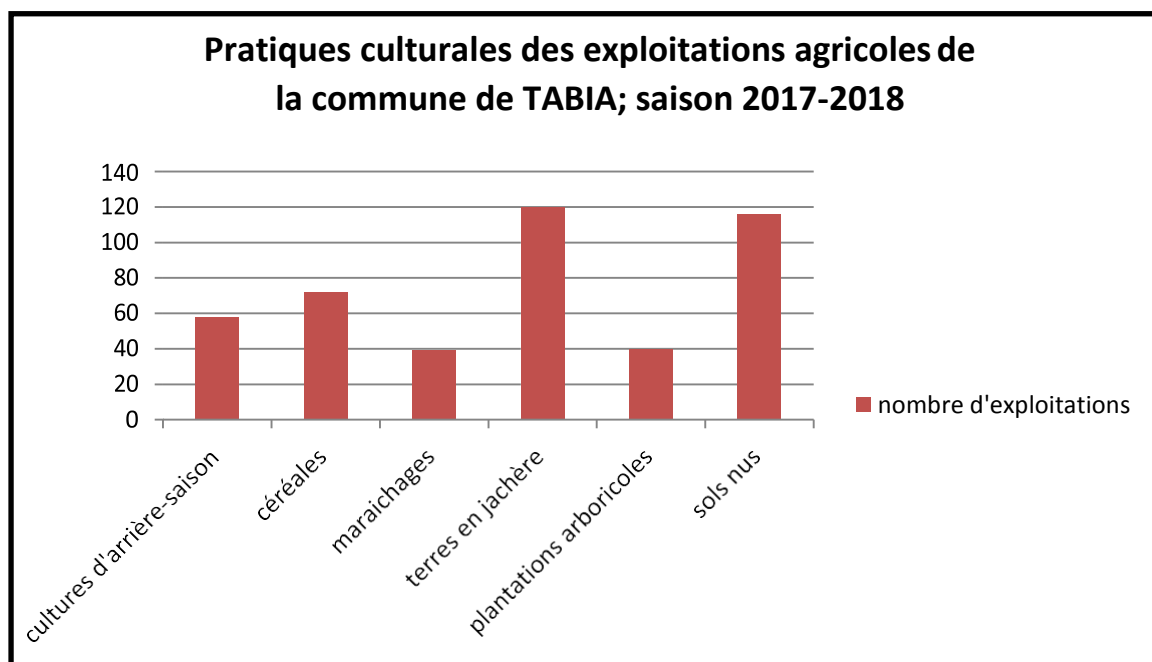


Figure 31 : nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; campagne 2017-2018

Sur un ensemble de 324 exploitations agricoles :

- Les terres en jachère occupent 120 exploitations.
- Les sols nus occupent 116 exploitations.
- Les céréales occupent 72 exploitations.
- Les cultures maraichères occupent 39 exploitations.
- Les plantations arboricoles occupent 40 exploitations.
- Les cultures d'arrière-saison occupent 58 exploitations.

NB : beaucoup d'exploitation sont fragmentées et ont une double, voir parfois, une triple occupation.

Nous avons ensuite cherché à identifier les exploitations qui ont effectué une double plantation durant la même campagne culturale 2017-2018 ; et en croisant les trois couches thématiques (cultures d’arrière-saison avec céréale) et (cultures d’arrière-saison avec maraichages) nous avons obtenus les résultats exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2017-2018

	Cultures d’arrière-saison et céréales	Cultures d’arrière-saison et maraichage
Superficie (ha)	47.620	17.632
Nombre d’exploitations	31	9
Statut des exploitations	100% EAC	100% EAC
Exploitations irriguées	29	8

IV.2 Analyse de l’occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2018-2019

