

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université d'Oran 2
Mohamed Ben Ahmed

Faculté des sciences de la terres, de Géographie et Aménagement de Territoire

Mémoire pour obtenir diplôme Master 2

en Géomatique

présentée par :

Akedi Malika

**Évolution du couvert végétal steppique en utilisant
les indices de végétations (NDVI et TSAVI) dans la
zone frontalière nord de la wilaya de Naama.**

Soutenue publiquement le 27 juin 2017 devant le Jury composé de :

Mme Guourine Frida, (MCB) présidente.

Mr Belmahi Mohamed Nadir (MCB) rapporteur.

Mr Dari Ouassini, (MCB) examinateur.

Année universitaire 2017/2018

À la mémoire de mon père et ma tante

Remerciements

Tout d'abord , je tiens a remercieALLAH qui m'a aider et donner la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

*Je remercier sincèrement Mr Belmahi Mohamed Nadir mon encadreur et membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et je remercie Mr **Karaoui Moussa Sofiane** pour m'avoir accueilli chaleureusement au sein de département de la Télédétection, qui m'a fait profiter d'un encadrement technique et scientifique de qualité, et tout particulièrement auprès de Mr **Djamel Mansour** et Mr **Ghabi Mohamed** que je ne les remercierai jamais assez pour m'avoir suivie et formée au traitement d'image satellitaire tout au long de ce stage.*

Je n'oublie pas ma mère, ma famille Ramdani et Nabalssi pour leur soutien, ma sœur Nassima pour ses encouragements et sa patience.

*Enfin, j'adresses mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.
Merci à tous et à toutes.*

Résumé:

Les Hautes Plaines steppiques algériennes sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Les formations végétales dans cette zone sont soumises à des multiples formes de dégradation dues à l'action du climat, et l'action anthropique croissante sur ce milieu. En outre les nouveaux modes d'élevage et de culture contribuent à l'accroissement la dégradation de cet écosystème naturel.

L'interprétation des données de la télédétection et l'utilisation des SIG, permet de quantifier l'intensité de leur dégradation et de caractériser l'état de dégradation du couvert végétal.

L'exploitation des images satellitaires Landsat TM-1987- et Landsat-ETM+ 2017 et à l'aide des traitements numériques terrain ont permis de discriminer la répartition des différentes formations végétales de cette zone, et mettre en évidence leurs évolutions dans le temps actuel.

Abstract

The Algerian High Steppe Plains are regions with an essentially pastoral vocation. Plant formations in this zone are subject to multiple forms of degradation due to the action of the climate, and the increasing anthropic action on this environment. In addition, new breeding and cultivation methods contribute to increasing the degradation of this natural ecosystem.

The interpretation of remote sensing data and the use of GIS, allows to quantify the intensity of their degradation and characterize the degradation status of the vegetation cover. The use of Landsat TM-1987-

and Landsat ETM+ 2017 satellite images and the help of digital field processing have made it possible to discriminate the distribution of the different plant formations in this zone, and to highlight their evolution in the current time.

Keywords: végétation - Landsat TM - Landsat ETM+- SIG-végétation couverte.

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Introduction générale	2
Objectif de l'étude.....	2
Chapitre I:Présentation de la zone d'étude.....	4
1-Présentation globale	5
1.1- les caractéristiques géographiques de la wilaya.....	6
1.2- les composants physiques.....	6
1.3-les paramètres climatiques	6
1.4- les sols.....	7
1.5-la végétations steppiques.....	7
Chapitre II :méthode d'approche et traitement des données.....	8
2-Matériel et méthode	11
2.1-la zone d'étude.....	11
2.1.1-choix des images	12
2.1.2-prétraitements	13
2.1.3-crédation de composition colorée.....	13
2.2-application des indices	15
a-indice de végétation normalised.....	15
avantage.....	15
2.2.1-interprétation des résultats.....	19
2.2.2-détection des changements.....	19
2.2.3-l'analyse des résultats.....	20
2.2.4-conclusion.....	22
b-le TSAVI (TransformedSoilAdjustedVegetation Index).....	22
2.2.5-l'interprétation des résultats.....	26
2.2.6-détection des changements.....	26

2.2.7-analyse des résultats.....	27
2.2.8-conclusion.....	29
2.3-classification	30
2.3.1-détermination des classes.....	32
2.3.2-les principaux types d'occupation du sol retenu dans cette étude.....	33
2.3.3-les résultats de la classification	33
2.3.4-validation et amélioration de la classification	36
2.3.5-la matrice de confusion	36
2.3.6-interprétation des résultats	37
2.3.7-conclusion	38
Chapitre III: les facteurs climatiques et les facteurs anthropiques.....	40
3-la végétation et la dégradation	41
3.1-variation du climat.....	41
3.1.1-la sécheresse.....	42
3.1.2-les facteurs anthropiques a la disparition du couvert végétal.....	42
3.2.3-la recherche scientifique dans les zones steppiques.....	44
Conclusion Générale.....	46

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le système pastoral dans le milieu steppique connaît des changements alarmants qui amènent à se poser obligatoirement des questions sur l'impact qu'il génère à la fois sur l'économie pastorale et sur la gestion de l'espace steppique.

Au cours du dernier siècle, la végétation dans les régions steppiques a beaucoup diminué. Ainsi, d'après des témoignages recueillis auprès d'anciens documents, la végétation était beaucoup plus dense qu'aujourd'hui, la biodiversité était bien plus importante. La dynamique de la végétation de cette zone est liée essentiellement aux facteurs naturels et anthropiques.. Au cours des dernières décennies, cette société a profondément changé. La croissance démographique a été exceptionnellement forte (moins d'un million d'habitants en 1954, plus de sept millions aujourd'hui) et, en l'absence d'autres sources de revenus, elle a impulsé une croissance non négligeable du cheptel sur la steppe (plus 16 millions de têtes aujourd'hui contre 4 millions en 1954) (Abdelguerfi, 2003). Surpâturage et extension des labours dénudent le sol, augmentent les risques de ruissellement et d'érosion éolienne, accélèrent la disparition des espèces pastorales les plus intéressantes et diminuent la richesse floristique de la steppe.

