



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم 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 : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement.**

Intitulé :

---

## **Etude diachronique par télédétection de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées dans la wilaya d'El Oued**

---

**Présenté et soutenu par : BENTOUNSI Maya**

**Le : 28/06/2017**

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** ALATOU Djamel (PR - UFM Constantine).

**Rapporteur :** ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MAA- UFM Constantine).

**Examineurs :** BENDERRADJI Mohamed El Habib (PR- UFM Constantine).

*Année universitaire  
2016 - 2017*

# Remerciements

Tout d'abord, tout louange à **ALLAH** qui nous a éclairé le chemin du savoir et notre grand salut sur le premier éducateur notre **prophète Mohamed**.

J'adresse mes vifs remerciements et mes sincères gratitudees à mon encadreur **Mr ARFA Azzedine Mohamed Touffik**, pour ses aides précieuses, ses orientations et ses conseils.

Je remercie chaleureusement **Mr Alatou Djamel**. Qui a accepté de présider le jury.

Je remercie **Mr. BENDERRADJI Mohamed.El.Habib**. Pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens a remercié aussi **Mr Bazri Kamal.El.Dinne**.

Ma gratitude s'adresse également à toute ma famille pour leur aide et soutien

J'associe à ces remerciements mes amis de la promotion :

**Torche K., Benamira F. et Hammada M.** Chacun à sa manière a contribué à la bonne réalisation de ce travail dans une ambiance constructive et chaleureuse.

# *Dédicace*

*Avec l'aide de dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :*

*A mes parents, Les deux êtres les plus chères au monde pour toute leur tendresse et les sacrifices consentis à mon éducation et ma formation et qui n'ont d'égal que le témoignage de la profonde reconnaissance.*

*A mon très cher frère, Mohamed Aymen*

*A La mémoire de mon cher frère Adlene*

*A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines*

*A mes chers amis Fulla, Khaled, Malika, Amira*

*Je dédie également ce travail à tous mes professeurs du cycle primaire, moyen, lycée et universitaire.*

*Mon respect et ma gratitude pour vous.*

*A toutes les personnes que j'aime*

**Bentounsi maya**

# Sommaire

Table des illustrations

Introduction .....	01
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude .....	02
I.1 Situation géographique de la zone d'étude .....	02
I.2. Climat .....	02
I.3. Paysages et reliefs .....	03
I.4. Sol .....	03
I.5. Ressources en eau .....	04
I.5.1. La nappe phréatique .....	04
I.5.2. La nappe du complexe terminal (CT) .....	04
I.5. 3. La nappe du continental intercalaire (albien) (CI) .....	05
I.6. Les systèmes de production .....	05
I.6.1. Les Ghots .....	05
I.6.2. Les spéculations .....	06
Chapitre II : Matériels et méthodes .....	08
II.1. Approche méthodologique .....	08
II.1.1. Acquisition des images satellitaires .....	08
II.1.2. Sélection des dates .....	09
II.1.3. Prétraitements .....	09
II.1.4. Calcule de l'indice de végétation NDVI .....	09
II.1.5. Classification de l'NDVI .....	10
II.1.6. Correction de la classification .....	10
II.1.7. Détection du changement .....	12
II.1.8. Carte de synthèse .....	12
II.2. Matériels utilisés .....	12
II.2.1. Images satellitaires .....	13
II.2.1.1. LANDSAT TM 5 .....	13
II.2.1.2. LANDSAT 8 OLI .....	13
II.2.2. Les logiciels de traitement .....	14
II.2.2.1. ENVI 4.5 .....	14
II.2.2.2. ARCGIS 10.1 .....	14

Chapitre III : Résultats et discussions .....	15
III.1.Résultats .....	15
III.1.1. Acquisition d'images satellitaires et sélection des dates .....	15
III.1.2. Prétraitement .....	15
III.1.3. Calcul de l'NDVI .....	15
III.1.4. Classification supervisée des images de l'NDVI .....	17
III.1.5. Correction de la classification .....	18
III.1.6. Détection de changement .....	20
III.1.7. Estimation du nombre des Ghats et des pivots d'irrigation .....	23
III.2. Discussion .....	24
Conclusion .....	27

Références bibliographiques

Résumé

## Table des illustrations

### Tableaux

Tableau 1 : Données météorologiques de la ville d'El Oued de 1999 à 2008 .....	03
Tableau 2 : Caractéristiques des bandes spectrales de LANDSAT 5 TM .....	13
Tableau 3 : Caractéristiques des bandes spectrales de LANDSAT 8 OLI .....	14
Tableau 4 : Dates et caractéristiques des images LANDSAT choisies .....	15
Tableau 5 : Evolution du nombre des Ghots dans El Oued entre 1984 et 2016 .....	24
Tableau 6 : Evolution des surfaces occupées par les différentes classes de végétation (période 1984-2016) .....	24
Tableau 7 : Variations des surfaces occupées par les classes de végétation (période 1984-2016) .....	24
Tableau 8 : Pourcentages des variations des surfaces occupées par les classes de végétation (période 1984-2016) .....	25

### Cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude .....	02
Carte 2 : NDVI de l'image du 07/06/1984 .....	17
Carte 3 : NDVI de l'image du 10/03/1998 .....	17
Carte 4 : NDVI de l'image du 30/07/2009 .....	17
Carte 5 : NDVI de l'image du 22/11/2016 .....	17
Carte 6 : Classification NDVI (07/06/1984) .....	18
Carte 7 : Classification NDVI (10/03/1998) .....	18
Carte 8 : Classification NDVI (30/07/2009) .....	18
Carte 9 : Classification NDVI (22/11/2016) .....	18
Carte 10 : Correction de la classification (07/06/1984) .....	19
Carte 11 : Correction de la classification (10/03/1998) .....	19
Carte 12 : Correction de la classification (30/07/2009) .....	19
Carte 13 : Correction de la classification (22/11/2016) .....	19
Carte 14 : Détection de changement entre 1984 et 1998 .....	20
Carte 15 : Détection de changement entre 1998 et 2009 .....	21
Carte 16 : Détection de changement entre 2009 et 2016 .....	22
Carte 17 : Détection de changement entre 1984 et 2016 .....	23

## Figures

Figure 1 : Schéma d'un Ghot .....	05
Figure 2 : Etapes d'analyse et de traitements des données satellites .....	08
Figure 3 : Différence entre Ghots et palmeraies (images Google Earth) .....	11
Figure 4 : Différents types de Ghots (images Google Earth) .....	11
Figure 5 : Pivots d'irrigations (images Google Earth) .....	12
Figure 6 : Image prétraitée du 07/06/1984 .....	16
Figure 7 : Image prétraitée du 10/03/1998 .....	16
Figure 8 : Image prétraitée du 30/07/2009 .....	16
Figure 9 : Image prétraitée du 22/11/2016 .....	16

## Photos

Photo 1 : Vue d'un Ghot .....	06
Photo 2 : Vue des palmeraies .....	06
Photo 3 : Cultures de la pomme de terre sous pivots .....	07
Photo 4 : la culture de céréale sous pivots.....	07
Photo 5 : LANDSAT TM 5 .....	13
Photo 6 : LANDSAT 8 OLI .....	13

# ***INTRODUCTION***



## INTRODUCTION

Le Souf est une région naturelle, façonnée par le travail de l'homme. En effet, face à l'hostilité du milieu : sable, vent, sécheresse, fortes chaleurs en été, froid rigoureux en hiver, l'homme par sa persévérance, son travail, son ingéniosité a créé le « Ghot », un espace vivant refuge pour la biodiversité agricole et lieu de développement de tout un savoir faire dans la production des fruits, des légumes, dans la transformation pour l'alimentation humaine et animale.

Développement du bâti, croissance démographique, développement industriel et agricole... ont fait que la demande sur l'eau est très importante. Le recours aux autres nappes plus profondes (nappes du complexe terminal, et du continental intercalaire) pour satisfaire cette demande n'a pas été sans conséquences sur le 'Ghot', compte tenu de leur dénivelée par rapport à la topographie spéciale de la région. Les eaux excédentaires de la ville, de l'industrie et de l'agriculture ont considérablement gonflées la nappe phréatique. De nombreux palmiers ont été détruits, morts par asphyxie, amenant à la disparition de nombreux 'Ghitanes'. Beaucoup d'autres 'Ghitanes' restent menacés.

Face à cette situation, l'agriculteur du 'Ghot' mène une lutte permanente, en ramenant de grandes quantités de sable pour combler les parties inondées et a poursuivre la plantation de nouveaux palmiers, d'arbres fruitiers en agrandissant le 'Ghot'. Il a également introduit de nouvelles cultures, comme la pomme de terre (actuellement quelques 8000 ha de pomme de terre sont cultivés à l'intérieur ou à proximité du 'Ghot'). Il y'a également l'introduction plus intensive des élevages ovins et caprins.

L'étude de la dégradation des Ghots et l'extension des périmètres agricoles dans la wilaya d'El Oued est un sujet qui engendre des questions très pertinentes qui méritent d'être approfondies, parmi lesquelles : Quel est l'impact de l'extension des cultures irriguées sur les Ghots ?