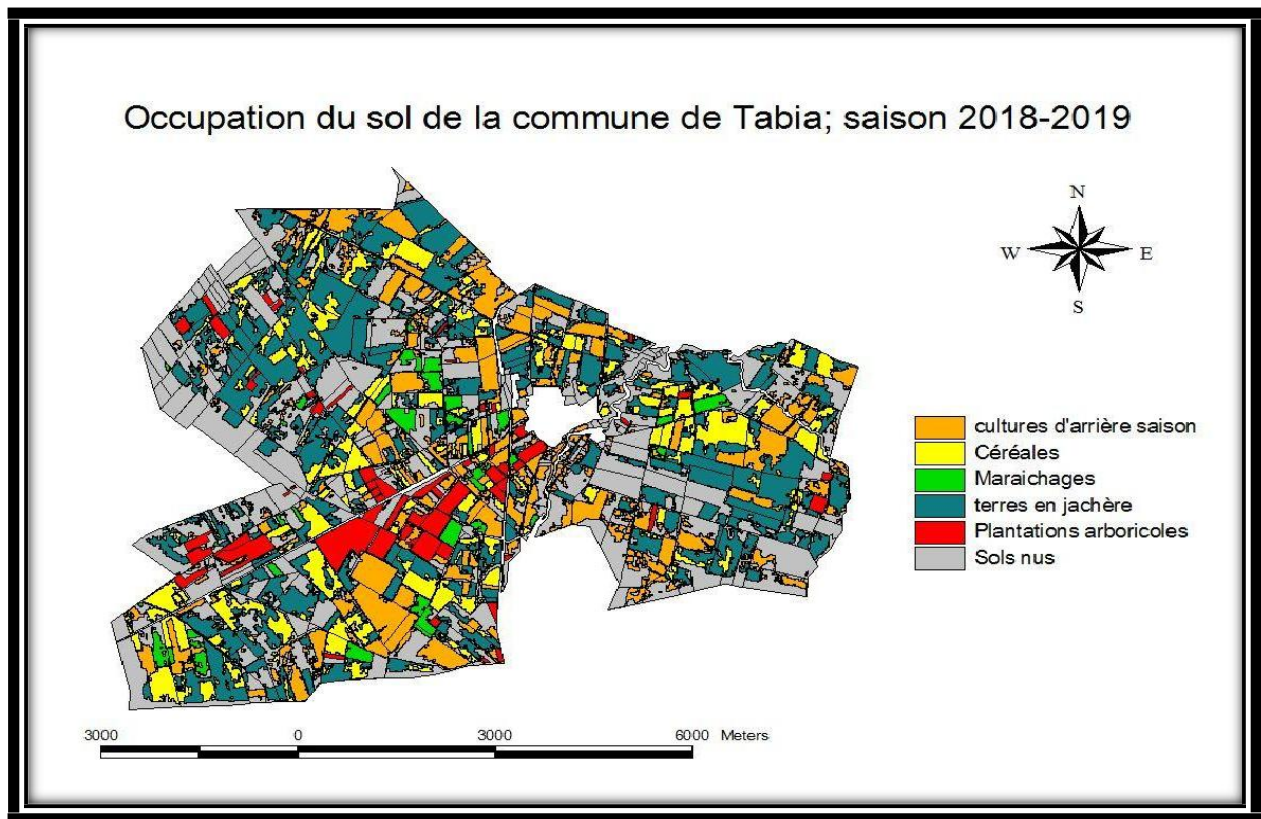


Figure 32 : carte de l’occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2018-2019 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

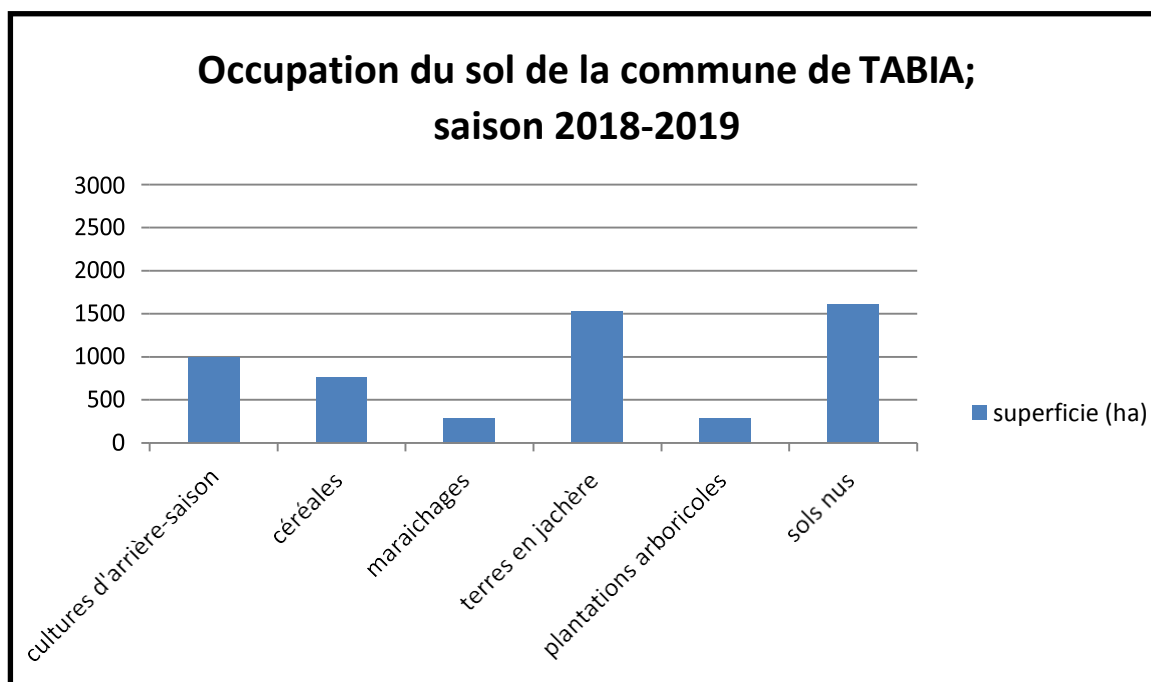


Figure 33 : superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2018-2019

Dans l'occupation de la SAU on retrouve dans l'ordre décroissant :