Actuellement, le constat majeur est celui d'une diminution de la superficie de ces steppes et leur dégradation parfois extrême (AIDOUD et al 2006). Pour analyser l'état de dégradation des sols et en évaluer les risques d'extension et d'aggravation, la télédétection s'avère un outil très pratique. Une des approches utilisées pour la cartographie de la dégradation des sols est celle des indices spectraux (Escadafal et al., 1994; Haboudane et al., 2002; Chikhaoui et al., 2004; 2005; 2006; Ouerchefani et al., 2008).

Le développement des techniques de suivi environnemental suscite beaucoup d'intérêt en télédétection. L'étude des couverts végétaux fait partie des domaines en constante évolution technique. Toutefois, les approches et le degré de précision des résultats peuvent différer grandement en fonction des buts recherchés ainsi que selon le type de couvert en place et la limite de résolution du capteur utilisé. En ce sens, les travaux portant sur des milieux de végétation clairsemée, tels les études de cultures agricoles et de l'érosion des sols nécessitent une approche différente de celle utilisée en milieu de végétation dense comme la reconnaissance de peuplements forestiers par exemple.

OBJECTIF DE L'ÉTUDE:

L'objectif central de cette étude est de montrer d'une part, le potentiel de l'utilisation de la télédétection et du système d'information géographique (SIG) pour la caractérisation de l'état de couvert végétal steppique et son évolution spatio-temporelle à partir d'une série d'images satellitaires de Landsat TM et ETM+ de différentes dates (1987 et 2017) et la même période printanière.

D'autre part,réaliser des cartes de changement et de mutation des espaces sur une période de 30ans (1987-2017) afin de comprendre et d'analyser l'évolution du couvert végétal à l'intérieur de la région d'étude.de donner une synthèse sur l'état actuel du couvert végétal dans la zone d'étude et extraire les changements dus aux causes naturelles et anthropiques.

-elle se présente en trois parties:

La première partie est une présentation de la zone d'étude.

La deuxième partie présente montre l'intérêt des SIG et de la télédétection dans le suivi diachronique et la représentation cartographique d'évolution du couvert végétal.

La troisième partie l'ampleur de la désertification et de la dégradation du milieu steppique.

Chapitre I:

Présentation de la zone d'étude

1-PRÉSENTATION GLOBALE:

La zone concernée par cette étude est la partie sud-ouest des hautes plaines oranaises au confins Algéro-Marocain. Elle se rattache administrativement à la wilaya de Naâma. Cette dernière est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle se compose de 07 daïras regroupant 12 communes. Elle est insérée entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas Saharien au sud; elle s'étend sur une superficie de 29825 km² pour une population de 164894 soit une densité en moyenne de 5.6 hab/km².(D.P.A.T2008)

Cette région est abritée des influences atlantiques par le moyen Atlas Marocain et des influences méditerranéennes par l'Atlas tellien; mais elle est en contact direct avec les influences sahariennes par la présence de certains passages qu'offre l'Atlas Saharien.

. La wilaya de Naama est limitée :

- Au Nord par les wilayate de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès, - a l'Est par la wilaya d'El bayadh
- Au Sud par la wilaya de Béchar, a l'Ouest par la frontière algéro-marocaine.

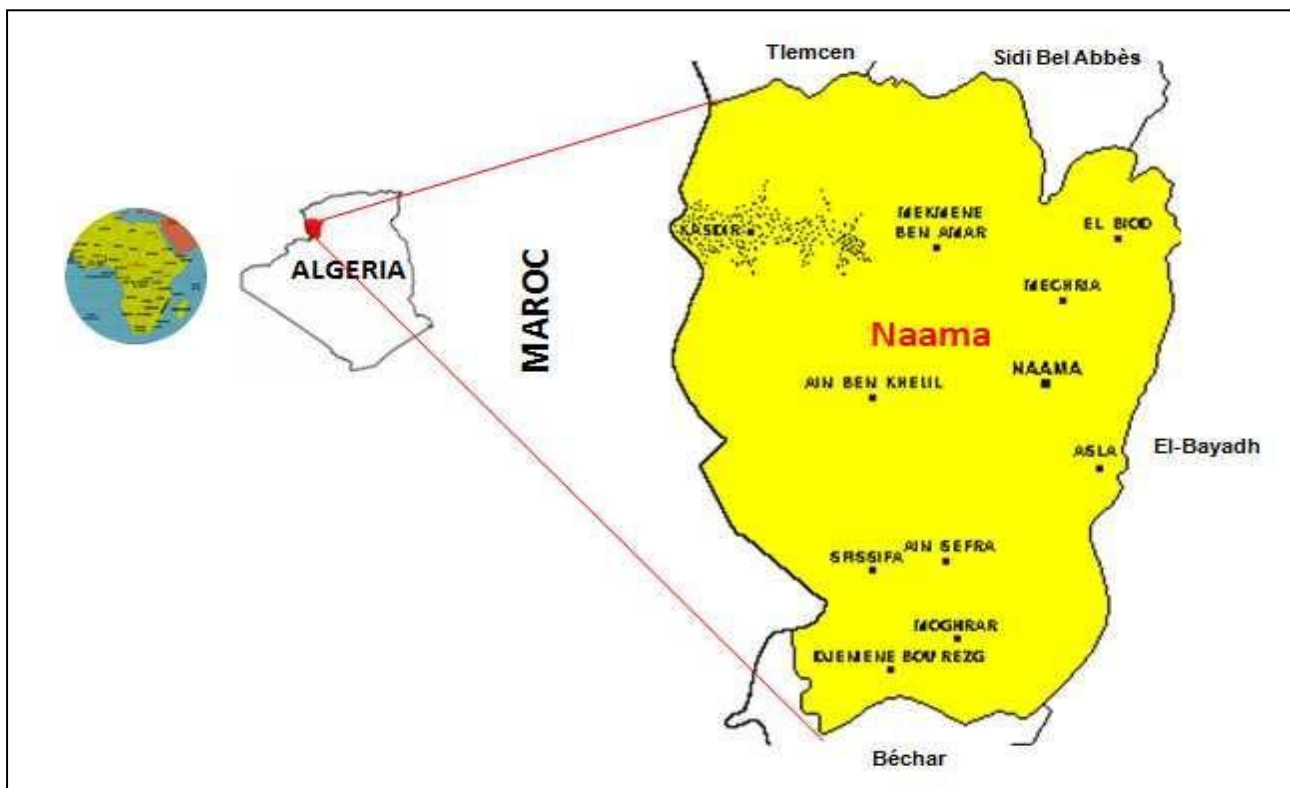


Figure 1 :D.P.S.B. Naama, Monographie de la wilaya de Nâama ,

Wilaya de Naama, 2013, p3.

