



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 de l'évolution de la végétation forestière
par télédétection : cas de la wilaya de Skikda**

Présenté et soutenu par : BENAMIRA Fella

Le : 28/06/2017

Jury d'évaluation :

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

Rapporteur : ARFA Azzedine Med Toufik (MAA - UFM Constantine).

Examineur : BAZRI Kamel Eddine (MCA- UFM Constantine)

*Année universitaire
2016 - 2017*

Remerciements

Je remercie avant tout mon « DIEU » tout puissant qui m'a comblé de ses bienfaits et m'a donné assez de force pour achever ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à mon promoteur à Mr ARFA Azzedine Mohamed Toufik pour ses conseils, ses remarques et le temps qu'il m'a consacré. Qu'il trouve ici, le témoignage de ma gratitude et de mon respect, je le remercie aussi très sincèrement pour son aide, son encouragement et son accueil chaleureux.

J'exprime ma reconnaissance à Mr ALATOU Djamel professeur à l'université Mentouri d'avoir fait l'honneur de présider le jury et à Mr BAZRI Kamel Eddine Maître de conférences à l'université Mentouri qui a accepté d'examiner ce travail.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BENAMIRA Fella

Dédicace

*Je dédie ce travail à toutes les personnes qui m'ont
permis de le réaliser :*

*A ma chère mère décédée que dieu accorde sa
miséricorde et l'accueille en son vaste paradis*

*A la personne qui est toujours avec moi qui s'est
sacrifié, jours et nuits, pour mon éducation et mon bien
être, à mon cher père*

A mes frères ; A mes sœurs

Didou, Doufi, Loulou et Razan

A mes amis Fulla, Souheila, Selma, Ghada, Fatima,

Esma Houssayna, meryam Abd allah

A mes camarades de promotion Khaled Maya

Benamira Fella

Sommaire

Table des illustrations

Introduction	01
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	02
I.1. Localisation géographique de la zone d'étude	02
I.2. Topographie.....	02
I.2.1. Les montagnes	03
I.2.2. Les plaines	04
I.2.3. Les piémonts	04
I.3. Sol	04
I.4. Hydrographie	05
I.5. Climat	05
I.6. Végétation	06
I.6.1. Végétation des zones humides	06
I.6.2. Subéraie humide	06
I.6.3. Végétation forestière	06
I.7. Agriculture	07
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 des images	09
II.1.3. Prétraitements	09
II.1.4. Calcul de l'indice de végétation NDVI	10
II.1.5. Classification	11
II.1.6. Correction de la classification	11
II.1.7. Détection du changement	11
II.1.8. Réalisation des cartes de synthèses	12
II.2. Matériels utilisés	12
II.2.1. Images satellitaires	12
II.2.2. Logiciels	13

Chapitre III : Résultats et discussions	14
III.1. Résultats	14
III.1.1. Acquisition des images satellitaires et sélection des dates	14
III.1.2. Prétraitement	14
III.1.3. Calcul de l'NDVI	15
III.1.4. Classification supervisée de l'NDVI	16
III.1.5. Correction de la classification	19
III.1.6. Détection des changements de la végétation entre les différentes dates	22
III.2. Discussion	25
III.2.1. Bilan de changement d'occupation du sol dans la wilaya de Skikda (1987-2016)	25
III.2.2. Bilan des changements de la végétation de la wilaya de Skikda période 1987-2016	27
III.2.3. Bilan des feux de forêt dans la wilaya de Skikda (1985-2010)	28
Conclusion	29

Références bibliographiques

Résumé

Table des illustrations

Tableaux

Tableau 1 : Répartition de la superficie des terres agricoles (wilaya de Skikda)	07
Tableau 2 : Caractéristiques des satellites LANDSAT TM 5 et OLI 8	13
Tableau 3 : Superficies occupées par les différentes classes d'occupation du sol (1987-2016)	25
Tableau 4 : Variations des superficies occupées par les classes d'occupation du sol (1987-2016)	26
Tableau 5 : Pourcentages des variations des superficies occupées par les classes d'occupation du sol	26
Tableau 6 : Bilan des changements de la végétation dans la wilaya de Skikda période 1987-2016	27

Cartes

Carte 1 : Localisation géographique de la zone d'étude	02
Carte 2 : Carte des altitudes de la wilaya de Skikda	03
Carte 3 : NDVI de l'image du 07/06/1987	15
Carte 4 : NDVI de l'image du 28/05/1995	15
Carte 5 : NDVI de l'image du 21/07/2003	16
Carte 6 : NDVI de l'image du 18/06/2011	16
Carte 7 : NDVI de l'image du 03/09/2016	16
Carte 8 : Classification supervisée de l'NDVI (07/06/1987).....	17
Carte 9 : Classification supervisée de l'NDVI (28/05/1995).....	17
Carte 10 : Classification supervisée de l'NDVI (21/07/2003).....	18
Carte 11 : Classification supervisée de l'NDVI (18/06/2011).....	18
Carte 12 : Classification supervisée de l'NDVI (03/09/2016).....	19
Carte 13 : Correction de la classification de l'NDVI (07/06/1987)	20
Carte 14 : Correction de la classification de l'NDVI (28/05/1995)	20
Carte 15 : Correction de la classification de l'NDVI (21/07/2003)	21
Carte 16 : Correction de la classification de l'NDVI (18/06/2011)	21
Carte 17 : Correction de la classification de l'NDVI (03/09/2016)	22

Carte 18 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 1995	23
Carte 19 : Détection du changement de la végétation entre 1995 et 2003	23
Carte 20 : Détection du changement de la végétation entre 2003 et 2011	24
Carte 21 : Détection du changement de la végétation entre 2011 et 2016	24
Carte 22 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2016	25

Figures

Figure 1 : Etapes d'analyse et de traitement des images satellites	08
Figure 2 : Portail web du site USGS	09
Figure 3 : Image prétraitée en mode fausse couleur (07/06/1987)	14
Figure 4 : Image prétraitée en mode fausse couleur (28/05/1995)	14
Figure 5 : Image prétraitée en mode fausse couleur (21/07/2003)	15
Figure 6 : Image prétraitée en mode fausse couleur (18/06/2011)	15
Figure 7 : Image prétraitée en mode fausse couleur (03/09/2016)	15
Figure 8 : Bilan des incendies en hectare des forêts dans la wilaya de Skikda (1985-2010)	28

Photos

Photo 1 : LANDSAT TM 5	12
Photo 2 : LANDSAT 8 OLI	12

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile profondément perturbé par de multiples utilisations. Les agressions sont variables en fonction de la démographie et des besoins humains, ce qui a déterminé des phases de progression ou de régression de leurs surfaces (Quézel et Barbéro, 1990).

La wilaya de Skikda, située au Nord-est algérien, représente un ensemble phytogéographique très remarquable, du point de vue de sa végétation et plus particulièrement de sa végétation forestière, et cela essentiellement pour des raisons géographiques, géologiques et climatiques.

L'étude de l'évolution de la végétation forestière dans la wilaya de Skikda est un sujet qui engendre des questions très pertinentes qui méritent d'être approfondies, parmi lesquelles : le phénomène évolue-t-il dans le temps et dans l'espace ? Comment peut-on le quantifier et par quelle méthode ?

L'objectif de ce travail est l'application des techniques de traitement informatique des données géographiques provenant de la télédétection aérospatiale, sur l'écosystème forestier de la wilaya de Skikda, pour quantifier l'évolution sur une période de vingt-neuf ans (1987-2016). Cette approche s'inscrit dans le cadre de la conservation et de la gestion intégrée de cet écosystème.

L'approche méthodologique consiste à détecter les changements dans le couvert végétal, à partir d'une classification supervisée de l'indice de végétation NDVI des images satellitaires acquises à différentes dates.

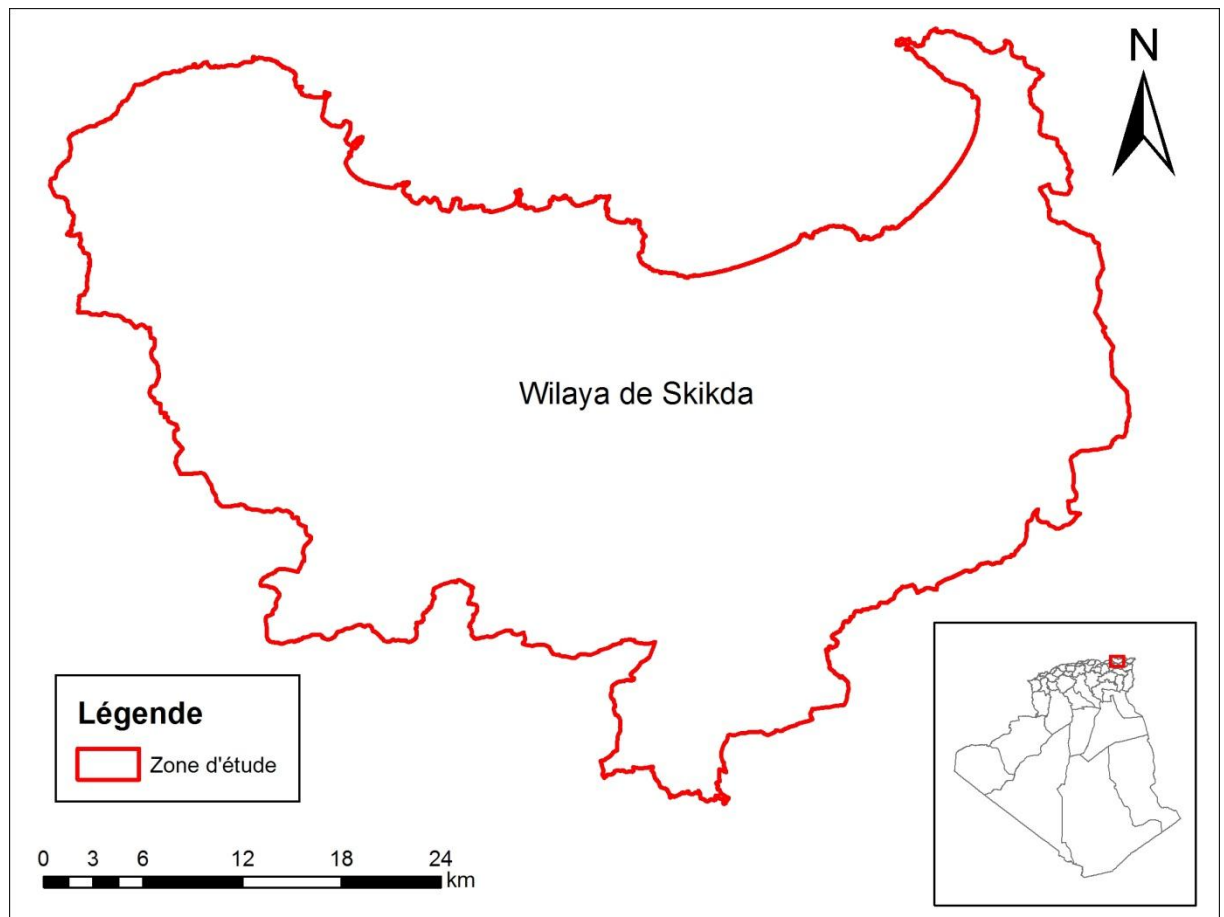
Enfin, toutes les données obtenues au cours de ce travail seront organisées dans une base de données géographique. Cette base de données permettra aux décideurs et gestionnaires de disposer d'informations complètes et précises pour la gestion et la protection des ressources naturelles de la wilaya de Skikda.

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

I.1. Localisation géographique de la zone d'étude

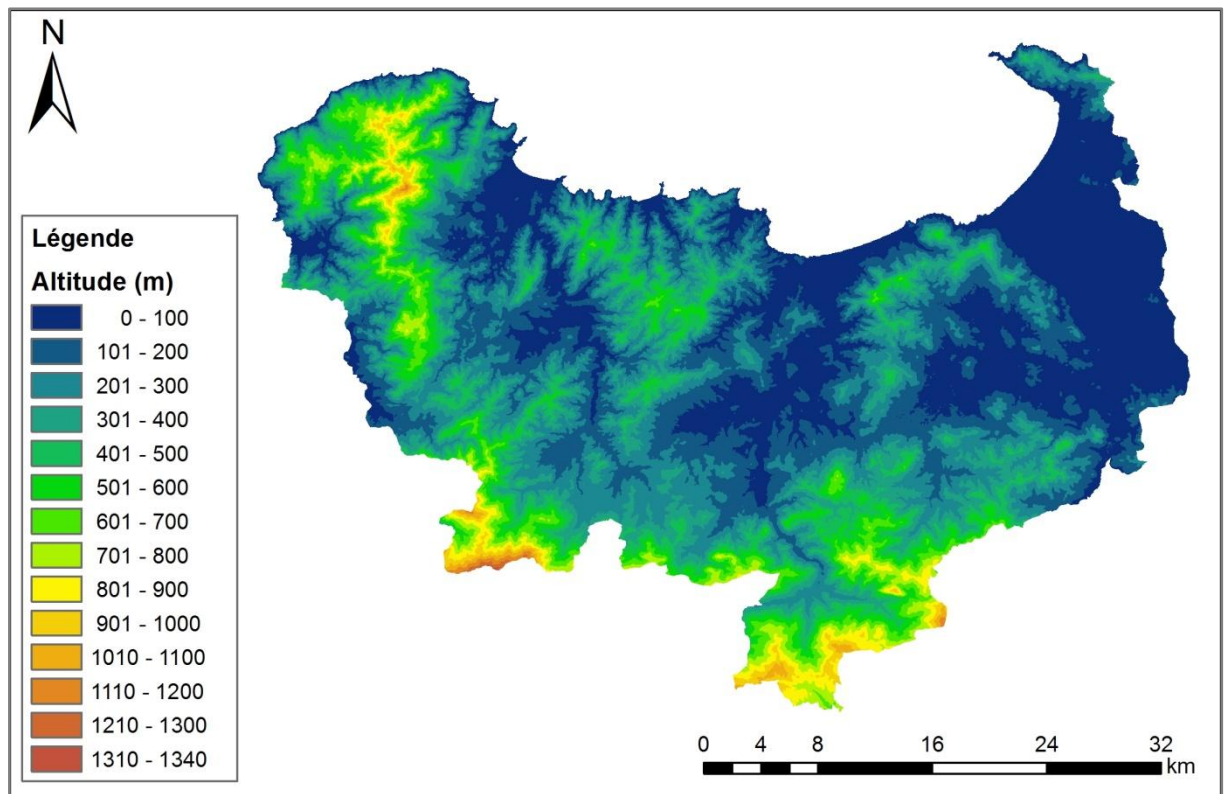
La zone d'étude correspond à la wilaya de Skikda, située au Nord-est algérien, couvrant une surface totale de 4137,68 km². Elle est comprise entre 36°05' et 36°15' de latitude Nord et entre 7°15' et 7°30' Est des longitudes. Localisée entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen, elle dispose de 140 km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour à l'ouest. Elle est limitrophe avec les wilayas d'Annaba, Guelma, Constantine, Mila et Jijel (carte 1).