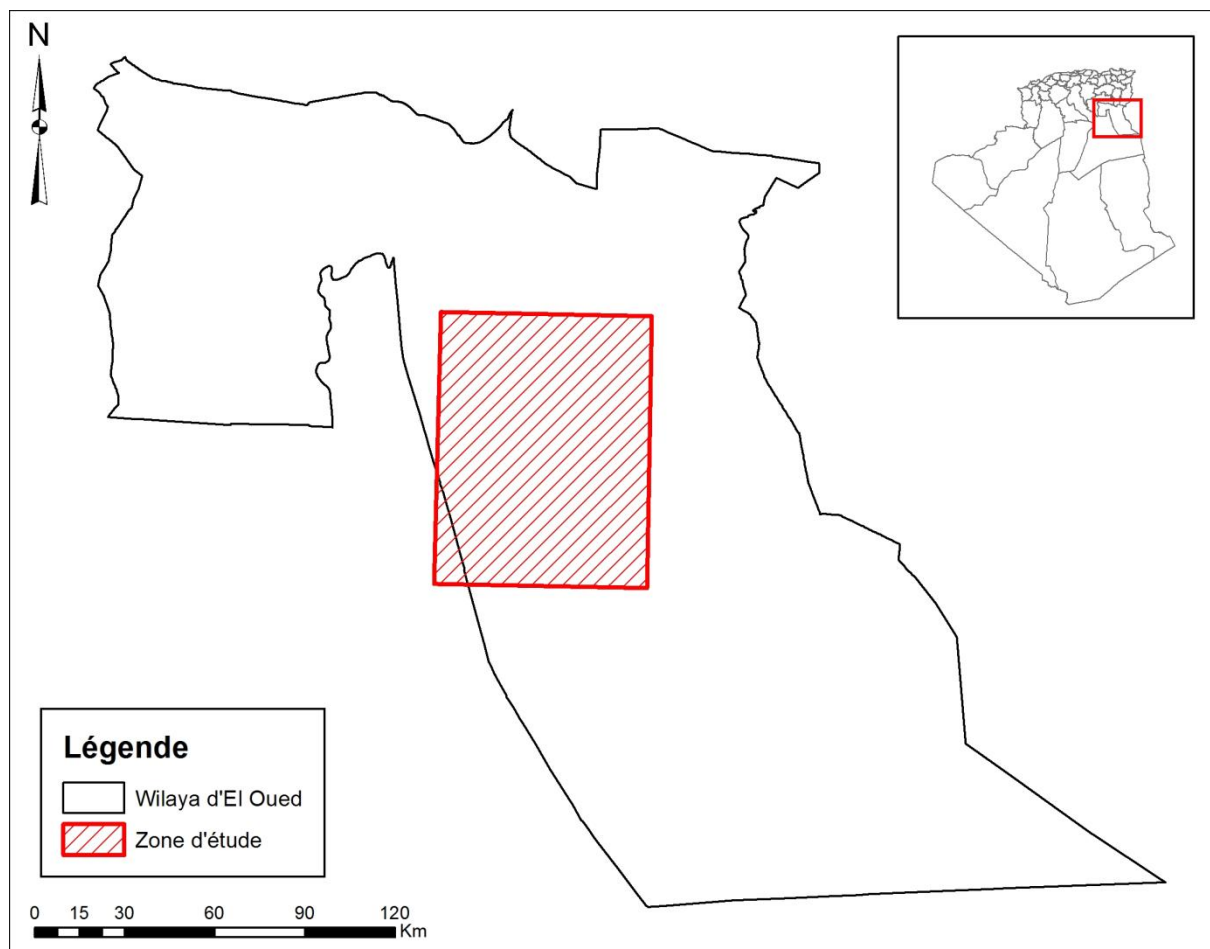
L'objectif de ce travail est l'application des techniques de traitement informatique des données géographiques provenant de la télédétection aérospatiale, pour le suivi spatiotemporel de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées dans la wilaya d'El Oued sur une période de 32 ans (1984-2016). L'approche méthodologique consiste à détecter les changements dans la végétation à partir d'une classification supervisée de l'indice de végétation NDVI des images satellitaires acquises à différentes dates.

***CHAPITRE I :***  
***PRESENTATION DE LA***  
***ZONE D'ETUDE***

## Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

### I.1 Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée au niveau de la wilaya d'El Oued située au Sud-Est de l'Algérie. Elle est comprise entre 32°57'28" et 33°46'28" de latitude Nord et entre 06°27'35" et 07°13'04" de longitude Est et couvre une superficie totale de 6390,84 km<sup>2</sup> (carte 1).



### I.2. Climat

La connaissance des caractéristiques climatiques est fondamentale pour permettre une meilleure évaluation des besoins en eau des différentes cultures et une détermination des facteurs qui ont un effet néfaste sur la production et le rendement (B.N.E.D.E.R., 1992). Le climat de la wilaya d'El Oued est de type saharien, désertique et se caractérise par des variations très importantes des températures et de faibles précipitations. Les données climatiques enregistrées durant 10 ans (1999-2008) sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Données météorologiques de la ville d'El Oued de 1999 à 2008 (O.N.M., 2009).

Mois	Température (°C)	Humidité relative(%)	Insolation (H/mois)	Evaporation (mm/mois)	Pluviosité (mm)	Vitesse de vent (m/s)
Janvier	10.76	64.40	238.90	76.70	12.88	2.64
Février	12.92	53.70	239.10	104.00	1.82	2.58
Mars	17.84	45.10	274.60	162.00	5.06	3.90
Avril	21.56	42.80	278.40	212.00	9.15	4.02
Mai	26.45	39.20	301.10	265.30	1.96	4.09
Juin	31.30	32.70	344.90	288.00	0.62	3.87
Juillet	34.43	30.90	337.00	334.40	0.22	3.59
Août	33.83	34.80	327.60	280.90	2.91	3.08
Septembre	28.67	45.60	263.60	202.30	5.21	3.28
Octobre	25.33	52.30	245.00	155.70	7.01	2.26
Novembre	16.18	59.50	226.10	107.90	7.19	2.10
Décembre	12.65	67.70	204.50	95.80	11.61	2.32

### I.3. Paysages et reliefs

El Oued est la partie Nord orientale du grand Erg, elle englobe l'aire dépressionnaire des grands chotts. La géomorphologie et les paysages permettent de distinguer trois sous régions du nord au sud (Nadjah, 1971).

Au nord des chotts, les vastes piémonts parcourus par les oueds descendants des Aurès, correspondant au sud Némemcha et constituant une zone traditionnelle de parcours pour les Soufis.

Au sud des chotts, on trouve dans les marges de l'Erg des placages de sable dans une grande épaisseur, mais modelés en bras Nord-est/Sud-ouest séparés par des dépressions riches en végétation. Les oasis sont limités par des cordons de dunes, qu'on appelle des sahanes.

En dessous du 33° parallèle Nord, commencent les grandes accumulations sableuses en pyramides, formant de grandes dunes, les Ghroudes. Elles sont moins nombreuses et séparées par de larges sahanes au sud-ouest, dans la zone dite des Loudje, dont la végétation psammophile est abondante et offre de bons pâturages. Au sud-est, dans le Zemoul El Akbar les Ghroudes sont plus resserrées et plus nombreuses et la circulation y devient très difficile (E.N.A.G.E.O, 1993).

### I.4. Sol

Les sols d'El Oued prennent deux aspects, le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses. L'autre aspect est appelé localement « Shounes », où

la surface du sol est parfois caillouteuse avec des croûtes gypseuses entourées par de hautes dunes (Ghroud) qui leur donnent ainsi une forme de cratères (Achour, 1995).

Les résultats de l'étude géophysique de la terre d'El Oued permettent de caractériser quatre couches (E.N.A.G.E.O, 1993) :

- couche superficielle, d'une épaisseur variable, allant de 30 à 50 m, correspondante aux sables dunaires ;
- couche ayant une épaisseur variable allant de 50 à 80 m, correspondante aux sables argileux et aux argiles sableuses ;
- la troisième couche n'existe pas dans toute la région, son épaisseur est plus importante et varie de 5 à 90 m, elle correspond aux argiles sableuses ;
- la quatrième couche correspond au substratum argileux.

## **I.5. Ressources en eau**

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la wilaya d'El Oued, elles sont constituées par plusieurs ensembles aquifères.

### **I.5.1. La nappe phréatique**

Elle est comprise dans les dépôts sableux fins, de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable. Son épaisseur est variable et peut atteindre localement une centaine de mètres. Dans El Oued, cette nappe est exploitée par 1040 puits, équipés de groupes motopompes

### **I.5.2. La nappe du complexe terminal (CT)**

Les formations du complexe terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-pliocène. En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et dolomites du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par des sables, des grès et des graviers du Pontien, et par les sables du Mio-pliocène.

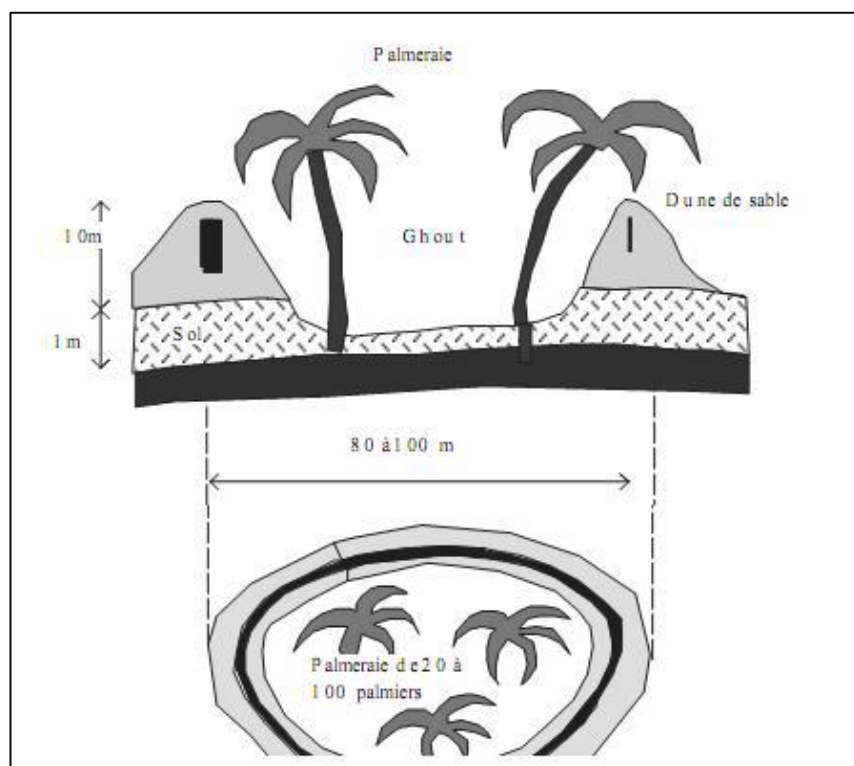
### I.5.3. La nappe du continental intercalaire (albien) (CI)

La formation du continental intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo-argileux du crétacé inférieur. C'est un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 mètres.

## I.6. Les systèmes de production

### I.6.1. Les Ghots

Le Ghot désigne, la cuvette, l'entonnoir, le trou creusé à la main, c'est une technique de culture de palmiers propre à la région du Souf. Les palmiers sont implantés par groupes de 20 à 100 au centre d'une cuvette artificielle d'une profondeur de 10 m et d'un diamètre de 80 à 200 m, et dont le fond est amené à moins de 1 m au-dessus de la nappe phréatique (figure 1).



**Figure 1** : Schéma d'un Ghot (Remini, 2003).

Les oasisiens creusent progressivement dans le sol de la cuvette afin que les palmiers aient constamment leurs racines dans l'eau ; ainsi ils n'ont pas besoin d'irrigation (photo 1).



**Photo 1** : Vue des Ghots.

### **I.6.2. Les spéculations**

L'exploitation à El Oued, et d'une manière générale, repose sur 3 à 4 spéculations : la phoeniculture, la pomme de terre, la céréaliculture, la plasticulture et la plupart du temps un petit élevage, caprin et ovin.

**A) La phoeniculture** : la plupart des unités de production phoenicole, ont une agriculture d'oasis avec l'implantation de puits, et de forages à caractère individuel ou collectif (photo 2). Ces derniers sont appelés à irriguer 2 à 4 ha. Mais les disponibilités en eau et les besoins des cultures ne sont pas du tout en corrélation.



**Photo 2** : Vue des palmeraies.

**B) La pomme de terre** : ce système est associé à une forme de mise en valeur lucrative, que l'on a appelé une culture de rente assez importante. Les agriculteurs s'engagent à procéder à cette culture en s'appuyant sur les aides de l'Etat, à l'exemple des infrastructures de base : l'électrification, routes et forages (photo 3).



**Photo 3** : Cultures de la pomme de terre sous pivots.

**C) La céréaliculture** : ce système est associé au système de la pomme de terre. Il est considéré dans la rubrique "grande culture" malgré les modules de terre attribués à cette culture qui sont moyennement acceptables (4ha à 10ha) et destinés à produire les deux cultures sous pivots (photo 4).