1.1- les caractéristiques géographiques de la wilaya :

La wilaya de Naama se caractérise par trois zones géographiques homogènes :

- Une zone steppique constituée par une vaste plaine occupant 74 % du territoire de la wilaya soit 21840 Km² dont l'altitude augmente sensiblement vers le sud (1000 à 1300 m). Elle est caractérisée par la prédominance de l'activité pastorale. D'ouest en est elle couvre l'espace compris entre les reliefs proches de la frontière Algéro-Marocaine et la limite occidentale de la wilaya d'EL Bayadh.
- Une zone montagnaise localisée dans la région sud-ouest atteignant les 2000 mètres d'altitude (Point culminant 2236 à Djebel Aissa) et occupant 12 % du territoire de la wilaya soit 3542 Km². Il s'agit d'une partie des monts des Ksours¹ et des piémonts de l'Atlas Saharien. Elle est caractérisée par une agriculture de type oasisien.
- Une zone présaharienne localisée au sud qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 4132 Km² soit 14% de la superficie totale de la wilaya.

1.2- Les principaux ensembles physique:

Les composants la région d'étude sont:

- lacs (Oglatedeïra) et la zone salée de (Chott Rharbi) : ces zones considérées comme inondables sont défavorables au peuplement;
- les anciennes dunes : ces accumulations sableuses ne favorisent pas le groupement des populations à l'intérieur du territoire;
- la réserve naturelle dans la zone frontalière avec le Maroc. Cette réserve est protégée par les collectivités locales. D'ailleurs, l'occupation permanente de l'armée algérienne aux postes de frontières interdit l'incursion de toutes tribus étrangères à la zone;
- la pente : nous avons considéré qu'une zone est jugée défavorable à toute installation des populations si celle-ci se trouve sur une pente supérieure à 25%.

1.3- Les paramètres climatiques:

Les paramètres retenus sont ceux du poste météorologique de Mécheria (Algérie occidentale), situé au cœur de la zone d'étude. Avec 192,7 mm de pluviométrie moyenne annuelle présentant une grande variété interannuelle et inter mensuelle. Le régime pluviométrique est de type A.P.H.E. (Automne, Printemps, Hiver, Eté), favorable à une activité végétative malgré la longueur de la période de sécheresse qui s'étale d'avril à octobre.

Le régime thermique nettement contrasté déterminant un climat de type continental. Le quotient pluviométrique d'Emberger est de 24,29 ce qui permet de classer la zone d'étude dans l'étage bioclimatique aride inférieur frais. Selon une étude récente la station de Mécheria comptabilise 30 années humides contre 39 autres sèches sur une série météorologique de 99 ans (1907-2004). Ceci veut dire que cette région steppique risque clairement de « glisser » vers l'hyper aride ou saharien. La structure de l'ensemble de la région se présente comme un vaste synclinal dissymétrique orienté OSO-ENE dont l'axe se situe très au sud, à la bordure des premiers affleurements de l'atlas saharien. Les unités géomorphologiques susceptibles d'être retenues sont les reliefs, les surfaces d'érosion polygéniques sur les dépôts du Tertiaire Continental, les glacis d'érosion polygénique de versants, les cuvettes de décantations et les dayas, les chenaux d'oueds alluvionnés, les formations éoliennes et enfin la grande sebkha de Naâma.

1.4-Les sols:

Dans cette zone sont en général peu épais, parfois inexistant. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse (la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse). Les types de sols rencontrés dans la région sont suivant leur nature lithologique, type grés, calcaire, marne et argiles. Selon une étude faite sur la région, des analyses de laboratoire ont été faites et elles ont donné trois types de textures : sableuse, sablo-limoneuse et sablo-argileuse. Une nette prédominance de la texture sableuse qui apparaît dans le premier horizon.

1.5-La végétation steppique:

La région de Naâma est souvent en état de déséquilibre avec les conditions du milieu. Ces déséquilibres peuvent être d'origine naturelle mais, aujourd'hui, au sein du site, la plupart des successions végétales sont perturbées par les activités humaines (dégradation du tapis végétal, accroissement de l'urbanisation, surexploitation des sols, surpâturage...). L'apparition des espèces de *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata* et *Thymelae microphylla* est le signe d'une dégradation très importante du couvert végétal par le surpâturage (La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride en Algérie. Idriss HADDOUCHE et al., 2009)

Chapitre II :méthode d'approche et traitement des données

La télédétection représente l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection utilise les propriétés du rayonnement électromagnétique pour analyser à distance la surface du sol, de l'océan ou l'atmosphère. Une bonne connaissance de la physique élémentaire du rayonnement est indispensable à l'interprétation des résultats de la télédétection. La télédétection a pour objectif de fournir des informations sur les paysages sous la forme de données images en utilisant le rayonnement électromagnétique comme véhicule de ces informations.

La télédétection est très utilisée dans le domaine géographique par rapport à sa grande capacité à couvrir des terrains très vastes ainsi que de multiples avantages comme l'analyse et la quantification de plusieurs phénomènes naturels. La dégradation du couvert végétal est le résultat des mutations dans le mode d'utilisation de l'espace pastoral (sédentarisation, supplémentations, défrichement et mise en culture des terres pastorales, usage du camion, découpage administratif, etc.). Ainsi, ce phénomène reste l'obstacle majeur pour le développement de ces zones et pose la question de l'avenir des éleveurs face aux changements climatiques et à la forte demande en produits animaux, tout en préservant les ressources naturelles. Parmi les zones les plus touchées par cette dégradation, l'écosystème steppique des hauts sud oranais. Ces terres arides jouent un rôle central dans l'économie de la région et dans la fixation de la population pastorale.

