ا لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

**Département : Biologie et Ecologie Végétale**

**قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية**

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

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et environnement**

**Spécialité : protections des écosystèmes**

Intitulé :

# *Contribution cartographique à l'étude de l'effet de variations climatiques sur le rendement de blé dur : cas de la wilaya de Constantine.*

**Présenté et soutenu par : MENIKER Dounia**

**BOUDERSA Khadidja**

**Le : /09/2020**

**Jury d'évaluation :**

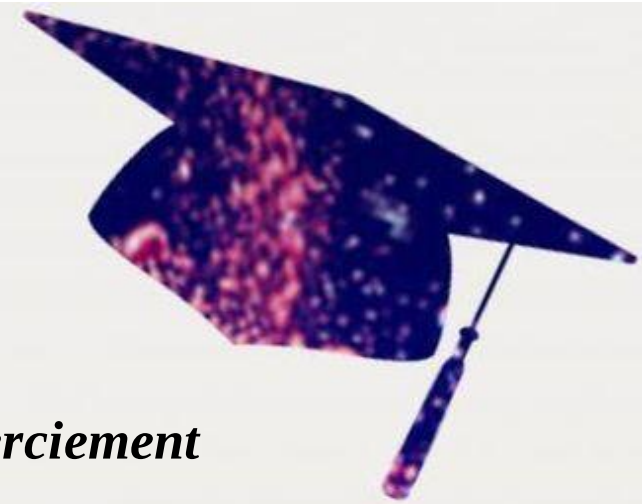
**Président du jury : BENDERRADJI Mohamed El Habib. UFM Constantine 1**

**Encadreur : GANA Mohamed. UFM Constantine 1**

**Examinateur : ALATOU Djamel. UFM Constantine 1**

**Examinateur : ARFA Azzedine Mohamed Touffik. UFM Constantine 1**

***Année universitaire***
***2019 – 2020***



# *Remerciement*

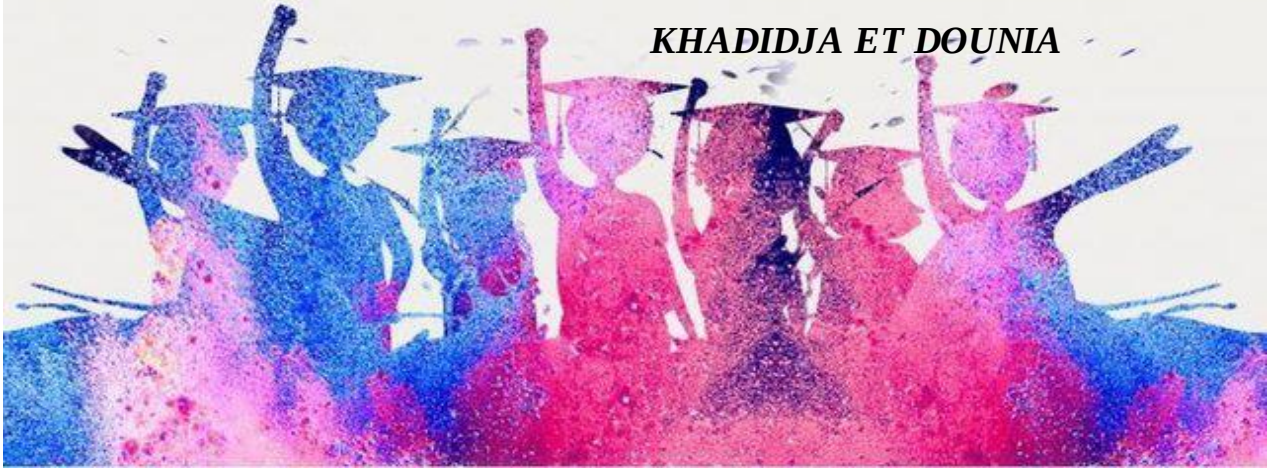
*Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir accordé le courage et la volonté pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons par la même occasion à présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*
*Nous remercions, en premier lieu, notre encadreur Monsieur GANA Mohamed pour ses soins exceptionnel, pour ses conseils et ses orientations, ainsi que son soutien moral et scientifique.*
*Nous remercions tous les enseignants du département d'Ecologie, qui ont assuré notre formation durant tout le cycle d'étude.*

*Enfin, je remercie mes collègues de promotion, et tous ceux qui ont participé des prés ou loin à la réalisation de ce travail.*

*Un grand merci à toute notre famille*

***KHADIDJA ET DOUNIA***



## ***Dédicace***

***Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect***
*A mon très cher père* ***« Rabeh»*** *aucune dédicace ne sautait exprimer l'amour,*
*l''estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour lui rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être ce travail est le fruit de ses sacrifices consentis pour mon éducations et ma formation le long de ces années*
*Je souhaite de tout mon cœur que Dieu les garde près de moi.*

*À ma très chère et douce maman* ***« Houria»****, qui est toujours près de moi, m'encourage, me conseille, me soutien et qui n'a jamais cessé de prier pour moi. Aucun mot ne peut exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu as fait depuis ma naissance à ce jour. Merci maman, que dieu te garde et te protège.*

*A mes très chers frères Hamza et Yacine*

*A mes chères sœurs Amina et Samia*

*Sons oublier mon binôme* ***DONIA*** *pour son soutien moral, sa compréhension tout au long de ce projet.*

***Khadidja***

# *Dédicace*

*C'est avec une grade gratitude et des mots sincères , que je dédie ce modeste travail de fin d'étude a mes chèrs parents, source de vie, d'amour et d'affection, qui ont sacrifié leur vie pour ma réussie.*

*A mon père pour avoir toujour cru en moi et pour ses nombreux sacrifices,*

*A ma mère pour son soutien et ses encouragement ,*

*J'espère qu'un jour, je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que dieu leur prete bonheur et longue vie.*

*A ma grande mère*

*A mes chéres « feriel et soumia » Qui étaient avec moi à chaque pas*

*Je dédie aussi ce travail a mes freres « youcef et wassim », ma sœur « chahra zed », a mes cousines, a mes niece, mes tantes, mes amies « khadidja, heyam, asmahane , choubeila, dounia, chaima, amira, meriem, sara », mes cousins , mes professeurs qui m'ont enseigné et a tous ceux qui me sont chers. et en fin a zinou qui toujours m'encouragé et soutenu durant ces années d'études.*

***Dounia***

# Liste des Abréviations

**CCT:** Centre Canadien de Télédétection.

**ENVI** : Environment for Visualizing Images.

**FAO :** Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

**IPCC :** Intergovernmentale Panel on Climate Change.

**MAGICC :** Model for the Assessement of Grennhouse-gasInducedClimate Change.

**NASA :** National Aeronautics and Space Administration.

**NDVI**: Normalized Difference Vegetation Index.

**ONFAA :** Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaire.

**pIR** : Canal proche infrarouge.

**R** : canal rouge.

**r** : coefficient de corrélation.

**SAU** : surface agricole utile.

**SIG** : Système de l'Information Géographique.

**UTM** : Transverse Universelle de Mercator.

**UVED :** Université Virtuelle Environnement et Développement durable.

# *Liste des Tableaux*


| | | |
|---|---|---|
| **Tableaux 01 :** | Classification botanique du blé dur*TriticumdurumDesf*…….. | **07** |
| **Tableaux 02 :** | Caractéristiques des images Sentinel-2 utilisées dans la classification supervisée…… | **13** |
| **Tableaux 03 :** | Répartition générale des terres en hectares (ha) **……** | **23** |
| **Tableaux 04 :** | Variation interannuelle de la pluviométrie dans la wilaya de Constantine entre 2000 – 2019…… | **25** |
| **Tableaux 05 :** | Evolution de la production du blé dur dans la wilaya de Constantine… | **27** |

# Liste des Figures


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 01 :** | Signatures spectrales des surfaces naturelles dans le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen. Source : (UVED, 2008)…… | **03** |
| **Figure 02 :** | Les anomalies des températures globales moyennes de surface par rapport à la moyenne 1951-1980(NASA, 2019)……. | **06** |
| **Figure 03 :** | Stades repères du cycle de développement du blé(Foudiet Gasmi, 2017)…. | **08** |
| **Figure 04 :** | Estimation de la production mondiale de blé en million de tonnes…… | **10** |
| **Figure 05 :** | Situation géographique et administrative de la Wilaya de Constantine……. | **11** |
| **Figure 06 :** | Organigramme de l'approche Méthodologique | **14** |
| **Figure 07 :** | Exemple d'analyse visuelle des compositions colorées en réflectance…….. | **16** |
| **Figure 08 :** | Découpage de l'NDVI par le vecteur de zone d'étude…… | **17** |
| **Figure 09 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***02/01/2019***……..…… | **18** |
| **Figure 10 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***16/02/2019***…….. | **18** |
| **Figure 11 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***03/03/2019***……..…… | **19** |
| **Figure 12 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***27/04/2019***……..…… | **19** |
| **Figure 13 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***16/06/2019***……..… | **20** |
| **Figure 14 :** | NDVI de l'image Sentinel-2 du ***15/08/2019***…… | **20** |
| **Figure 15 :** | L'identification des zones d'entrainements pour les principaux types de cultures…….. | **21** |
| **Figure 16 :** | Répartition des terres dans la wilaya de Constantine…… | **22** |
| **Figure 17 :** | Répartition de la SAU en (%)…… | **23** |
| **Figure 18 :** | Précipitations annuelles de la Wilaya de Constantine (1970 – 2000)…… | **24** |
| **Figure 19 :** | Variation interannuelle de la pluviométrie dans la wilaya de Constantine entre (2000-2019)…….... | **26** |
| **Figure 20 :** | Evolution des surfaces consacrées au blé dur dans wilaya de Constantine entre (2000-2019)…….. | **27** |
| **Figure 21 :** | fluctuations du rendement de blé dur dans wilaya de Constantine entre (2000-2019)…… | **28** |
| **Figure 22 :** | La relation entre les fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé dur dans la wilaya de Constantine…….. | **28** |
| **Figure 23 :** | Coefficient de corrélation entre les fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé entre 2000 et2019……... | **29** |

# Sommaire

Résumé

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Introduction..... 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique..... 02

1. Cartographie et caractérisation des systèmes agricoles par télédétection ..... 02

1.1. Définition et processus de la télédétection..... 02

1.2. Les domaines d'application de la télédétection..... 02

1.3. Signatures spectrales des principales surfaces naturelles ..... 02

1.4. Principaux indices de végétation..... 03

1.5. L'indice de Végétation (NDVI)..... 04

2. Changement climatique et L'agriculture ..... 04

2.1. Généralité de changement climatique..... 04

2.2. Impact du changement climatique sur l'écosystème ..... 04

2.3. Impacts du changement climatique sur l'agriculture..... 05

2.4. Adaptation de l'agriculture au changement climatique..... 05

3. Importance de la culture du blé dur..... 06

3.1. Description générale du blé dur (*TriticumDurum*)..... 06

3.2. Le cycle biologique du blé dur..... 07

3.3. Eléments conditionnant la croissance..... 07

3.3.1. La température..... 07

3.3.2. La lumière..... 08

3.3.3. L'eau..... 08

3.3.4. Le sol..... 08

3.3.5. Fertilisation..... 08

3.4. Importance économique du blé ..... 08

3.4.1. Sur le plan mondial ..... 08

3.4.2. Sur le plan national..... 09

Chapitre II : Approche Méthodologique..... 10

1-Présentation de la zone d'étude..... 10

1.1. Situation géographique et administrative…… 10
1.2. Topographie…… 11
1.3. Le climat…….. 11
2. Sources des données utilisées…… 12
2.1. Les images Sentinel-2…….. 12
2.2. Les images Google Earth……. 12
2.3. La base de données climatique World*Clim*…….... 12
2.4. Les données récoltées auprès institutions locales……... 13
3. Méthodes de traitement des données…….. 13
3.1. Prétraitements…….. 14
3.2. Classification des images……. 14
3.3. Intégration de l'indice de végétation (NDVI)…….. 14
3.4. Correction et validation des résultats …….. 15
3.5. Relation entre les fluctuations pluviométriques et le rendement de blé dur…… 15
Chapitre III : Résultats et Discussion ……... 16
1. Calcul de l'NDVI…….. 16
2. Répartition des terres dans la wilaya de Constantine…… 20
3. L'impact des variations pluviométriques sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine…….. 23
3.1. La distribution spatiale de précipitation……... 23
3.2. Variations interannuelles des précipitations…… 24
3.3. Evolution de la production du blé dur…….. 25
3.4. L'impact des fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé dur……. 27
Discussion……... 28
Conclusion……... 30
Références bibliographiques
Résumé

# Introduction

## Introduction

Les céréales occupent une place primordiale dans les programmes de recherche et d'amélioration agricole. La quasi-totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains produits par les principales cultures céréalières comme les blés qui constituent la première ressource d'alimentation humaine.

L'agriculture est extrêmement sensible aux variations climatiques. La modification des régimes de précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et d'une baisse de la production à long terme. Bien que certaines régions du monde puissent enregistrer une amélioration de quelques-unes de leurs cultures, le changement climatique aura généralement des impacts négatifs sur l'agriculture et menacera la sécurité alimentaire au niveau mondial (Gerald et al, 2009).

Au cours des dernières années, l'Algérie a connu des variations climatiques spatiales et temporelles qui limitent le rendement. Ces fluctuations engendrent des importations conséquentes, qui peut atteindre jusqu'à 60% des céréales consommées annuellement.

Les informations concernant les surfaces ensemencées et leur rendement doivent être actualisées pour prévoir la production alimentaire. Seul un travail de cartographie rapide, régulier, détaillé et suffisamment précis permet de collecter de telles informations sur les terres cultivées (Gallego *et al.*, 2008).

Les données satellites sont considérées comme une solution plus économique pour collecter des informations spatialement explicites, détaillées et fiables. Une fois combinées les statistiques nationales et observations de terrain, ces informations peuvent faciliter le travail de cartographie des surfaces cultivées (Kussul *et al.*, 2016).

La présente étude a pour objectifs de cartographier des cultures dans la wilaya de Constantine avec la caractérisation climatique de la région en se basant sur les données satellites, ainsi que l'analyse de l'impact des variations pluviométriques durant la période récente (2000-2019) sur les rendements de blé dur dans la wilaya .

Au terme de cette étude, la chambre d'agriculture trouvera à sa disposition une cartographie détaillée, accompagnée d'une base de données SIG. Cette base de données permettra aux décideurs de disposer d'informations précises et actualisées pour la gestion des terres agricoles de la wilaya de constantine.

# Synthèse Bibliographique

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

## 1. Cartographie et caractérisation des systèmes agricoles par télédétection

### 1.1. Définition et processus de la télédétection

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes(CCT, 2008).

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 les l'exploiter. Donc, la télédétection est « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (CCT, 2008).