**Photo 4** : la culture de céréale sous pivots

**D) La plasticulture** : actuellement, dans la wilaya d'El Oued, la plasticulture est plus ou moins répandue. L'exploitant s'intéresse à cette spéculation, car elle rapporte une plus-value très importante (5 à 6 millions de centimes pour une superficie de 600 m<sup>2</sup>) à l'exemple du poivron qui rapporte 8 à 9 millions de centimes. Les serres sont placées à même le palmier dattier.



***CHAPITRE II : MATÉRIELS  
ET MÉTHODES***

## Chapitre II : Matériels et méthodes

### II.1. Approche méthodologique

L'étude diachronique de la régression des Ghots et l'extension des périmètres agricoles irrigués, repose sur l'analyse spatiotemporelle et le traitement des images satellitaires par télédétection. Cette dernière comprend plusieurs étapes qui sont récapitulées dans l'organigramme ci-dessous.

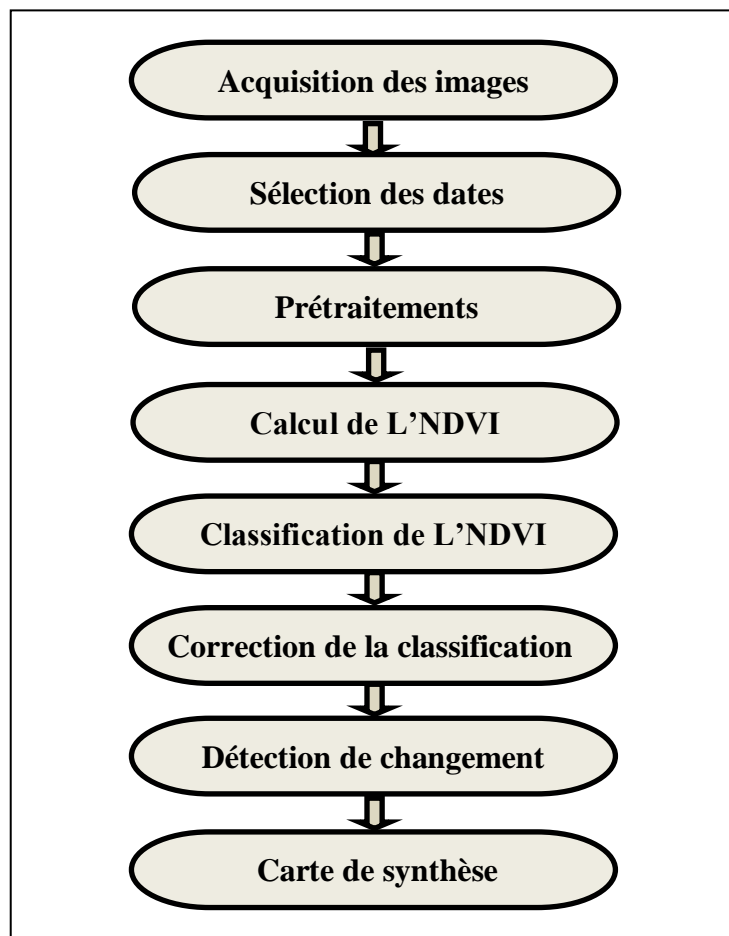


Figure 2 : Etapes d'analyse et de traitements des données satellites.

#### II.1.1. Acquisition des images satellites

Parmi les différents types, de capteur disponible, dans le spectre visible et proche infrarouge, LANDSAT a été choisi pour deux raisons :

- c'est le plus ancien des programmes d'observation de la terre, disposant ainsi d'une importante archive d'images sur une longue période (plus de 30 ans) ;

- les données LANDSAT sont disponible gratuitement sur la plateforme web du USGS « United States Geological Survey » qui est un organisme gouvernemental américain qui se consacre aux sciences de la Terre.

### II.1.2. Sélection des dates

Pour toute étude diachronique il est très important de bien choisir la date de prise de vue, surtout quand il s'agit de culture, car les conditions de terrain varient beaucoup au cours des saisons de l'année. Pour l'étude de l'extension des périmètres agricoles irrigués, nous avons choisis des dates de prises de vue coïncident avec la période de culture de la pomme de terre. Dans le choix des dates, il faut aussi tenir compte du taux de couverture nuageuse et veiller à ce qu'il soit le plus faible possible.

### II.1.3. Prétraitements

Ils permettent de préparer les images pour l'analyse principale et l'extraction de l'information. Les opérations de prétraitement se divisent en une correction géométrique (Ortho-rectification) qui permet la correction des distorsions géométriques de l'image dues aux variations de la géométrie Terre-Capteur, et transformer les données en vraies coordonnées géographiques, et une correction radiométrique qui permet de réduire les bruits d'images dus au capteur ou à l'atmosphère (Nuages, poussière atmosphérique, vent de sable, etc.) (Tir, 2016).

### II.1.4. Calcul de l'indice de végétation NDVI

L'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou indice de végétation par différence normalisée est le plus ancien et le plus utilisé des indices de végétation. Il permet de mesurer l'activité physiologique des plantes chlorophyllienne et la discrimination de la végétation. Il est calculé à partir des bandes spectrales rouges (R) et proches infra rouge (PIR) selon l'équation suivante :  $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$ . Cet indice est sensible à la vigueur et à la densité de la végétation.

Les valeurs NDVI sont comprises entre -1 et +1. Les valeurs négatives correspondent aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, la réflectance étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, l'NDVI présente des valeurs proches de 0.

### **II.1.5. Classification de l'NDVI**

La classification de l'NDVI permet de classer l'image, selon la valeur de l'NDVI en deux classes thématiques distinctes : végétation et hors végétation. Il existe deux méthodes de classification des images : la classification non supervisée et la classification supervisée.

Dans notre étude, nous avons choisi la classification supervisée, qui est basé sur l'identification des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs des deux types de surfaces (végétation et hors végétation). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur la connaissance de la zone d'étude. L'algorithme « maximum de vraisemblance » a été utilisé, afin de déterminer la signature numérique de chacune des classes.

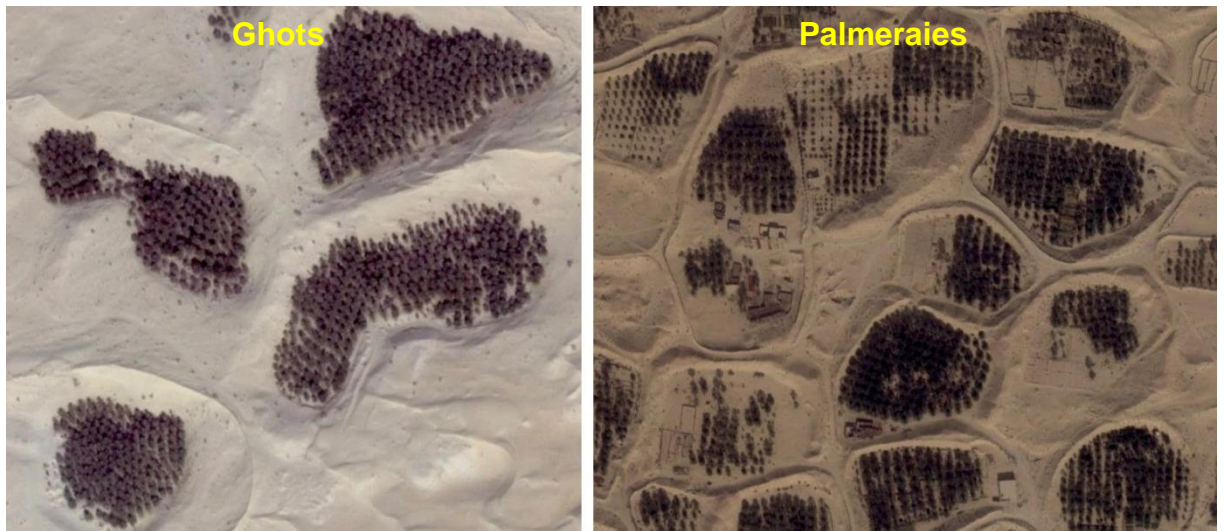
La classification reste l'étape la plus critique et la plus complexe à réaliser, car d'elle dépend la précision des résultats. La plus grande difficulté, consiste à bien choisir les données tests qui sont des échantillons de chaque classe thématique. C'est pour cette raison qu'à chaque étape de classification un aperçu du résultat est analysé, ce qui permet un suivi tout au long du processus de classification.

### **II.1.6. Correction de la classification**

L'objectif de cette étape est de discriminer les différents types de cultures dans la classe thématique « végétation » à savoir : Ghots, palmeraies et cultures irriguées. Pour ce faire, nous avons utilisé les images hautes résolution du satellite QuickBird fournis par le logiciel Google Earth. Ces images, permettent de différencier les types de cultures, grâce à l'interprétation visuelle. Pour distinguer les Ghots des palmeraies, nous avons utilisé plusieurs critères :

- ✓ la forme géométrique ;
- ✓ la profondeur de la cuvette ;
- ✓ la présence ou non de piste ;
- ✓ proximité des pivots d'irrigation et des habitations ;
- ✓ l'alignement des palmiers.

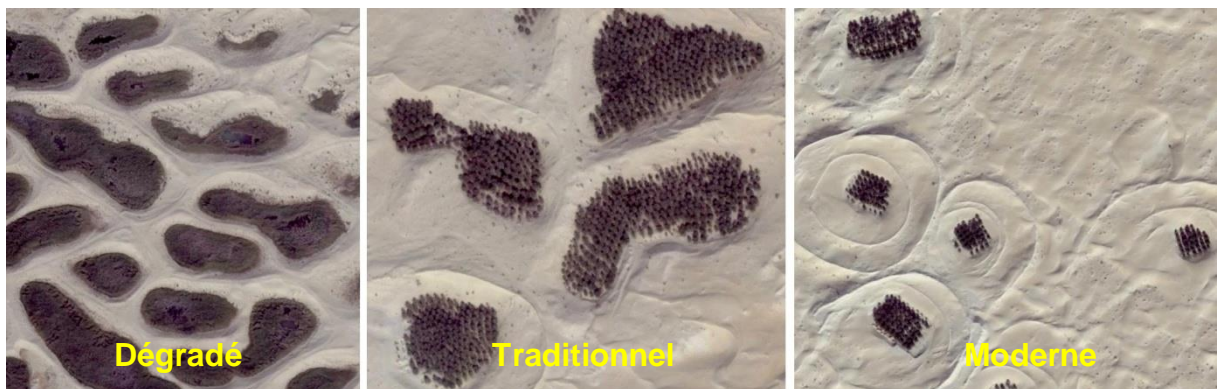
Les Ghots sont généralement profonds, non linéaire et ne disposant pas de réseaux de piste. A l'inverse, les palmeraies qui sont irriguées sont peut profonde, de forme régulière avec des palmiers alignés. De plus elles sont desservies par des pistes et proche des zones d'habitation (figure 3).