Le traitement des images satellitaires passe par plusieurs étapes présentées par l'organigramme suivant:

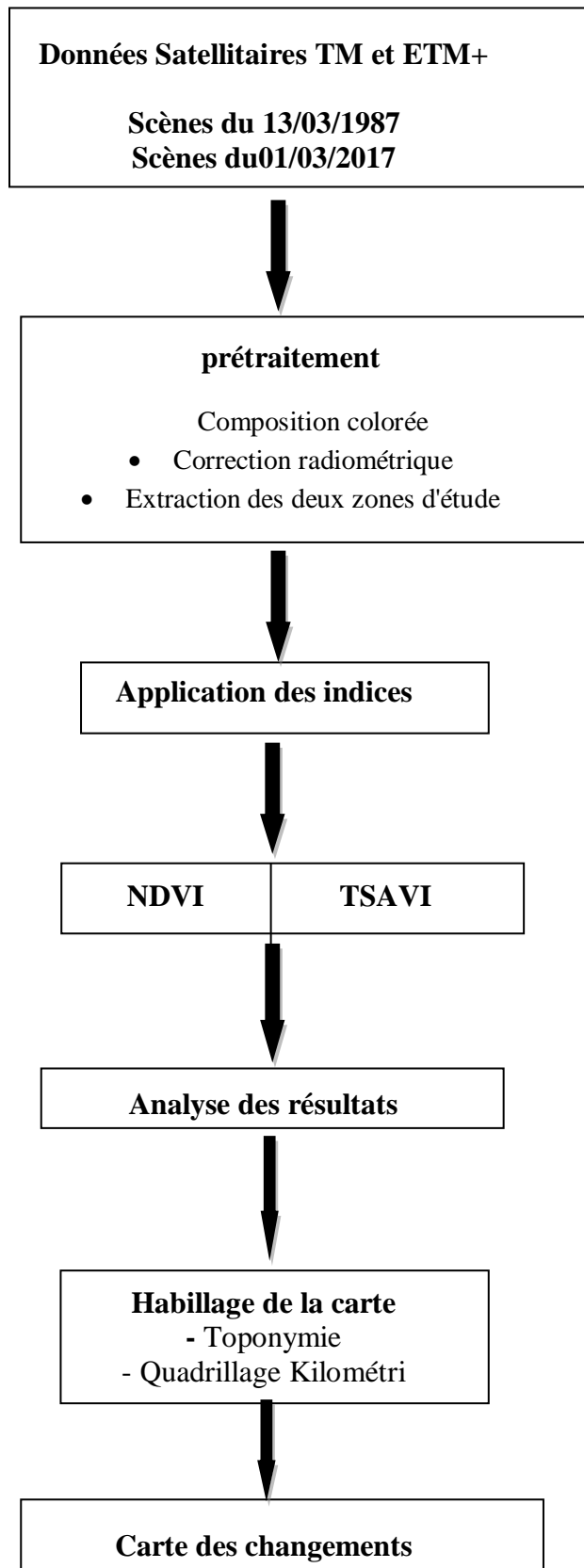


Figure n°2: Organigramme de la méthodologie

2-MATÉRIEL ET MÉTHODES:

2.1-Zone d'étude:

Le milieu steppique auquel appartient notre zone dans son ensemble peut se concevoir comme un paysage composé d'une mosaïque d'écosystèmes dont les limites correspondent, en première approximation, aux grandes unités géographiques : accumulation sableuse, massifs montagneux, glaciers, dépression, etc. Elle couvre une partie des zones isolées ou inaccessibles (la bande frontalière avec le Maroc) et une partie ou en allant vers djbelAnter.

Le choix est due pour extraire les différents changements dans cette zone on comparant entre la bande frontalière qui est en mise en défend et la partie au milieu.

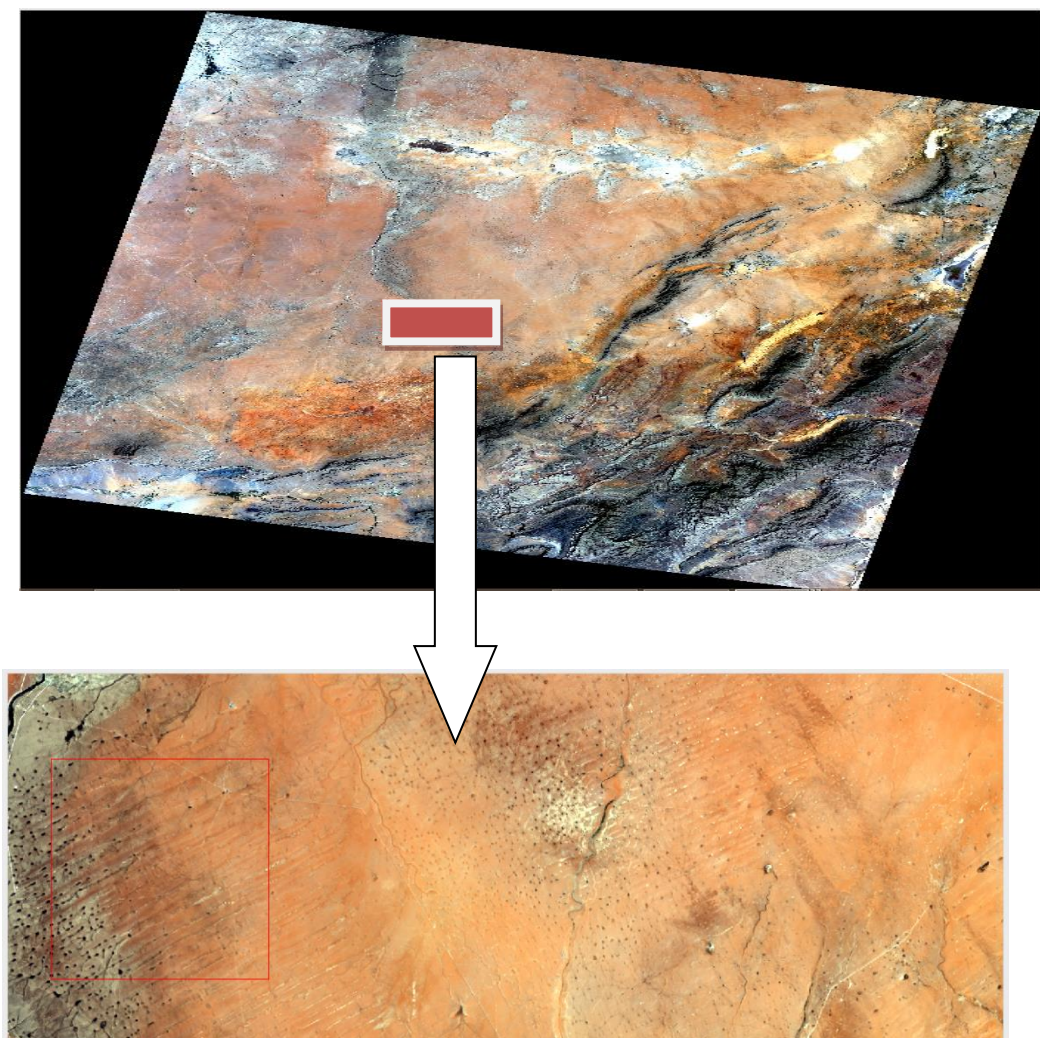


Figure n°3:zone d'étude.