### 1.2. Les domaines d'application de la télédétection

Aujourd'hui, les images de télédétection constituent une source importante d'informations pour plusieurs applications comme l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol et les études climatiques. Le domaine d'application couvre aussi les sciences environnementales, l'urbanisme, la géologie. De même, il existe un large panel d'exploitation de l'information de la télédétection dans le domaine agricole. Les applications sont alors diverses :

- le suivi des cultures à l'échelle régionale et mondiale, pour la gestion des marchés ;
- le suivi des cultures dans les pays à risque, pour la sécurité alimentaire ;
- la cartographie de l'occupation et de l'utilisation des sols, et de leur dynamique, pour les politiques publiques et les questions environnementales ;
- l'estimation des variables biophysiques pour l'agriculture de précision et les bilans du carbone et de l'eau ;
- la cartographie des pratiques agricoles et des systèmes de culture, pour la modélisation des exploitations agricoles.

### 1.3. Signatures spectrales des principales surfaces naturelles

La classification de l'imagerie satellite occupe une place centrale dans de nombreuses applications de télédétection. Elle désigne l'utilisation de techniques automatiques pour identifier les différents types de surfaces à partir de plusieurs bandes spectrales, puis produire une carte thématique selon leurs caractéristiques spectrales (Boute *et al.*, 1998).

En fonction de la nature et des caractéristiques intrinsèques des objets et des surfaces, le rayonnement incident interagira avec la cible. Chaque surface possède une signature spectrale (quantité d'énergie émise ou réfléchie en fonction de la longueur d'onde) qui lui est propre et qui permettra son identification sur les images satellitaires. La figure ci-dessous présente la signature spectrale des principales surfaces naturelles (Figure 01):

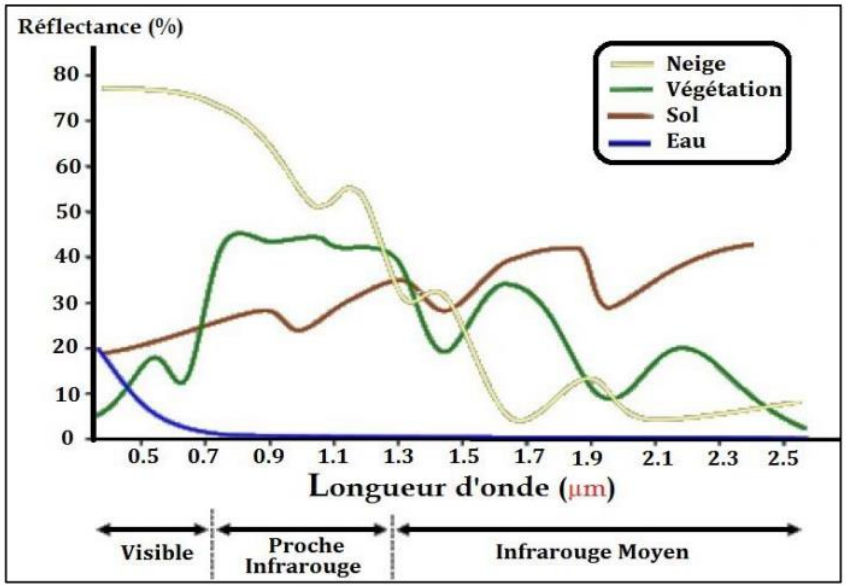



Figure 01 : Signatures spectrales des surfaces naturelles dans le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen. Source : (UVED, 2008).

### 1.4. Principaux indices de végétation

En télédétection, les indices consistent à convertir les valeurs de réflectances mesurées en variables numériques ayant une signification dans les domaines de l'environnement, comme la couverture foliaire et l'humidité du sol.

Plusieurs indices plus au moins intéressants ont été développés spécifiquement pour l'analyse des données de télédétection. Tenant l'exemple de l'indice de végétation, il nous renseigne sur le stade de croissance végétale à un moment donné. Tous les indices, que ce soient les indices de végétation, les indices des sols et les indices relatifs à la présence de l'eau,

reposent sur une approche empirique basée sur des données expérimentales (Caloz et Puech, 1996).

### 1.5. L'indice de Végétation (NDVI)

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

Le NDVI est déterminé à partir des réflectances planétaires dans les canaux rouges (autour de 0.45 µm) et proche infrarouge (autour de 0.65 µm) (Tucker, 1986) :

***NDVI*** = (pIR- R) / (pIR+R),

Où : pIR : Canal proche infrarouge ; R : canal rouge.

Une forte activité photosynthétique implique une forte biomasse et donc, de fortes valeurs du NDVI. Il peut varier entre -1 et 1. Les très faibles valeurs (-0,9 à 0) surviennent dans les régions dépourvues de végétation (les zones rocheuses, les sols nus, l'eau, la neige) ou alors, si la végétation est sénescente. Les valeurs modérées (0,2 à 0,3) représentent les zones arbustives et la plupart des types de cultures alors que les valeurs élevées (0,5 à 0,9) traduisent une végétation dense abondante (Pettorelli *et al.,* 2005).

## 2. Changement climatique. et L'Agriculture

### 2.1. Généralité sur le changement climatique

Le changement climatique est le résultat, en grande partie, de l'activité humaine et en particulier de la production industrielle, et de l'évolution de l'usage et de la couverture des sols. Ces types d'activités contribuent à une augmentation des concentrations de dioxyde de carbone, de méthane, d'oxyde nitreux et d'autres gaz à effet de serre ainsi que d'aérosols dans l'atmosphère, perturbant ainsi le bilan énergétique de la terre, et ses bilans hydrologique et chimique (IPCC, 2007).

### 2.2. Impact du changement climatique sur l'écosystème

La résilience de nombreux écosystèmes sera certainement dépassée au cours de ce siècle par une combinaison des changements climatiques (inondations, sécheresses, incendies, acidification des océans….) avec d'autres facteurs de changement à l'échelle mondiale (utilisation des sols, pollution et surexploitation des ressources). 20 à 30 % des espèces végétales et animales seront probablement menacées d'extinction si l'augmentation de la température moyenne mondiale dépasse 1.5 à 2.5C° (FAO, 2004).

Les impacts du changement climatique sur l'environnement méditerranéen concerneront particulièrement 3 éléments :

- L'eau, via une modification de son cycle du fait de la hausse de l'évaporation et de la diminution des précipitations. Cette question d'eau sera centrale dans la problématique du développement durable dans la région ;
- Les sols, à travers l'accélération des phénomènes de désertification d'ores et déjà existants ;
- La biodiversité terrestre et marine (animale et végétale), via un déplacement vers le nord et en altitude de certaines espèces, l'extinction des espèces moins mobiles ou plus sensibles au climat et l'apparition de nouvelles espèce, les forêts, à travers une hausse du risque d'incendie et des risques parasitaires.

### 2.3. Impacts du changement climatique sur l'Agriculture

Selon FAO (2011), le changement climatique aura un impact majeur sur les disponibilités en eau pour l'agriculture et sur la productivité des cultures au cours des prochaines décennies (Figure 02). Il s'agit notamment de la réduction du débit des rivières et du rechargement en eau des aquifères en région Méditerranée et d'Afrique australe, régions qui souffrent déjà de stress hydrique.

Le modèle MAGICC estime pour l'Algérie un réchauffement de l'ordre de 1°C entre l'année 2000 et l'année 2020, accompagné d'une fluctuation de la pluviométrie avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 % sur le court terme (Lakhdari, 2009). L'accroissement des températures et la fluctuation des régimes pluviométriques auront des conséquences néfastes et directes sur l'agriculture du pays (Fenni *et al*, 2010).

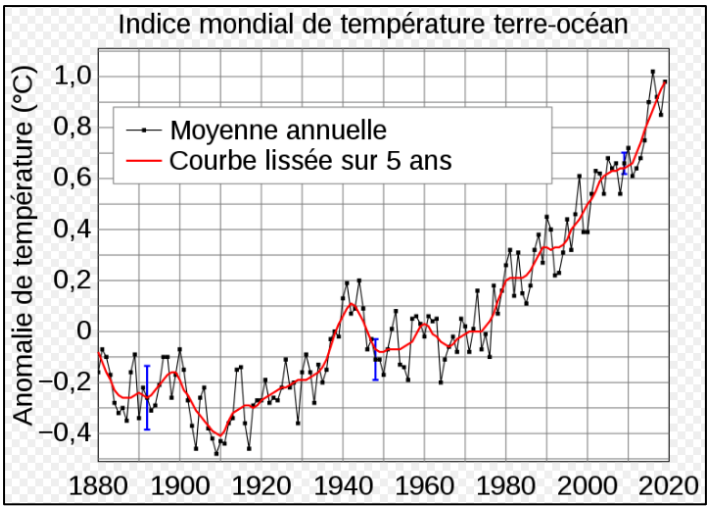



**Figure 02 :** Les anomalies des températures globales moyennes de surface par rapport à la moyenne 1951-1980 (NASA, 2019)

### 2.4. Adaptation de l'agriculture au changement climatique

L'adaptation de l'agriculture aux nouvelles conditions liées aux changements climatiques sera nécessaire. Bien sûr, beaucoup de défis attendent les producteurs, mais ceux-ci ont la possibilité de s'adapter aux changements climatiques en introduisant de nouvelles variétés de cultures ou de nouveaux types de productions, en assurant une meilleure protection des sols et de meilleures conditions hydriques. (Daouar, 2018)

De plus, la recherche génétique pourrait permettre d'élaborer des plantes résistantes à la sécheresse et aux parasites. Ces changements dans le système agricole sont nécessaires pour le maintien d'une agriculture viable et compétitive (Amphoux *et al*, 2003).

Pour cela, il est possible d'opter pour des variétés appropriées aux nouvelles conditions pédoclimatiques, de modifier les modes de culture, d'introduire de meilleurs systèmes de gestion de l'eau, d'adapter les calendriers des semis et les méthodes de labour et de planifier plus justement l'utilisation des sols. Il est également possible de s'adapter en déplaçant géographiquement les zones de production.

## 3. Importance de la culture du blé dur

### 3.1. Description générale du blé dur (*Triticum Durum*)

Le blé est la céréale la plus consommée dans le monde et la plus échangée sur les marchés internationaux, elle est principalement consommée directement par les hommes sous

forme de pain, galette, pâte, biscuits…, et le reste est destiné à l'alimentation animale (Znasni et Belhadj, 2006).

**Tableau 01 :** Classification botanique du blé dur *Triticum durum Desf*

| | |
|---|---|
| **Règne** | *Plantae* |
| **Sous-règne** | *Cormophyte* |
| **Embranchement** | *Spermaphytes* |
| **Sous-embranchement** | *Angiospermes* |
| **Super-ordre** | *Commeliniflorales* |
| **Ordre** | *Poales* |
| **Classe** | *Monocotyledones* |
| **Famille** | *Poaceae* |
| **Genre** | *Triticum* |
| **Espèces** | *Triticum durum Desf* |

### 3.2. Le cycle biologique du blé dur

On peut diviser le cycle de développement du blé dur en 2 périodes :

- **La période végétative:** durant laquelle la plante ne différencie que des feuilles et des racines et comprend : la germination, la levée, et le tallage (Figure 03).
- **La période reproductrice** : dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain.

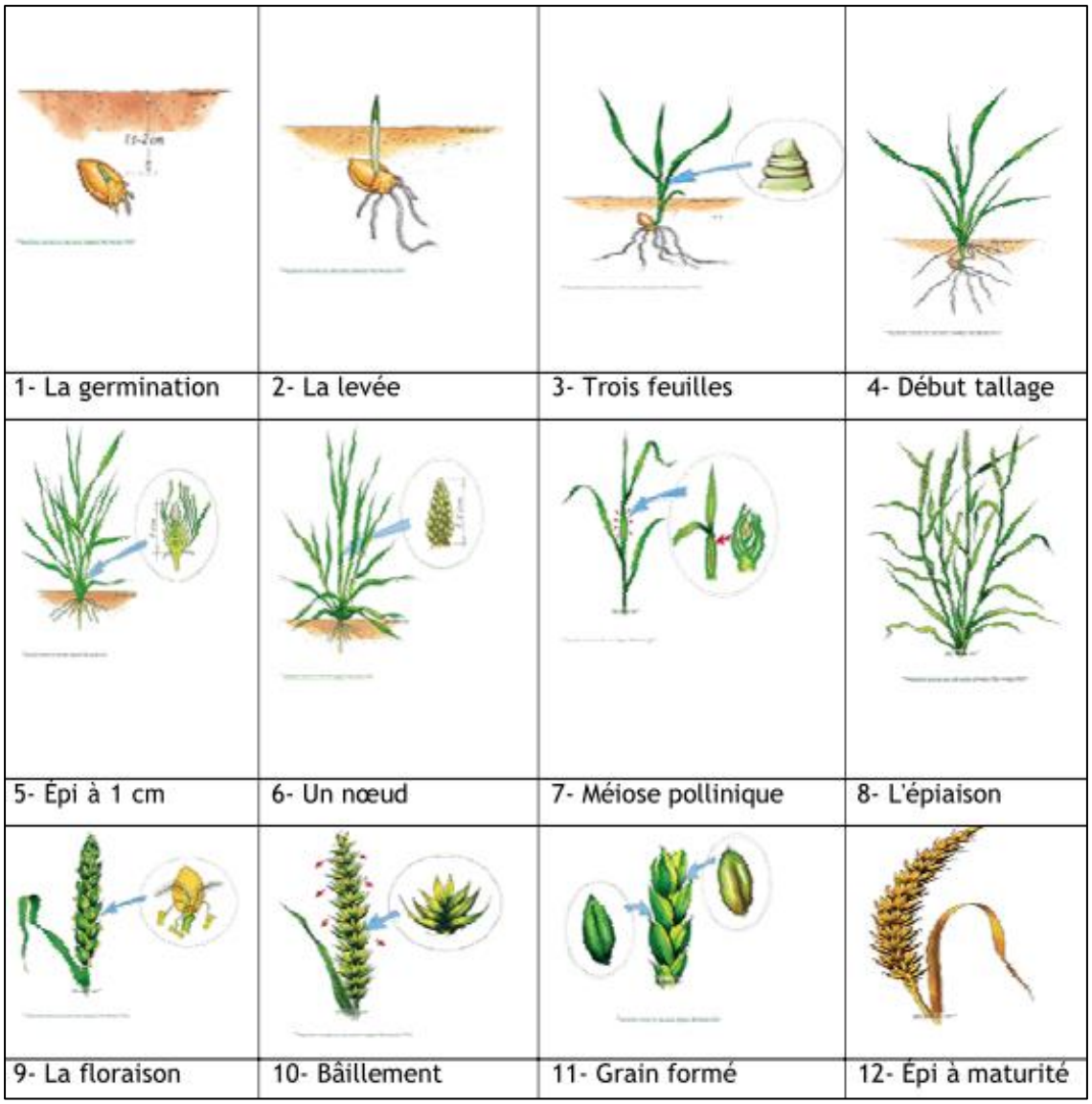



**Figure 03** : Stades repères du cycle de développement du blé (Foudi et Gasmi, 2017).

### 3.3. Eléments conditionnant la croissance

#### 3.3.1. La température

La température conditionne à tout moment la physiologie du blé, selon Ruel (1996), la vitesse de développement du blé est proportionnelle à la température. Soltner (2005) indique que le blé peut germer dès que la température dépasse 0 °C. Des températures trop faibles peuvent causer des dégâts en fonction des stades de développement du blé ; une chute brutale de température entre le stade de germination et le début tallage occasionne de graves dégâts en raison de la faible résistance du blé au froid durant cette phase.