Carte 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

I.2. Topographie

Le relief est très accidenté sur la frange littorale et dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marsa (carte 2).



Carte 2 : Carte des altitudes de la wilaya de Skikda

On rencontre différentes classes de pentes :

- Les pentes faibles (0 à 3%) occupent les plaines de l'ouest, notamment la plaine de Benazzouz et un petit bout de la ville de Skikda et sa plaine côtière. Elles occupent 9% du territoire.
- Les pentes moyennes (3 à 12%) représentent 23% du territoire.
- Les pentes fortes (12% et plus) occupent 68% de la superficie totale de la wilaya, c'est la zone des hauts piémonts de montagnes (Boukerzaza in Amiour, 2005).

On distingue trois types de zones topographiques : les montagnes, les plaines et les piémonts.

I.2.1. Les montagnes

Elles constituent 60% de la superficie globale de la wilaya. Le territoire de Skikda se caractérise par un relief de montagne, un relief relativement aéré par un dispositif de basses

terres : couloirs fluviaux, plaines côtières et bassin intérieurs (Amiour, 2005). Elles se subdivisent en plusieurs parties, constituées par des massifs.

I.2.2. Les plaines

Les plaines de la vallée de Safsaf allongée dans une direction sud-est / nord-ouest, elle débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Safsaf (Amiour, 2005).

Les plaines de la vallée de l'oued Guebli débutent à Oum Toub, s'évasent au niveau de Tamalous, s'effilent jusqu'à Collo ou elles s'évasent de nouveau.

La plaine d'Azzaba, arrosée par l'oued El Kébir, elle s'étend d'Es-Sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Bekkouche Lakhdar.

I.2.3. Les piémonts

Les piémonts sont localisés en particulier dans les régions d'El-Harrouch et Azzaba. (Brahimi et Halladj in Amiour, 2005)

I.3. Sol

L'Est de la wilaya de Skikda est formé exclusivement de sols peu évolués d'apports éoliens ou alluvionnaires. La majorité des sols sont situés en zones relativement planes et qui présentent des contraintes aux dépôts éoliens généralement instables et pauvres chimiquement. Dans la plaine de Guerbès les sols sont de deux types, soit sableux soit argileux. Les sols sableux se développent dans la partie Nord et Nord-est et forment une barrière qui sépare les dunes de la vallée de l'oued El Kébir Ouest. L'autre partie de cette plaine est argileuse (Benderradji, 2000). Au niveau du massif forestier de Collo dans la plupart des cas les sols sont de type forestier jeune, suffisamment profond et riche en éléments nutritifs qui résistent assez bien à l'érosion. Il s'agit surtout des sols bruns forestiers et de sols minéraux bruts ou peu évolués (Trainer, 1991).

I.4. Hydrographie

Dans sa partie Nord-est, la wilaya de Skikda englobe un réseau hydrologique important, constitué par plusieurs oueds tels que oued El Kébir, oued Fendekh, oued Maboul, oued Magroune, oued Aneb, oued Dem El Bagraat, oued Bou Djenane et oued Ennkouche. Différents oueds constituent le bassin versant occidental de l'oued El Kébir, auquel viennent s'ajouter les sous-bassins versants de l'Est de Skikda et de l'Ouest d'Annaba ainsi que le bassin versant de Collo dans la partie Ouest de la région (Boumezbeur, 2001).

Quatre grands oueds en plus de l'oued El Kébir, traversent cette zone. Il s'agit d'oued Guebli, d'oued Tamanart, d'oued Damous et d'oued Z'hour (Roubault, 1934).

L'alimentation de la nappe phréatique, dans la localité d'Azzaba, se fait à partir des formations numidiennes Nord-Sud selon des gradients hydrauliques différents (B.E.G.A.S., 2002). Les eaux phréatiques contenues dans les dépôts récents d'argiles limono-sableuses, de graviers et de galets, ont un niveau libre.

La plaine alluviale de Benazzouz est traversée par l'oued El-Kébir Ouest sur une longueur de plus de 20 km (Benderradji, 2000). Tout le long de son trajet jusqu'à la mer de petites dépressions existent, se remplissent d'eau et donnent naissance à Garâat Béni M'hamed et à Garâat Moussissi.

I.5. Climat

La wilaya de Skikda se caractérise par un climat méditerranéen chaud et sec en été et doux et pluvieux en hiver (A.N.P.E., 1994). Elle appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l'intérieur. L'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'Est et au Sud. Le domaine subhumide prévaut sur les 4/5ème du territoire de la wilaya avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1500 mm/an. Pour les températures, elles sont douces en hiver (11°C) et chaude en été (24°C) sur le littoral, où les amplitudes thermiques sont faibles. Elles sont moins douces en hiver (9°C) et plus chaudes en été (27°C) au niveau du territoire intérieur où les amplitudes sont plus marquées.

L'humidité relative de la wilaya de Skikda enregistre une valeur très importante elle atteint une moyenne de 65,5 % et fluctuent entre une valeur minimale de 68,91 % et une valeur

maximale de 75,34 %. La mer joue un rôle important dans le maintien d'une humidité élevée durant la saison estivale, diminuant ainsi la durée de sécheresse en été (O.N.M., 2012).

La zone littorale de la wilaya de Skikda, est particulièrement soumise à des vents très violents dont la vitesse peut atteindre les 130 km/h. Ces vents causent de multiples dommages aussi bien sur la côte que sur l'intérieur des terres. La direction des vents dominants est Sud-Ouest à Sud-est (Touati *et al.*, 2004).

I.6. Végétation

I.6.1. Végétation des zones humides

La flore spécifique à la zone humide située à l'extrême Est de la wilaya de Skikda est de 234 espèces, soit près de 1/8 de la flore algérienne composée au total de 1800 espèces (C.F.S., 2006). Les espèces végétales aquatiques sont au nombre de 145. Le contact entre les dunes et les plaines alluviales a permis l'installation de forêts humides telles les aulnaies qui recouvrent 180 ha (Boumezbeur, 2001).

I.6.2. Subéraie humide

Dans la zone humide appartenant au domaine forestier qui s'étend sur 194,36 ha, le chêne liège occupe une superficie de 82,24 ha. La subéraie voisine avec la pineraie à pin maritime, dont le tiers est une population naturelle, est installé sur une surface égale à 32,62 ha. Une petite aire de 5,65 ha est occupée par la zenaie (C.F.S., 2006). L'espèce typique de l'étage de végétation humide et sub-humide du secteur numidien est le chêne liège (Dih, 1994). Cette essence se trouve en concurrence avec le pin maritime. Un phénomène d'enrésinement est observé par le remplacement progressif du chêne liège par le pin pignon.

I.6.3. Végétation forestière

La végétation forestière est représentée par l'ensemble du couvert végétal qui est constitué par des essences dont l'origine est soit naturelle ou soit artificielle. Elle est importante pour sa production en bois, en liège et en résine. De plus, son maintien permet de sauvegarder la biodiversité. Selon Trainer (1991) la répartition de différentes essences cartographiées dans la

localité de Collo, met en évidence la dominance du *Quercus suber* (21300 ha). Il se retrouve associée avec le *Quercus faginea* et le *Pinus pinaster*.

D'autres espèces sont notées entre autres : *Alnus glutinosa*, *Fraxinus oxyphylla*, *Celtis australis*, *Castanea sativa*, *Ceratonia siliqua* et *Eucalyptus camaldulensis* (Trainer, 1991).

Dans la dépression d'Azzaba la végétation est formée essentiellement de *Quercus suber*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Erica sp.*, *Cistus sp.* et *Ampelodesma mauritanica* (Benderradji, 1999). D'autres essences sont faiblement représentées telles que *Crataegus oxyacantha* et le *Juniperus oxycedrus*.

I.7. Agriculture

Les différentes strates végétales naturelles et culturales qui composent le territoire wilaya œuvrent pour le triptyque agro-sylvo-pastorale. En effet, avec une superficie agricole totale (SAT) de 193 179 ha et une superficie agricole utile (SAU) de 131 879 ha dont 15300 ha en irrigué (tableau 1), l'agriculture demeure, avec l'industrie, l'un des principaux secteurs d'activité de la wilaya de Skikda (A.N.D.I., 2013).

Tableau 1 : Répartition de la superficie des terres agricoles (wilaya de Skikda) (A.N.D.I., 2013).

	Affectation	Superficie (ha)	Proportion(%) par rapport	
			SAU	SAT
Terres labourables	Cultures herbacées	76.656,7	58.13	39.68
	Jachère	33.367,03	25.30	17.27
	Arboriculture	19.413,27	14.72	10.05
	Vignoble	1.602	1.22	0.83
Total SAU		131.879	100	68.27
Dont en irrigué		15.300	11.60	7.92
Pacages et parcours		42.977	32.59	22.25
Terres improductives des exploitations		18.323	13.89	9.48
Total des terres agricoles		193.179	146.48	100

Chapitre II
Matériels et
Méthodes

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1. Approche méthodologique

L'étude diachronique de l'évolution de la végétation forestière, repose sur l'analyse spatio-temporelle et le traitement des images satellitaires par télédétection. L'organigramme ci dessous retrace les différentes étapes d'analyse et de traitement réalisées dans cette étude.

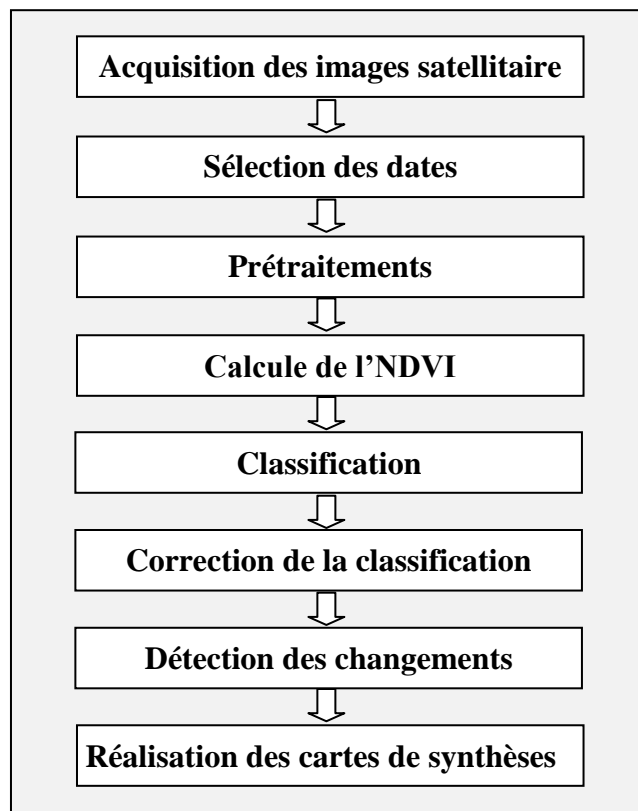


Figure 1 : Etapes d'analyse et de traitement des images satellites

II.1.1. Acquisition des images satellitaires

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 » littéralement « Institut d'études géologiques des États-Unis » qui est un organisme gouvernemental américain qui se consacre aux sciences de la Terre (figure 2).

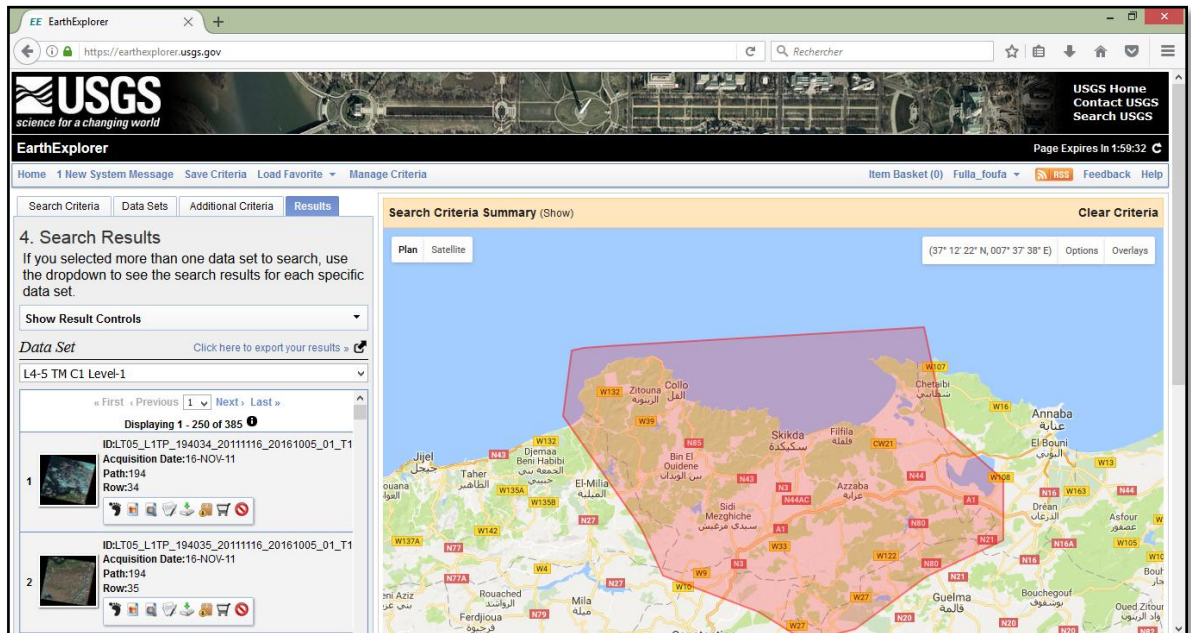


Figure 2 : Portail web du site USGS

II.1.2. Sélection des dates des images

Pour toute étude diachronique de la végétation, il est très important de bien choisir la date de prise de vue, car les conditions de terrain varient beaucoup au cours des saisons de l'année. La difficulté dans ce type d'étude est de distinguer la végétation naturelle, notamment forestière, des zones de cultures. La télédétection de la végétation étant basée sur l'activité photosynthétique, nous avons opté pour la saison sèche (de mai à septembre), car la majorité des cultures comme la céréaliculture durant cette saison sont sèche et dépourvu de chlorophylle. De plus, durant la saison sèche le taux de couverture nuageuse est le plus faible, rendant ainsi possible l'acquisition d'image sans nuage.