**Figure 3** : Différence entre Ghots et palmeraies (images Google Earth).

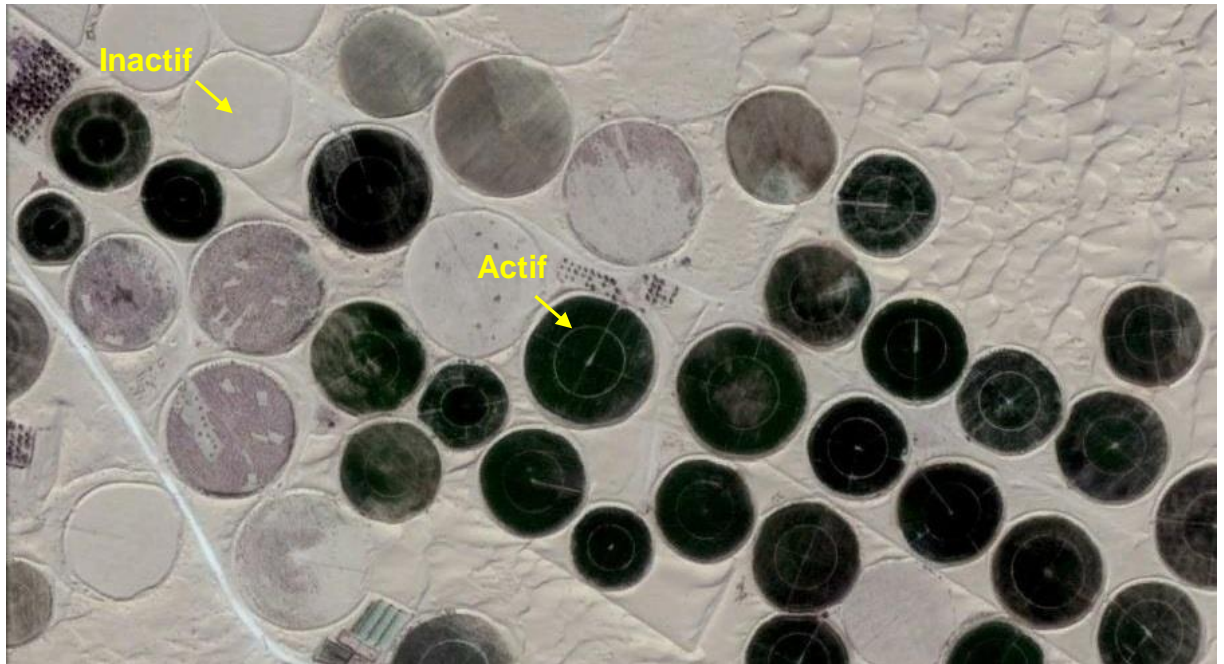
Les images QuickBird, nous ont aussi permis de réaliser un dénombrement des Ghots et des pivots d'irrigation. Pour les Ghots nous avons rencontré trois types (figure 4) :

- les Ghots dégradés ;
- les Ghots traditionnels (creusés à la main et par le vent) ;
- les Ghots modernes (creusé par des outils mécaniques).



**Figure 4** : Différents types de Ghots (images Google Earth).

En ce qui concerne les pivots d'irrigations, nous avons dénombré ceux qui sont actifs (en cours de culture) et ceux qui sont inactifs (pas de culture) (figure 5).



**Figure 5 :** Culture sous pivots d'irrigations (images Google Earth).

### II.1.7. Détection du changement

Après la classification et la correction, on procède à la détection du changement entre les différentes dates sélectionnées. Ce procédé permet de détecter les moindres changements de classe, entre deux images classifiées à des dates différentes. Les images obtenues illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation survenus dans le temps au niveau de la zone d'étude. Ces changements peuvent être une progression, une régression ou une stabilité des Ghots et cultures irriguées.

### II.1.8. Carte de synthèse

Cette phase finale consiste à réaliser des cartes de synthèses des changements de la végétation au cours du temps. Des tableaux viennent compléter les résultats en apportant des précisions sur les superficies de la régression des Ghots et de l'extension des cultures irriguées au niveau d'El Oued.

## II.2. Matériels utilisés

Le matériel utilisé dans cette étude comprend les images satellitaires et les logiciels de télédétection et système d'information géographique.

### II.2.1. Images satellitaires

L'image satellitaire est un document contenant diverses informations relatives à des objets tels que le sol et la végétation, dans ce sens le traitement effectué est telle que l'information propre à l'occupation des sols et à la végétation puisse être mise en évidence. Dans notre cas, nous avons utilisé les images issues de deux types de capteurs LANDSAT :

- LANDSAT TM 5 (Thematic Mapper) (photo 5).
- LANDSAT 8 OLI (Operational Land Imager) (photo 6).



**Photo 5** : LANDSAT TM 5.



**Photo 6** : LANDSAT 8 OLI

#### II.2.1.1. LANDSAT TM 5

L'image est constituée de sept bandes spectrales avec une résolution spatiale de 30 mètre pour les bandes 1 à 5 et 7 (tableau 2).

**Tableau 2** : Caractéristiques des bandes spectrales de LANDSAT 5 TM.

Bandes	Domaine Spectral ( $\mu\text{m}$ )	Résolution	Application
TM1	0,45 - 0,52 (bleu)	30 m	Différenciation sol/végétaux zones côtières
TM2	0,52 - 0,60 (vert)	30 m	Végétation
TM3	0,63 - 0,69 (rouge)	30 m	Différenciation des espèces végétales
TM4	0,76 - 0,90 (proche IR)	30 m	Biomasse
TM5	1,55 - 1,75	30 m	Différenciation neige/nuage
TM6	10,4 - 12,5	120 m	Thermique
TM7	2,08 - 2,35	30 m	Lithologie

#### II.2.1.2. LANDSAT 8 OLI

Il offre une image de neuf bandes spectrales avec une résolution spatiale de 30 mètre pour les bandes de 1 à 7 et 9, la bande 8 (panchromatique) à une résolution spatiale de 15

mètre (tableau 3). Deux nouvelles bandes sont offertes par le capteur OLI, la bande 1 (ultra-bleu) utile pour les études des aérosols et la cartographie côtière. Et la bande 09 utile pour les études des cirrus et des nuages.

**Tableau 3** : Caractéristiques des bandes spectrales de LANDSAT 8 OLI.

<b>Bandes</b>	<b>Domaine Spectral (µm)</b>	<b>Résolution</b>	<b>Application</b>
01	0.433 – 0.453	30 m	Aérosols, zones côtières
02	0,45 - 0,515 (bleu)	30 m	Pigment, Différenciation sol/végétaux, zones côtières
03	0,525 - 0,600 (vert)	30 m	Pigment, zones côtières
04	0,630 - 0,680(rouge)	30 m	Pigment, zones côtières
05	0,845 - 0,885 (proche IR)	30 m	Feuillages, zones côtières
06	1,560 - 1,660	30 m	Feuillages
07	2,100 - 2,300	30 m	Minéral, lithologie
08	0,500 - 0,680	15 m	Panchromatique
09	1,360 – 1,390	30 m	Cirrus et nuages
10	10,6 – 11,2	100 m	Thermique
11	11,5 – 12,5	100 m	Thermique

## **II.2.2. Les logiciels de traitement**

### **II.2.2.1. ENVI 4.5**

ENVI (Environnement For Visualing Images) est un logiciel permettant la lecture et le traitement des images et données numériques et plus précisément les images satellitaires. Celui-ci dispose d'un ensemble d'outils particulièrement avancés, faciles d'utilisation et interactifs : analyse spectrale, correction géométrique et géoréférencement, analyse topographique ...etc. Ce logiciel a la particularité d'être le plus utilisé est recommandé grâce notamment au fait qu'il supporte un grand nombre de formats de fichier, de toutes tailles. Il dispose aussi de son propre format, mais le plus important est que le résultat du travail sous ENVI facilite le travail sous d'autres logiciels de cartographie par la suite.

### **II.2.2.2. ARCGIS 10.1**

ARCGIS reste incontestablement, le logiciel référence en matière de cartographie. En effet, celui-ci permet de travailler aisément, d'effectuer diverses opérations, l'accès à des données externes de divers formats. Il propose une large panoplie de fonctionnalités permettant à l'utilisateur de visualiser, d'éditer et même de comparer des données de cartographie.



***CHAPITRE III : RESULTATS  
ET DISCUSSION***

## Chapitre III : Résultats et discussions

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Acquisition d'images satellitaires et sélection des dates

Entre 1984 et 2016, pour la zone d'étude, 98 images LANDSAT sont disponibles. Parmi ces images seule 14 scènes sont dépourvue de couverture nuageuse. Sur les 14 images restantes, la plus ancienne est datée du 07/06/1984 et la plus récente du 22/11/2016, soit une période de 32 ans. Pour plus de précision dans le suivi de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées, des dates intermédiaires ont été choisies. Selon la disponibilité des scènes, deux dates intermédiaires ont été retenue, le 10/03/1998 et 30/07/2009 (tableau 4).

**Tableau 4** : Dates et caractéristiques des images LANDSAT choisies

Satellite	Date	Nébulosité
LANDSAT TM 5	07/06/1984	0 %
LANDSAT TM 5	10/03/1998	0 %
LANDSAT TM 5	30/07/2009	0 %
LANDSAT 8 OLI	22/11/2016	0 %

#### III.1.2. Prétraitement

Après application de la calibration radiométriques et du masque pour délimiter la zone d'étude, nous avons obtenue les images prétraitées pour chaque date illustrée par les figures 6, 7, 8 et 9.

#### III.1.3. Calcul de l'NDVI

Les résultats du calcul de l'indice de végétation NDVI, des différentes dates, sont représenté par les cartes 2, 3, 4 et 5. Les valeurs d'NDVI les plus élevées sont représentées par des tons foncés, alors que les tons les plus clairs concernent les valeurs les plus faibles. Les valeurs de l'NDVI pour la période 1984-2016 sont comprises entre -0,08 et + 0,88.