### 3.3.2. La lumière

Le blé est le type de plante de jours longs. Sa floraison est en effet favorisée par l'allongement du jour (Soltner, 2005) ; 12 à 14 heures selon l'espèce et la variété ; sont nécessaires pour permettre le démarrage de la phase reproductrice.

### 3.3.3. L'eau

La quantité d'eau influe sur l'élaboration de la matière sèche, l'eau peut constituer un facteur limitant de la croissance du blé (Moule, 1980), ce dernier a des besoins en eau d'environ 550 mm en moyenne au cours de son cycle de développement, cette quantité doit être bien répartie durant les différentes phases de son cycle. S'il faut environ 500 grammes d'eau pour élaborer 1 gramme de matière sèche de blé, donc pour une récolte de 50qx/ha, il faut environ 4.250 mètres cubes d'eau, soit une pluviométrie de 425mm/an, et en comptant les pertes par évaporation du sol, 580 mm environ par an. (Soltner, 2005).

### 3.3.4. Le sol

Le blé prospère sur une gamme assez variée de sols, les meilleures terres de blé sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses (Moule, 1980).

### 3.3.5. Fertilisation

L'azote est un élément très important pour le développement du blé, on estime qu'il faut 3Kg d'azote pour produire 01 quintal de blé dur. Jusqu'au début de la montaison, Les besoins en azote de la culture lors de gonflement et à la floraison sont en effet extrêmement importants ; c'est à ce moment que la matière végétale augmente le plus vite et que se détermine le nombre d'épis. Le phosphore favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement, les besoins théorique en phosphore sont estimés à environ 120Kg/ha. Alors que les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs à 30 à 50 kg /ha (Bebba, 2011).

## 3.4. Importance économique du blé

### 3.4.1. Sur le plan mondial

Chaque année, plus de 600 millions de tonnes de blé sont récoltées dans le monde ce qui fait du blé la céréale la plus cultivée au monde. Selon Charvet (2004), « le blé demeure la principale clef de voûte du système alimentaire mondial ».

La production mondiale de blé est insuffisante pour faire face à la consommation directe ou indirecte du blé. La diminution des stocks des cinq principaux pays exportateurs a eu des répercussions inévitables sur les marchés. En outre, selon l'avis des experts, la consommation du blé vers l'année 2050 augmentera de 30-40%, et cela signifie que la communauté mondiale n'est pas protégée contre la récurrence des nouvelles spirales de la crise alimentaire dans le futur (Jacque, 2014). La production mondiale de blé pour l'année 2019-2020 (figure 04), pourrait atteindre 777 millions de tonnes selon le Département de l'Agriculture des Etats-Unis.

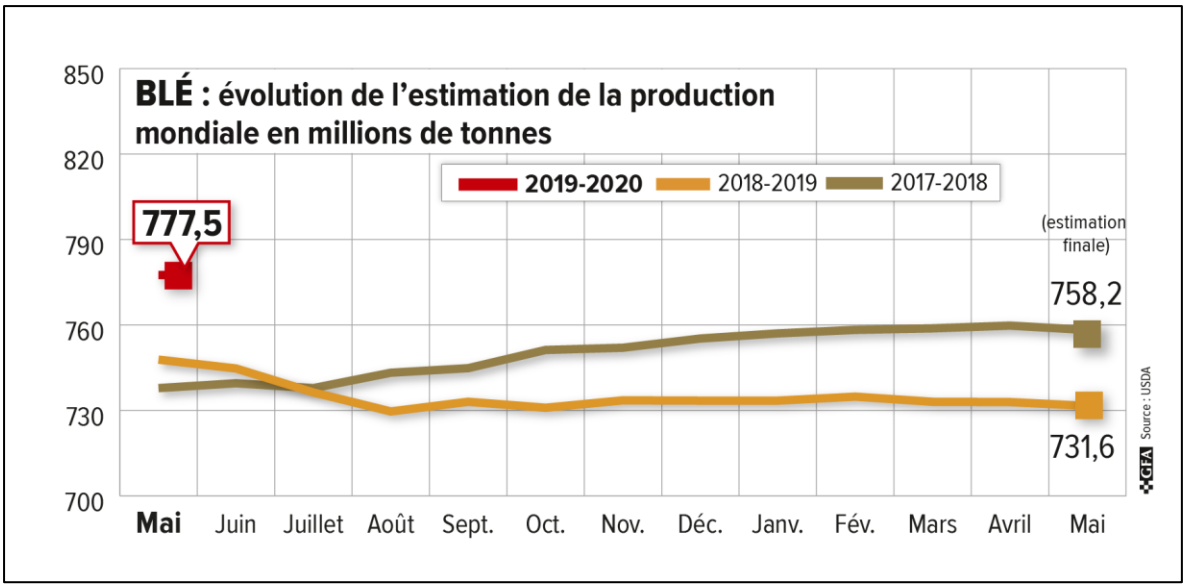



**Figure 04** : Estimation de la production mondiale de blé en million de tonnes.

### 3.4.2. Sur le plan national

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière de la production céréalière Algérienne (Djermoun, 2009).

Concernant le blé, il est remarquable qu'il occupe une superficie importante de l'activité agricole. Il occupe les plus grandes superficies céréalières emblavées qui représentent environ 45% de la SAU. Actuellement, selon l'Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires (ONFAA) la superficie moyenne du blé se situe à environ 1664345 ha. Les variations de la pluviométrie contribuent à la différence des rendements d'une année à l'autre ainsi le manque des moyens techniques et la mauvaise gestion d'utilisation des fertilisants.

# Approche Méthodologique

## Chapitre II : Approche Méthodologique

### 1-Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Situation géographique et administrative

La Wilaya de Constantine constitue une unité géographique importante, située à l'est du pays, comprise entre 36°05'25" et 36°37'22" Nord et entre 06°18'15" et 07°02'40" Est (figure 05). Elle s'étend sur une superficie de 2200 km$^2$ et compte douze communes.

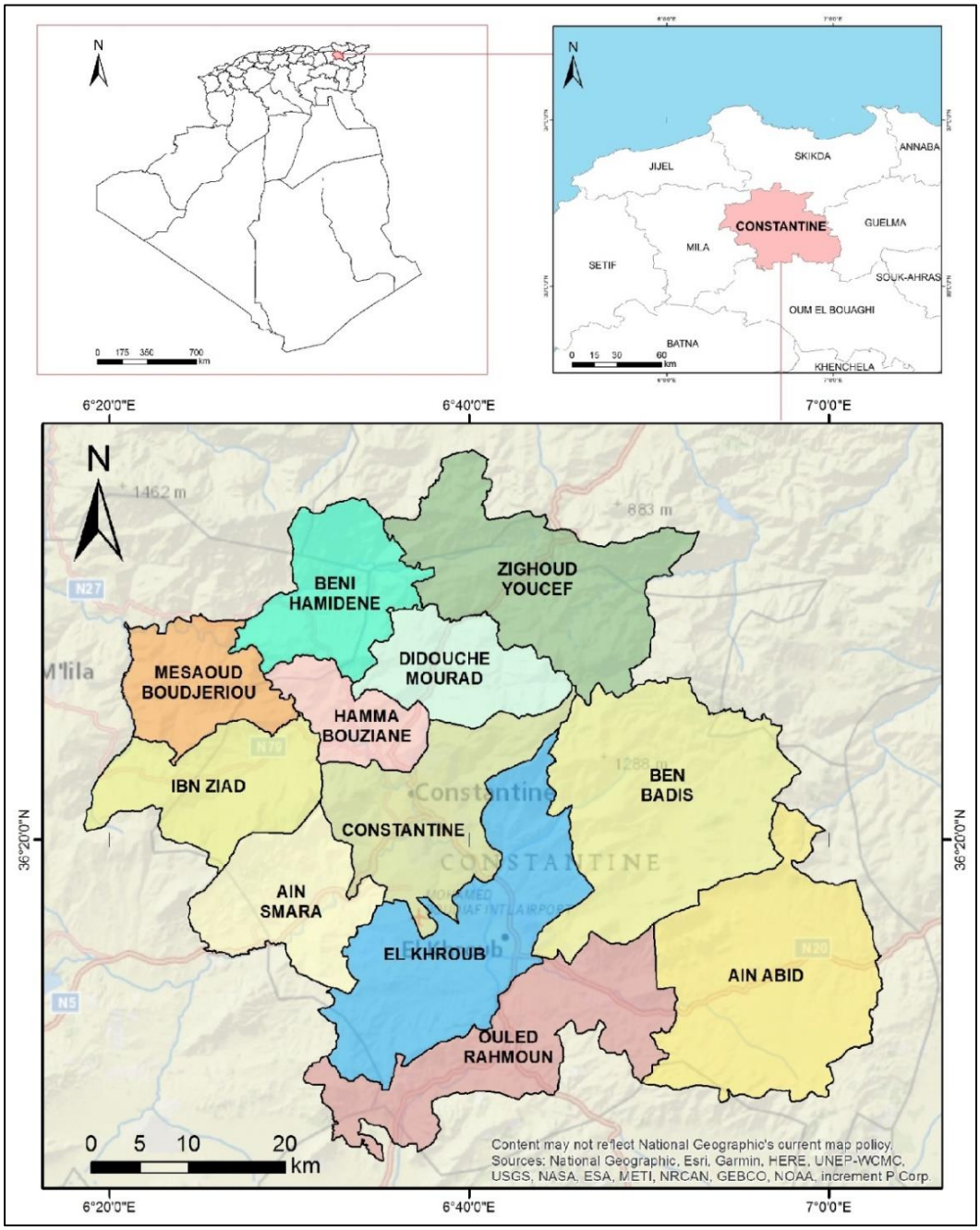



**Figure 05 :** Situation géographique et administrative de la Wilaya de Constantine.

Cette situation géographique privilégiée procure à la ville de Constantine un rôle prépondérant dans les mouvements de populations. Elle est également la métropole de l'Est du pays et la plus grande métropole intérieure du pays, De plus, elle dispose des potentialités naturelles, culturelles, et industrielles importantes.

### 1.2. Topographie

La wilaya de Constantine est caractérisée par une topographie très accidentée, marquée par une juxtaposition de montagnes, de hautes plaines, de dépressions et de ruptures brutales de pentes donnant ainsi un site hétérogène (Boussouf, 2012).

La wilaya est subdivisée en trois zones géographiques:

**- La zone montagneuse** : située au nord de la wilaya qui fait partie de l'Atlas tellien. Elle est dominée par le mont de Chettabah et le massif de Djebel Ouahch, et le mont Sidi Driss à l'extrême nord de la wilaya (1364 m).

**- Les bassins intérieurs** : constitués d'une série de dépressions qui s'étend de Ferdjioua (wilaya de Mila) à Zighoud Youcef et limitée au sud par les hautes plaines ; cet ensemble est composé de basses collines entrecoupées par les vallées du Rhumel et de Boumerzoug, les cuvettes intérieur sont occupées généralement par la céréaliculture et les terrains de parcours.

**- Les hautes plaines** : situées au sud de la wilaya entre les chaines de l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, dont l'altitude varie entre 750 et 950 mètres, elles s'étendent sur les communes de Aïn Abid et Ouled Rahmoune. Les hautes plaines sont occupées essentiellement par la céréaliculture.

### 1.3. Le climat

La région de Constantine est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale. Ce climat s'identifie par des hivers froids et des étés chauds, dus essentiellement à l'influence de la continentalité.

La moyenne pluviométrique annuelle varie de 400 à 700 mm/an, les précipitations sont très variables en allant du Nord au Sud. La moyenne annuelle des jours pluvieux est de 40 à 60 jours. Elles sont caractérisées par leur répartition irrégulière dans l'espace et dans le temps, souvent elles sont sous forme de grandes averses avec des inondations instantanées.

## 2. Sources des données utilisées

### 2.1. Les images Sentinel-2

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

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

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

| ***ID*** | ***Date de prise de vue*** |
|---|---|
| L1C_T32SKF_A009529_20190102T102505 | 02-01-2019 |
| L1C_T32SKF_A019081_20190216T102131 | 16-02-2019 |
| L1C_T32SKF_A010387_20190303T102242 | 03-03-2019 |
| L1C_T32SKF_A020082_20190427T102320 | 27-04-2019 |
| L1C_T32SKF_A011674_20190601T102031 | 01-06-2019 |
| L1C_T32SKF_A020797_20190616T102649 | 16-06-2019 |
| L1C_T32SKF_A021655_20190815T102026 | 15-08-2019 |

### 2.2. Les images Google Earth

Les images Google Earth apportent des informations spatiale beaucoup plus importante et offre un potentiel d'extraction d'autres types d'information comme les parcellaires et les pistes agricoles, elles peuvent être utilisées pour valider la classification supervisée appliquées aux images satellitaires.

### 2.3. La base de données climatique World*Clim*

Les données climatiques utilisées sont issues de la base de données « World*Clim* » (http://www.worldclim.org/Version2). C'est une base de données climatiques mensuelles, de

pluviométrie, de température maximale et de température minimale, interpolées à une même haute résolution spatiale sur toute l'étendue du globe, contenant les estimations des données passées, courantes et futures. Les données courantes, correspondent à la moyenne sur la période 1970-2000, prise comme période de référence. Elles sont disponibles en libre téléchargement, en deux formats raster (generic grids, Esri grids), à des résolutions spatiales de 1 km.