II.1.3. 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. Depuis fin mai 2014, les images LANDSAT 5 et 8, sont disponible, gratuitement et

sur demande, au niveau L1T (correction géométrique et ortho rectification) et au niveau 2A (corrections atmosphériques), sur le site Earth Explorer de l'USGS. Au cours du prétraitement, trois opérations ont été appliquées : la calibration radiométrique, la mosaïque et le masque.

A) Calibration radiométrique : est indispensable pour tout traitement d'images ayant pour but l'accès à des propriétés quantifiées des surfaces, la comparaison des résultats d'un traitement avec les données mesurées sur le terrain, les comparaisons multi-dates, ou la reproductibilité d'une méthode d'identification ou de classification. Par cette étape, les niveaux de gris (8 bits) seront transformés en luminances apparentes au capteur (Bennari, 1996).

B) Mosaïque des images satellites : permet de gérer, afficher et diffuser des données raster en une seule image.

C) Application du masque : permet d'éliminer les zones de l'image qui n'ont aucun intérêt et qui pourraient influencer sur les résultats des classifications finales. Un masque doit être créé pour éliminer la zone à l'extérieur des limites de la wilaya de Skikda.

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. L'NDVI 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 de l'NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme l'eau, le bâti et 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, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs positives, généralement comprises entre 0,2 et 0,8. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses (Sellers, 1985).

II.1.5. Classification

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

Dans notre cas, nous avons choisi la classification supervisée, qui est basé sur l'identification des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de cinq types de surfaces (végétation, agriculture, bâtis, sable, eau). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur la connaissance de la zone d'étude et les types de surfaces présentes dans l'image. Nous supervisons donc la classification d'un ensemble spécifique de classes. Les informations numériques pour chacune des bandes et pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour définir les classes et ensuite reconnaître des régions aux propriétés similaires à chaque classe.

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

La classification supervisée, même si elle est réalisée de façon correcte, cela n'empêche pas d'avoir quelque erreur. Pour corriger ces erreurs, nous avons eu recours aux images satellites avec une composition colorée en mode fausse couleur. Ce mode de coloration affiche la bande proche infrarouge dans le canal rouge, la bande rouge dans le canal vert et la bande verte dans le canal bleu, ce qui permet de mieux discriminer la végétation qui apparaît alors en couleur rouge.

II.1.7. Détection du changement

Après la correction de la classification, 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 forestière

survenus dans le temps au niveau de la zone d'étude. Ces changements peuvent être soit une progression, soit une régression ou une stabilité du couvert végétal.

II.1.8. Réalisation des cartes de synthèses

Cette phase finale consiste à réaliser des cartes de synthèses des changements de la végétation au cours du temps. Des tableaux et graphiques viennent compléter les résultats en apportant des précisions sur les superficies de la régression, progression et stabilité de la végétation au niveau de la wilaya de Skikda.

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

Pour notre étude, nous avons utilisé les images issues de deux types de capteurs LANDSAT :

- TM 5 (Thematic Mapper) (photo 1)
- OLI 8 (Operational Land Imager) (photo 2)

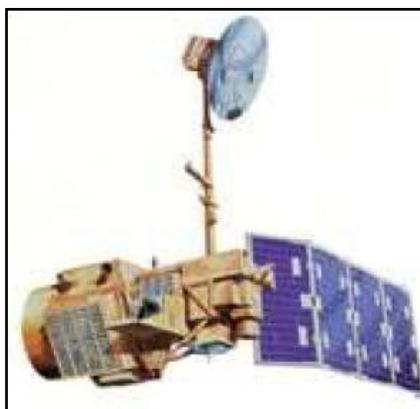


Photo 1 : LANDSAT TM 5.

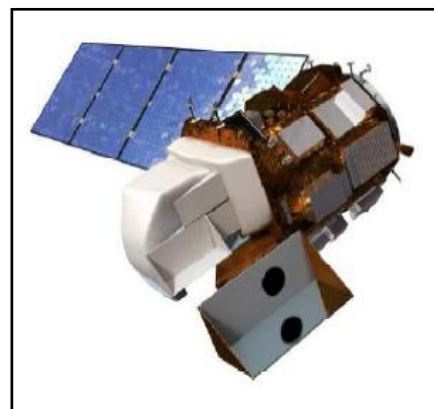


Photo 2 : LANDSAT OLI 8.

L'imagerie LANDSAT couvre une large portion du spectre électromagnétique. Les capteurs TM et OLI enregistrent des réflectances dans le visible, dans le moyen infrarouge et dans le proche infrarouge (tableau 2). Il est reconnu que la prise en compte d'une bande au moins de chacune de ces trois zones du spectre, permet une bonne discrimination générale de l'occupation du sol. Il est en outre généralement admis que l'utilisation d'un grand nombre de

bandes spectrales n'apporte guère plus de discrimination entre les objets au sol que celle de quelques bandes judicieusement choisies (Beaudoin *et al.*, 1995).

Tableau 2 : Caractéristiques des satellites LANDSAT TM 5 et OLI 8

Caractéristiques	LANDSAT TM 5	LANDSAT OLI 8
Date de lancement	01/03/1983	11/02/2013
Altitude	705 km	
Inclinaison	98,2°	
Orbite	Polaire héliosynchrone	
Période de révolution	98,9 minutes	98 minutes
Capacité de revisite	16 jours	
Résolution optique	30 mètres	30 mètres sur toutes les bandes sauf sur la bande panchromatique (15 m).
Nombre de bandes spectrales	7 bandes	11 bandes
Bandes spectrales visibles et proche infrarouge	Bande 1 Bleu : 0.45 - 0.52 μm Bande 2 Vert : 0.52 - 0.60 μm Bande 3 Rouge : 0.63 - 0.69 μm Bande 4 Infrarouge proche : 0.76 - 0.90 μm	Bande 2 Bleu : 0,450 - 0,515 μm Bande 3 Vert : 0,525 - 0,600 μm Bande 4 Rouge : 0,630 - 0,680 μm Bande 5 Infrarouge proche : 0,845 - 0,885 μm

II.2.2. Logiciels

Différents types de logiciels ont été utilisés dans le cadre de cette étude :

- tous les prétraitements et traitements d'images ont été réalisés grâce au logiciel de télédétection ENVI 5.1 ;
- le logiciel Google Earth 7.1, a servi pour le choix des données-test utilisées lors de la classification supervisée ;
- enfin, la partie cartographie et création de la base de données géographique, ont été effectués avec le système d'information géographique ArcGIS 10.1.

Chapitre III
Résultats et
discussions

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Acquisition des images satellitaires et sélection des dates

Entre 1984 et 2016, pour la wilaya de Skikda, nous avons dénombré 753 scènes LANDSAT. Après consultation des images et élimination de celles contenant des nuages, il ne reste plus que 33. Parmi les images restantes, seul 29 ont des dates de prise de vue durant la période sèche (mai à septembre). Sur les 29 dates disponibles, nous avons retenu la date la plus ancienne du 07/06/1987 et la plus récente du 03/09/2016, soit une période de 29 ans. Pour plus de précision dans le suivi de l'évolution de la végétation dans le temps, nous avons sélectionné des dates intermédiaires. Elles sont datées du 28/05/1995, 21/07/2003 et 18/06/2011. De ce fait, la période d'étude de l'évolution de la végétation de 29 ans sera divisée en quatre périodes.

III.1.2. Prétraitement

Une calibration radiométrique suivie par la mosaïque des images et un masque ont été appliqués aux cinq dates. Le résultat a été affiché en mode fausse couleur (figure 3, 4, 5, 6 et 7).

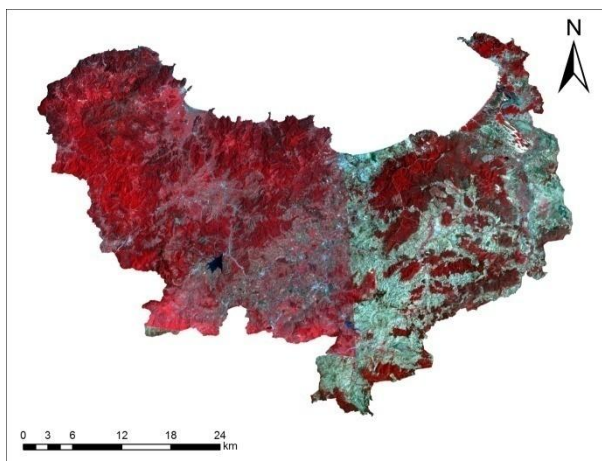


Figure 3 : Image prétraitée en mode fausse couleur (07/06/1987)

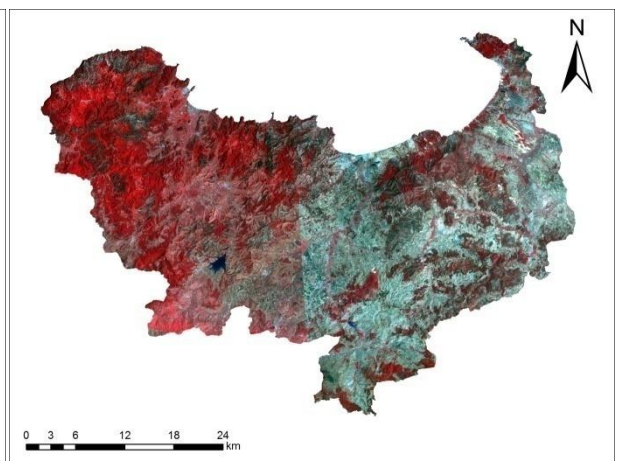


Figure 4 : Image prétraitée en mode fausse couleur (28/05/1995)

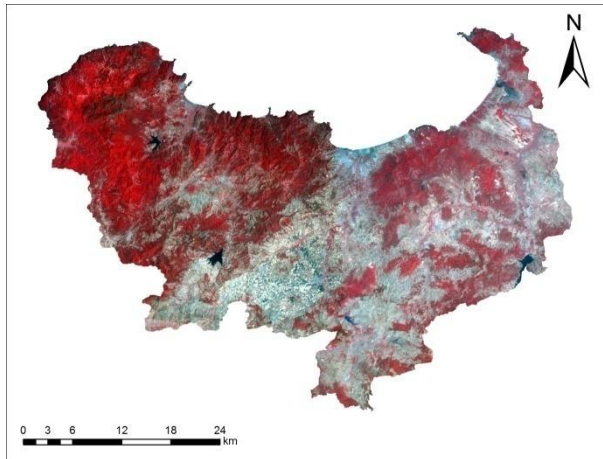


Figure 5 : Image prétraitée en mode fausse couleur (21/07/2003)

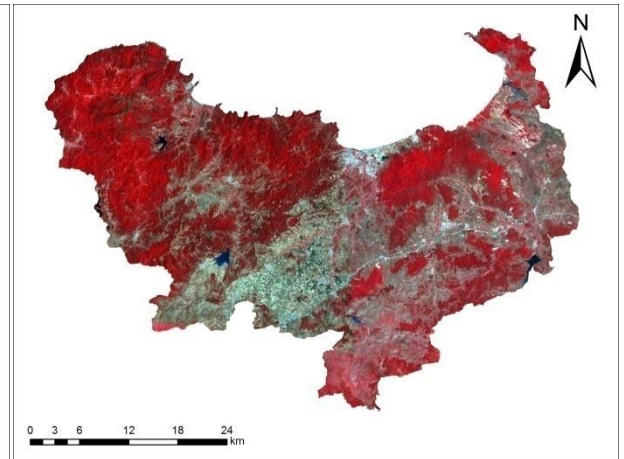


Figure 6 : Image prétraitée en mode fausse couleur (18/06/2011)

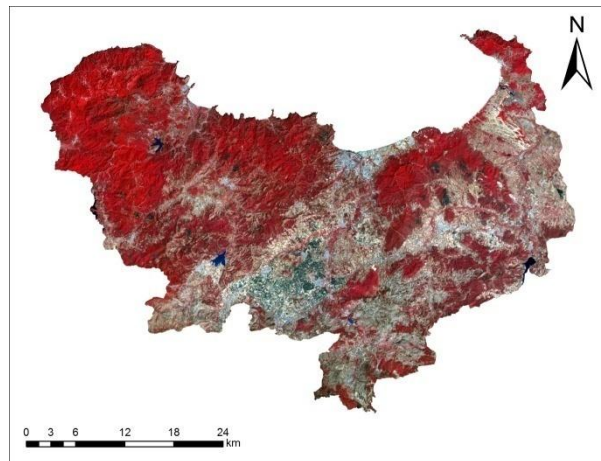
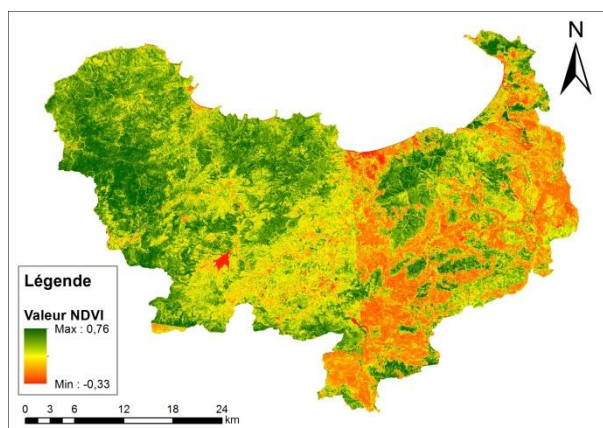


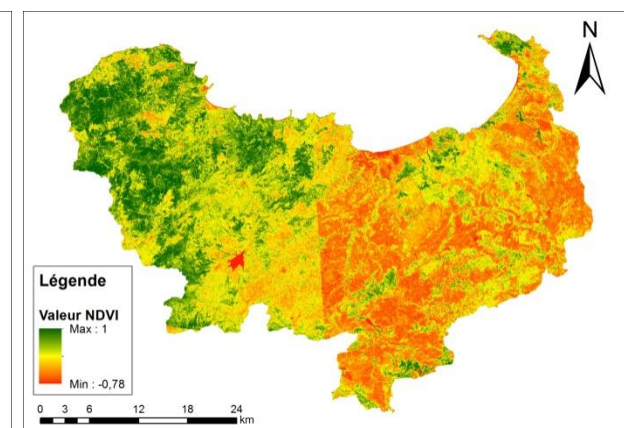
Figure 7 : Image prétraitée en mode fausse couleur (03/09/2016)

III.1.3. Calcul de l'NDVI

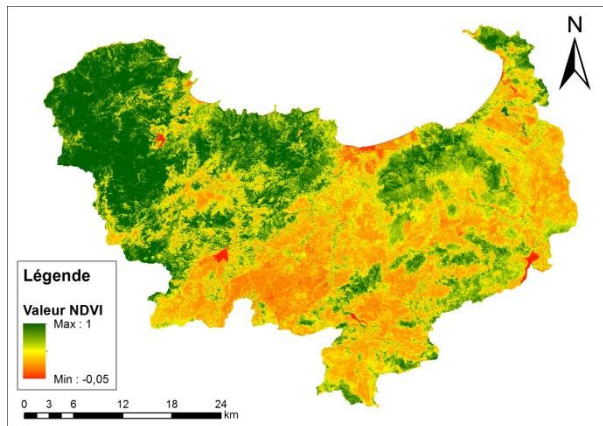
Les résultats du calcul de l'indice de la végétation, des différentes dates sont représentés par les cartes 3, 4, 5, 6 et 7.