**Figure 6 :** Image prétraitée du 07/06/1984



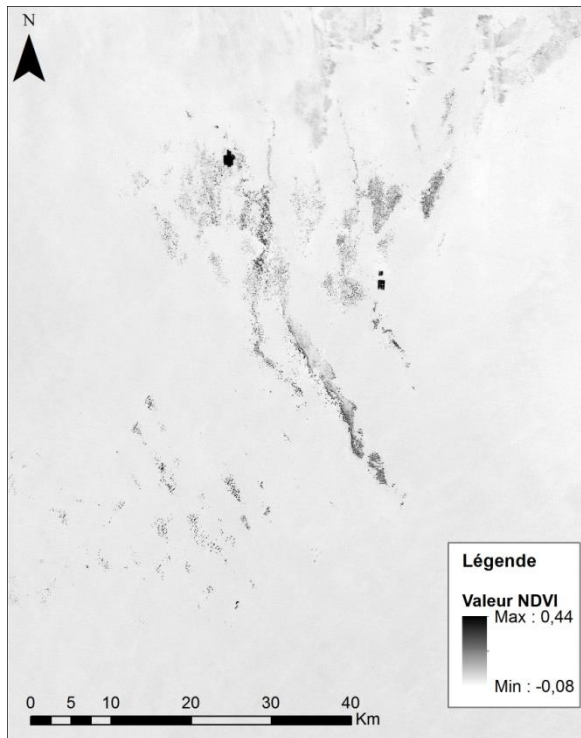
**Figure 7 :** Image prétraitée du 10/03/1998



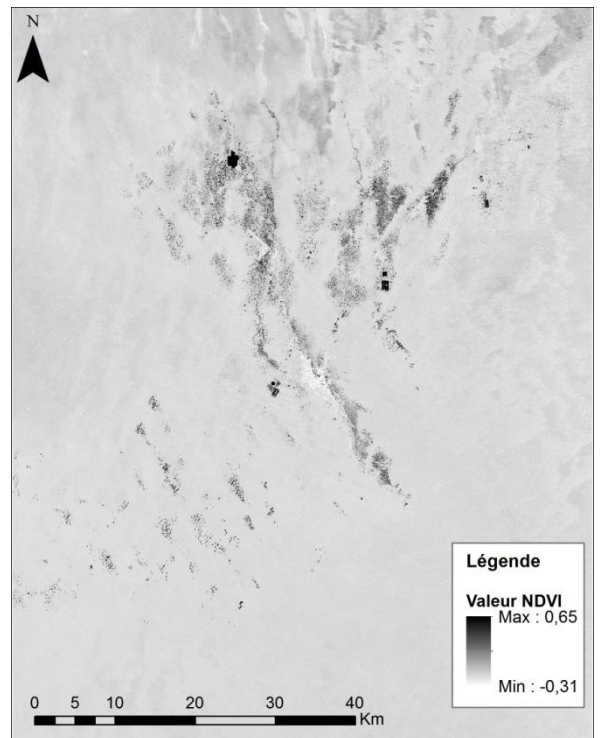
**Figure 8 :** Image prétraitée du 30/07/2009



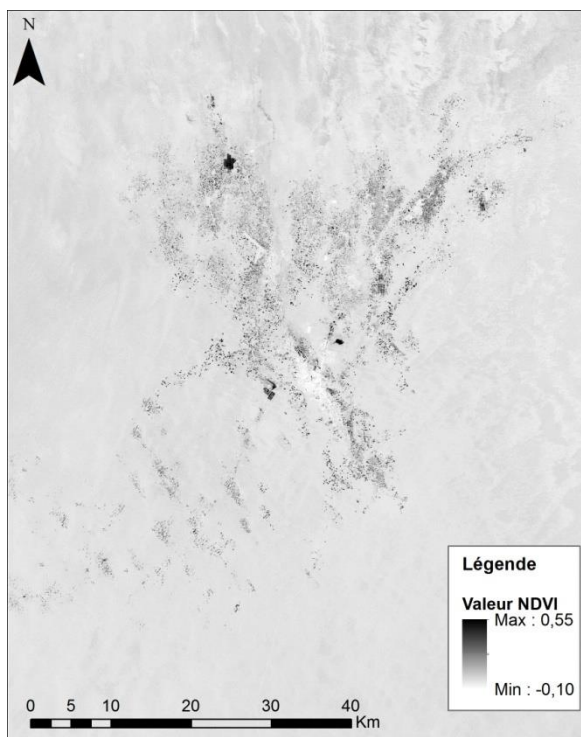
**Figure 9 :** Image prétraitée du 22/11/2016



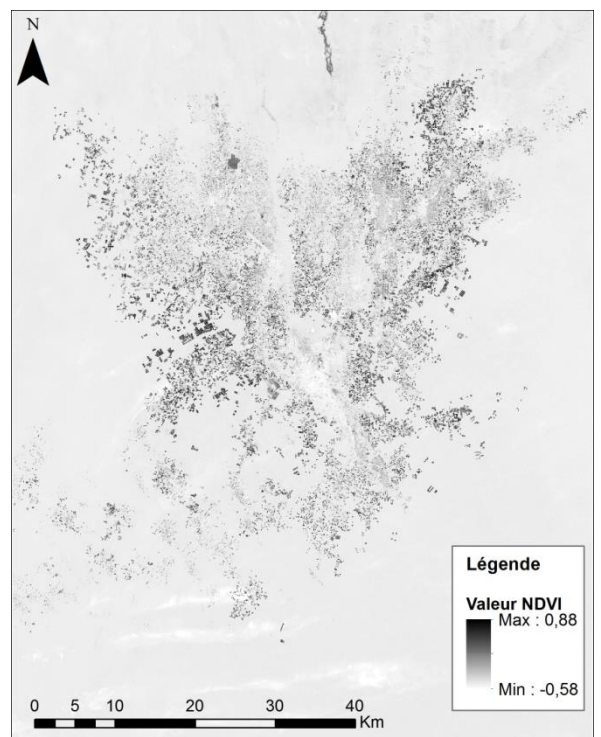
**Carte 2 : NDVI de l'image du 07/06/1984**



**Carte 3 : NDVI de l'image du 10/03/1998**



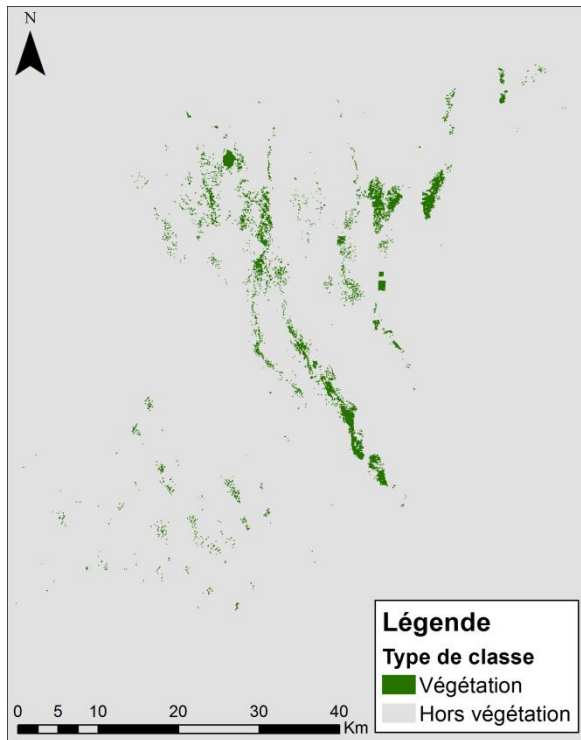
**Carte 4 : NDVI de l'image du 30/07/2009**



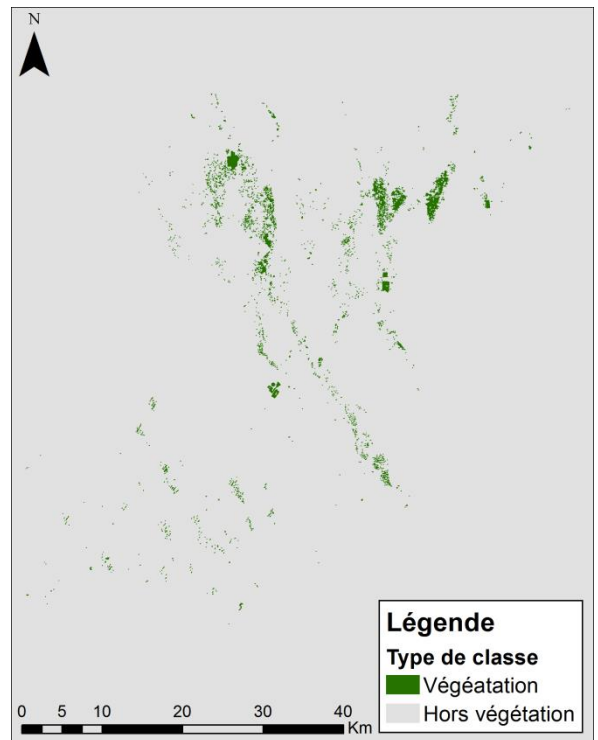
**Carte 5 : NDVI de l'image du 22/11/2016**

#### III.1.4. Classification supervisée des images de l'NDVI

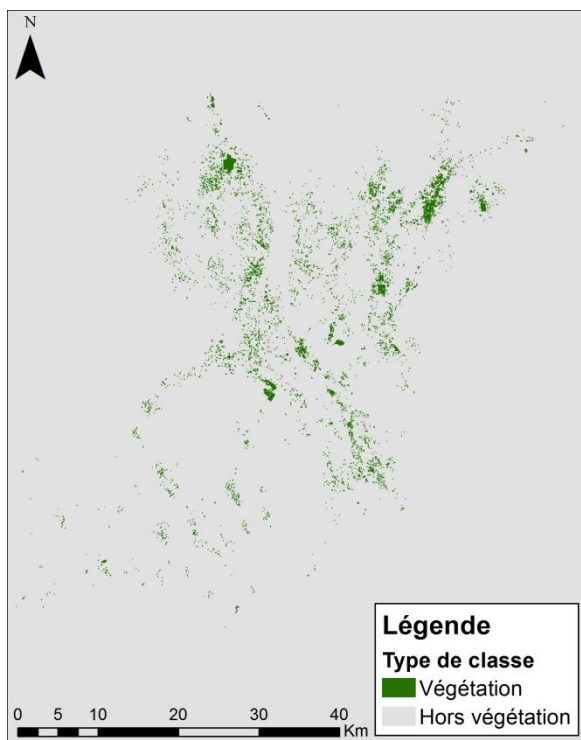
La classification supervisée de l'NDVI des images LANDSAT de 1984, 1998, 2009 et 2016 a donné des cartes, beaucoup plus explicites et claires pour la différenciation de la classe végétation par rapport aux autres types de classes (carte 6, 7, 8 et 9).