- Les sols nus qui occupent 1611.293 ha de la SAU
- Les terres en jachère qui occupent 1532.409 ha de la SAU
- Les cultures d'arrière-saison qui occupent 997.231ha de la SAU
- Les céréales qui occupent 755.858ha de la SAU
- Les plantations arboricoles qui occupent 288.226 ha de la SAU
- Les cultures maraichères qui occupent 228.867ha de la SAU

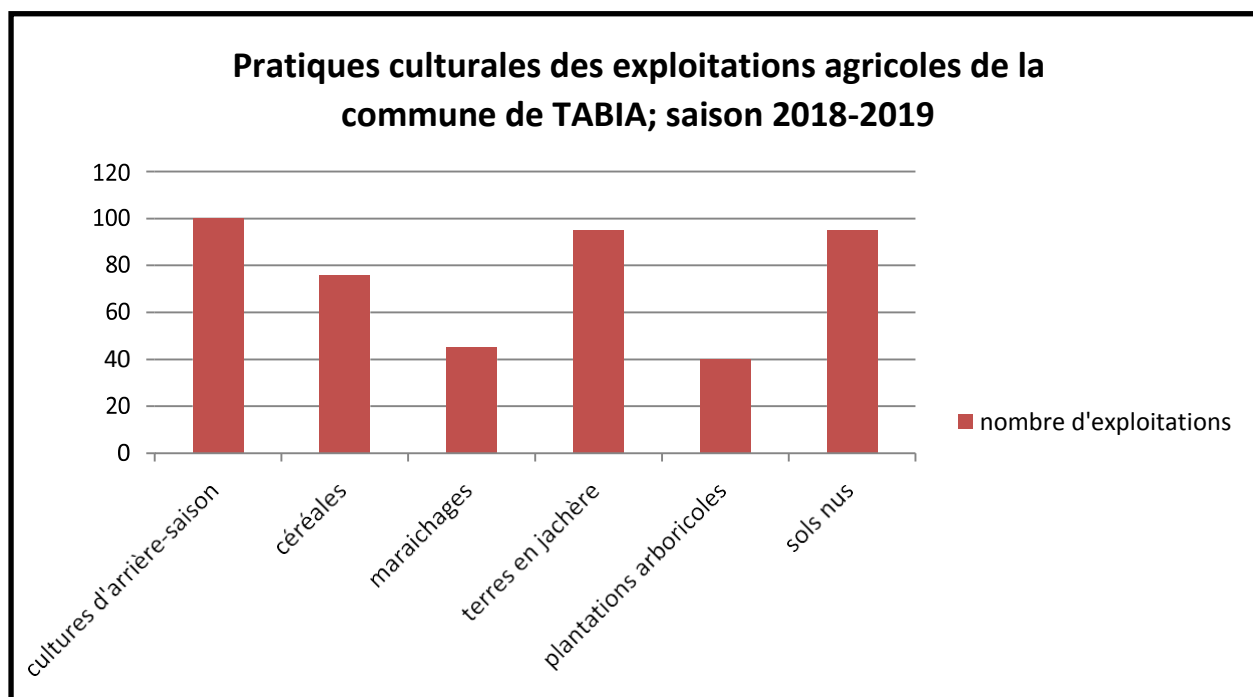


Figure 34 : nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; compagne 2018-2019

Sur un ensemble de 324 exploitations agricoles :

- Les sols nus occupent 95 exploitations.
- Les terres en jachère occupent 95 exploitations.
- Les cultures d'arrière-saison occupent 100 exploitations.
- Les céréales occupent 76 exploitations.
- Les plantations arboricoles occupent 40 exploitations.
- Les cultures maraichères occupent 45 exploitations.

Les résultats obtenus sur les exploitations qui ont effectué une double plantation durant la même campagne culturale 2018-2019 sont exprimé dans le tableau suivant :

Tableau 10 : statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2018-2019

	Cultures d'arrière-saison et céréales	Cultures d'arrière-saison et maraichage
Superficie (ha)	40.951	67.641
Nombre d'exploitations	20	21
Statut des exploitations	100% EAC	100% EAC
Exploitations irriguées	13	14

Nous avons également cherché à identifier les exploitations qui ont effectué la même occupation pour deux campagnes agricoles de suite sur leurs sols ; pour cela nous avons croisé les deux couches thématiques de chaque classe des deux campagnes 2017-2018 et 2018-2019 et nous avons obtenus les résultats exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour deux campagnes de suite 2017-2018 et 2018-2019

	Cultures d'arrière-saison	Céréales	Maraichages	Terres en Jachère	Sols nus
Superficie (ha)	78.276	146.398	9.2	978.547	625.049
Nombre d'exploitations	43	33	4	83	71
Statut des exploitations	100% EAC	100% EAC	100% EAC	1 privé ; 19 EAI ; 63 EAC	2 étatique ; 1 privé ; 16 EAI ; 52 EAC

A noter que 19/71 exploitations ayant laissé leurs sols nus possèdent des puits.