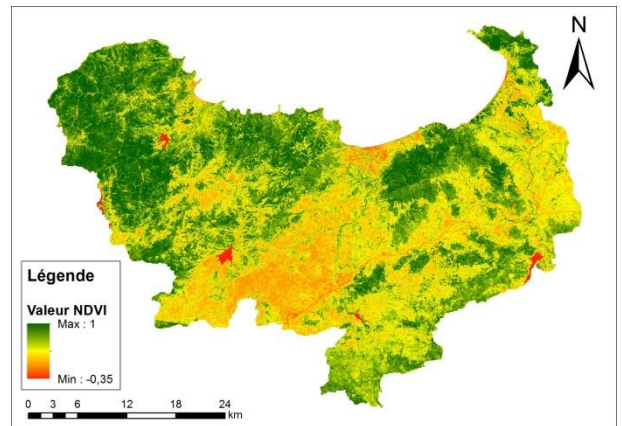
Carte 3 : NDVI de l'image du (07/06/1987)



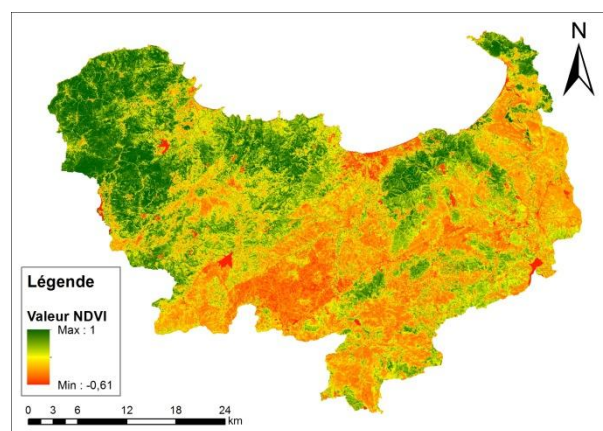
Carte 4 : NDVI de l'image du (28/05/1995)



Carte 5: NDVI de l'image du (21/07/2003)



Carte 6 : NDVI de l'image du (18/06/2011)

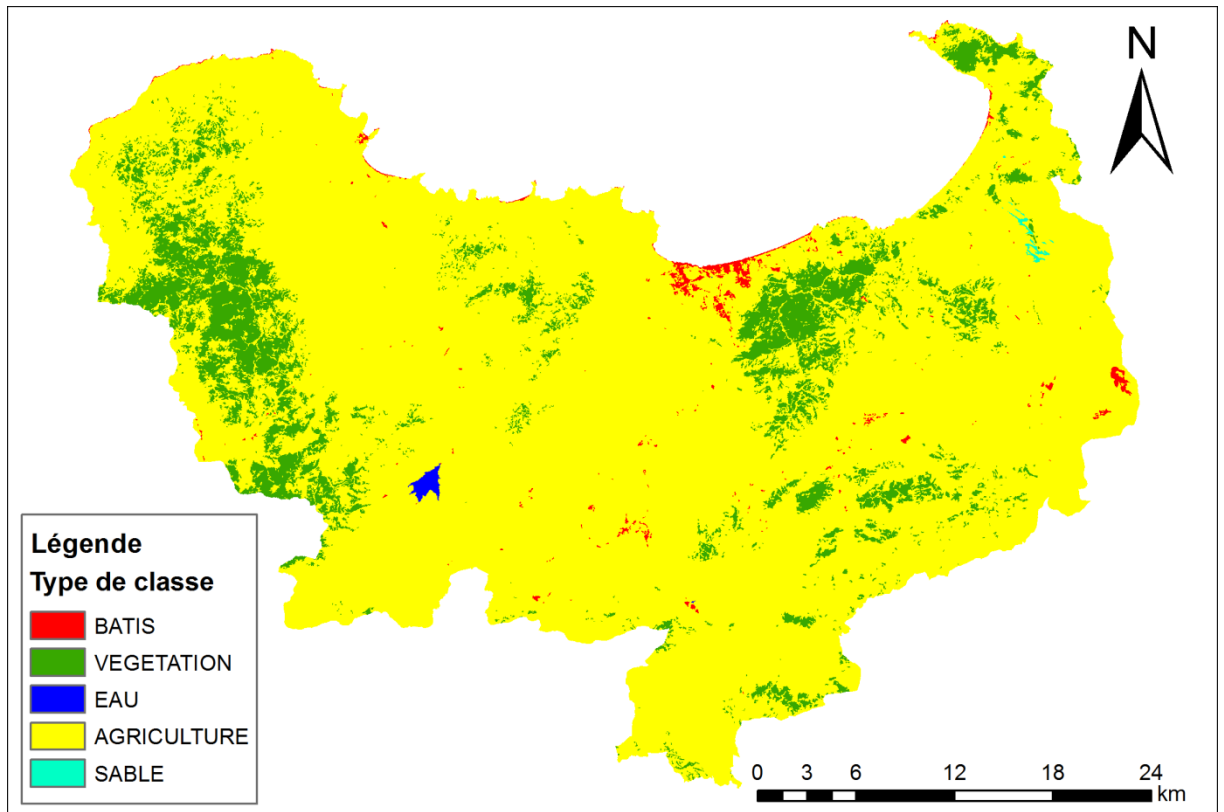


Carte 7 : NDVI de l'image du (03/09/2016)

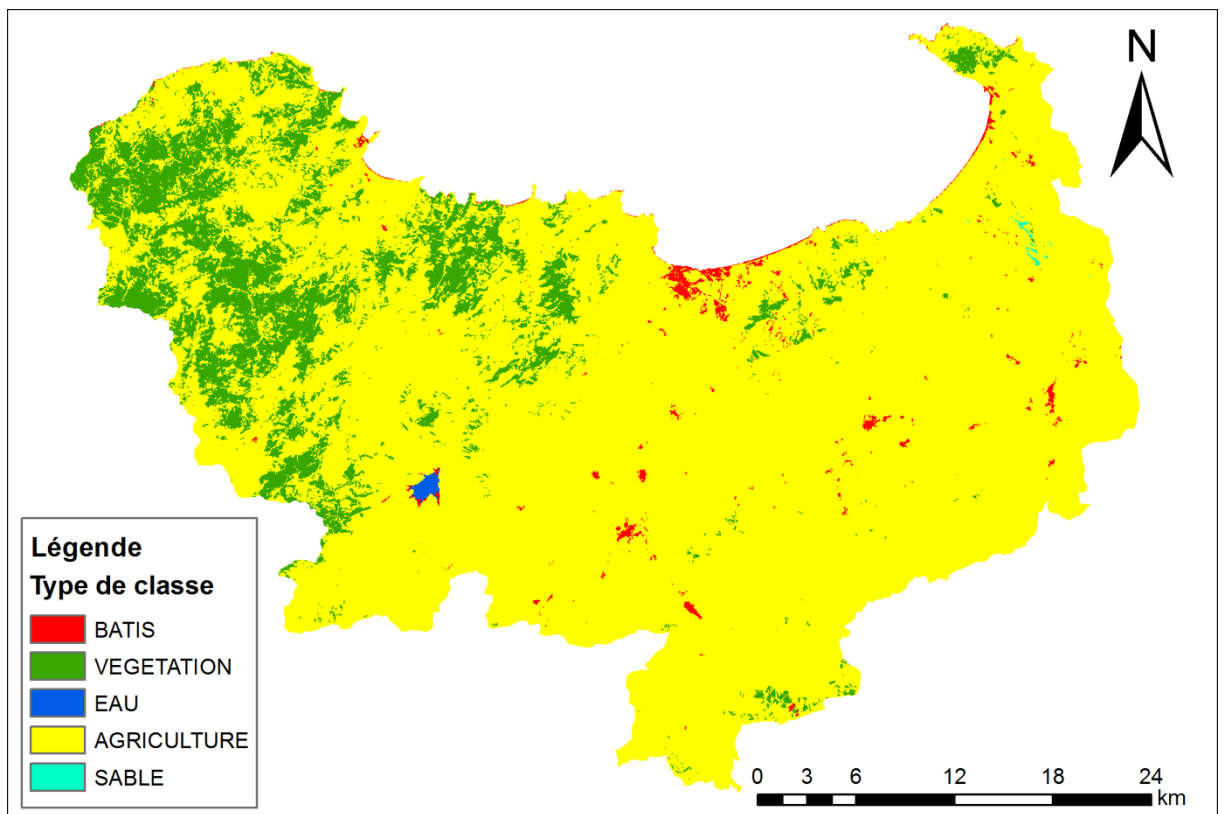
Les valeurs d'NDVI les plus élevées sont représentées par des tons verts alors que les tons rouges concernent les valeurs les plus faibles. Les valeurs de l'NDVI pour la période 1987-2016 varient entre -0,05 et +1.

III.1.4. Classification supervisée de l'NDVI

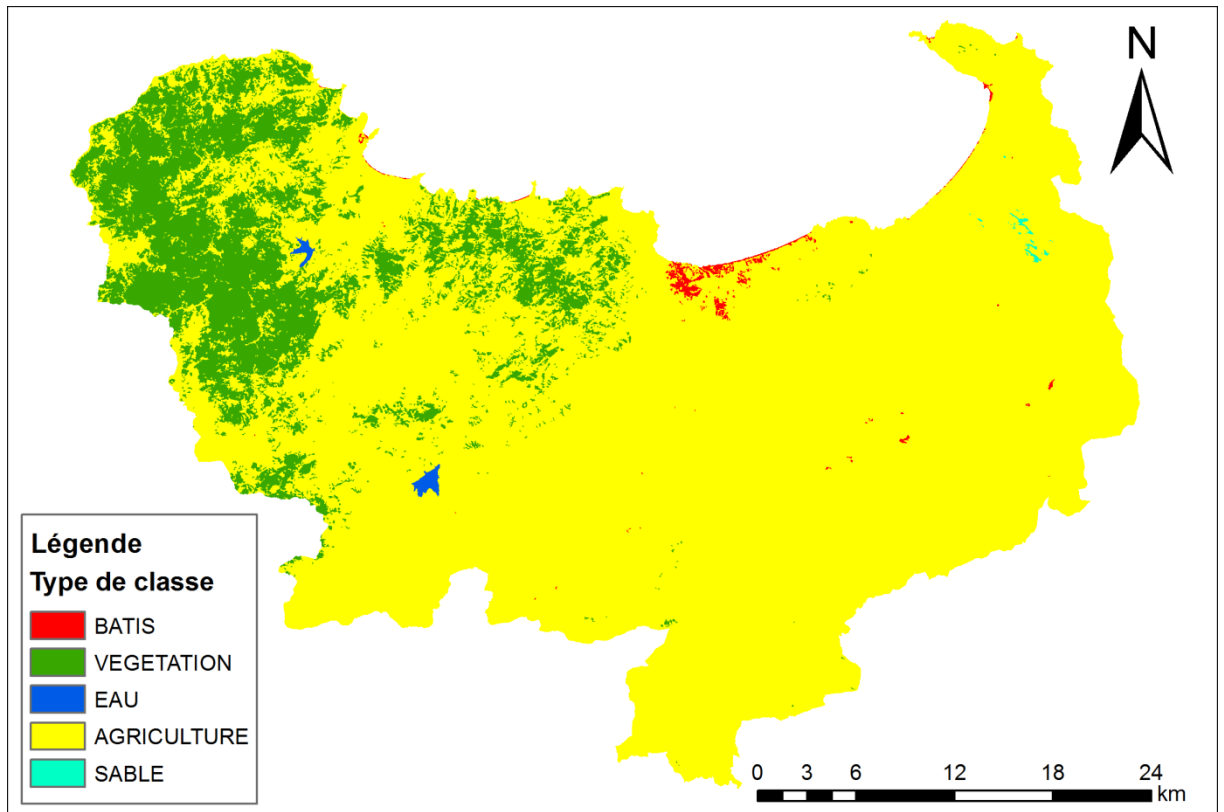
La classification supervisée de l'NDVI des images de 1987, 1995, 2003, 2011 et 2016 a produit des images beaucoup plus explicites, pour la discrimination entre la classe végétation et les autres types de classes (carte 8, 9, 10, 11 et 12).