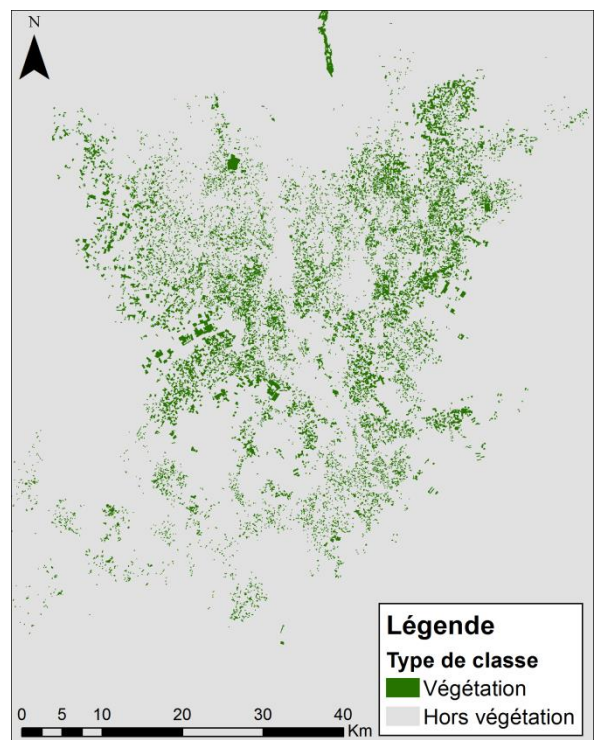
**Carte 6 : Classification NDVI (07/06/1984)**



**Carte 7 : Classification NDVI (10/03/1998)**



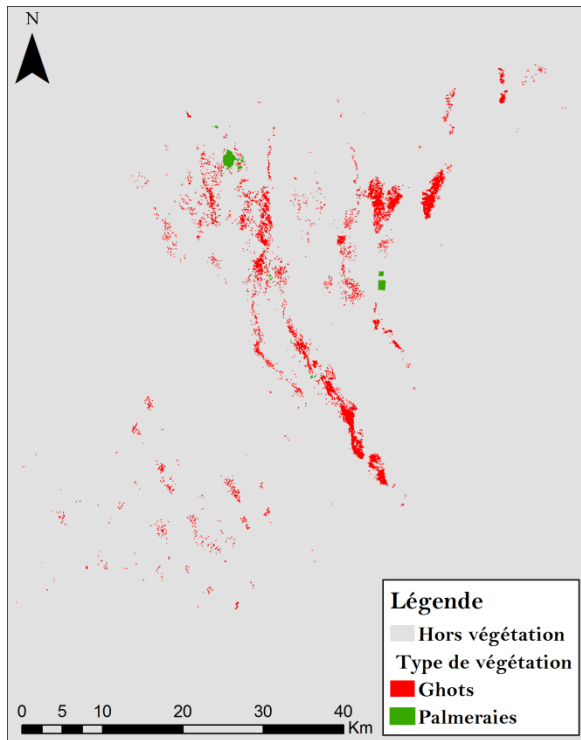
**Carte 8 : Classification NDVI (30/07/2009)**



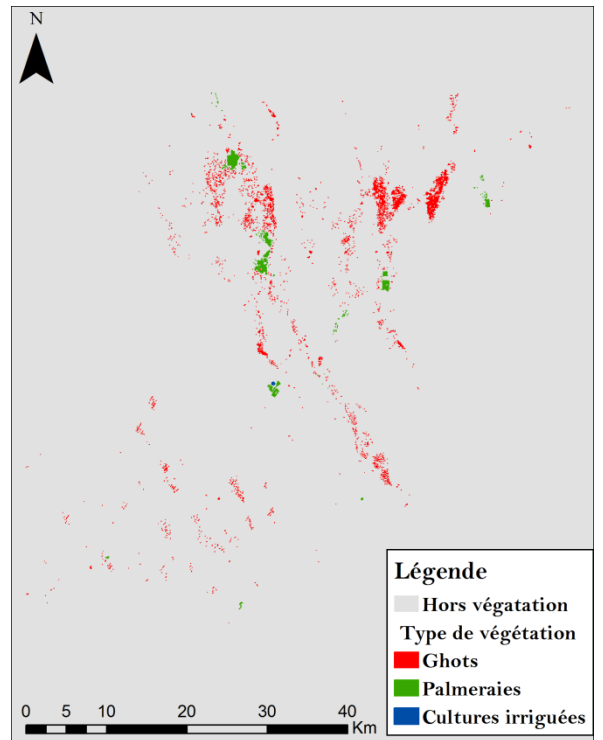
**Carte 9 : Classification NDVI (22/11/2016)**

### III.1.5. Correction de la classification

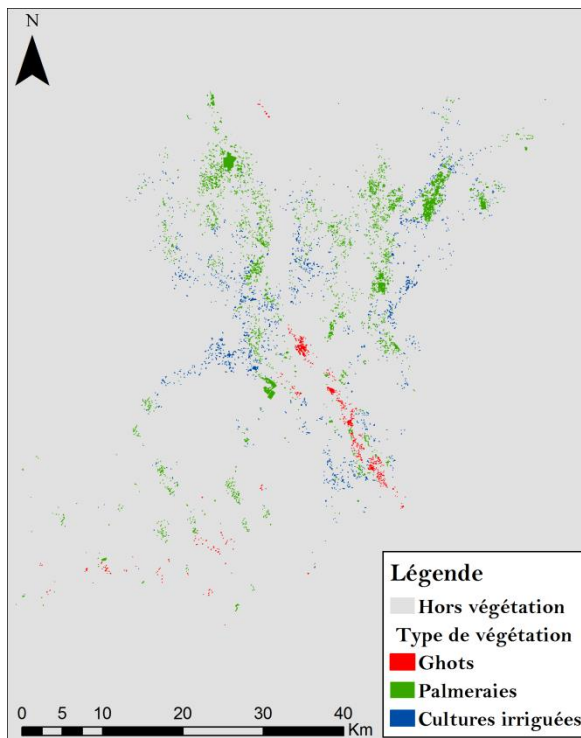
L'interprétation visuelle des images hautes résolution du satellite QuickBird fournis par le logiciel Google Earth a permis de subdiviser la classe végétation en trois types de cultures : Ghots, palmeraies et cultures irriguées (carte 10, 11, 12 et 13).



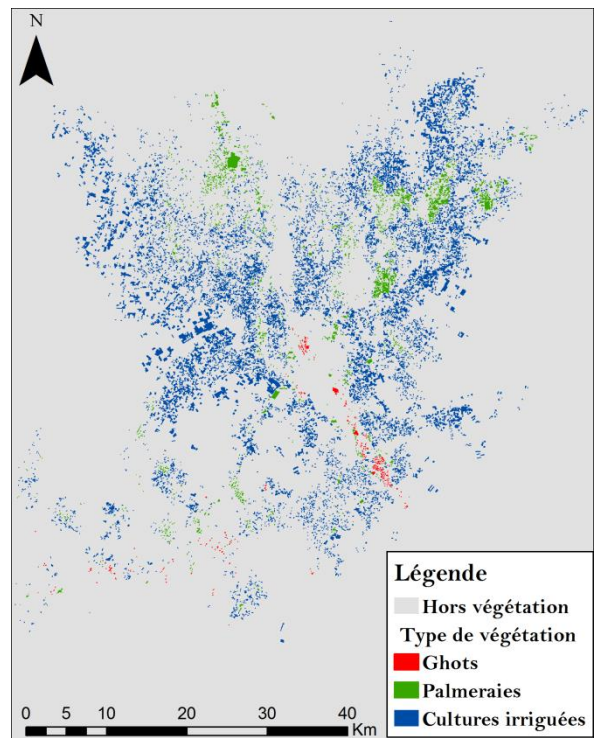
**Carte 10 : Correction de la classification**  
(07/06/1984)



**Carte 11 : Correction de la Classification**  
(10/03/1998)



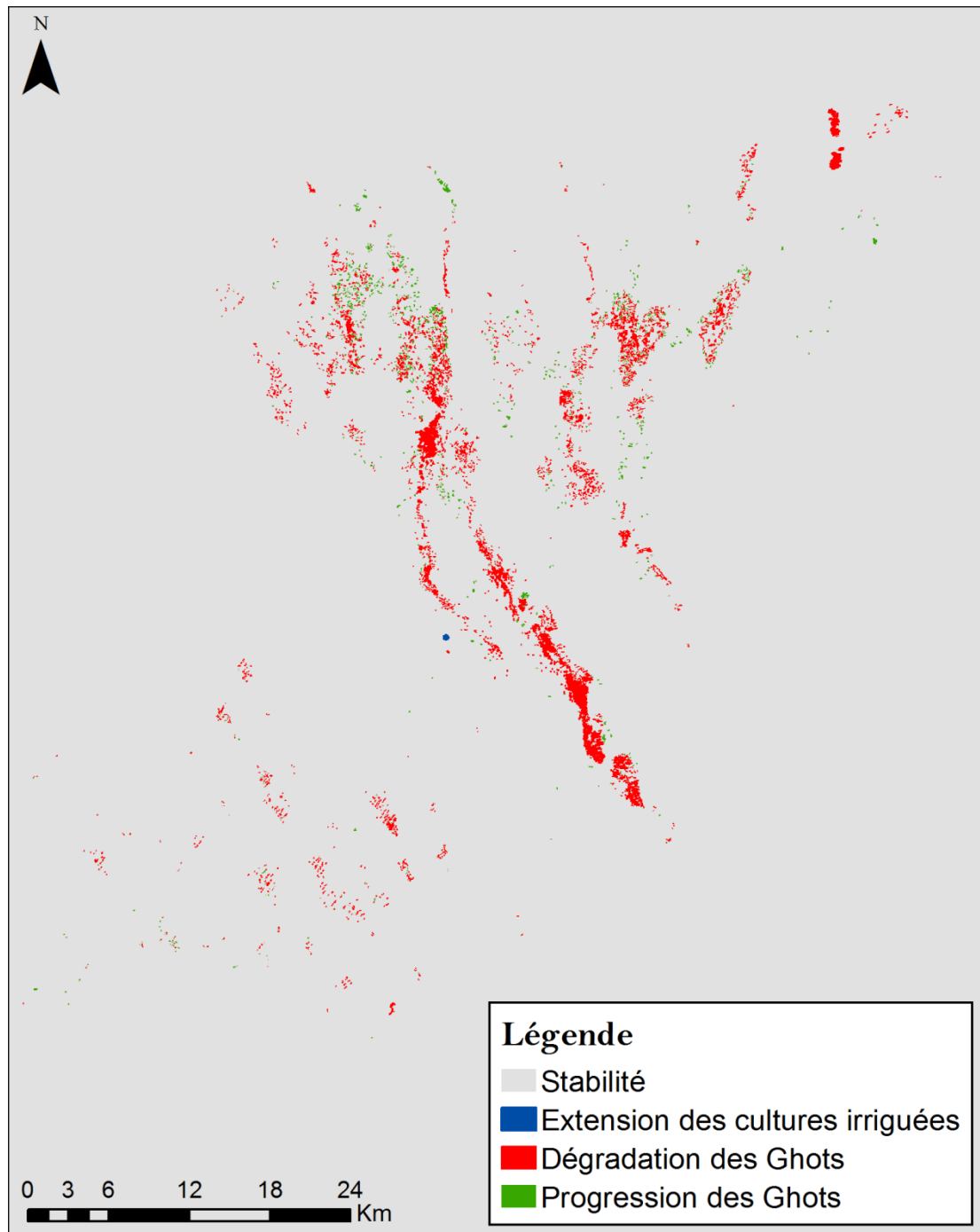
**Carte 12 : Correction de la classification**  
(30/07/2009)