IV.3 Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant la saison culturale 2019-2020

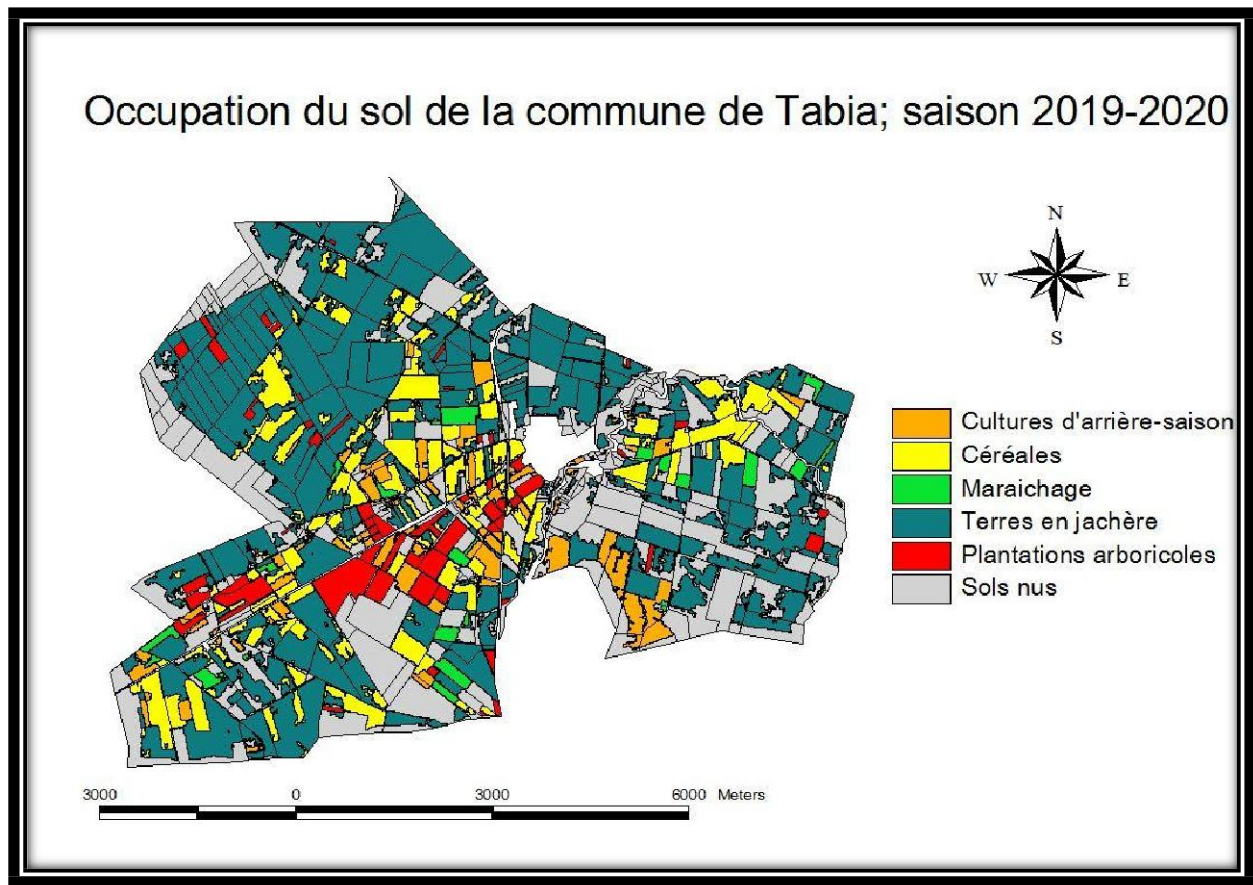


Figure 35 : carte de l'occupation du sol agricole de la commune de TABIA ; saison 2019-2020 (CHEFAI et LASSAKEUR, 2020)