2.1.1-Choix des images:

Les images satellitaires constituent un outil important dont il faut tenir compte dans le cadre de la planification et de la gestion harmonieuse des travaux concernant l'évolution du couvert végétal. Les données satellitaires de Landsat-TM et de Landsat ETM+ ont été choisies en rapport avec la période du printemps (stade végétatif) pour dans le but de:

- réaliser une carte d'occupation du sol.
 - comparer entre les données statistiques.
- réaliser une carte de changement et de mutation des espaces sur une période de 30ans (1987-2017) afin de comprendre et d'analyser l'évolution du couvert végétal à l'intérieur de la région d'étude.

pour cette application nous avons utilisés

1-L'image Landsat 5 de la scène 198/37 du 13 Mars 1987.

2-L'image Landsat 8 de la scène 198/37 du 01 Mars 2017.

nous nous sommes intéressés au domaine spectral du capteur TM par la combinaison des trois canaux (4,3,2)

Canal	Résolution	Longueur d'onde	Rendu photographique
TM1	30mx30m	Bleu	Bleu
TM3	30mx30m	Rouge	Vert
TM4	30mx30m	Proche infrarouge	Rouge

tableau n°=1: les canaux TM utilisés.

les canaux ETM+ utilisés sont :

Canal	Résolution	Longueur d'onde	Rendu photographique
TM2	30mx30m	Vert	Bleu
TM4	30mx30m	Rouge	Vert
TM5	30mx30m	Proche infrarouge	Rouge

tableau n°=2: les canaux ETM+ utilisés.

2.1.2-Le prétraitement:

A-Corrections radiométriques:

Elles permettent de diminuer les perturbations dues à l'atmosphère et irrégularités du aux capteurs. Permettent d'exprimer le rayonnement réfléchi ou émis vers le capteur en luminances vraies et réflectances.

B-Le Rééchantillonnage :

Le ré-échantillonnage est une modification des dimensions, résolution d'une image qui provoquera un changement dans le nombre de pixels qu'elle contient. On a ré-échantillonné l'image (Landsat-5 1987) d'une résolution de 28.5m à une résolution de 30m de l'image référence (Landsat 8 2017).

2.1.3-Création de la composition colorée (Trichromie RGB):

La composition colorée est la combinaison de trois canaux auxquels on affecte une couleur différente. La création de compositions colorées fait partie des premières démarches d'amélioration et d'interprétation visuelle des images. Avec les images Landsat le choix des canaux est très important. On réalise une composition colorée en combinant les informations recueillies par trois canaux Landsat.

Ces canaux sont choisis comme étant les mieux adaptés pour la mise en valeur d'une classe recherchée (Douette. M., 2001) (suivant les comportements radiométriques des éléments du paysage et sur les caractéristiques des canaux).

Une composition colorée 4-3-1 pour l'image du satellite Landsat 5 et une composition de 2-4-5 pour l'image du satellite Landsat 8, a été effectuée dans les plans image Proche infrarouge, Rouge et Vert, cette composition dite composition colorée en fausse couleur.

Le canal 3 étant dans le proche infrarouge, il était possible de discriminer les différentes formations végétales naturelles ou cultivées ; alors que les bandes rouge et vert permettent de discriminer les surfaces réfléchantes dans le visible : sol nu, les habitations, l'eau, routes, etc.

Les bandes TM5, TM4 et TM2 sont utilisées dans la composition colorée de l'image Landsat8 du Mars 2017; on affectant à chacune une couleur primaire :

TM5 : le proche infrarouge codé par la couleur rouge.

TM4 : le rouge est codé par la couleur vert.

TM 2 : le vert est codé par la couleur bleu.

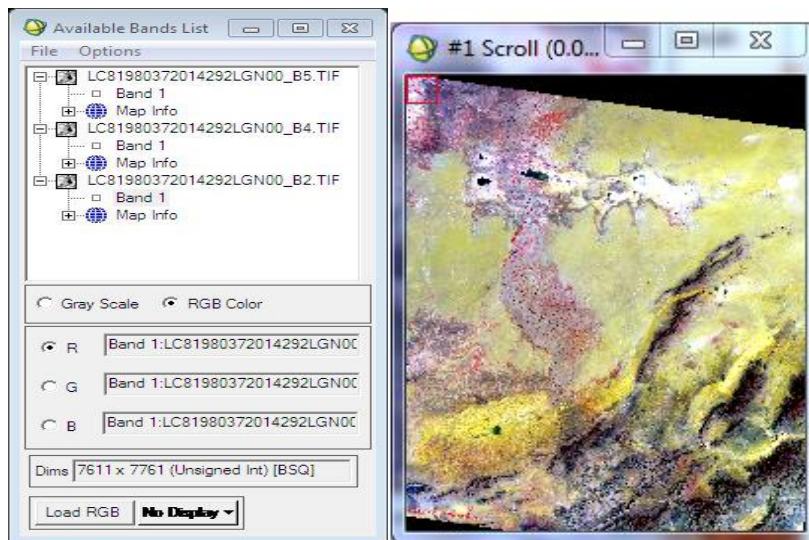


Figure n°4 : composition colorée de l'image Landsat5 prise en Mars 1987

Les bandes 4, 3 et 1 de l'image Landsat 5 du Mars 1987 ont été respectivement affectées aux canaux dans l'ordre Rouge, Vert et Bleu

TM4 : proche infrarouge codé par la couleur rouge.

TM3 : le rouge codé par la couleur vert.

TM1 : le bleu -vert codé par la couleur bleu.