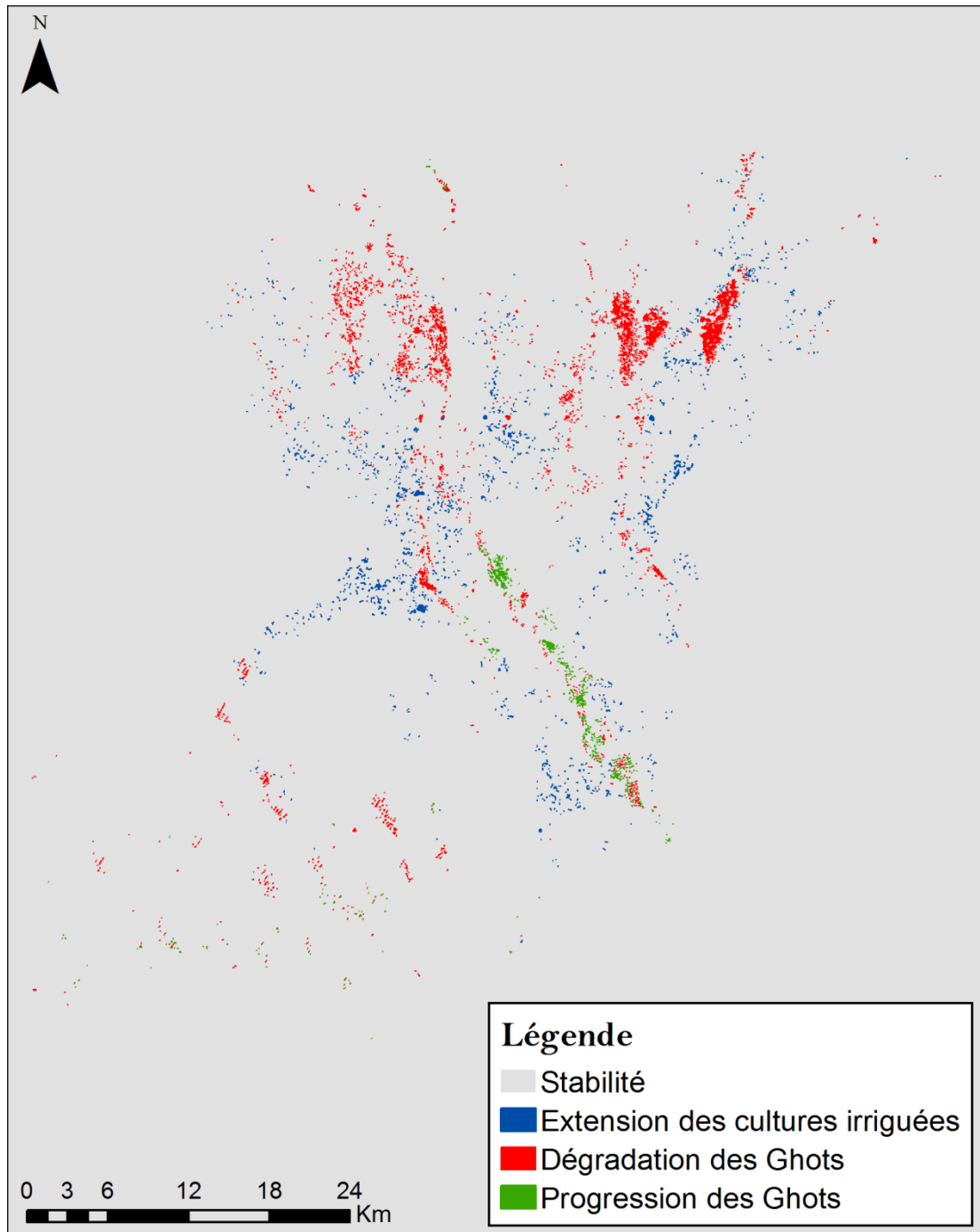
**Carte 13 : Correction de la Classification**  
(22/11/2016)

### III.1.6. Détection de changement

Les cartes 14, 15, 16 et 17 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation, survenus dans la zone d'étude sur une période de 32 ans (1984-2016).

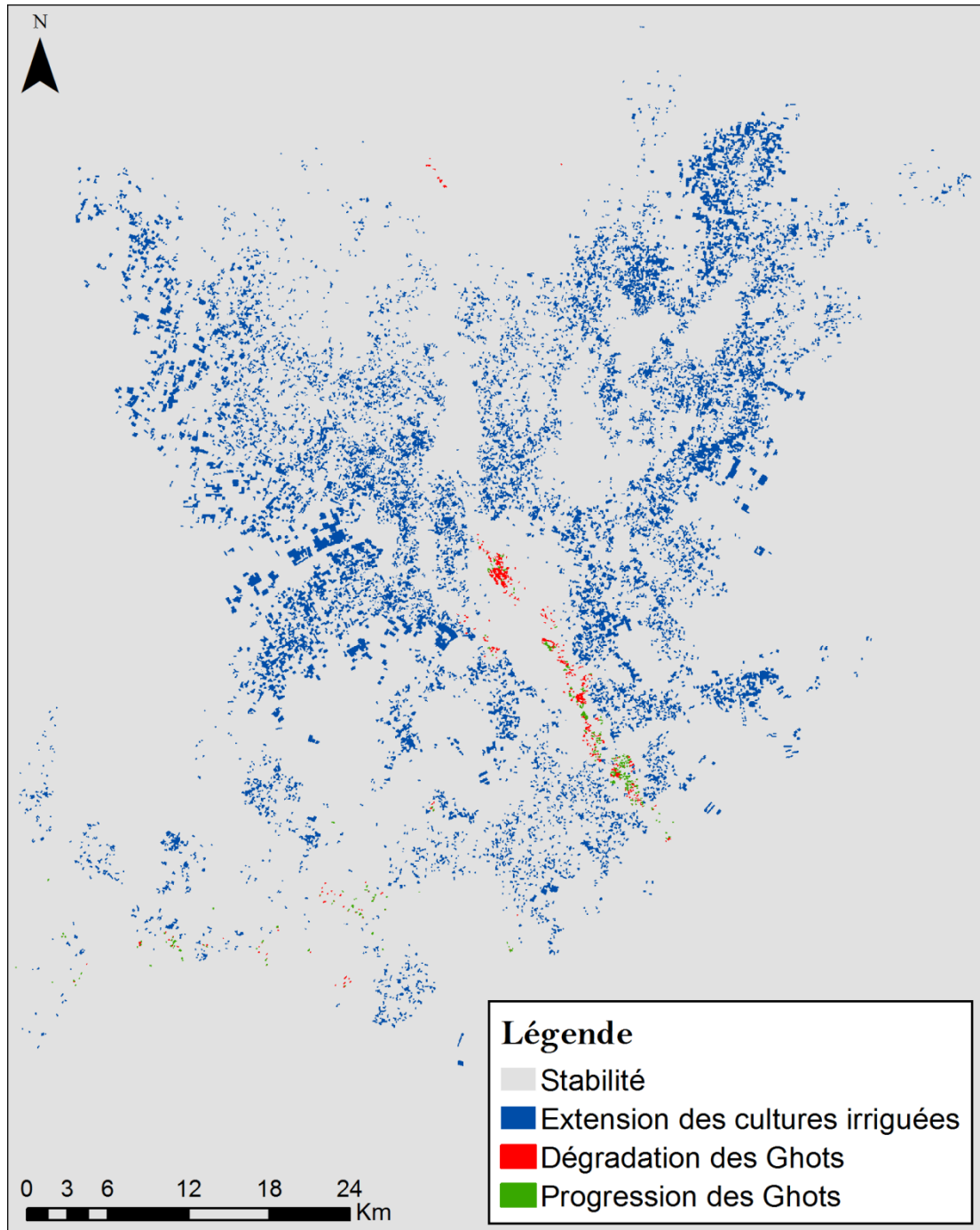


Carte 14 : Détection de changement entre 1984 et 1998

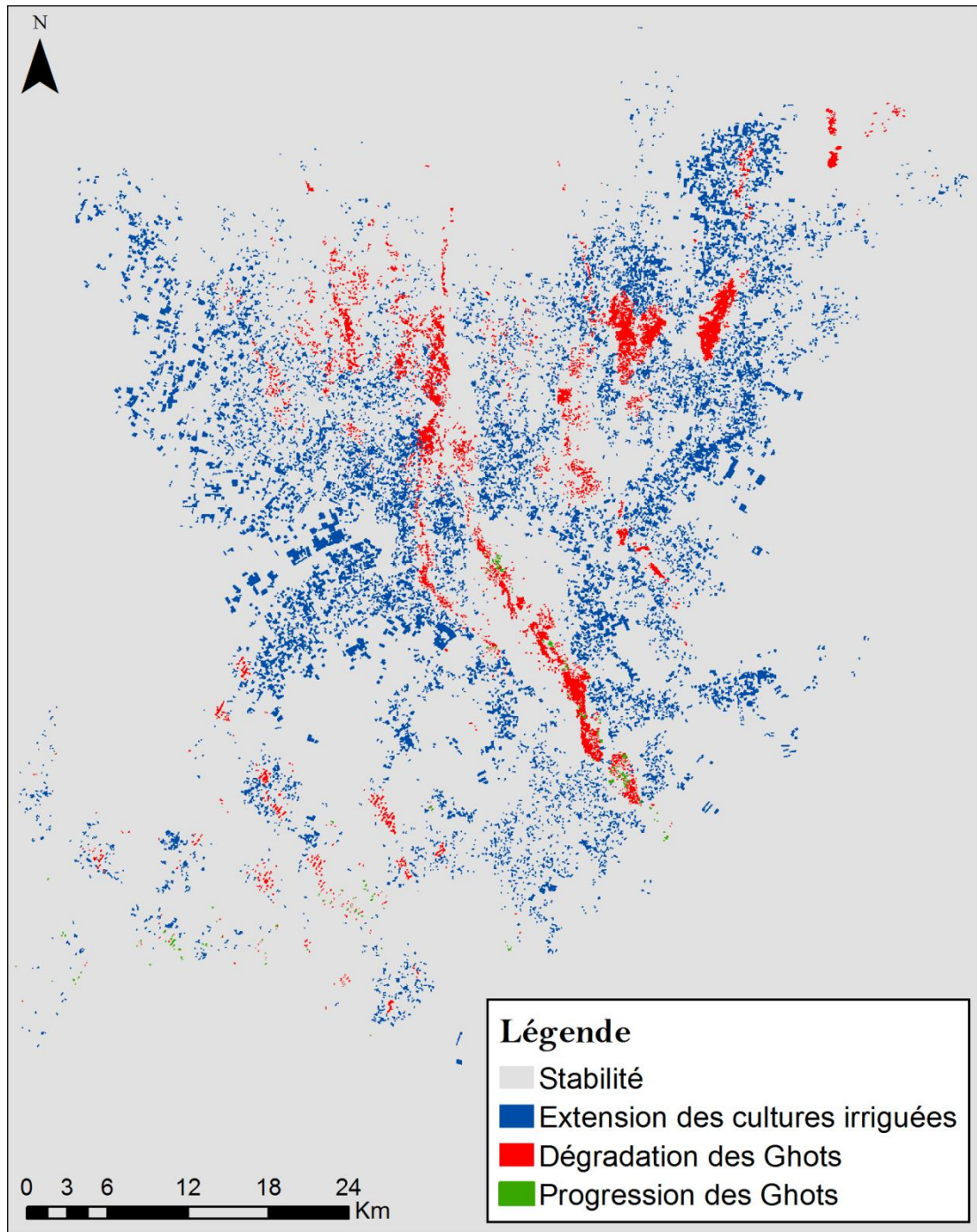


Carte 15 : Détection de changement entre 1998 et 2009





**Carte 16 :** Détection de changement entre 2009 et 2016



**Carte 17** : Détection de changement entre 1984 et 2016

### III.1.7. Estimation du nombre des Ghots et des pivots d'irrigation

L'image haute résolution du satellite QuickBird du 05/11/2016, fournis par le logiciel Google Earth, a permis l'estimation du nombre de Ghots pour l'année 2016 et a servi de référence pour les autres dates LANDSAT (1984, 1998 et 2009) (tableau 5).