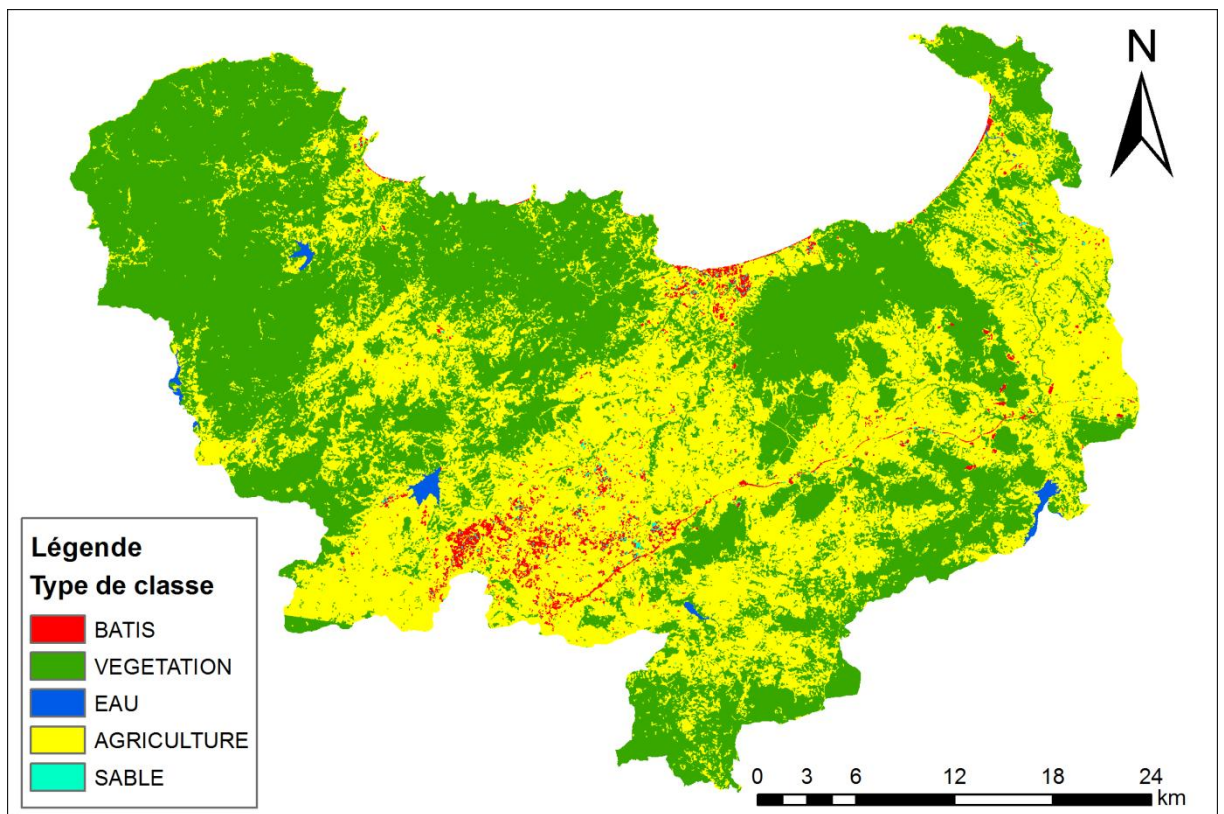
Carte 8 : Classification supervisée de l'NDVI (07/06/1987)



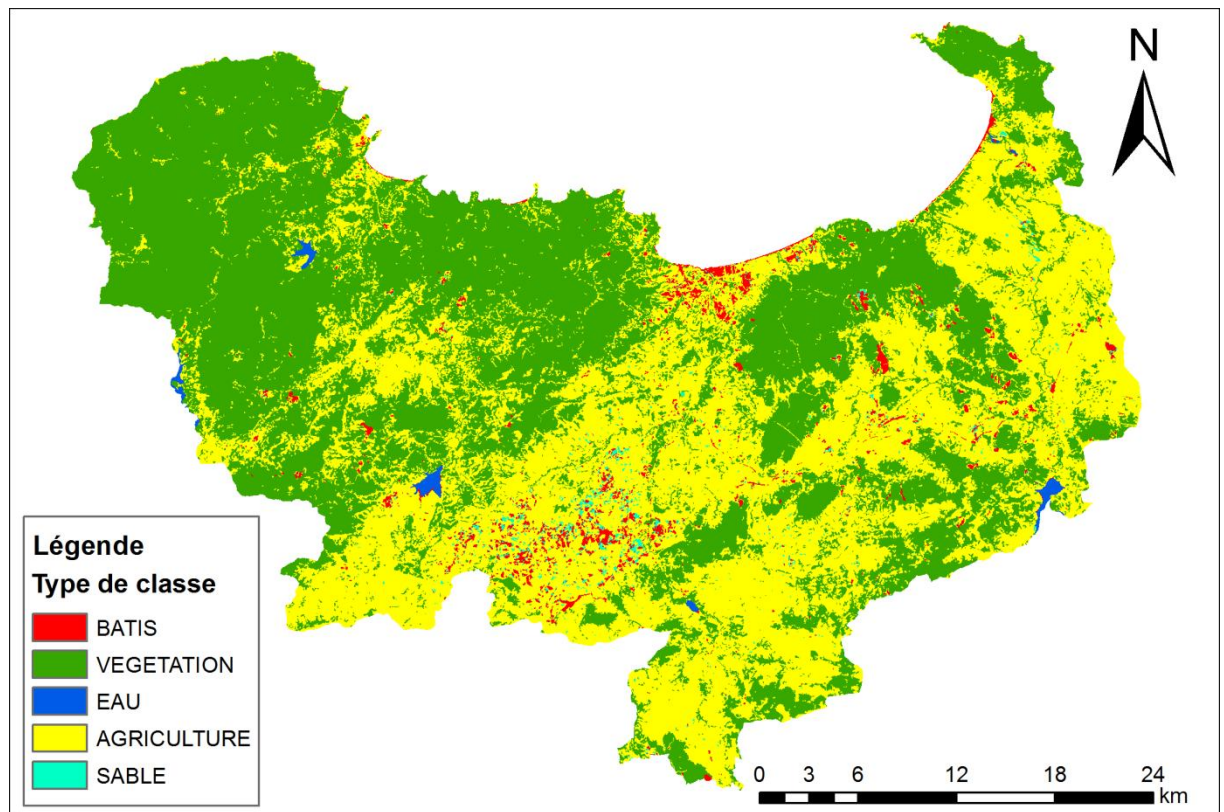
Carte 9 : Classification supervisée de l'NDVI (28/05/1995)



Carte 10: Classification supervisée de l'NDVI (21/07/2003)



Carte 11: Classification supervisée de l'NDVI (18/06/2011)



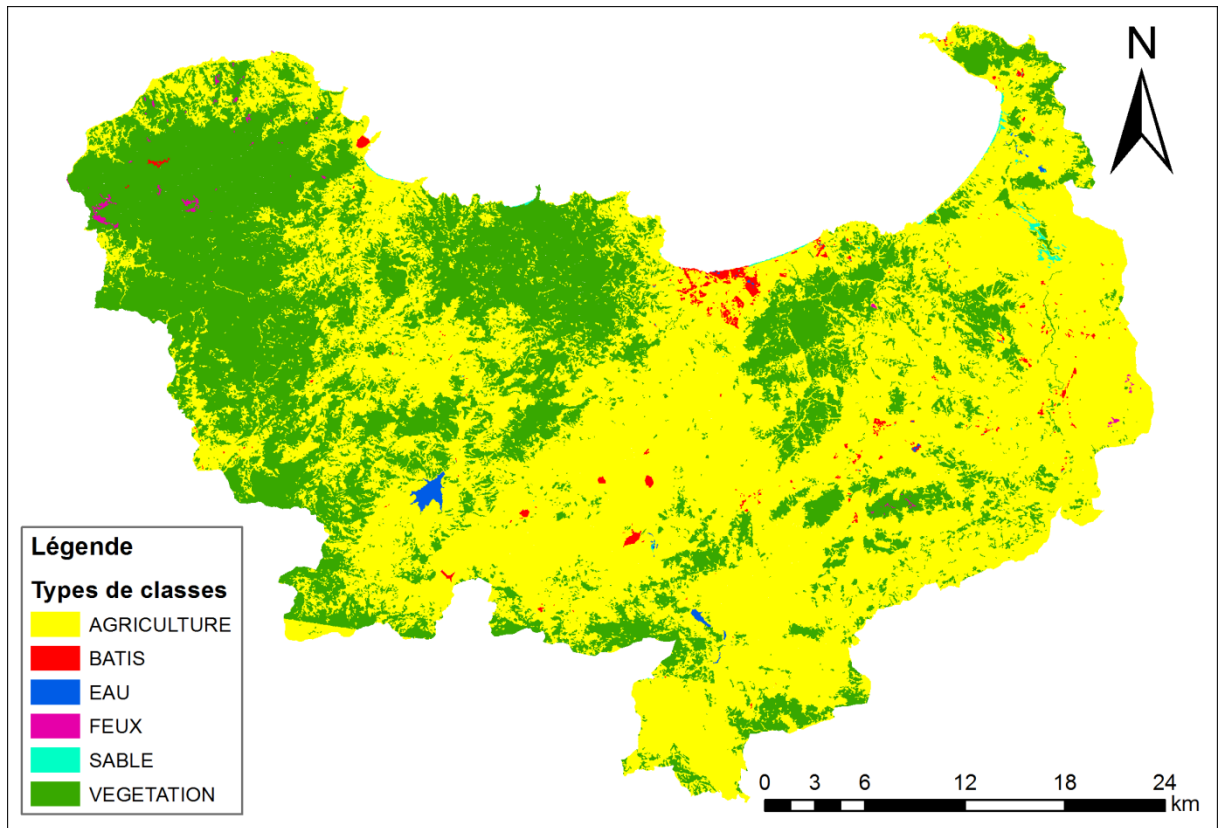
Carte 12 : Classification supervisée de l'NDVI (03/09/2016)

III.1.5. Correction de la classification

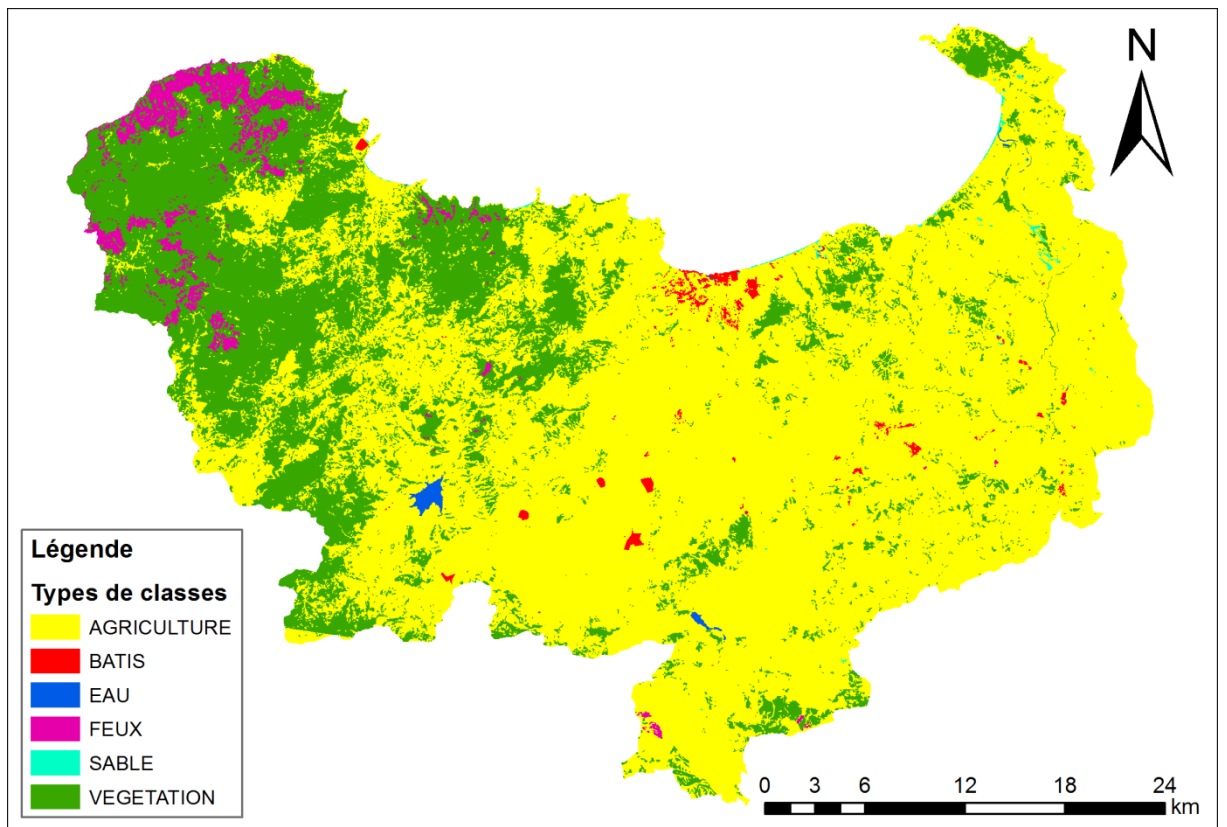
Après la réalisation des cartes de classification, nous avons relevé certaines erreurs, notamment une confusion entre les parcelles agricoles, le bâti et la végétation brûlée.

Pour la validation des résultats, nous avons procédé à une correction de ces erreurs, à l'aide du système d'information géographique ArcGIS et l'apport des images satellites en composition fausse couleur.