### 2.4. Les données récoltées auprès des institutions locales

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

## 3. Méthodes de traitement des données

La méthodologie adoptée pour réaliser ce travail repose sur plusieurs étapes (figure 06) :

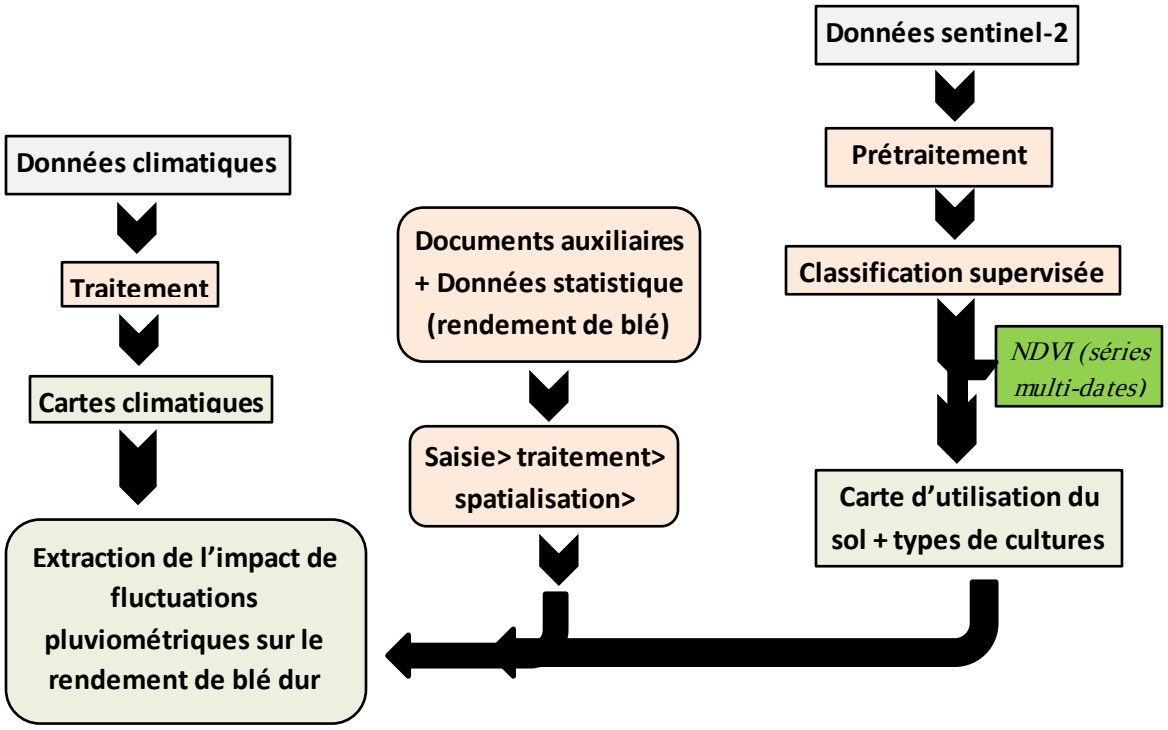



**Figure 06** : Organigramme de l'approche Méthodologique

### 3.1. Prétraitements

Ce sont des opérations de correction, des distorsions géométrique et/ou radiométrique, appliquées aux images pour assurer une bonne qualité du produit en vue de leur utilisation ultérieure.

Les images Sentinel-2 sont ortho-rectifiées, mais des corrections atmosphériques sont effectués à l'aide du logiciel ENVI 5.3 afin de convertir les valeurs numériques de nos images en valeurs de luminance pour ensuite les calibrer en réflectance. Ce qui nous a permet de faire une comparaison multi-dates entre les images.

### 3.2. Classification des images

Avant d'entamer la procédure de la classification, nous avons fait une analyse statistique de séparabilité des différentes parcelles d'entraînement pour l'ensemble des images de chaque scène afin d'identifier les similarités entre les signatures spectrales.

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

Nous avons choisi d'utiliser L'algorithme Maximum Likelihood (Maximum de vraisemblance) pour la classification supervisé des images. Cet algorithme nécessite la sélection de parcelles d'entrainement. Il permet de classer les pixels inconnus en calculant pour chacune des classes la probabilité pour que le pixel tombe dans la classe qui a la plus forte probabilité.

### 3.3. Intégration de l'indice de végétation (NDVI)

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

Donc, **dans un premier temps** nous avons isolé les éléments stables (Bâti, Plans d'eau, et Forêts…) en fonction de leurs seules caractéristiques radiométriques par classification dirigée. **Dans un deuxième temps**, et vue que le comportement spectral évolue de manière spécifique pour chaque type des cultures depuis les semis jusqu'à la récolte, nous avons utilisé une série

chronologique ou bien une série multi-dates de l'(NDVI) pour faire la discrimination entre les différents cultures (figure 7).

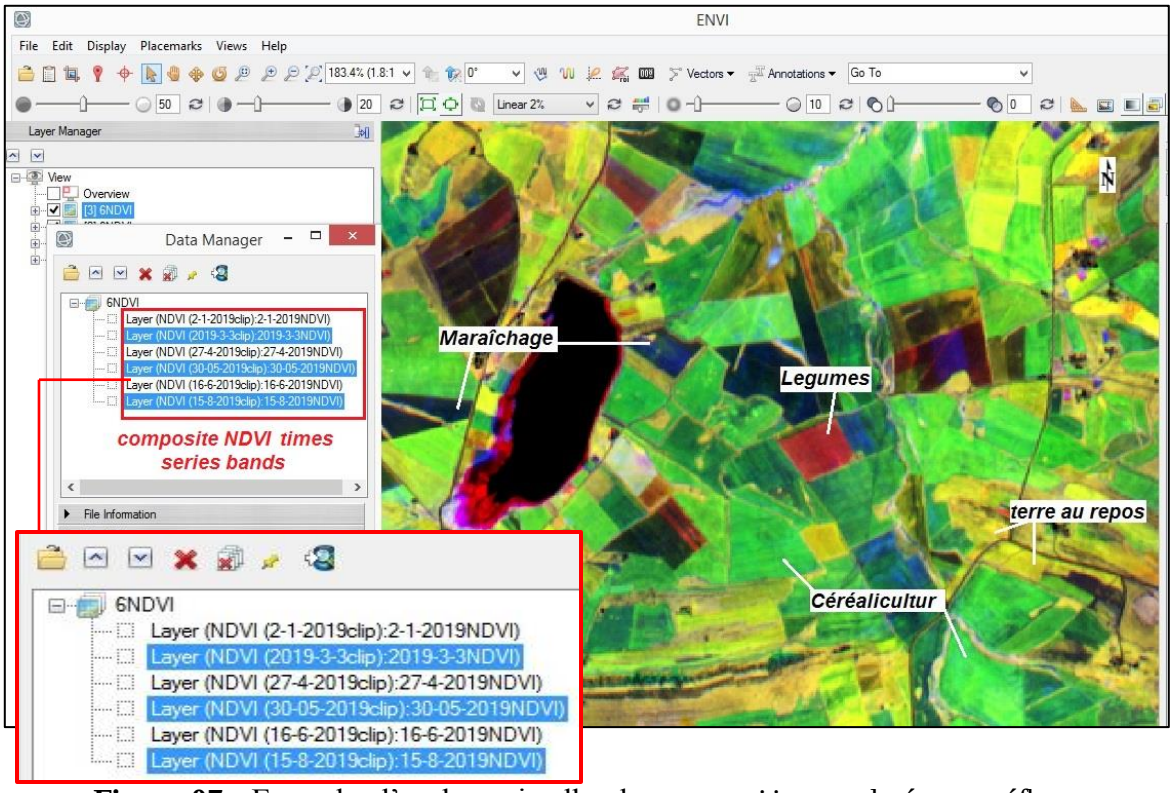



**Figure 07 :** Exemple d'analyse visuelle des compositions colorées en réflectance.

### 3.4. Correction et validation des résultats

Même si la classification est réalisée de façon correcte, cela n'empêche pas d'avoir quelque erreur.

Pour ce faire, nous avons utilisés les images satellites à hautes résolution du logiciel Google Earth, afin d'identifier ces erreurs, corrigé la classification et valider nos résultats.

### 3.5. Relation entre les fluctuations pluviométriques et le rendement de blé dur

Après avoir réalisé les cartes de différentes cultures, nous avons essayé de montrer les fluctuations pluviométriques récentes, et leurs impacts sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine, en se basant sur les données pluviométriques et les données de rendement entre 2000 et 2019.

Mesure de la variabilité de la pluviométrie sur cette période sont réalisée grâce à la moyenne interannuelle. Ce qui permet de faire une évaluation quantitative des précipitations. Elle permet également d'apprécier l'ampleur des déficits et des excédents d'une année quelconque par rapport à la moyenne de la série,

# Chapitre III : Résultats et Discussion

## 1. Calcul de l'NDVI

Après les différentes corrections, on procède au découpage de l'NDVI en utilisant le vecteur qui limite la zone d'étude (Figure 08).

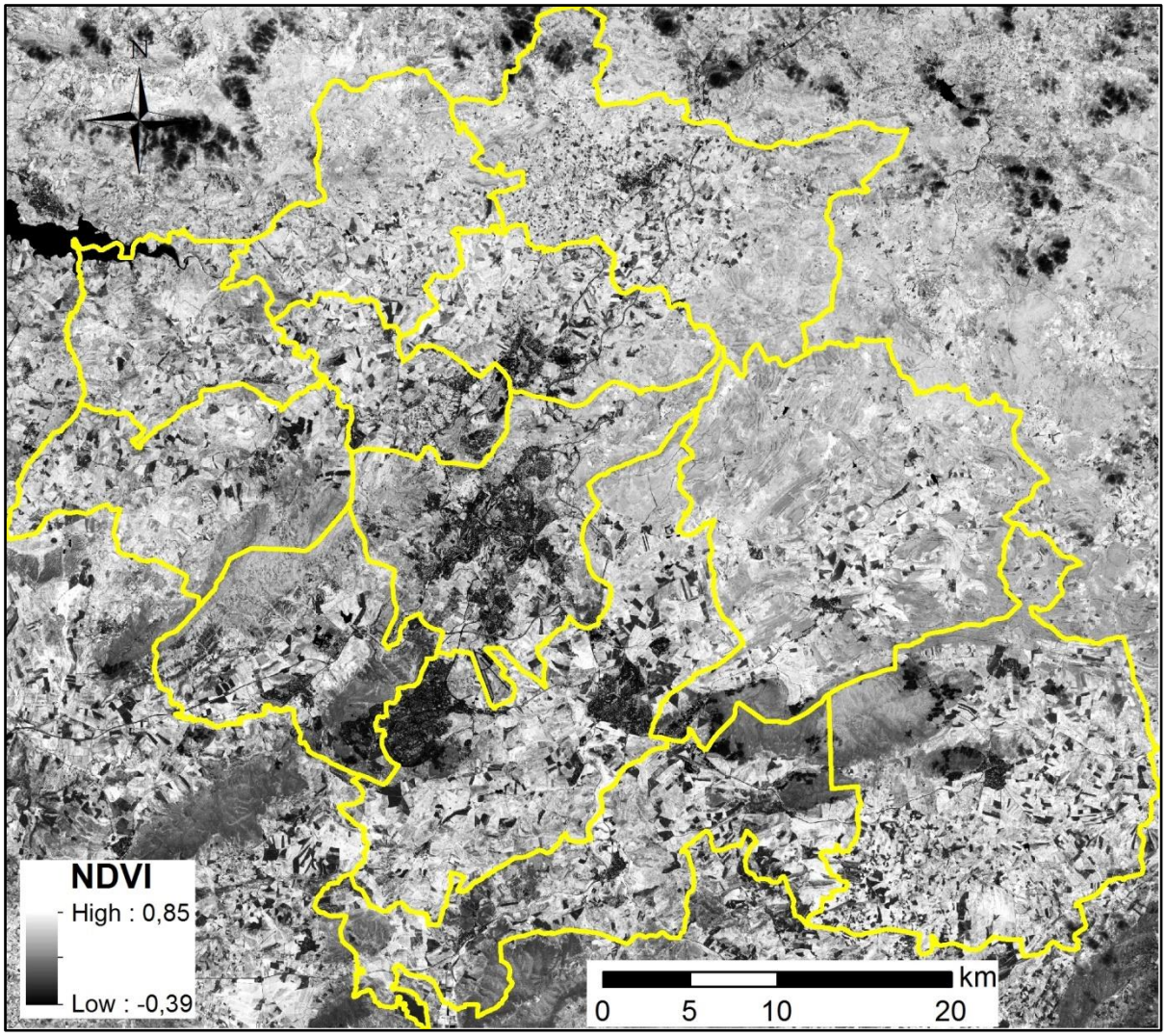



**Figure 08 :** Découpage de l'NDVI par le vecteur de zone d'étude.

Les résultats du calcul de l'indice de végétation NDVI, pour les différentes dates, sont représenté par les figures **09, 10, 11, 12, 13** et **14** . Les nuances de gris ont été changées par des couleurs représentatives.

Les valeurs d'NDVI les plus élevées sont représenté par la couleur verte, alors que la couleur rouge concerne les valeurs les plus faibles. Les valeurs de l'NDVI pour la période étudiée, varient entre **-0,39** et **+0,88**.