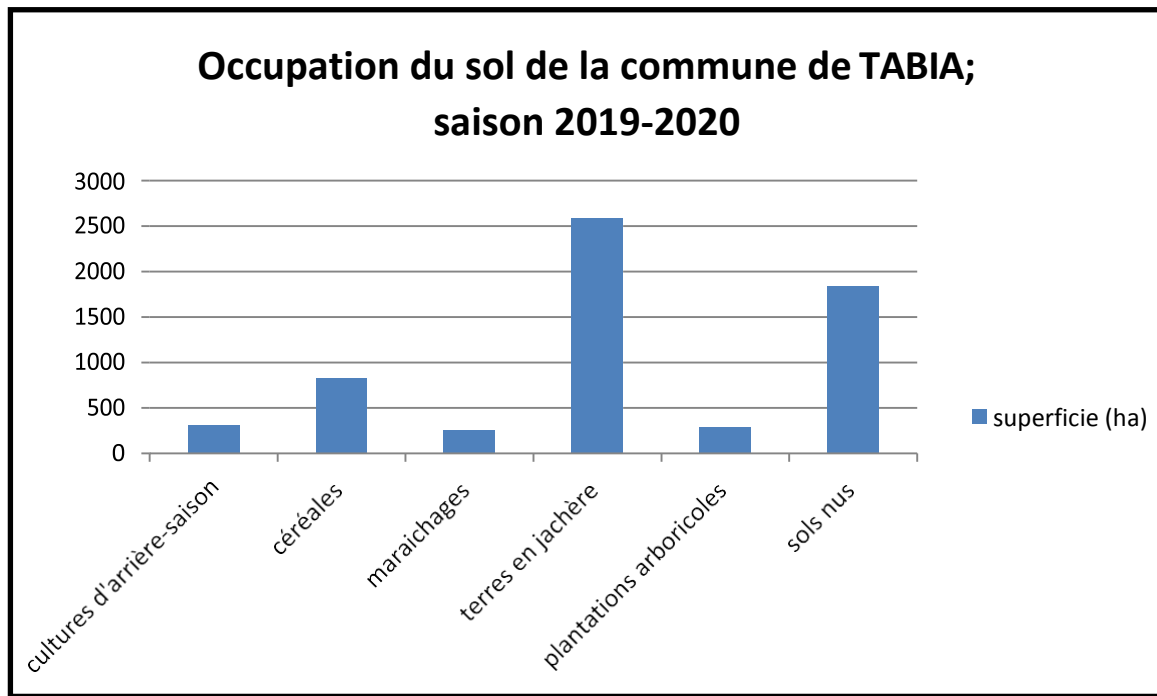


Figure 36 : superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant la campagne 2019-2020

Dans l'occupation de la SAU on retrouve dans l'ordre décroissant :

- Les terres en jachère qui occupent 2586.145 ha de la SAU
- Les sols nus qui occupent 1834.969 ha de la SAU
- Les céréales qui occupent 831.474 ha de la SAU
- Les cultures d'arrière-saison qui occupent 308.261 ha de la SAU
- Les plantations arboricoles qui occupent 288.226 ha de la SAU
- Les cultures maraichères qui occupent 257.736 ha de la SAU

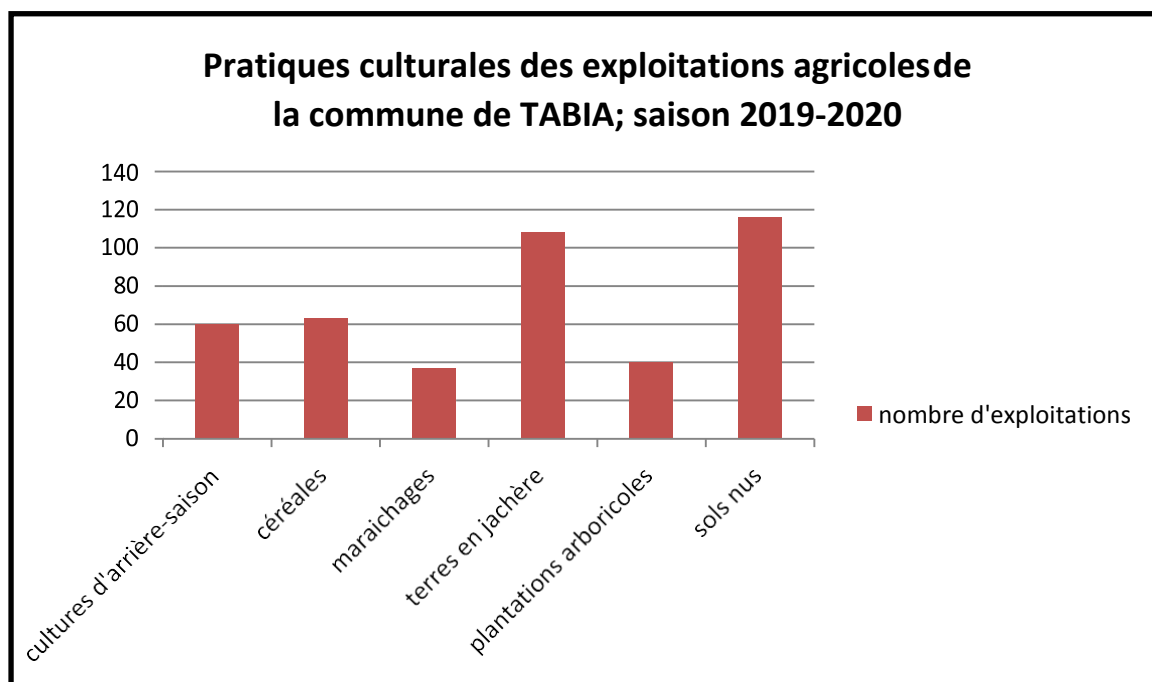


Figure 37 : nombre d'exploitation par apport aux cultures majoritaire de la commune de Tabia ; campagne 2019-2020

Sur un ensemble de 324 exploitations agricoles :

- Les terres en jachère occupent 108 exploitations.
- Les sols nus occupent 109 exploitations.
- Les céréales occupent 63 exploitations.
- Les cultures d'arrière-saison occupent 60 exploitations.
- Les plantations arboricoles occupent 40 exploitations.
- Les cultures maraichères occupent 37 exploitations.