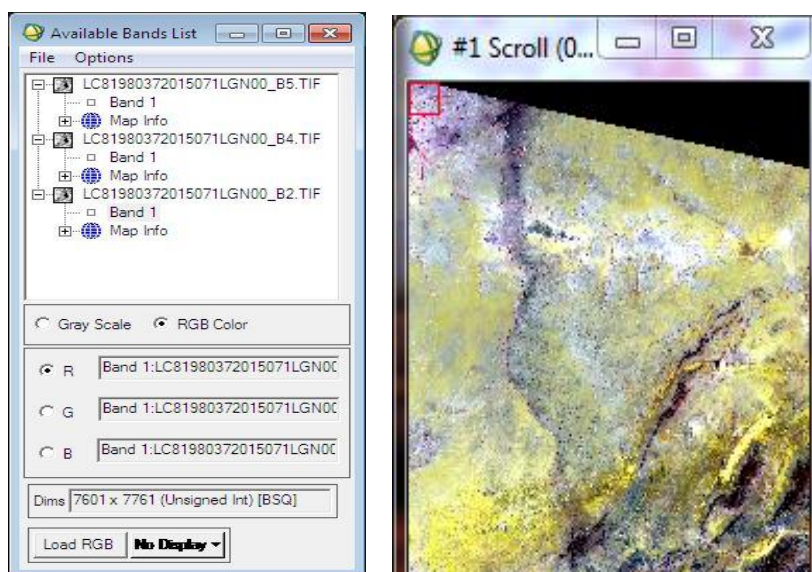


Figure n°5 : Composition colorée de l'image Landsat8 prise en Mars 2017

2.2-Application des indices :

En télédétection, les indices font parties des méthodes de traitement que l'on appelle les transformations multi spectrales. Ils consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeurs ayant une signification dans le domaine de l'environnement basés sur le caractère multi spectral des données satellitaires, ils permettent de décrire l'état d'un phénomène. Les indices de végétation sont très utilisés pour identifier et suivre la dynamique de la végétation, mais aussi pour estimer certains paramètres biophysiques caractéristiques des couverts végétaux, comme la biomasse, l'indice de surface foliaire, la fraction de rayonnement photosynthétique actif, etc. les indices de végétations sont utilisés comme mesures de la biomasse, de la quantité de la couverture végétale et l'état de la végétation.

Ces indices ont été proposés avec pour objectif de corriger ou tout au moins, réduire l'influence des sols sous - jacents aux couverts végétaux sur le signal mesuré au niveau du capteur satellitaire. Trois types d'indices ont été développés : des indices orthogonaux (comme l'indice perpendiculaire de végétation - PVI), caractérisés par la distance perpendiculaire entre un point qui représente le couvert végétal dans l'espace multispectral rouge / PIR et la droite des sols. Un deuxième type d'indices qui dérivent de la formulation du NDVI (comme l'indice de végétation ajusté aux sols - SAVI). Enfin la dernière catégorie d'indices combine les deux types précédents. C'est le cas des indices TSAVI et MSAVI discutés un peu plus loin.

Les indices sont calculés à partir de la combinaison simple ou complexe de bandes spectrales. Ce sont généralement les bandes rouge (R) et proche infrarouge (PIR), qui sont utilisées pour ce calcul. En effet, dans la bande rouge, la végétation possède un fort pouvoir d'absorption du rayonnement solaire, alors que dans le PIR, elle offre une réflectance élevée.

a-Indice de végétation Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) :

L'indice de végétation à différence normalisée (IVDN) est un indice de verdure ou d'activité photosynthétique des plantes et l'un des indices de végétation les plus couramment utilisés. Les indices de végétation sont basés sur l'observation.

Le NDVI est déterminé à partir des réflectances planétaires dans les canaux rouge (autour de 0.45µm) et proche infrarouge (autour de 0.65 µm) (Rouse et al., 1974; Tucker, 1986) :

$$\text{NDVI} = (\text{pI-RR}) / (\text{pIR+R})$$

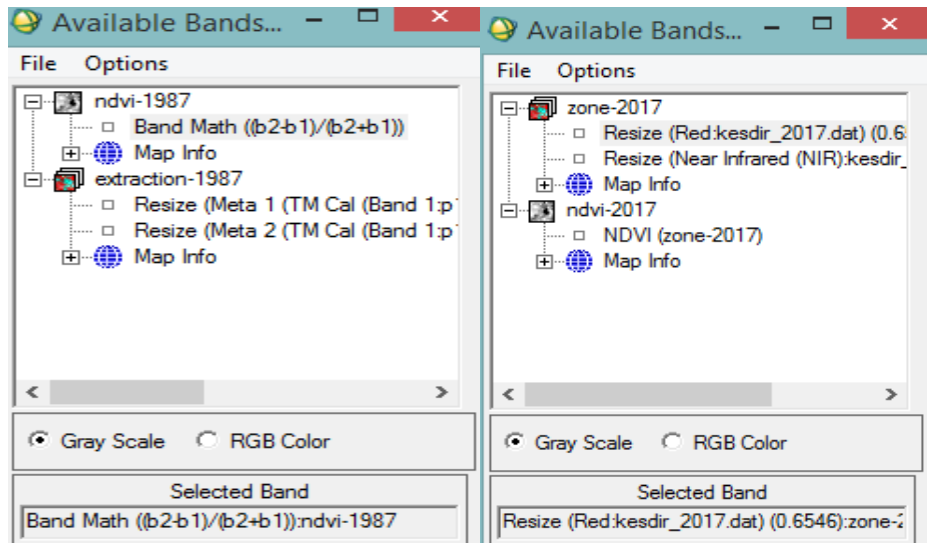


Figure n°6: application NDVI pour les deux extraction 1987 et 2017

Le NDVI présente la particularité d'augmenter en présence de végétation. Cette particularité trouve son origine dans la forme des spectres de réflectance du sol et de la végétation (JACOB,1999).