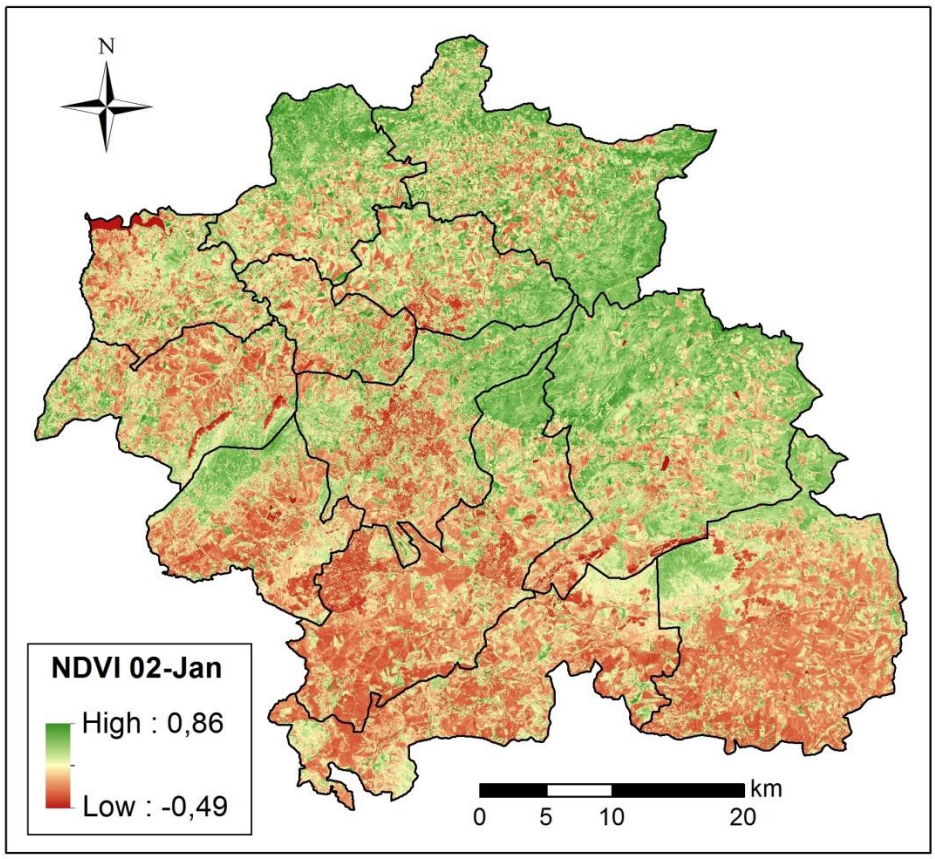



**Figure 09 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***02/01/2019***

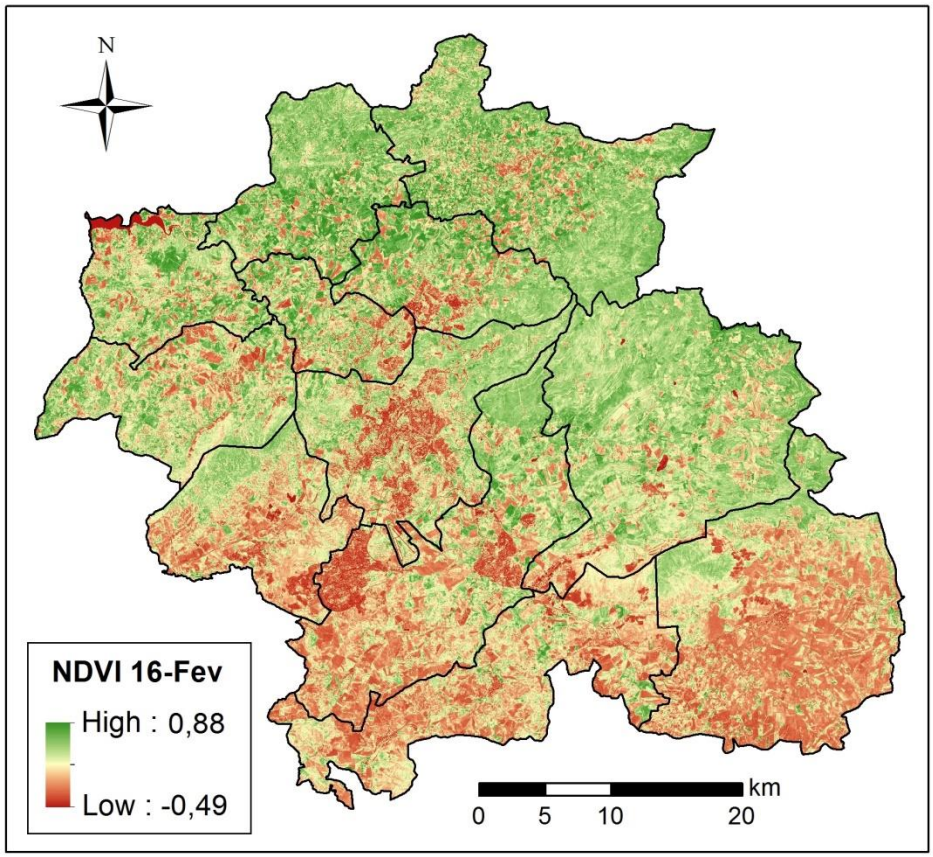



**Figure 10 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***16/02/2019***

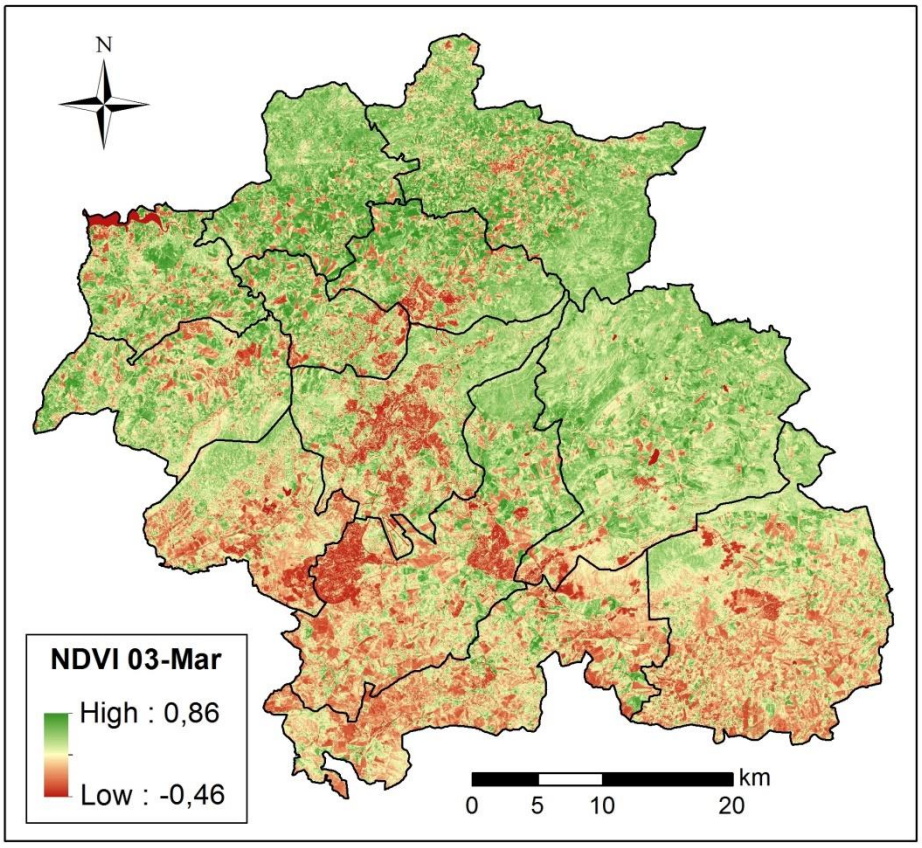



**Figure 11 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***03/03/2019***

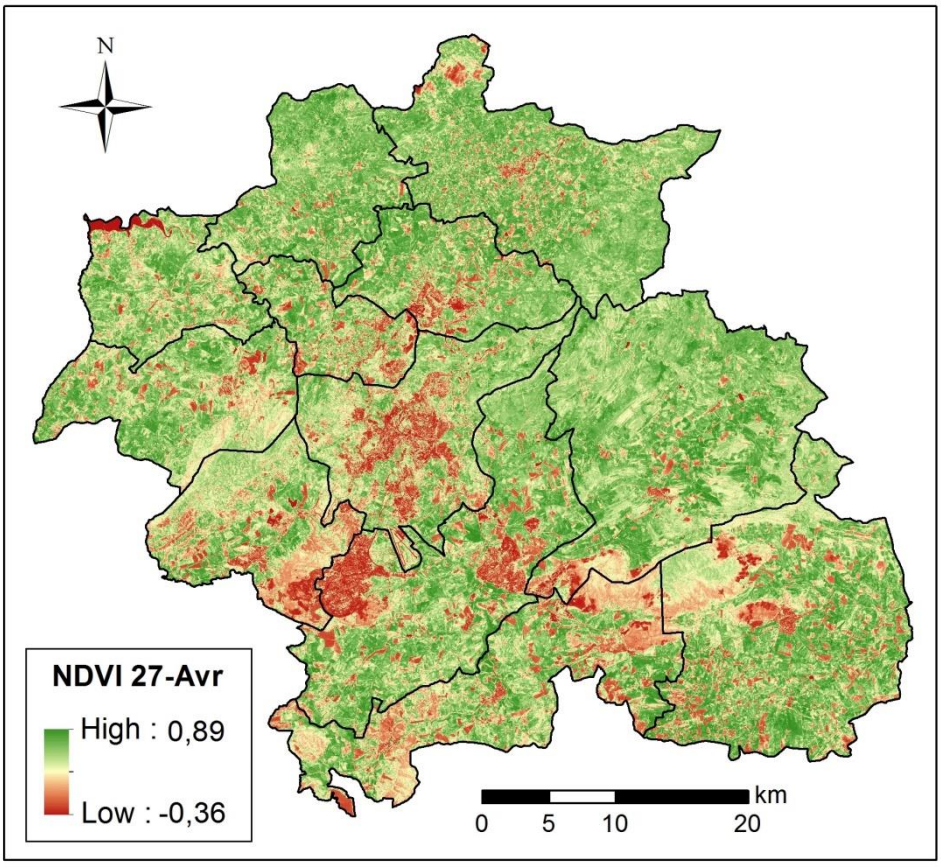



**Figure 12 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***27/04/2019***

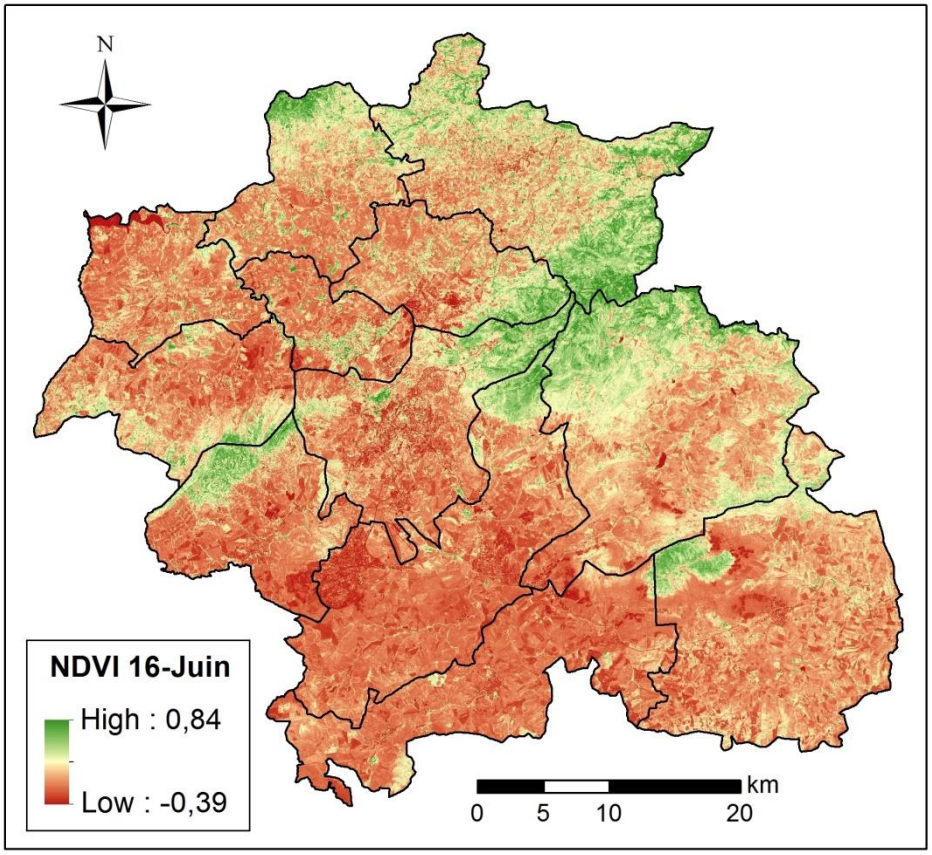



**Figure 13 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***16/06/2019***

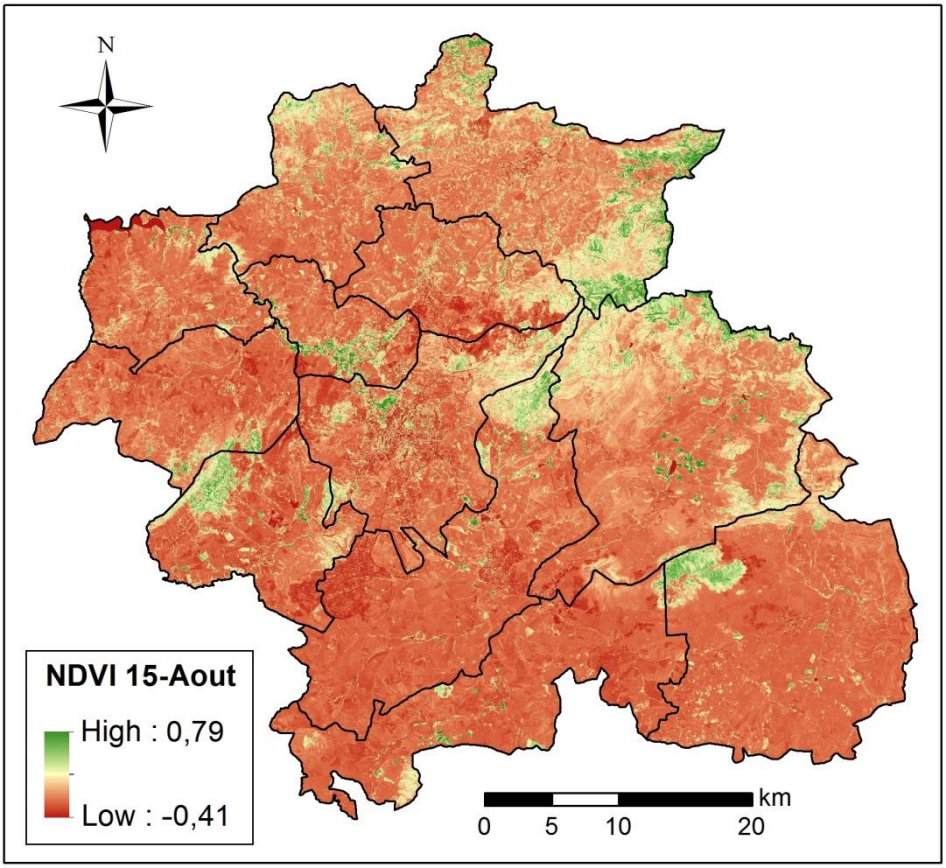



**Figure 14 :** NDVI de l'image Sentinel-2 du ***15/08/2019***

## 2. Répartition des terres dans la wilaya de Constantine

Avant d'entamer la procédure de la classification supervisée, nous avons isolé les éléments stables (Bâti, Plans d'eau, Forêts, affleurement rocheux…) en se basant sur les vecteurs de ces classes, ces dernières ont été réalisé préalablement par (GANA, 2018). Donc, seulement la classe d'agriculture a été utilisée comme masque pour la classification supervisée (Figure 15).

Dans un deuxième temps, la classification a été lancée sur une image dont les bandes sont les six (06) dates de la série chronologique de l'(NDVI), afin de caractériser l'évolution des principales cultures: 02/01/2019 ,16/02/2019, 03/03/2019, 27/04/2019, 16/06/2019, et 15/08/2019 (Figure 13).