Les résultats obtenus sur les exploitations qui ont effectué une double plantation durant la même campagne culturale 2019-2020 sont exprimé dans le tableau suivant :

Tableau 12 : statistiques des exploitations ayant pratiqué une double plantation pour la campagne de 2019-2020

	Cultures d'arrière-saison et céréales	Cultures d'arrière-saison et maraichage
Superficie (ha)	94.559	13.232
Nombre d'exploitations	35	24
Statut des exploitations	2 EAI et 33 EAC	2 EAI et 22 EAC
Exploitations irriguées	32	13

Les résultats obtenus sur les exploitations qui ont effectué la même occupation pour les deux campagnes agricoles 2018-2019 et 2019-2020 sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour deux campagnes de suite 2017-2018 et 2018-2019

	Cultures d'arrière-saison	Céréales	Maraichages	Terres en Jachère	Sols nus
Superficie (ha)	106.572	126.234	3.087	968.700	728.788
Nombre d'exploitations	21	24	3	82	72
Statut des exploitations	1 étatique ; 1 EAI ; 19 EAC	100% EAC	100% EAC	2 privés ; 20 EAI ; 60 EAC	2 étatique ; 1 privée ; 20 EAI ; 49 EAC

A noter que 16/72 exploitations ayant laissé leurs sols nus possèdent des puits.

IV.4 Analyse de l'occupation du sol de la commune de TABIA durant les trois saisons culturales 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020

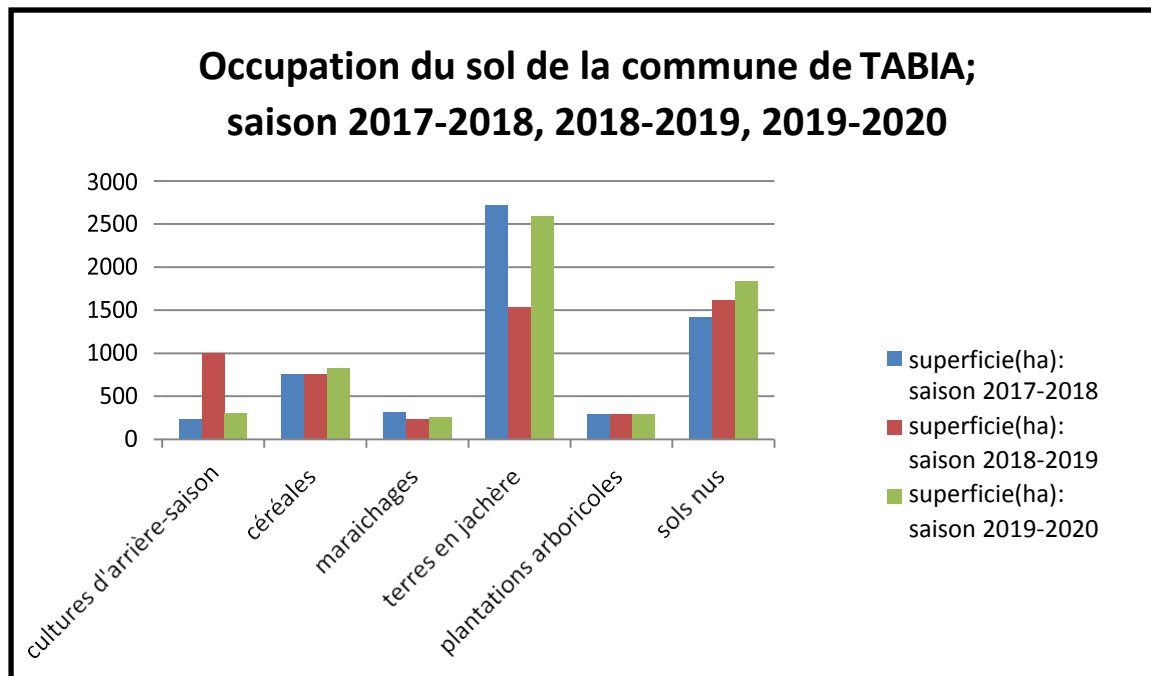


Figure 38 : superficie des cultures majoritaire de la commune de Tabia durant les trois compagnes de 2017 à 2020

Le graphe fait ressortir :

- Une fluctuation des superficies cultivées en cultures d'arrière-saison ;
- Une augmentation des superficies cultivées en céréales ;
- Une diminution de superficies cultivées en maraichages ;
- Une augmentation des superficies laissées en sols nus.