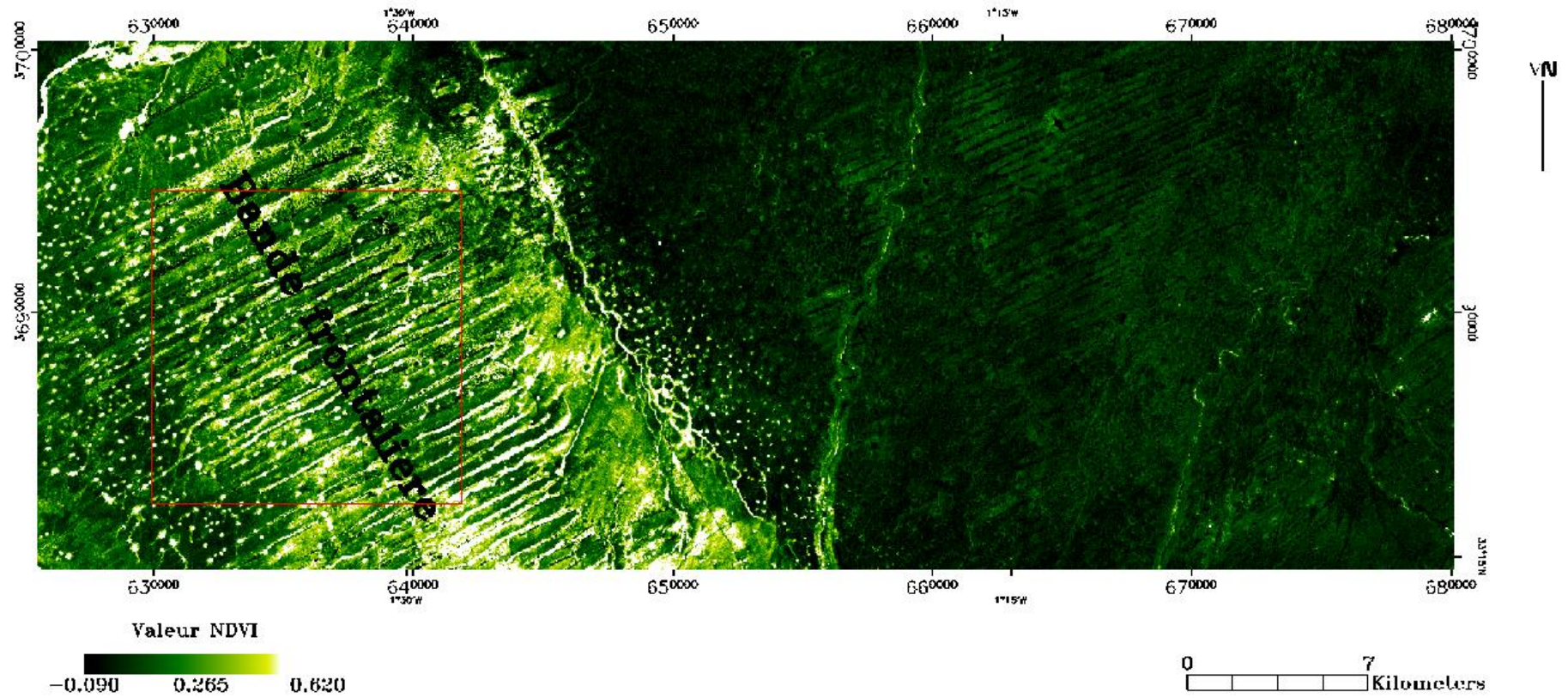
Ce paramètre permet, d'une part, de mieux différencier les types de végétation et apporte, d'autre part, une information supplémentaire sur l'état du couvert. (ACHARD et BLASCO, 1990). Les valeurs se situent sur une échelle de -1 à 1 où la valeur des pixels augmente avec la présence de la végétation. Cet indice n'a pas de sens physique (il ne s'agit pas d'une grandeur mesurée) mais il constitue un indicateur relativement fiable de l'activité chlorophyllienne de la végétation. (POLIDORI, 2000).

Avantage:

Facile à calculer (Bariouet *al*, 1985;Caloz et Collet, 2001).

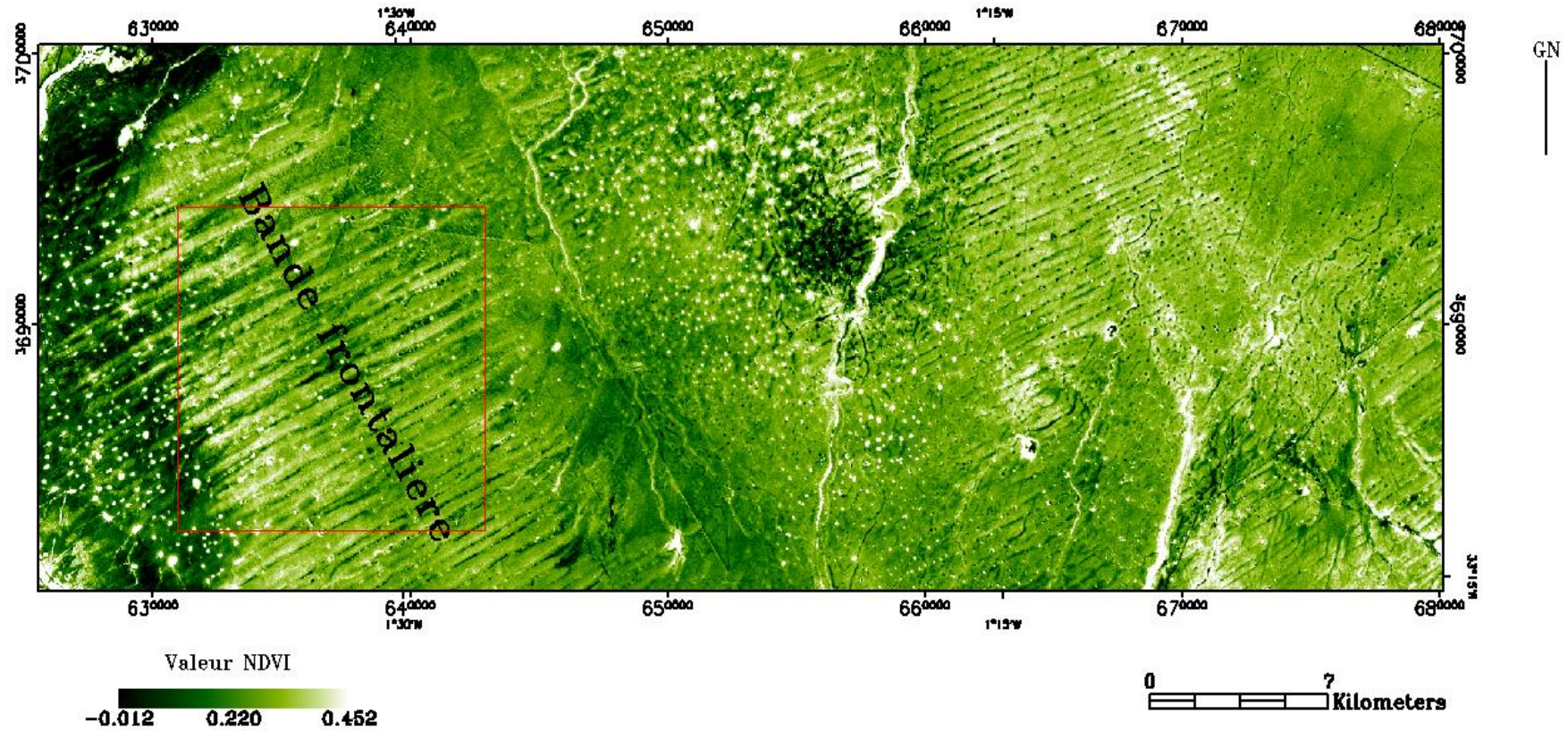
- Très utilisé, car assez générique (Jensen, 2000;Caloz et Collet, 2001).
- Normalise en partie les effets d'éclairement ou de pentes (Bariouet *al*, 1985;Caloz et Collet,2001).