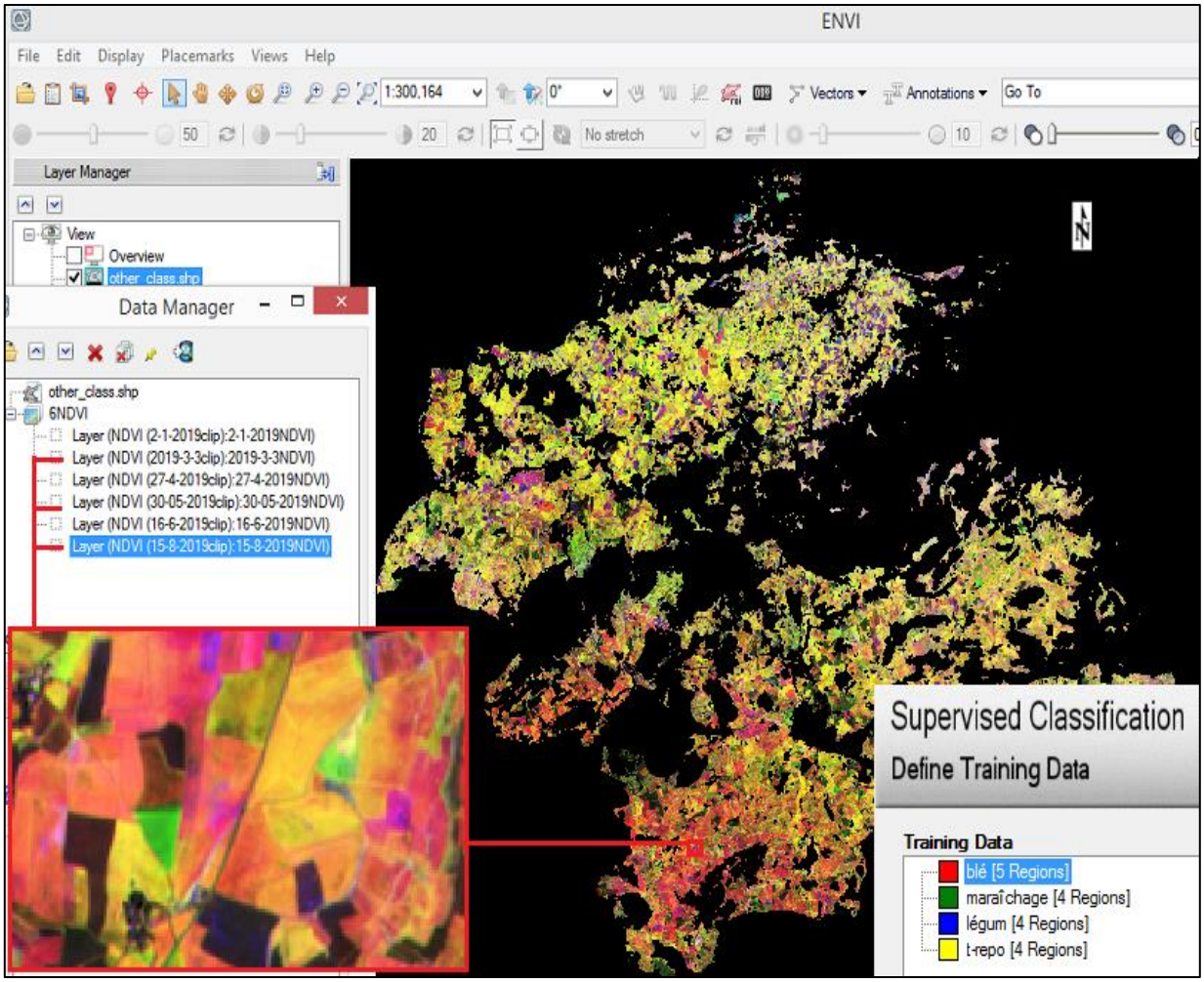



**Figure 15 :** L'identification des zones d'entrainements pour les principaux types de cultures

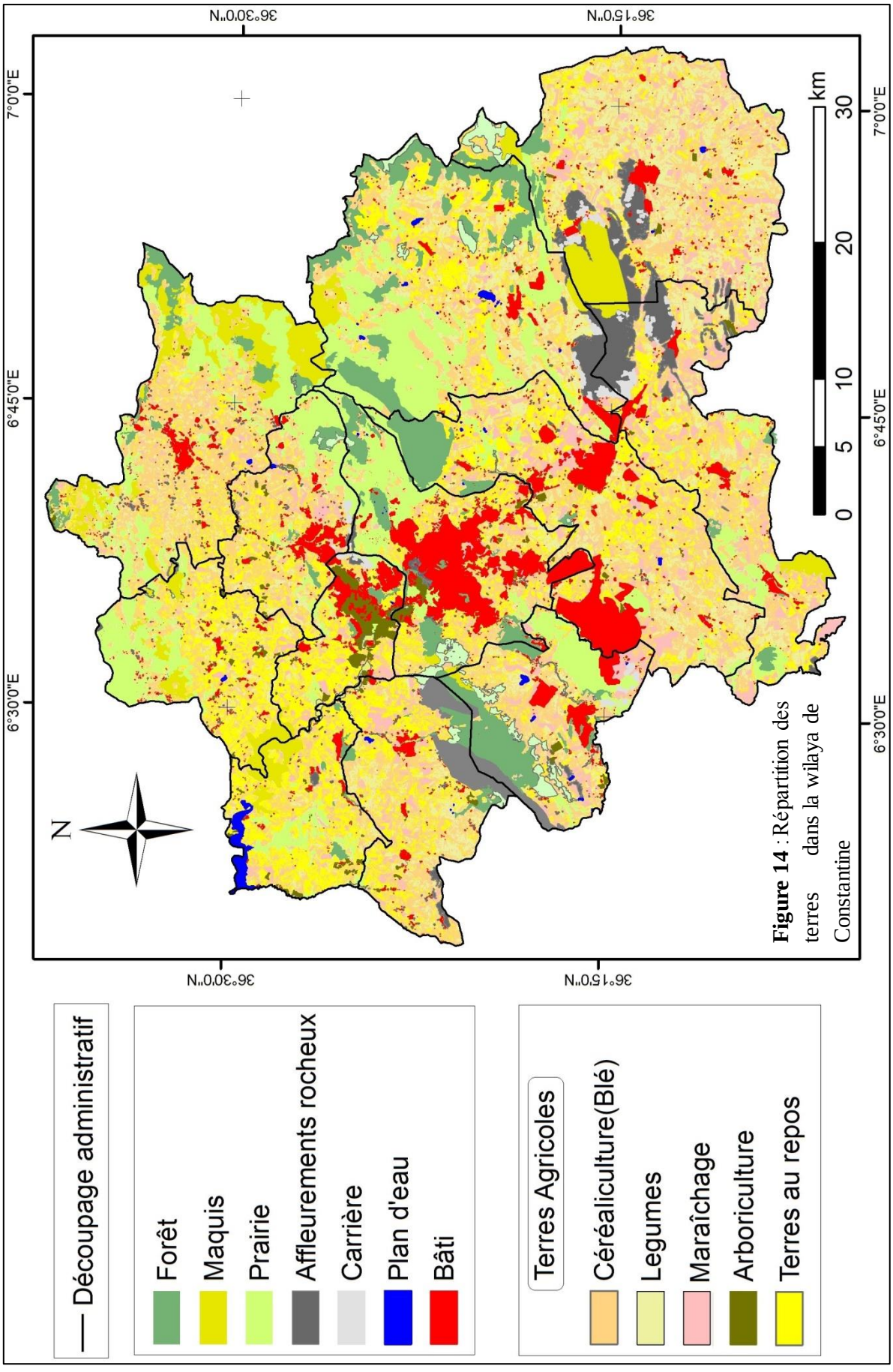



**Figure 14** : Répartition des terres dans la wilaya de Constantine

La répartition générale des terres dans la wilaya de Constantine se caractérise par l'importance de la surface agricole utile (**SAU**) qui représente une superficie totale de 141828 ha, soit 64.85% de la surface totale de la wilaya (tableau 03)

**Tableau 03 :** Répartition générale des terres en hectares (ha)

| Occupations | | Surface (ha) | Surface (%) |
|---|---|---|---|
| **S.A.U.** | Blé | 65264 | 29,84 |
| | Maraichage | 9229 | 4,22 |
| | Légumes | 3718 | 1,70 |
| | Terres au repos | 23124 | 10,57 |
| | Arboriculture | 2089 | 0,96 |
| | Autres | 38404 | 17,56 |
| Prairie | | 26997 | 12,34 |
| Forêts | | 24354 | 11,14 |
| Maquis | | 4578 | 2,09 |
| affleurement rocheux | | 5872 | 2,68 |
| Carrière | | 1102 | 0,50 |
| Plan d'eau | | 584 | 0,27 |
| Terrains Urbains | | 13385 | 6,12 |
| **Surface totale** | | 218700 | 100 |

Le blé occupe 46% de la SAU avec environ 65264 ha, ce qui confirme la vocation céréalière de la wilaya (Figure 17), alors que les maraichages, légumes et l'arboriculture occupent des surfaces très réduites : 4.22%, 1.7%, et 0,96% respectivement (Figure 17).

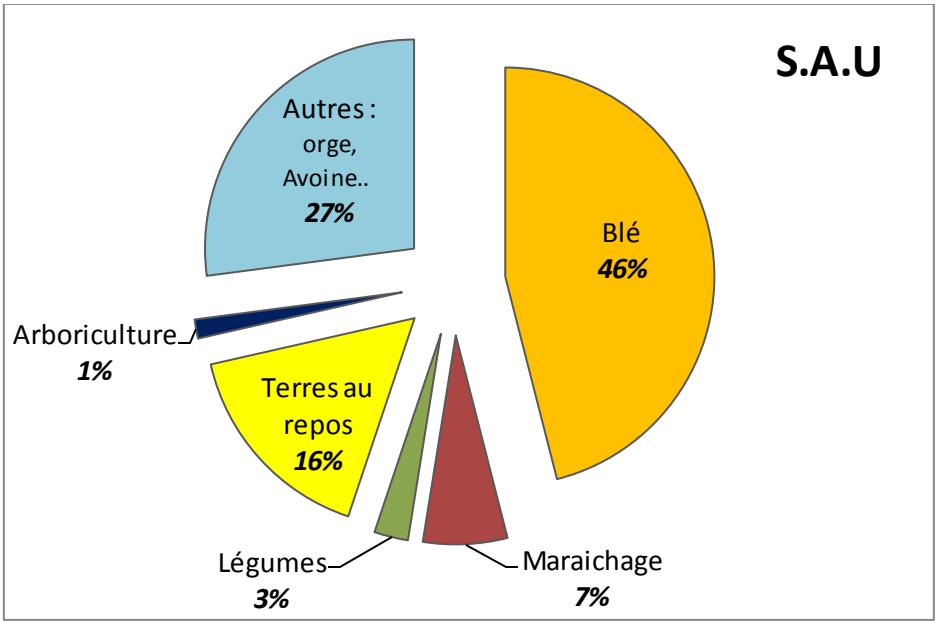



**Figure 17** : Répartition de la SAU en (%)

## 3. L'impact des variations pluviométriques sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine

### 3.1. La distribution spatiale de précipitation

Les facteurs climatiques ont un impact direct et important sur la production agricole. La carte de précipitation a été réalisée de façon à disposer, avec les types des cultures, des indicateurs synthétiques qui permettant de caractériser les variabilités climatiques de la wilaya.

Apres le téléchargement des images World*Clim*, il est nécessaire de faire la projection dans le système de coordonnées UTM WGS 84 zone 32 Nord, et on procède au découpage du raster en utilisant le vecteur qui limite la zone d'étude.

La carte pluviométrique (Figure 18) montre globalement une répartition décroissante des précipitations du Nord vers le Sud, et d'Est vers l'Ouest. En effet la précipitation varie entre 300 mm et 950 mm/an.

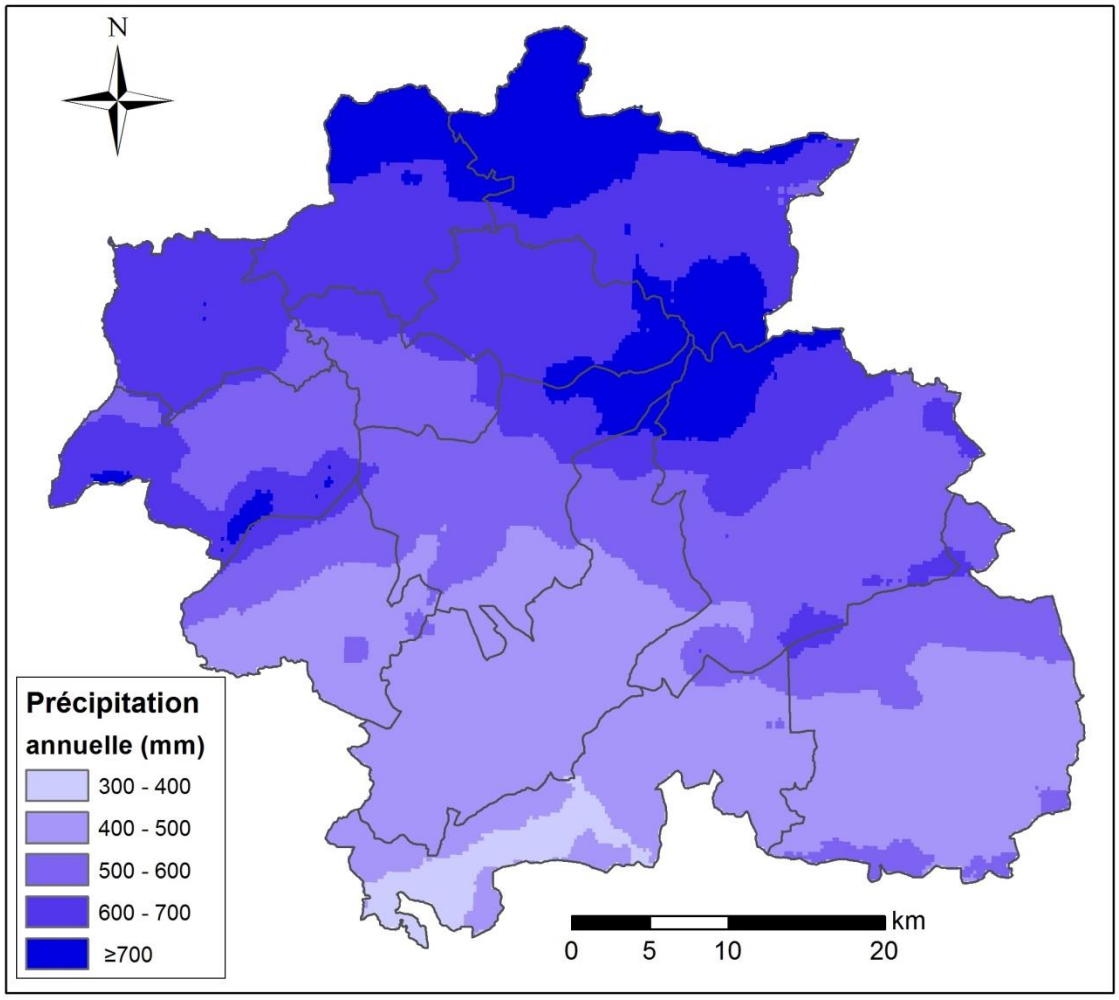



**Figure 18 :** Précipitations annuelles de la Wilaya de Constantine (1970 – 2000)

### 3.2. Variations interannuelles des précipitations

Après avoir réalisé les cartes de différents aspects physiques, cette deuxième partie a pour objectif de montrer les fluctuations pluviométriques récentes, et leurs impacts sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine, en se basant sur les données pluviométriques et les données de rendement entre 2000 et 2019.