Pour finir nous avons cherché à identifier les exploitations qui ont effectué la même occupation pour les campagnes agricoles étudiées ; pour cela nous avons croisé les trois couches thématiques de chaque classe des trois campagnes 2017-2018 ,2018-2019, 2019-2020 et nous avons obtenus les résultats exprimé dans le tableau suivant :

Tableau 14 : statistiques des exploitations ayant pratiqué les mêmes occupations pour les trois campagnes de suite 2017-2018 ,2018-2019 et 2019-2020.

	Cultures d'arrière-saison	Céréales	Maraichages	Terres en Jachère	Sols nus
Superficie (ha)	36.368	33.432	0	968.700	491.961
Nombre d'exploitations	15	11	0	70	57
Statut des exploitations	100% EAC	100% EAC	0	1 privé ; 18 EAI ; 51 EAC	2 étatique ; 1 privé ; 17EAI ; 37 EAC

A noter que 22/57 exploitations ayant laissé leurs sols nus possèdent des puits.

A partir de ce tableau nous pouvons faire ressortir :

- Les exploitations qui n'ont connu aucune évolution durant les trois saisons de 2017 à 2020 : 153 exploitations d'une superficie totale de 1530.461ha (26.44% de la SAU) ;
- Les exploitations qui ont connu une évolution durant les trois saisons de 2017 à 2020 : 171 exploitations d'une superficie totale de 4256.539 ha (73.55% de la SAU).

Conclusion générale

Notre travail a porté sur l'identification des pratiques des différentes exploitations agricoles de la commune de Tabia (wilaya de Sidi Bel Abbès) et l'élaboration de cartes d'occupation du sol et d'une base de données associée durant les trois saisons culturales 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020.

Nous avons d'abord utilisé les images satellites de haute résolution Sentinel 2 dans le but d'en extraire un paramètre clé dans le suivi et la cartographie du couvert végétal, qui est l'indice de végétation normalisé NDVI. Nous avons donc réalisé la photo-interprétation visuelle et numérique sur une période de 3 campagnes culturales les NDVI des dates de pic végétatif et nous avons définis 6 classes d'occupation (cultures d'arrière-saison, céréales, maraichages, plantations arboricoles, terres en jachère et sols nus).

Ensuite nous avons croisé nos cartes d'occupations avec le système d'informations géographiques (SIG ZERROUKI 2017) et fais une étude statistique.

D'après les principaux résultats statistiques obtenus on note que :

- Durant la première saison (2017-2018), Les terres cultivées occupent 27.82% de la SAU contre 72.18% pour les terres en jachère et les sols nus.
- Durant la deuxième saison (2018-2019), Les terres cultivées occupent 41.93% de la SAU contre 58.07% pour les terres en jachère et les sols nus.
- Durant la troisième saison (2019-2020), Les terres cultivées occupent 24.15% de la SAU contre 75.85% pour les terres en jachère et les sols nus.
- La majorité des exploitations actives se trouve en périphérie du village.
- 40/324 exploitations ont effectué une double plantation durant la première saison.
- 41/324 exploitations ont effectué une double plantation durant la deuxième saison.
- 59/324 exploitations ont effectué une double plantation durant la troisième saison.
- Durant les trois saisons, les superficies des terres cultivées en céréales et des sols nus a subi une augmentation graduelle.
- 11 exploitations d'une superficie de 33.432 ha ont cultivé des céréales pendant les trois saisons étudiées alors que c'est un risque sanitaire.
- 127 exploitations d'une superficie de 1460.661 ha ont laissé leurs sols en jachère ou nus pendant les trois saisons étudiées.

En conclusion, il peut être confirmé avec rigueur que la commune couverte constitue un espace à haut potentiel pour le secteur de l'agriculture, et que malheureusement est sous exploité.

Ceci doit amener à une meilleure réflexion quant à la distribution et la répartition des activités, des investissements et des terres agricoles. Et que l'association de la télédétection et des SIG est une technique puissante pour l'étude spatio-temporelle des terres agricole et par conséquent doit constituer l'outil de référence de la gestion et du suivi pour les institutions en charge.

Références Bibliographiques

- ABDELBAKI, A. 2012. *Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef)*. En vue de l'obtention du diplôme de magister, Université Hassiba BEN BOUALI CHLEF, 95p.
- ACOSTA, F M et al. *Manuel de télédétection spatiale*. Université de Las Palmas de Gran Canaria.
- CALOZ, R et Collet, C. 2001. *Précis de Télédétection*. Volume 3, traitement numérique d'image en télédétection.
- Centre canadien de télédétection. Notions fondamentales de télédétection.
- CHEHATA, N. 2015. *Techniques d'observation et méthodes d'analyse pour la gestion de l'eau dans les bassins versants agricoles méditerranéens Bordeaux*, Ecole d'Hiver .
- CHERIFI, H. 2017. *Caractérisation, classification et statistique multivariée des eaux de l'aquifère alluvionnaire de la plaine de Sidi Bel Abbes*. Université AboubakrBelkaïd– Tlemcen, 76p.
- CORGNE, S. 2014. *Étude des changements d'occupation et d'usage des sols en contexte agricole par télédétection et fusion d'informations*. Université Rennes 2.
- DSA de Sidi Bel Abbés, 2020: Les statistiques agricoles : Bilan des productions agricoles à partir de l'année 2010 jusqu'au 2019.
- EL HACHMI, A. 2016. *Carte de situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbes*. FAO, 1998. Utilisation des systèmes d'information géographique dans le développement durable. 25p.
- FATMI, R. 2016. *Evolution spatio-temporelle de l'occupation des sols agricoles dans la wilaya de Sidi Bel Abbès cas de la Daira de Sidi Ali Benyoub*. Université Djilali Liabès.
- INGLADA, J. 2013. Télédétection de la végétation et traitements des images.
- KPEDENOU, D et al. 2017. « Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire OUATCHI au sud-est Togo entre 1958 et 2015 ». *CAHIERS DU CERLESHS*, Octobre 2017, numéro 55, pp. 203-227.
- LACOMBE, J P et SHEEREN, D. 2007. *La télédétection principes et application*. École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, 78p