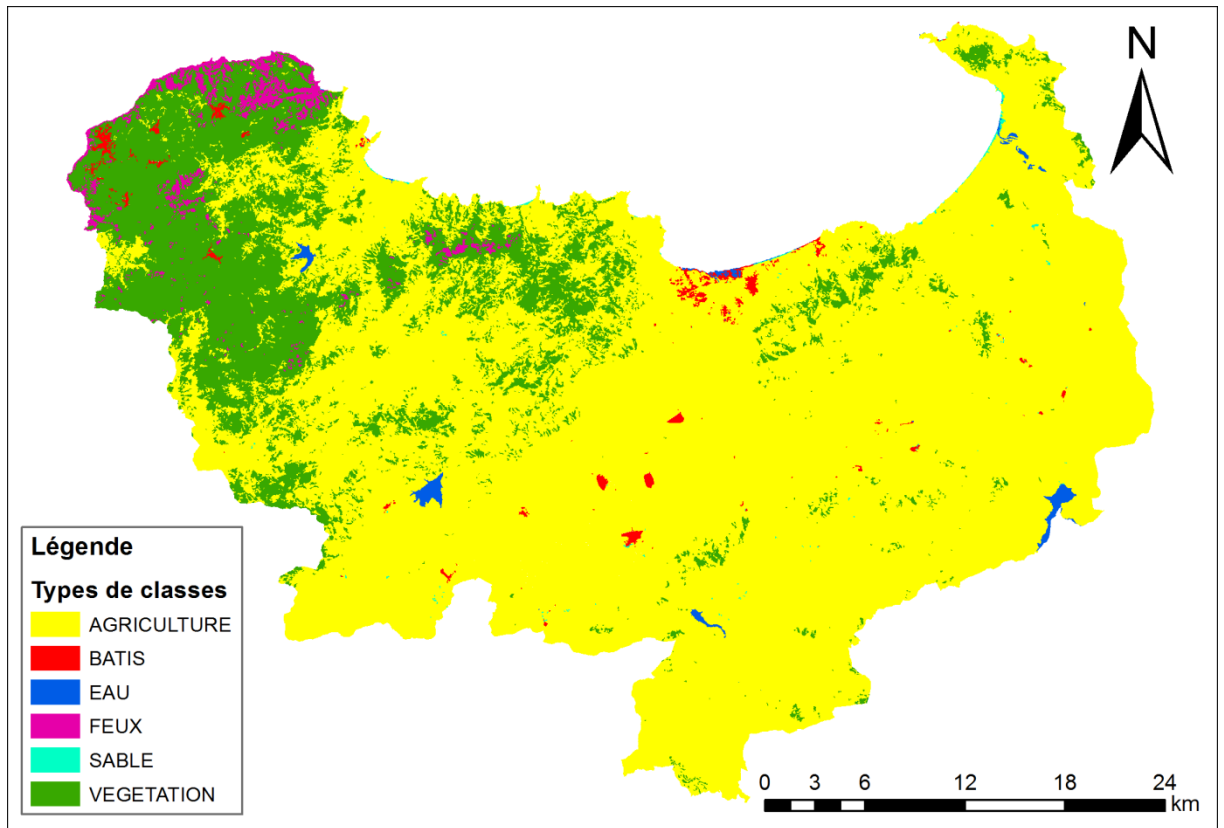
Le résultat de ces corrections est présenté dans les cartes 13, 14, 15,16 et 17.



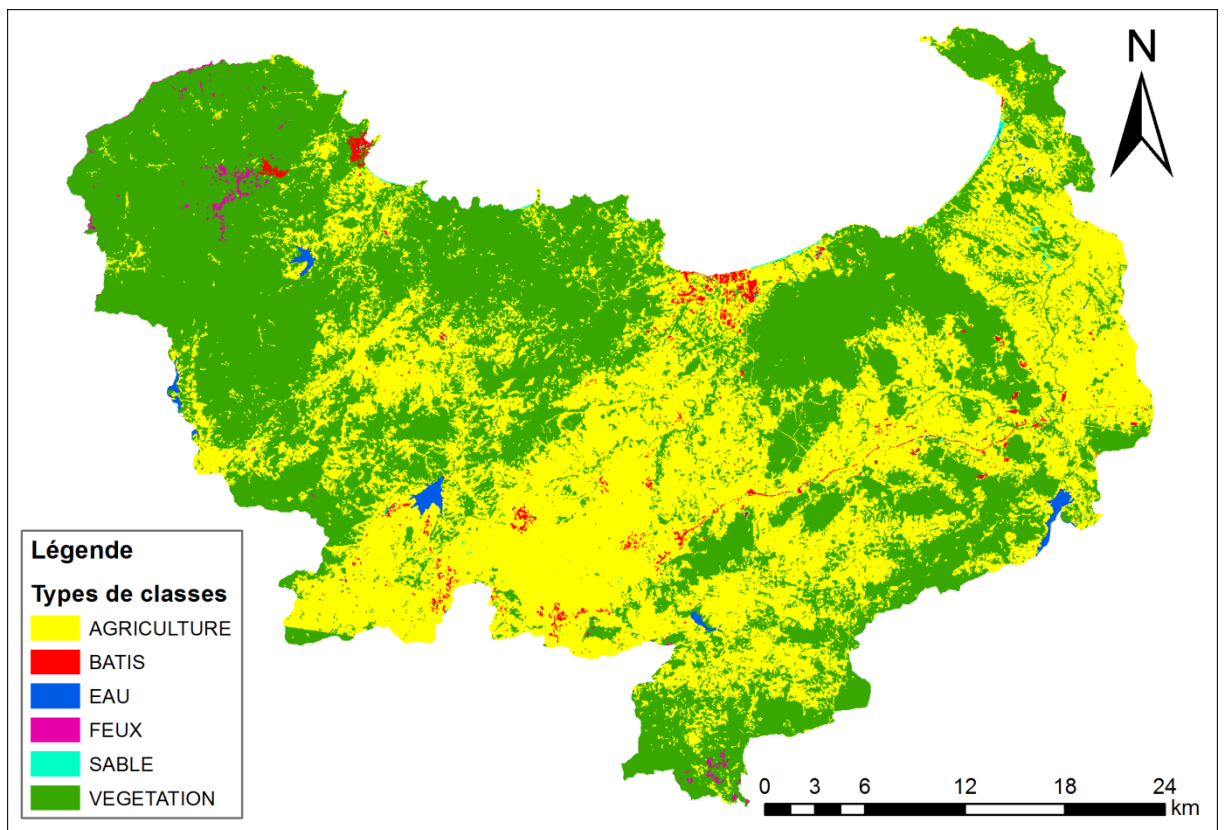
Carte 13 : Correction de la classification de l'NDVI (07/06/1987)



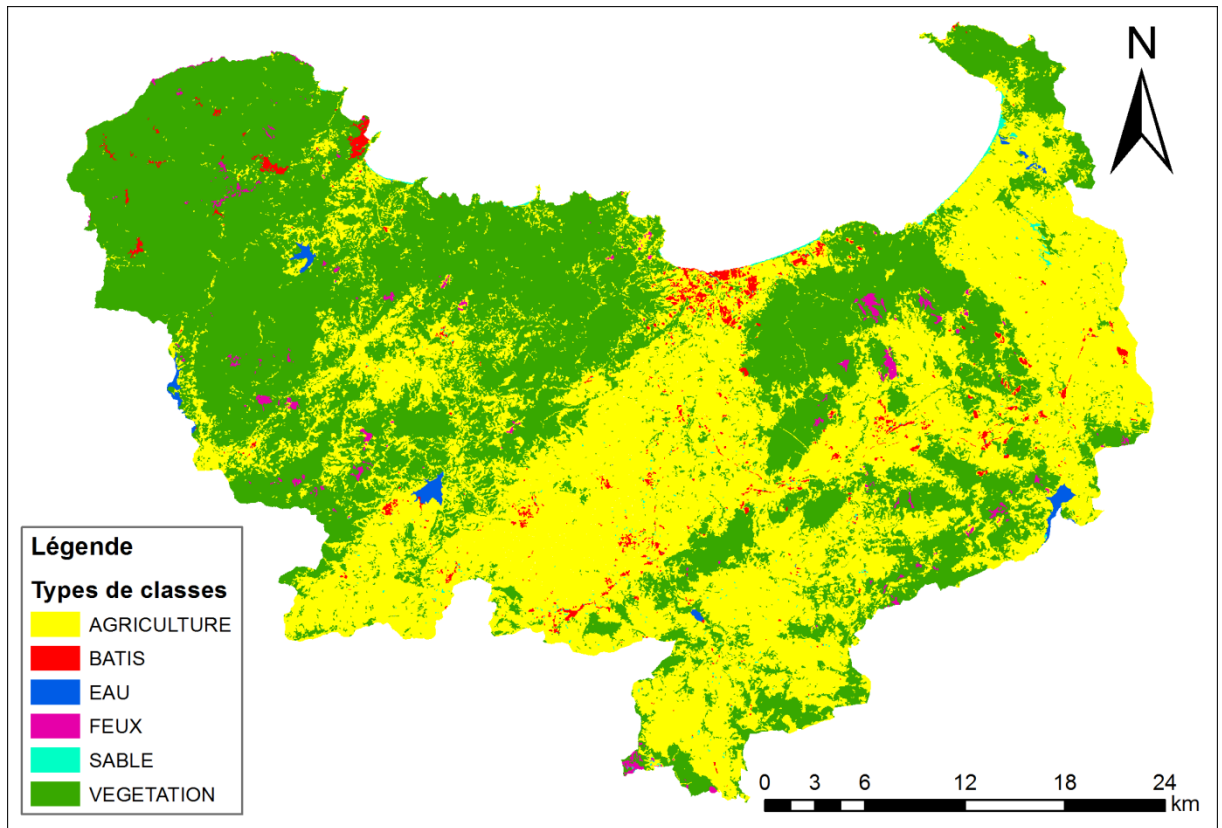
Carte 14: Correction de la classification de l'NDVI (28/05/1995)



Carte 15 : Correction de la classification de l'NDVI (21/07/2003)



Carte 16 : Correction de la classification de l'NDVI (18/06/2011)



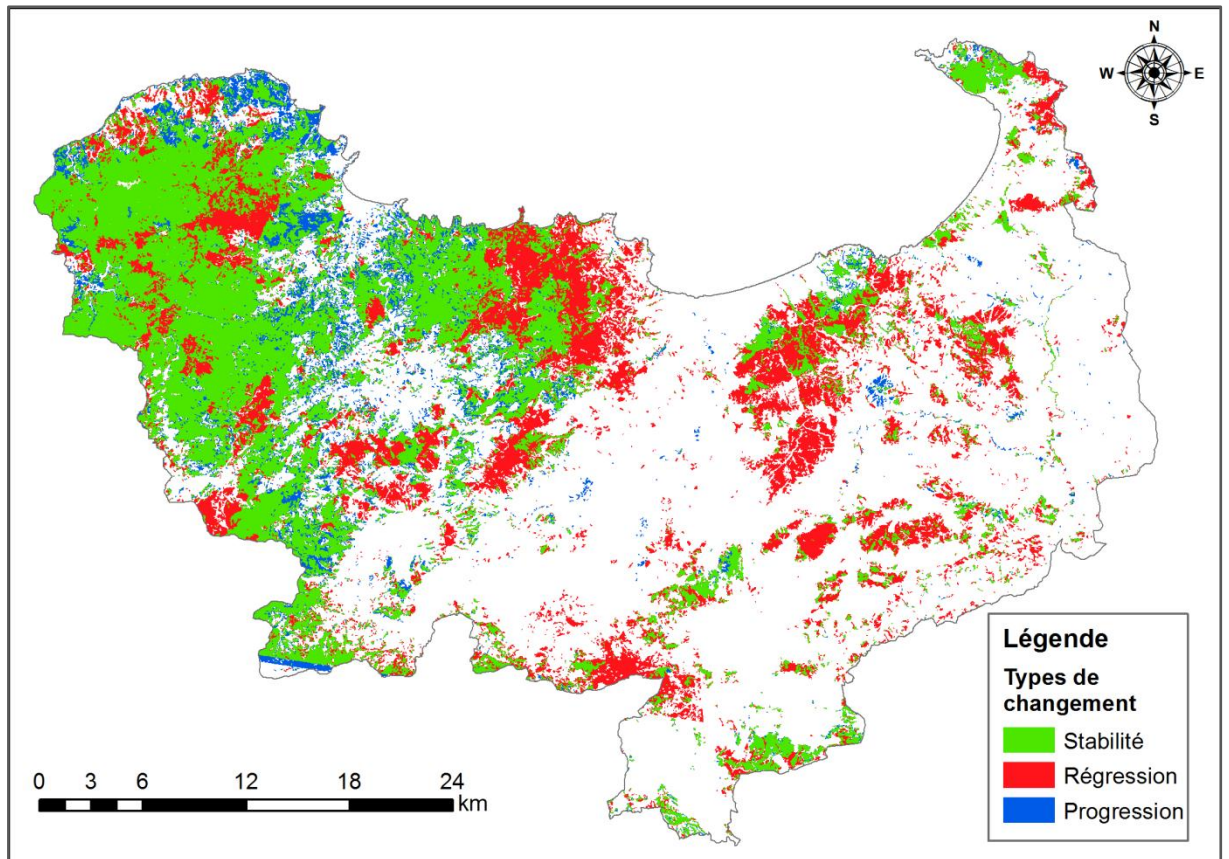
Carte 17 : Correction de la classification de l'NDVI (3/09/2016)

III.1.6. Détection des changements de la végétation entre les différentes dates

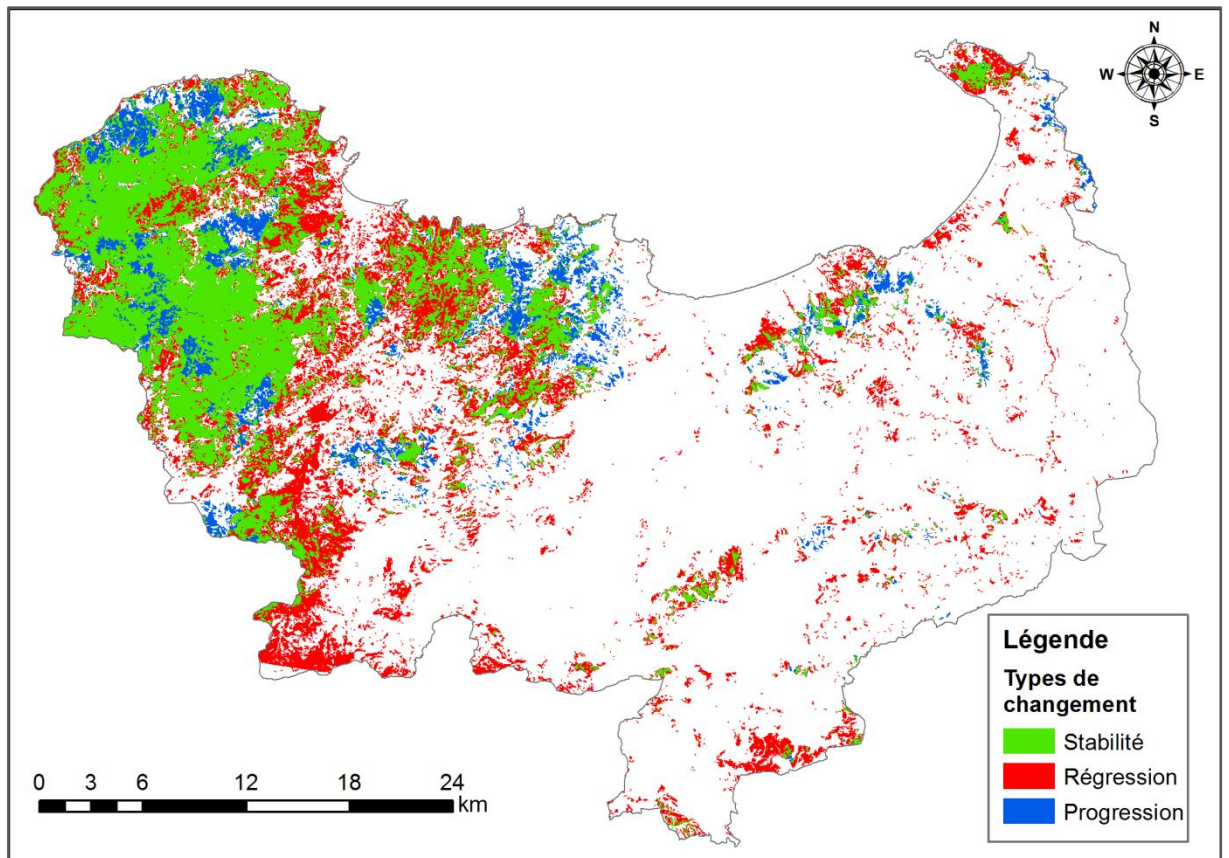
Après la correction des erreurs, on procède à la détection du changement entre les cinq dates. Les cartes 18, 19, 20, 21 et 22 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation, survenus dans la wilaya de Skikda sur une période de 29 ans (1987-2016).