La mesure de la variabilité de la pluviométrie sur une période donnée peut être réalisée grâce à la moyenne interannuelle. Ce qui permet de faire une évaluation quantitative des précipitations.

La pluviométrie annuelle est inférieure à la moyenne interannuelle dans le cas des précipitations déficitaires et supérieure à cette moyenne pour des pluies annuelles excédentaires.

**Tableau 04** : Variation interannuelle de la pluviométrie dans la wilaya de Constantine entre 2000 – 2019

| Années | Cumul pluviométrie annuelle | Écart à la Moyenne (mm) | Écart à la Moyenne (%) |
|---|---|---|---|
| **2000** | 524,6 | 46,47 | 9,72 |
| **2001** | 637,3 | 159,17 | 33,29 |
| **2002** | 473 | -5,12 | -1,07 |
| **2003** | 713 | 234,87 | 49,12 |
| **2004** | 672 | 193,87 | 40,55 |
| **2005** | 312 | -166,12 | -34,75 |
| **2006** | 449 | -29,12 | -6,09 |
| **2007** | 479 | 0,87 | 0,18 |
| **2008** | 343 | -135,12 | -28,26 |
| **2009** | 623 | 144,87 | 30,30 |
| **2010** | 476 | -2,12 | -0,44 |
| **2011** | 551 | 72,87 | 15,24 |
| **2012** | 365 | -113,12 | -23,66 |
| **2013** | 206 | -272,12 | -56,92 |
| **2014** | 409 | -69,12 | -14,46 |
| **2015** | 585 | 106,87 | 22,35 |
| **2016** | 288 | -190,12 | -39,76 |
| **2017** | 296 | -182,12 | -38,09 |
| **2018** | 446 | -32,12 | -6,72 |
| **2019** | 714,6 | 236,47 | 49,46 |

**Moyenne = 478,13**

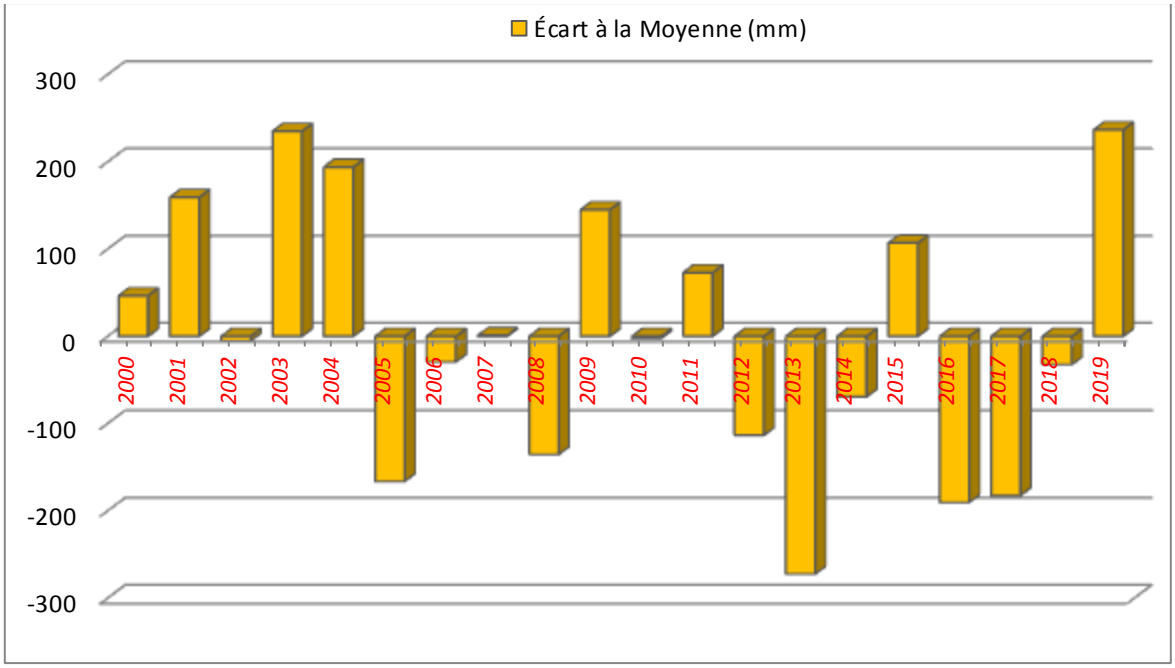



**Figure 19** : Variation interannuelle de la pluviométrie dans la wilaya de Constantine entre (2000-2019)

Sur les 20 années d'analyses de la pluviométrie, 11 sont inférieures à la moyenne interannuelle et 09 sont supérieures à celle-ci (figure 19). Cette moyenne interannuelle s'élève à 478,13 mm. Le minimum pluviométrique est intervenu en 2013 (206 mm) où le déficit était de -272,12 mm, (soit-56,92%). Le maximum, est survenu en 2019 avec un excédent de +236,47 mm (soit 49,46%) par rapport à la moyenne interannuelle.

### 3.3. Evolution de la production du blé dur

Les superficies consacrées au blé dur dans la wilaya de Constantine ont augmenté de près de 275 % entre 2000 et 2019 (de 18.400 ha en 2000 à 50.550 ha en 2019) (figure 20). L'analyse de la production du blé dur fait apparaître une importante variation d'une année à l'autre. La production est généralement supérieure de 01 millions de quintaux depuis le début des années 2012, contre seulement 104.950 qx au début des années 2000 (tableau 05).

Le rendement le plus faible est toujours enregistré durant l'année (2002), qui est de 8.93 qx/ha. Alors que le meilleur rendement est obtenu en 2018 avec plus de 35 qx/ha (figure 21).

**Tableau 05** : Evolution de la production du blé dur dans la wilaya de Constantine

| Années | Superficie (ha) | production(Qx) | Rendement (Qx/Ha) |
|---|---|---|---|
| **2000** | 18400 | 222300 | **12,08** |
| **2001** | 19680 | 260800 | **13,25** |
| **2002** | 11746 | 104950 | **8,93** |
| **2003** | 17368 | 306750 | **17,66** |
| **2004** | 17398 | 290330 | **16,69** |
| **2005** | 27470 | 368400 | **13,41** |
| **2006** | 30955 | 521950 | **16,86** |
| **2007** | 29235 | 627040 | **21,45** |
| **2008** | 30520 | 624550 | **20,46** |
| **2009** | 32200 | 700157 | **21,74** |
| **2010** | 39539 | 882540 | **22,32** |
| **2011** | 41342 | 935150 | **22,62** |
| **2012** | 42964 | 1028692 | **23,94** |
| **2013** | 43832 | 1043700 | **23,81** |
| **2014** | 44903 | 1083100 | **24,12** |
| **2015** | 46490 | 824179 | **17,73** |
| **2016** | 46290 | 1207325 | **26,08** |
| **2017** | 50550 | 763977,73 | **15,11** |
| **2018** | 53897,4 | 1907807,6 | **35,40** |
| **2019** | 60234,9 | 1780624 | **29,56** |

**Source :** Chambre d'agriculture de la wilaya de Constantine : 2019

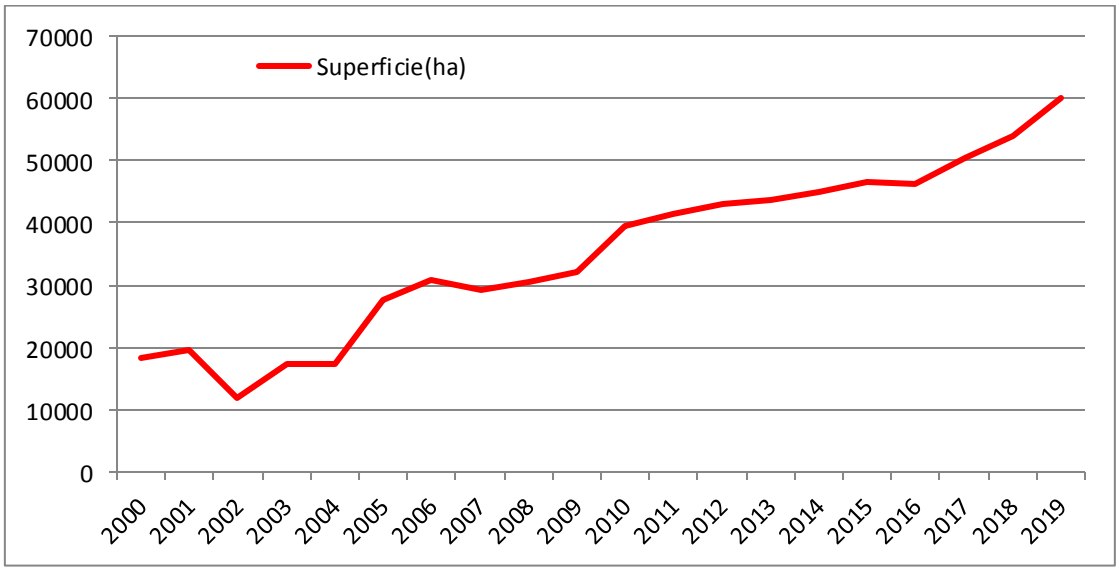



**Figure 20 :** Evolution des surfaces consacrées au blé dur dans wilaya de Constantine entre (2000-2019)

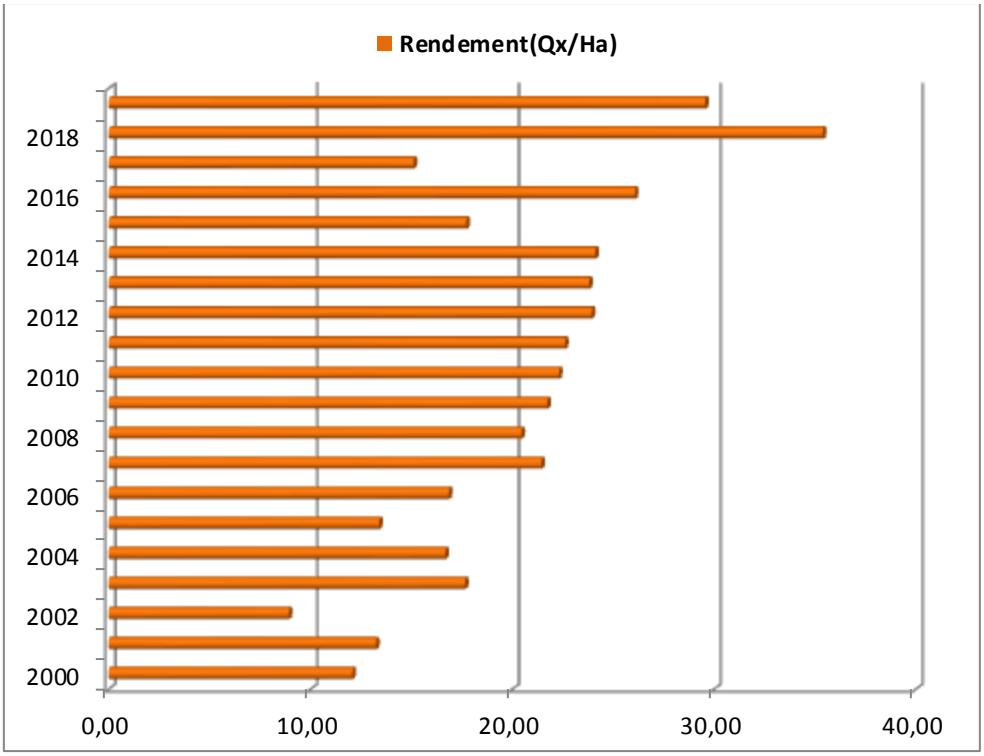



**Figure 21 :** fluctuations du rendement de blé dur dans wilaya de Constantine entre (2000-2019)

### 3.4. L'impact des fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé dur

La (figure 22) nous apporte l'impact des variations pluviométriques sur la production du blé dur dans la wilaya de Constantine. On remarque que les rendements varient avec les variations des précipitations entre 2000 et 2008 ou les valeurs des rendements les plus élevées sont enregistré dans les années les plus pluvieuses.

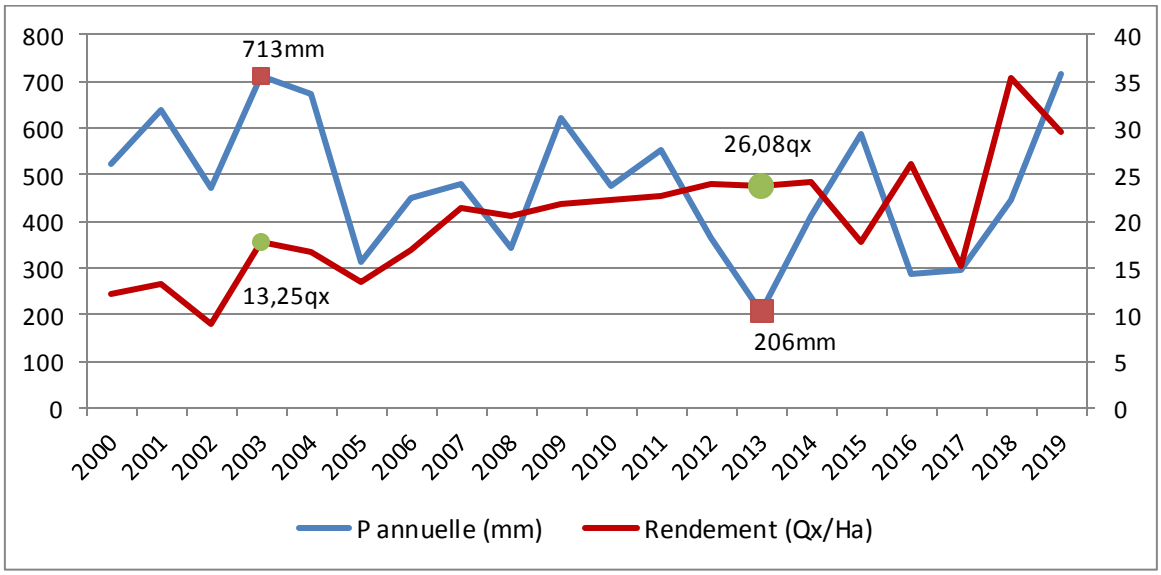



**Figure 22 :** La relation entre les fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé dur dans la wilaya de Constantine.

Le rendement le plus faible apparait en 2002 avec 8,93qx/ha et une pluviométrie de 473 mm. Le rendement moyen est enregistré entre 2008et 2014 avec des valeurs comprises entre 20 et 24 qx/ha et une pluviométrie de 206-623 mm/an. Le meilleur rendement est enregistré en 2018 avec une valeur de 35,4 qx/ha et des précipitations de 446 mm.