**Tableau 5** : Evolution du nombre des Ghots dans El Oued entre 1984 et 2016.

Année	Nombre de Ghots
1984	10.060
1998	5.765
2009	3.561
2016	1.999

En ce qui concerne l'estimation du nombre total des pivots d'irrigations, pour l'année 2016, il est de 39.691 dont 24.618 pivots actifs.

### III.2. Discussion

Après analyse et traitement des cartes de synthèse, les surfaces ont été calculées et les résultats sont présentés dans les tableaux 6, 7 et 8.

**Tableau 6** : Evolution des surfaces occupées par les différentes classes de végétation (période 1984-2016).

Classes	Surfaces (ha)			
	1984	1998	2009	2016
<b>Cultures irriguées</b>	0	20,07	2.424,06	32.441,05
<b>Ghots</b>	8.214,57	4.801,05	849,96	521,29
<b>Palmeraies</b>	501,21	1.064,7	6.066,36	4.466,68
<b>Hors végétation</b>	658.548,72	661.378,68	657.924,12	629.835,48
<b>Total</b>	667.264,50	667.264,50	667.264,50	667.264,50

**Tableau 7** : Variations des surfaces occupées par les classes de végétation (période 1984-2016).

Classes	Variation de la surface (ha)			
	1984-1998	1998-2009	2009-2016	1984-2016
<b>Cultures irriguées</b>	+ 20,07	+2403,99	+30016,99	+32441,05
<b>Ghots</b>	-3413,52	-3951,09	-328,67	-7693,28
<b>Palmeraies</b>	+563,49	+5001,66	-1599,68	+3965,47

**Tableau 8** : Pourcentages des variations des surfaces occupées par les classes de végétation (période 1984-2016).

Classes	Variation de la surface (%)			
	1984-1998	1998-2009	2009-2016	1984-2016
<b>Cultures irriguées</b>	/	+11978,02	+1238,29	/
<b>Ghots</b>	-41,55	-82,29	-38,66	-93,65
<b>Palmeraies</b>	+112,42	+469,77	-26,36	+791,17

- **Période 1984-1998** : les cultures irriguées sont presque inexistantes, car leur développement a commencé à partir des années 2000, par contre les Ghitanes, qui comptait plus de 10.000 Ghot en 1984, ont subi une forte dégradation, 41,55% de leur surface a disparu soit 3.413 ha. Les palmeraies durant cette même période ont augmenté de 563,49 ha soit 112,42%.
- **Période 1998-2009** : la dégradation des Ghots se poursuit et s'accélère avec une perte de 3951,09 ha soit 82,29%. Leur nombre passent de 5765 à 3561. L'extension de cultures irriguées est importante, avec plus de 2403 ha. Même constat pour les palmeraies avec une progression de 5000 ha soit 469,77 %.
- **Période 2009-2016** : la surface des cultures irriguées a explosé avec une augmentation de 30.017 ha soit 1238 %, le nombre de Ghots a été divisé par deux et une surface perdue égale à 328,67 ha soit 38,66%. La surface des palmeraies a régressé de 1600 ha, soit 26,36 %.
- **Période 1984-2016** : en 32 ans, les Ghots ont perdu 93,65% de leur surface soit 7694 ha. Leur nombre a chuté de 10.000 à 2.000. Les cultures irriguées inexistantes en 1984 occupent désormais 32.441 ha, avec un nombre de pivot qui avoisine les 40.000. Pour les palmeraies, globalement, leur surface a progressé de 792 %, ils sont passés de 502 à 4467ha.

L'analyse des résultats, durant la période 1984-2016, montre une très forte dégradation des Ghots. Cette dégradation est due essentiellement à la remontée de la nappe phréatique qui a inondée la majorité des Ghots ce qui a eu pour conséquence la mort des palmiers dattiers par asphyxie.

Dans le même temps, les résultats montre l'extension des cultures irriguées avec une vitesse et une proportion importante, ce qui a favorisé à la dégradation des Ghots, car cette pratique agricole a accentué le phénomène de la remontée de la nappe.

Pour éviter ces problèmes et protéger les Ghots existant, les soufis ont appliqué les solutions suivantes :

- ✓ Installation des réseaux de drainage et d'assainissement pour réduire les effets néfastes de ce phénomène.
- ✓ Pour sauver 2000 Ghots en zone agricole, les services agricoles d'El Oued ont procédé à la réalisation des puits à l'intérieur des Ghots pour pomper l'eau destinée à l'irrigation des cultures autour du Ghot. Ainsi, plus de 450 Ghots ont été sauvés.
- ✓ Quelques Ghots inondés dans les zones urbaines dotées d'un réseau d'assainissement ont été également sauvés. Le procédé consiste à pomper l'eau des Ghots vers les réseaux d'assainissements.
- ✓ Concernant les Ghots qui sont au stade de dégradation très avancée, les autorités locales ont adopté comme solution provisoire le remblaiement afin de minimiser l'état dégradant de la pollution sur l'environnement de la ville.

Malgré toutes ces interventions, le phénomène persiste toujours et il est même devenu alarmant. Toute la région d'El Oued est menacée d'inondation par les eaux de la remontée (Remini, 2004).

# ***CONCLUSION***

## CONCLUSION

L'étude diachronique de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées dans la wilaya d'El Oued, montre qu'entre 1984 et 2016, les cultures irriguées ont progressé de 32.441,05 ha, totalisant un nombre de 39.691 pivots, en contre partie, les Ghots ont perdu 93,65% de leur surface soit 7694 ha et leur nombre est passé de 10.000 à 2.000. Les palmeraies ont progressé de 792 %, ils sont passés de 502 à 4467 ha.

Les résultats obtenus démontrent, que le phénomène de la dégradation des Ghots est bien réel et représente une perte importante pour la wilaya d'El Oued, notamment au niveau des communes El Oued, Ougla, Kouinin et Oued Allenda.

Cette étude a mis en évidence l'impact de l'extension des cultures irriguées sur les Ghots, à cause de la remontée de la nappe phréatique qui les a inondé, ce qui a provoqué leur dégradation et l'asphyxie des palmiers dattiers dans la wilaya d'El Oued.

L'utilisation de la télédétection et du système d'information géographique, nous a permis d'avoir des informations précises relatives à l'évolution spatiotemporelle de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées, que ce soit en terme de surface ou de nombre.

On peut considérer que la méthode utilisée dans cette étude, qui a associé à la fois l'analyse et l'interprétation visuelle et les traitements numérique, est satisfaisante et opérationnelle. L'ensemble des données recueillies, à partir des différentes sources, ont été organisé dans une base de données géographique, facilitant ainsi l'accès et la gestion simplifiée de ces informations, pour la surveillance et le suivi de l'évolution des Ghots et des cultures irriguées dans la wilaya d'El Oued.

***RÉFÉRENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***



## Références bibliographiques

- **Achour A., (1995)** : Diagnostic de l'état du patrimoine phoenicicole algérien et essai d'analyse du cout de production dattier (Cas de la palmeraie du Souf), Mémoire d'ingénieur, Université de Ouargla, 65p.
- **B.N.E.D.E.R., (1992)** : Inventaire du patrimoine phoenicicole. Irrigation drainage, Tipaza, 74p.
- **E.N.A.G.E.O., (1993)** : Entreprise nationale de géophysique, division exploitation sismique. Extension de l'étude géophysique par sondage électrique de la région du Souf, 6p.
- **Nadjah A., (1971)** : Le Souf des oasis. Ed. La maison du livre Alger, 174p.
- **O.N.M., (2009)** : Office Nationale de Météorologie, Ouargla.
- **Remini B., (2004)** : La remontée des eaux dans la région d'El Oued, Revue vecteur Environnement, Canada.
- **Tir E., (2016)** : Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la wilaya de Tissemsilt, Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, 39p.

## RESUME

La wilaya d'El Oued, représente une richesse agronomique très remarquable particulièrement la phoéniculture (systèmes des Ghots). La remontée de la nappe phréatique et l'extension des cultures irriguées sont les principales causes de la dégradation des Ghots. La méthode adoptée pour l'étude de cette dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées est basée sur les techniques de télédétection spatiale et de cartographie. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des variations de l'évolution des Ghots et de l'agriculture entre 1984 et 2016 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1984, 1998 et 2009) et LANDSAT 8 OLI (2016). Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de régression des Ghots et l'extension des cultures irriguées, dans la wilaya d'El Oued.

## Summary

The province of El Oued represents a remarkable agronomic richness, particularly phoeniculture (Ghots systems). The rise of the water table and the extensions of irrigated crops are the main causes of the degradation of the Ghots. The method adopted for the study of this degradation of Ghots and the extension of irrigated crops is based on spatial remote sensing and mapping techniques. The aim of this study is to show the extent of variations in the evolution of Ghots and agriculture between 1984 and 2016 using LANDSAT TM5 (1984, 1998 and 2009) and LANDSAT 8 OLI (2016) satellite images. These enabled a spatiotemporal analysis of the regression dynamics of the Ghots and the extension of irrigated crops in the province of El Oued.

## ملخص

ولاية الوادي، تحتوي على ثروة زراعية هامة خاصة زراعة النخيل (نظام الغوط). ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتوسع سقي المحاصيل هي الأسباب الرئيسية لتدهور نظام الغوط. تعتمد المنهجية المتبعة لدراسة هذا التدهور لنظام الغوط وتوسع سقي المحاصيل على تقنيات الاستشعار عن بعد ورسم الخرائط. تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على التغييرات التي طرأت على نظام الغوط والزراعة ما بين 1984 و 2016 باستخدام صور الأقمار الصناعية لاندسات TM5 (1984، 1998 و 2009) ولاندسات 8 OLI (2016) وقد مكنت هذه التقنية من تحليل التغييرات الزمنية والجغرافية لتدهور نظام الغوط والتوسع في سقي المحاصيل في ولاية الوادي.

## **Etude diachronique par télédétection de la dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées dans la wilaya d'El Oued**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement.

La wilaya d'El Oued, représente une richesse agronomique très remarquable particulièrement la phoéniculture (systèmes des Ghots). La remontée de la nappe phréatique et l'extension des cultures irriguées sont les principales causes de la dégradation des Ghots. La méthode adoptée pour l'étude de cette dégradation des Ghots et l'extension des cultures irriguées est basée sur les techniques de télédétection spatiale et de cartographie. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des variations de l'évolution des Ghots et de l'agriculture entre 1984 et 2016 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1984, 1998 et 2009) et LANDSAT 8 OLI (2016). Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de régression des Ghots et l'extension des cultures irriguées, dans la wilaya d'El Oued.

**Mots clés :** Ghot, Spatiotemporel, Télédétection, SIG.

**Laboratoire de recherche :** Développement et Valorisation des Ressources Phylogénétique

Jury d'évaluation :

**Président du jury** ALATOU Djamel (PR- UFM Constantine),  
**Rapporteur :** ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MAA - UFM Constantine),  
**Examineur :** BENDERRADJI Mohamed El Habib (PR - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 28/06/2017