Ces changements de la végétation, peuvent être soit :

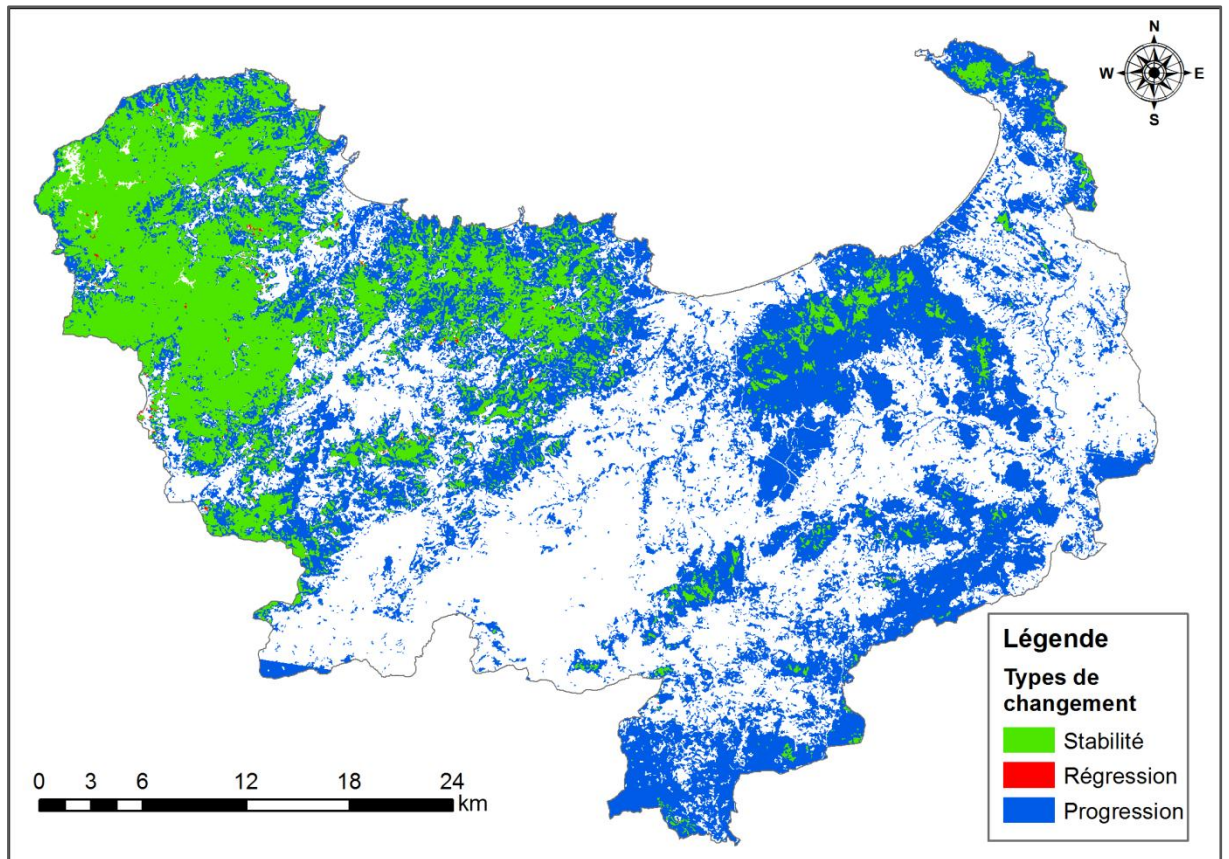
- ✓ une progression pour les zones où la végétation s'est développée ;
- ✓ une régression pour les zones où la végétation a subi une dégradation ;
- ✓ une stabilité pour les zones n'ayant subi aucun changement.



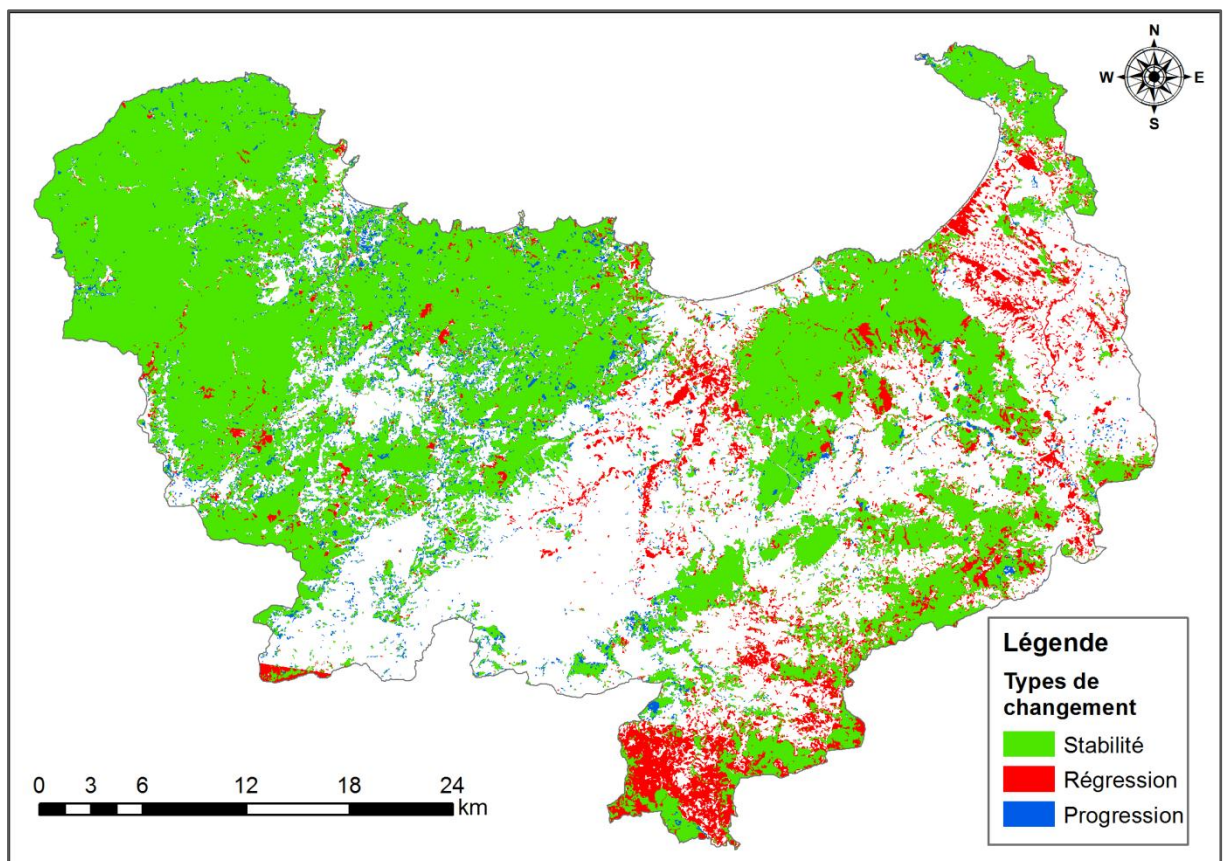
Carte 18 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 1995



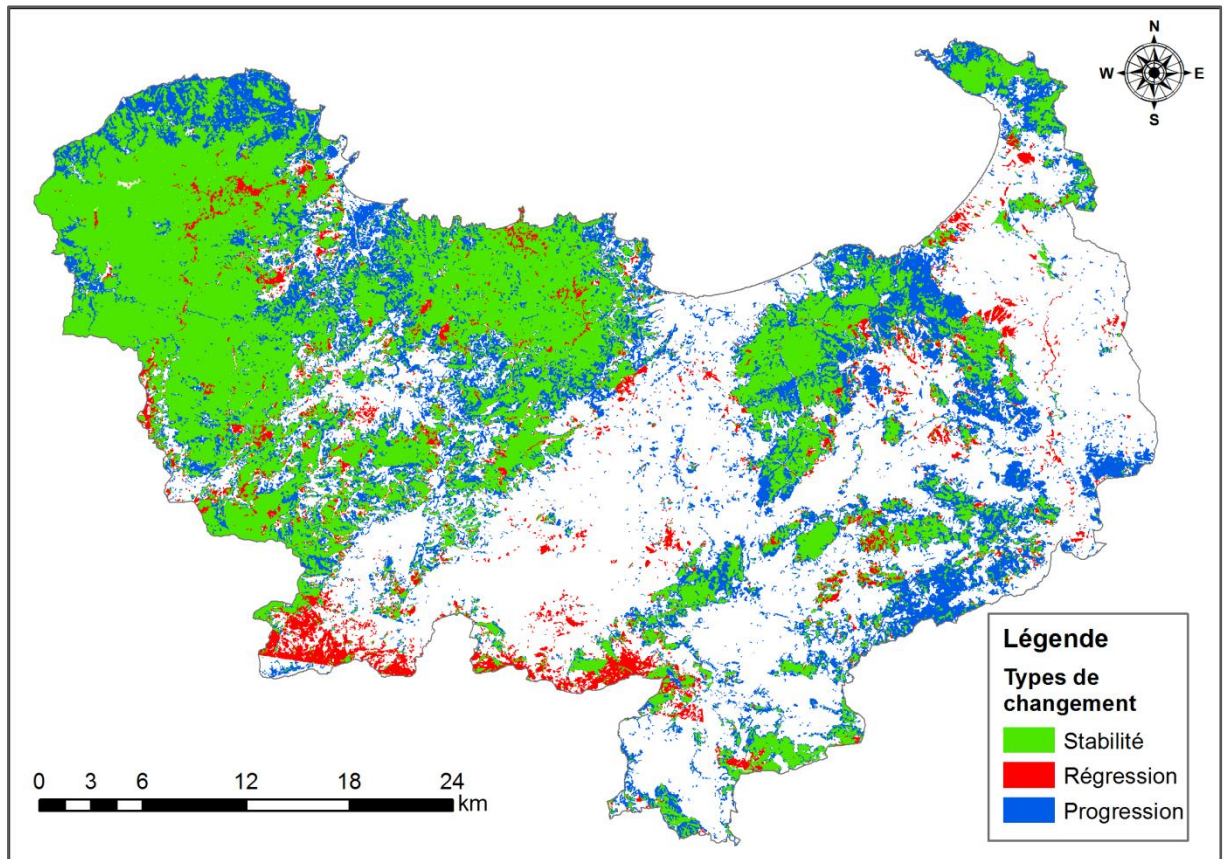
Carte 19 : Détection du changement de la végétation entre 1995 et 2003



Carte 20 : Détection du changement de la végétation entre 2003 et 2011



Carte 21 : Détection du changement de la végétation entre 2011 et 2016



Carte 22 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2016

III.2. Discussion

III.2.1. Bilan de changement d'occupation du sol dans la wilaya de Skikda (1987-2016)

Le tableau 3 répertorie l'ensemble des classes thématiques à savoir : la végétation, l'agriculture, le bâti, l'eau, le sable et la végétation brûlée, avec leurs surfaces respective et pour chaque période.

Tableau 3 : Superficies occupées par les différentes classes d'occupation du sol (1987-2016).

Type de classe	Superficie (ha)				
	1987	1995	2003	2011	2016
Végétation	153.657,09	112.310,82	76.395,85	226.202,84	207.475,01
Agriculture	256.408,38	288.769,74	327.546,45	180.692,76	196.360,34
Bâti	2.422,30	2.534,58	2.663,94	3.959,28	5.299,11
Sable	607,86	556,9	417,32	730,70	1.010,58
Feux	552,94	9.491,26	5.649,76	1.064,18	2.690,48
Eau	854,33	839,6	1.829,58	1.853,14	1.667,38
Total	414.502,90	414.502,90	414.502,90	414.502,90	414.502,90

Le tableau 4, calculé à partir du tableau 3, exprime les variations dans les superficies des différentes classes selon chaque période. Il permet de quantifier la progression ou la régression de chaque classe en fonction de chaque période. Alors que le tableau 5 exprime le pourcentage de ces variations

Tableau 4 : Variations des superficies occupées par les classes d'occupation du sol (1987-2016).

Type de classe	Variation (ha)				
	1987-1995	1995-2003	2003-2011	2011-2016	1987-2016
Végétation	-41.346,27	-35.914,97	+149.806,99	-18.727,83	+53.817,92
Agriculture	+32.361,36	+38.776,71	-146.853,69	+15.667,58	-60.048,04
Bâti	+112,28	+129,36	+1.295,34	+1.339,83	+2.876,81
Sable	-50,96	-139,58	+313,38	+279,88	+402,72
Feux	+8.938,32	-3.841,50	-4.585,58	+1.626,30	+2.137,54
Eau	-14,73	+989,98	+23,56	-185,76	+813,05

Tableau 5 : Pourcentages des variations des superficies occupées par les classes d'occupation du sol.