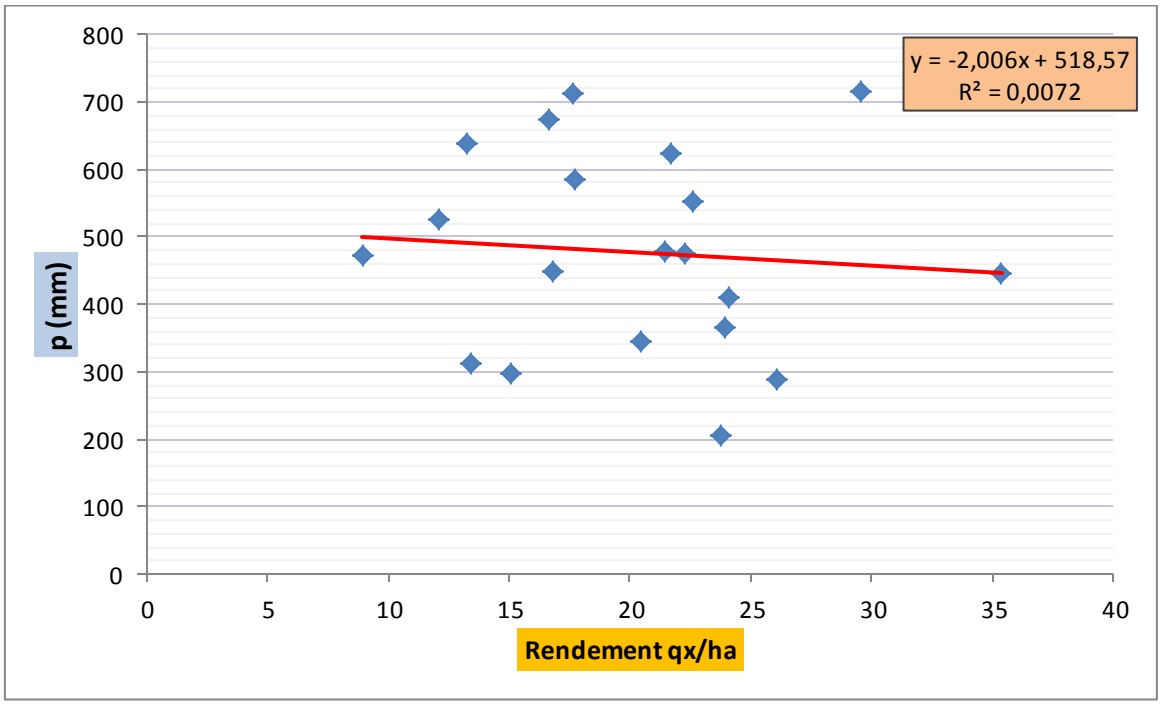



**Figure 23 :** Coefficient de corrélation entre les fluctuations pluviométriques sur le rendement de blé entre 2000 et2019

Pour l'ensemble de la période étudiée, nous avons trouvé que le coefficient de corrélation (r = -0.085) indique un manque de corrélation entre le rendement du blé dur et les variations pluviométriques (figure 23). La wilaya de Constantinien a enregistré au cours de la campagne de récolte (2002-2003) environ **13.25qx/ha** alors que la précipitation annuelle pendant cette année est de *713 mm*, par contre plus de **26qx/ha** a été enregistrée avec une pluviométrie jugés insuffisante (seulement *206 mm*)

## 4. Discutions

La culture de blé dur est présente dans la quasi-totalité des exploitations dans la wilaya de Constantine, et sa production connaît de très fortes variations interannuelles que la plupart des auteurs relient à celles de la pluviométrie.

A partir des résultats obtenus et les différentes analyses réalisées on peut dire que les variations des rendements de blé dur ne sont pas fortement influencées par les fluctuations pluviométriques ,

Selon Messadi, (2009), la pluie est le facteur déterminant des rendements, le blé nécessite entre 400 et 600 mm d'eau de pluie par an, **mais** celle-ci doit être répartie uniformément durant le développement de la céréale. L'eau a une action indirecte sur les rendements du blé mettant les éléments nutritifs à la disposition de la plante. Elle peut constituer un facteur limitant important dès la germination du blé, ce dernier passe par deux périodes critiques principales à l'égard de l'eau : dans les 20 jours qui précédent l'épiaison, et l'autre au moment de la maturation. C'est peut-être ce qui explique, dans notre cas, les mauvais rendements de quelques années malgré des pluies annuelles excédentaires.

Le manque d'eau prolongé, influe directement sur la croissance de la plante mais aussi indirectement en limitant l'absorption de l'azote. Les conséquences sur le rendement peuvent être importantes selon l'intensité du déficit hydrique (Arvalis, 2018).

Ainsi, un déficit hydrique se traduit par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa production par rapport au potentiel du génotype. Un déficit hydrique précoce affecte en parallèle la croissance des racines et des parties aériennes, le développement des feuilles et des organes reproducteurs (Debaeke *et al,* 1996).

En dehors de la variabilité de la pluviométrie, l'appauvrissement des sols constitue aussi une contrainte pour une meilleure productivité de blé dur. Les paysans exercent une forte pression sur les terres alors que les possibilités de maintenir la fertilité des sols sont limitées. Ils cherchent, d'une manière générale, à sauver la terre en cours de dégradation plus qu'à empêcher la terre fertile de se dégrader.

Certaines études soulignent cependant l'influence d'éléments du milieu et de la conduite technique agissant en interaction, comme les dates de semis, le type de sol, les variétés, et la fertilisation azotée comme des facteurs qui ont une influence directe sur le rendement.

# Références Bibliographique

**Abdelbaki A. (2012).** Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la du couvert végétal dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef). Thèse de Magister en biologie. Faculté des Sciences. Université Hassiba Ben Bouali Chlef. Algérie.

**Amphoux, Jaouen G, L'Hopital A, et Pelletier V. ( 2003).** Les impacts du Changement Climatique sur l'agriculture en Europe et aux Etats Unis. Atelier Changement Climatique, ENPC Département VET, Paris p30.

**Arvalis. (2018).**Sécheresse. Les fiches accidents : céréales à paille. http://www.fiches.arvalisinfos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=5&idacc=65

**Bebba S. (2011).**Essai de comportement de deux variété de blé dur (Tritucum durum L.var.Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla.

**Boote K, Jones J, Hoogenboom G, et Pickering N. (1998).** Simulation of crop growth: GROPGRO model. Chapter 18, 651-692pp. In R.M. Peart and R.B. Curry (eds). Agricultural Systems Modeling and Simulation. Marcel Dekker, Inc, New York.

**Caloz R et Puech C. (1996).** Hydrologie et imagerie satellitaire in Précis de télédétection. Volume 2 : Applications thématiques. Presses de l'Université du Québec UREF / AUPELF. 159-196.

**CCT. (2008).** Centre Canadien de Télédétection: Notions Fondamentales de Télédétection. [En ligne] consulté le 23 Décembre 2016, http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_f.php

Daouar A, (2018). Impact des variations climatique sur la production agricole (céréales) dans la région du Haut Cheliff de la région d'Ain Defla.Ecologie et Environnement. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana .Algérie pp 19.

**Debaeke P, Cabelguenne M, Casals M et Puech J. (1996).** Elaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées : Epicphase-blé. Agronomie 1996 ; 16 : 25-46.

**Djermoun A .(2009).** Revue Nature et Technologie. La production céréalière enAlgérie : les principales Caractéristiques, n° 01/Juin 2009. p 47.

**FAO. (2004).** Introduction : le phosphore dans le système sol-plante. In Division de la mise en valeur des terres et des eaux. FAO, Rome, Italie, 7 p.

**Fenni M, Machance Y. (2010).** - changement climatique et agriculture de conservation.p17.

**Gower J, Borstadt G, Gray L, et Edel H. (1988).** The Fluorescence Line Imager : High-Resolution Imaging Spectroscopy Over Water and Land. Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, 273-278 p. France.

**Guyot G. (1984).** Caractérisation spectrale des couverts végétaux dans le visible et le proche infrarouge, application à la télédétection. Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection, n°95, pp 5-14.

**IPCC. (2007).** Climat change 2007. (http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/voir)

**Lakhdari H. (2009).** - Les conséquences du changement climatique sur le Développement de l'agriculture en Algérie : Quelles stratégies d'adaptation face à la rareté de l'eau ?"Cinquième colloque international : Énergie, Changements Climatiques et Développement Durable, Hammamet (Tunisie), 15- 17 Juin, 15 p.

**Messadi. (2009).** Détermination des cultivas de blé tendre adaptés au climat semi-aride méditerranées, l'IHFR Oran 146 P.

**Moule C. (1980).**Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris. 318p.

**Muryel J. (2014).** https://www.lesechos.fr/12/09/2014/LesEchos/21770-121-ECH_cereales---l-ampleur-des-stocks-mondiaux-fait-plonger-les-cours.html(consulté le 17 avril).

**Pettorelli N, Vik J , Mysterud A, Gaillard JM, Tucker C , et Stenseth N . (2005).** Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20 (9), 503-51.

**Ruel T. (1996).** La culture du blé. Collection parcours multimédia. Edition Educ Agri.

**Soltner. (2005).**Les grandes productions végétales céréaliers, plantes sarclé- prairies. 20emeEd, collection sciences techniques agricoles.464p.

**UVED. (2008).** ENVCAL - Suivi de l'environnement par télédétection, Cours en ligne. Université Paris I, Panthéon-Sorbonne.

**Zenasni F et Belhadj F. (2006).** Contribution à l'étude de l'influence de la Salinité des sols et des eaux sur les céréales cas de blé tendre et l'orge dans la pleine de Sidi Bel Abbes ; Mémoire de fin d'étude. Faculté de science. Agronomie (Tlemcen).

***Résumé***

Notre travail a pour objectif de l'analyse de l'impact de la variabilité pluviométrique sur le rendement de blé dur dans la région de Constantine.

Le système d'information géographique (SIG) et la télédétection, ont été utilisés pour cartographier les différents types de culture et d'analyser l'impact du variations pluviométriques sur les rendements de blé dur dans la wilaya .

Après avoir réalisé les cartes de différentes cultures, nous avons essayé de montrer les fluctuations pluviométriques récentes, et leurs impacts sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine, en se basant sur les données pluviométriques et les données de rendement entre 2000 et 2019.

Pour l'ensemble de la période étudiée, nous avons trouvé que le coefficient de corrélation (r = -0.085) indique un manque de corrélation entre le rendement du blé dur et les variations pluviométriques. Cela signifié que les variations des rendements de blé dur ne sont pas fortement influencées par la variabilité interannuelle des pluies.

***Mots-clés:*** variabilité pluviométrique, blé dur, rendement, télédétection, SIG.

***Summary***

Our work aims to analyze the impact of rainfall variability on durum wheat yield in the province of Constantine.

The geographic information system (GIS) and remote sensing were used to map the different types of crops and to analyze the impact of rainfall variations on durum wheat yields in the province.

After making the maps of different crops, we tried to show recent rainfall fluctuations, and their impacts on durum wheat production in Constantine, based on rainfall and yield data between 2000 and 2019.

For the whole period studied, we found that the correlation coefficient (r = -0.085) indicates a lack of correlation between the yield of durum wheat and rainfall variations. This meant that variations in durum wheat yields are not strongly influenced by the interannual variability of rainfall.

***Keywords:*** rainfall variability, durum wheat, yield, remote sensing, GIS.

***ملخص***

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تغيرات هطول الأمطار و آثارها على محصول القمح الصلب في منطقة قسنطينة.

تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد لرسم خرائط لأنواع المحاصيل المختلفة وتحليل تأثير التغيرات في هطول الأمطار على محاصيل القمح الصلب في الولاية.

بعد عمل خرائط المحاصيل المختلفة ، حاولنا إظهار التقلبات الأخيرة في هطول الأمطار وتأثيرها على إنتاج القمح الصلب ، بناءً على بيانات هطول الأمطار وبيانات المردودية بين عامي 2000 و 2019.

خلال فترة الدراسة، وجدنا أن معامل الارتباط ($r = -0.085$) يشير إلى عدم وجود علاقة بين محصول القمح الصلب ومعدل هطول الأمطار سنويا . وهذا يعني أن الاختلافات في محاصيل القمح الصلب لا تتأثر كثيرا بالتغير السنوي لهطول الأمطار.

**الكلمات المفتاحية:** تقلبات هطول الأمطار ، القمح الصلب ، المحصول ، الاستشعار عن بعد ، نظم المعلومات الجغرافية.

Présenté par : MENIKER Dounia
BOUDERSA Khadidja

**Date de soutenance : /09/2020**

# Thème : Contribution cartographique à l'étude de l'effet de variations climatiques sur le rendement de blé dur : cas de la wilaya de Constantine.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Protection des écosystèmes

**Résumé :**
Notre travail a pour objectif de l'analyse de l'impact de la variabilité pluviométrique sur le rendement de blé dur dans la région de Constantine.

Le système d'information géographique (SIG) et la télédétection, ont été utilisés pour cartographier les différents types de culture et d'analyser l'impact du variations pluviométriques sur les rendements de blé dur dans la wilaya .

Après avoir réalisé les cartes de différentes cultures, nous avons essayé de montrer les fluctuations pluviométriques récentes, et leurs impacts sur la production de blé dur dans la wilaya de Constantine, en se basant sur les données pluviométriques et les données de rendement entre 2000 et 2019.

Pour l'ensemble de la période étudiée, nous avons trouvé que le coefficient de corrélation (r = -0.085) indique un manque de corrélation entre le rendement du blé dur et les variations pluviométriques. Cela signifié que les variations des rendements de blé dur ne sont pas fortement influencées par la variabilité interannuelle des pluies.

**Abstract:**
Our work aims to analyze the impact of rainfall variability on durum wheat yield in the province of Constantine.

The geographic information system (GIS) and remote sensing were used to map the different types of crops and to analyze the impact of rainfall variations on durum wheat yields in the province.

After making the maps of different crops, we tried to show recent rainfall fluctuations, and their impacts on durum wheat production in Constantine, based on rainfall and yield data between 2000 and 2019.

For the whole period studied, we found that the correlation coefficient (r = -0.085) indicates a lack of correlation between the yield of durum wheat and rainfall variations. This meant that variations in durum wheat yields are not strongly influenced by the interannual variability of rainfall.

**Mots clés :** variabilité pluviométrique, blé dur, rendement, télédétection, SIG.

**Jury d'évaluation :**

| | |
|---|---|
| **Président du jury : BENDERRADJI Mohamed El Habib.** | **UFM Constantine 1** |
| **Encadreur : GANA Mohamed.** | **UFM Constantine 1** |
| **Examinateur : ALATOU Djamel.** | **UFM Constantine 1** |
| **Examinateur : ARFA Azzedine Mohamed Touffik.** | **UFM Constantine 1** |

***Année universitaire***

***2020 – 2021***