- LECERF, R. 2010. *L'apport de la télédétection pour la caractérisation des surfaces végétales et la modélisation de leur fonctionnement*. INRA France.
- MAS, J F. 2000. « Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement ». *Canadian Journal of Remote Sensing*, pp 349-362 .
- MIDEKOR, A. 2013. *Initiation à ENVI*. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Ministère des ressources en eau, Direction de l'hydraulique agricole. 2006. *Etude d'inventaire et de développement de la PMH*. 134 p
- NICOLAS, H. 2007. *Introduction à la télédétection*. Agro-campus Rennes.
- POLIDORI, L. *Introduction à la télédétection spatiale*. Ecole supérieur des géomètres et topographes, 60p.
- PORNON, H. SIG, La dimension géographique du système d'information, ISBN 978-2-10-054600-8.
- RANDREMANANA, R. 2001. « Système d'Information Géographique et Santé : application à la ville d'Antananarivo ». *ArchInst Pasteur de Madagascar* ; 67 (1&2). pp 74-78.
- ROSSIGNOL, H. 2012. *Méthode d'identification et de cartographie des terres agricoles en friches par télédétection à La Réunion*. Université Jean Monnet, 103p.
- SELLIN, V et al. 2013. « Cartographie des grands types de végétation par télédétection : étude de faisabilité (Bretagne,Basse-NormandieetPays-de-la-Loire) ».pp 166.
- SOTI, V et al. 2013. *Méthodes et outils d'exploitation de données spatialisées Application aux études d'écologie et à la gestion des populations de bio-agresseurs*. Centre de Suivi Ecologique, Dakar.
- SOUDANI, K et al. *Mesures de l'indice foliaire en forêt*. Edition ECOFOR, ISBN2-914770-02-2, 157 p.
- SOULEY YERO, K. 2012. *Evolution de l'occupation des sols dans l'Ouest du Niger : Influence sur le cycle de l'eau*.Thèse doctorale, Université de Grenoble, 231p.
- SOURIS, M. Les principes des systèmes d'information géographique.
- VINTROU, E. 2012. *Cartographie et caractérisation des systèmes agricoles au Mali par télédétection à moyenne résolution spatiale*. Sciences agricoles. AgroParisTech.
- YOUSFI, S. 2008. *Hydrodynamique et modélisation de la nappe alluviale de la plaine de Sidi Bel Abbès (NORD-OUEST Algérien)*. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen, 85p.

- ZERROUKI, F. 2017. *Elaboration d'un système d'information géographique « SIG » dans la commune de Tabia « Wilaya de Sidi Bel Abbès »*. mémoire de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme de Master, Université de SBA, 114p.

Webographie

- ANDI, Monographie « wilaya de Sidi el Abbès », 2015, consulté le 02 septembre 2020
URL : http://www.andi.dz/PDF/monographies/Sidi_bel_abbes.pdf,
- APS. Les terres agricoles non exploitées seront récupérées. Publié Le : Samedi, 11 Novembre 2017 10:27
URL : <http://www.aps.dz/economie/65393-les-terres-agricoles-non-exploitees-seront-recuperees>
- BENNABI, F et al. 2012 « Ressources hydriques sous tension et enjeux de développement durable dans la wilaya de Sidi Bel Abbès (Algérie occidentale) » *Méditerranée*, 118, en ligne 30 May 2014, consulté le 01 Septembre 2020.
URL : <https://journals.openedition.org/mediterranee/6330>
- METERFI, B et al. 2011. « Incidence de la fluctuation des précipitations sur l'occupation des sols dans les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès (Algérie) ». *Physio-Géo* [En ligne], Volume 5 , mis en ligne le 26 septembre 2011, consulté le 03 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/physio-geo/2059>
- Wikipedia. Plaine de Sidi Bel Abbès. 14 mars 2017 à 22:31 (Consulté le 15/08/2020)
URL : https://fr.wikipedia.org/wiki/Plaine_de_Sidi_Bel_Abb%C3%A8s