Type de classe	Variations (%)				
	1987-1995	1995-2003	2003-2011	2011-2016	1987-2016
Végétation	-26,90	-31,97	+196,09	-8,27	+35,02
Agriculture	+12,62	+13,42	-44,83	+8,67	-23,41
Bâti	+4,63	+5,10	+48,62	+33,84	+118,76
Sable	-8,38	-25,06	+75,09	+38,30	+66,25
Feux	+1.616,50	-40,47	-81,16	+152,82	+386,57
Eau	-1,72	+117,91	+1,28	-10,02	+95,16

Période 1987-1995 : d'après l'analyse des tableaux 4 et 5, sur les huit ans le domaine forestier a perdu une superficie de 41.346,27 ha soit 26,90% à cause des feux, avec une superficie de 8.938,32 ha.

Période 1995-2003 : le couvert forestier a perdu une superficie de 35.914,97 ha soit 31,97% remplacé par l'agriculture et les zones de pâturage avec une superficie de 38.776,71 ha, et avec la construction des barrages Zit el Enba et Beni Zid, les plans d'eau ont progressé de 989,98 ha soit 117,91%.

Période 2003-2011 : une progression de la végétation forestière avec une superficie de 149.806,99 ha soit 196,09%, due aux efforts de reboisement, la régénération naturelle et la diminution des feux durant cette période.

Période 2011-2016 : une régression du couvert forestier avec une superficie de 18.727,83 ha soit 8,27%, toujours à cause des feux 1.626,3 ha et l'extension du bâti qui a progressé de 1339,83 ha soit 33,84 %.

Période 1987-2016 : c'est la période qui résume la totalité de notre étude diachronique de l'évolution de la végétation forestière de la wilaya de Skikda. Pendant vingt-neuf ans, globalement, le domaine forestier a gagné 53.817,92 ha soit 35,02% grâce à la régénération des forêts après incendies et les reboisements.

III.2.2. Bilan des changements de la végétation de la wilaya de Skikda période 1987-2016

A partir des cartes du changement, nous avons calculé les superficies de la régression et progression de la végétation, au niveau de la wilaya de Skikda, pour les périodes 1987-1995, 1995-2003, 2003-2011, 2011-2016 et 1987-2016. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 6.

Tableau6 : Bilan des changements de la végétation dans la wilaya de Skikda période 1987-2016

Evolution	Surface (ha)				
	1987-1995	1995-2003	2003-2011	2011-2016	1987-2016
Stabilité	=93.943,91	=60.176,23	=75.968,53	=192.808,08	=133.557,05
Progression	+18.343,39	+16.219,43	+14.9671,58	+14.577,51	+73.854,15
Régression	-59.713,18	-52.134,13	-427,31	-33.393,49	-20.100,04
Bilan	-41.369,79	-35.914,70	+149.244,27	-18.815,98	+53.754,11
Bilan annuel (ha/an)	-5.171,22	-4.489,33	+18.655,53	-3.763,19	+1.853,59

Durant les 29 années de la période d'étude, de 1987 à 2016, la végétation forestière de la wilaya de Skikda, a gagné une superficie de 73.854,15 ha, avec une moyenne de 2.546,69 ha par an. Face à cette progression, et durant la même période, la régression est estimée à 20.100,04 ha, soit 693,10 ha/an. Les zones de stabilité de la végétation sont majoritaires avec une superficie de 133.557,05 ha. Si on considère le bilan global de cette période, on constate

qu'il est positif avec une surface totale gagnée de 53.754,11 ha, soit une progression annuelle moyenne de 1.853,59 ha/an.

III.2.3. Bilan des feux de forêt dans la wilaya de Skikda (1985-2010)

Le facteur anthropique, reste l'élément principal responsable de la dégradation de la végétation dans la wilaya de Skikda. Entre 1985 et 2010, la superficie des peuplements forestiers brûlée se chiffre à 80.693,16 ha soit une moyenne de 3103,58 ha/ans (figure 8). (D.G.F, 2010).

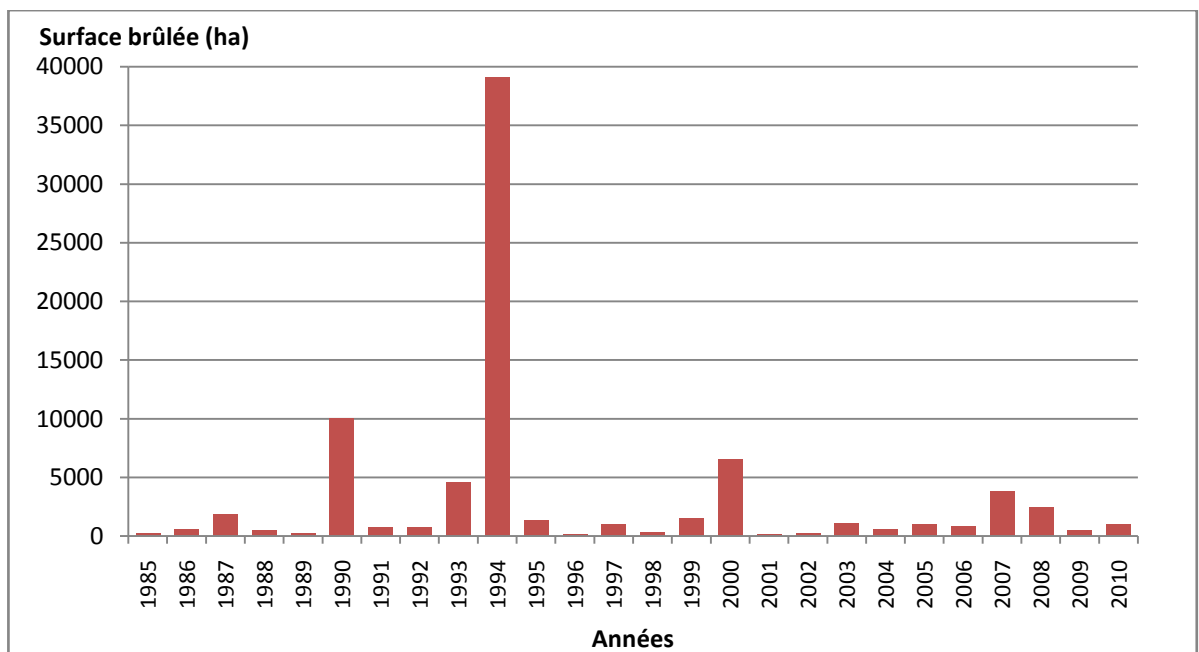


Figure 8 : Bilan des incendies en hectare des forêts dans la wilaya de Skikda (1985-2010)
source (D.G.F, 2010).

Si on compare durant les mêmes périodes, les données de la régression de la végétation par télédétection et les bilans des feux de forêt, on constat que la période 1987-1995, durant laquelle nous avons enregistré le taux de régression le plus élevé, correspond aussi à la période la plus touché par les feux, avec une surface brûlée de 58.910,63 ha (tableau 8).

Ceci explique le taux de régression élevé au niveau de la végétation forestière durant la même période.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'étude diachronique de l'évolution de la végétation forestière dans la wilaya de Skikda, montre qu'entre 1987 et 2016, la couverture végétale a progressée de 73.854,15 ha, soit 2.546,69 ha par an, en contre partie de ce gain, les pertes s'élève à 20.100,04 ha, avec une régression annuelle de 693,10 ha. Le bilan global de cette période est positif enregistrant une progression annuelle de 1.853,59 ha.

Cette étude a mis en évidence l'impact de l'action anthropique, et notamment les feux de forêt répétés, sur l'écosystème forestier dans la wilaya de Skikda. L'utilisation de la télédétection et système d'information géographique nous ont permis d'avoir des informations précises relatives à l'évolution spatiotemporelle de la végétation forestière de la wilaya de Skikda.

Dans l'ensemble, durant la période 1987-2016 au niveau de la wilaya de Skikda nous pouvons dire que même si la tendance générale de l'évolution de la végétation, est progressive (1853,59 ha/an) due essentiellement à la régénération après incendies, il y a des signes de ralentissement de cette progression, car entre 1987 et 1995 nous avons enregistré, une régression remarquable de la végétation forestière (-5.171,22 ha/an), et cela à cause des feux de forêt.

On peut considérer que la méthode utilisée dans cette étude, qui associe à la fois l'analyse et l'interprétation visuelle et les traitements numérique, est satisfaisante et opérationnelle. L'ensemble des données recueillies, à partir de 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 de la végétation forestière, dans la wilaya de Skikda.

Références
Bibliographique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Amiour A., (2005) :** Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda, Université Mentouri Constantine, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister, 156 p.
- **A.N.D.I., (2013) :** Agence Nationale de Développement de l'Investissement.
- **A.N.P.E., (1994) :** Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement, Monographie de la wilaya de Skikda. M.A.T.E., 220 p.
- **Beaudoin Y., Cavayas F. et Marois C., (1995) :** Vers une nouvelle méthode d'inventaire et de mise à jour de l'occupation /utilisation du sol en milieu urbain. Journal Canadien de Télédétection, Canadian aeronautics and space Institute (Ottawa), vol.21, n 1, pp 28-42.
- **B.E.G.A.S., (2002) :** Etude géotechnique d'urbanisations, Site de Azzaba - POS n°2 'Extension', Phases II et III: A.P.D. Bureau Etudes Géotechniques-Analyses Sols, Skikda, 120 p.
- **Benderradji M. E. H., (1999) :** Quelques indices d'appréciation de la pollution mercurifère dans le milieu éco-géographique de la dépression de Azzaba- Nord Est Algérien. Observatorio Medioambiental, (2) : pp 191-215.
- **Benderradji M. E. H., (2000) :** Les milieux humides de l'extrême Nord-est algérien de Guerbès aux confins algéro-tunisiens: Ecogéographie et aménagement. Thèse Doctorat, Univ. Mentouri, Constantine, 215 p.
- **Bennari A., (1996) :** La télédétection et les indices de végétation pour la détection de la végétation épars et moyennement dense : cas de l'environnement urbain. Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 230 p.
- **Boumezbeur A., (2001) :** Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts (D.G.F.), Alger, 56 p.

- **C.F.S., (2006)** : Liste des espèces végétales (arbres forestières, arbres d'ornements, et plantes médicinales) qui composent le bois et le sous-bois dans la wilaya de Skikda, Fiche descriptive. Conservation forestière (C.F.S.), Skikda, 4 p.
- **Dih S. A., (1994)** : Contribution à l'étude du projet de reboisement de production au niveau du plateau de Guerbès: Forêt de Filfila (W. Skikda). Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach., 47 p.
- **D.G.F., (2010)** : Direction générale des forêts.
- **O.N.M., (2012)** : Office National de la Météorologie. Unité du Port de Skikda.
- **Quezel P. et Barbero M., (1990)** : Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botanica Malacitana, 15, pp 145-178.
- **Roubault M., (1934)** : La Kabylie de Collo. Etude géologique. Ed. Bulletin Serv. Carte géol. Algérie, Descriptions régionales, Alger, n° 10, 272 p.
- **Sellers P. J., (1985)** : Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration. International Journal of Remote Sensing 6 : pp 1335-1372.
- **Touati F. et al., (2004)** : Cadastre littoral de la wilaya de Skikda, 161 p.
- **Trainer J., (1991)** : Projet pilote de développement forestier du massif de Collo/Algérie - Instruction d'aménagement du massif de Collo. Deutsche forest service (D.F.S.) GmbH, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (DGTZ) GmbH, Feldkirchen, Collo. 75 p.

RÉSUMÉ

La wilaya de Skikda, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique et les incendies, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1987 et 2016 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1987,1995, 2003 et 2011) et LANDSAT OLI 8 (2016). La méthode adoptée pour étudier cette évolution est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de l'évolution de la végétation forestière, dans la wilaya de Skikda sur une période de 29 ans.

SUMMARY

The province of Skikda, represents a phytogeographic complex very remarkable from the point of view of its forest vegetation. Anthropogenic action and fires are the main causes of the degradation of this forest vegetation. This study aims to highlight the extent of forest cover changes between 1987 and 2016 using LANDSAT TM5 satellite imagery (1987, 1995, 2003 and 2011) and LANDSAT OLI 8 (2016). The method adopted to study this evolution is based on the techniques of remote sensing and mapping. These, made possible a spatiotemporal analysis of the dynamics of the evolution of forest vegetation, in the province of Skikda over a period of 29 years.

ملخص

ولاية سكيكدة، تحوي ثروة نباتية رائعة جدا من وجهة نظر الغطاء الغابي. النشاط البشري والحرائق هي الأسباب الرئيسية لتدهور الغطاء النباتي لهذه الغابات. تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على مدى التغير الغطاء النباتي بين عامي 1987 و 2016 باستخدام صور الأقمار الصناعية لاندسات TM5 1987، 1995، 2003، و 2011 و لاندسات OLI 8 2016 وتستند هذه الطريقة المعتمدة لدراسة هذا التطور على الاستشعار عن بعد ورسم الخرائط. وقد مكنت هذه الطريقة من التحليل الزمني والجغرافي لديناميات تطور الغطاء النباتي للغابات في ولاية سكيكدة لمدة تمتد إلى 29 سنة.

Etude diachronique de l'évolution de la végétation forestière par télédétection : cas de la wilaya de Skikda

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

La wilaya de Skikda, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique et les incendies, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1987 et 2016 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1987,1995, 2003 et 2011) et LANDSAT OLI 8 (2016). La méthode adoptée pour étudier cette évolution est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de l'évolution de la végétation forestière, dans la wilaya de Skikda sur une période de 29 ans.

Mots clés : évolution, végétation forestière, télédétection, diachronie

Laboratoire de recherche : Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques

Jury d'évaluation :

Président du jury :	ALATOU Djamel	(Pr - UFM Constantine),
Rapporteur :	ARFA Azzedine Mohamed Toufik	(MAA - UFM Constantine),
Examineur :	BAZRI Kamel Eddine	(MCA - UFM Constantine).

Date de soutenance : 28/06/2017