Carte d'indice de vegetation NDVI 1987



carte n°1: carte d'indice de végétation NDVI 1987

Carte d'indice de vegetation NDVI 2017



carte n°2:carte d'indice de végétation NDVI 2017

2.2.1-Interprétation des résultats:

Il est observé que la végétation dense se manifeste par une atténuation des nuances de l'indice de végétation du vert au blanc. La dégradation de ce dernier jusqu'à son absence correspond aux fortes valeurs de l'indice de végétation NDVI, qui prend une teinte vert foncé (fig10 et 11).

-Les valeurs maximales de l'indice de végétation sont passées de + 0.620 en 1987 à +0.452 en 2017 cela montre que le couvert était réduit dans certaines zones.

-les valeurs minimales sont augmentées de -0.090 en 1987 à -0.012 en 2017 cela signifie que l'état de végétation en 2017 est meilleur que celui de 1987.

-les valeurs moyennes de l'indice de végétation en 1987 +0.265 et passent à +0.220 en 2017 montrent que le couvert végétal est dégradé.

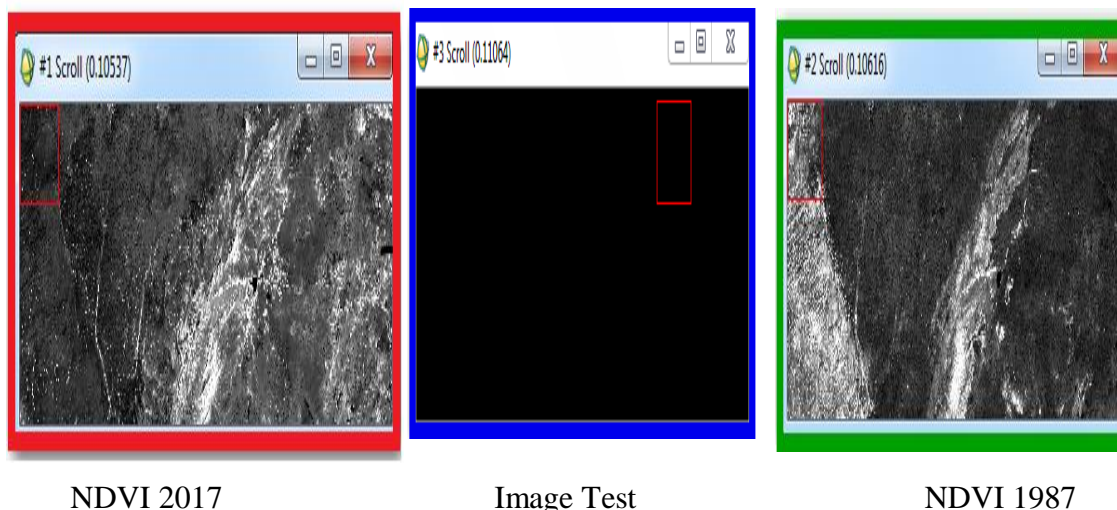
Plus la couleur vert est foncée plus le niveau de végétation est bas.

2.2.2-Détection des changements par combinaison des NDVI

La caractérisation de l'état de la végétation et les mutations du couvert végétal a été réalisée en effectuant une superposition des trois images :

- ✓ Image de l'indice de végétation de 2017 codée par la couleur Rouge.
- ✓ Image de l'indice de végétation de 1987 codée par la couleur Vert.
- ✓ Image d'un canal test (une image vide de même dimension que les deux autres images) codée par la couleur Bleu.

Cette superposition a permis de réaliser une synthèse additive pouvant nous renseigner sur les différents changements. La superposition est présentée en **figure n°7**



Le résultat donne une bonne illustration du couvert végétal, la couleur verte traduit la présence significative de la végétation en 1987 tant dit que la couleur rouge représente le changement établi en 2017 ; par contre la zone stable en couleur jaune correspond aux zones relativement stables.

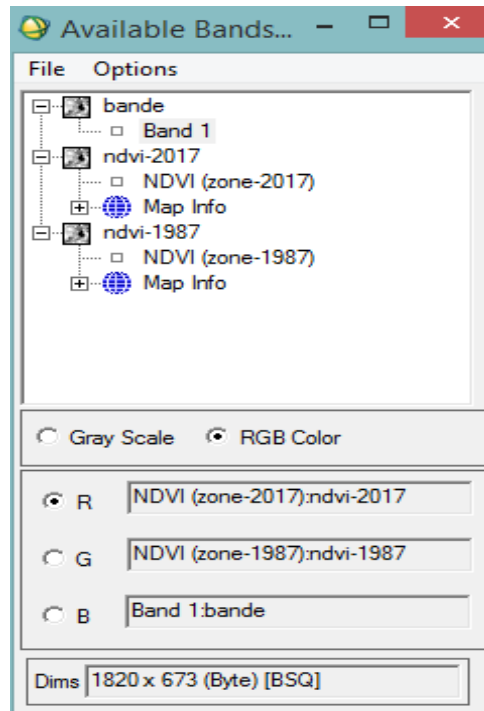


Figure 8 :combinaison des NDVI

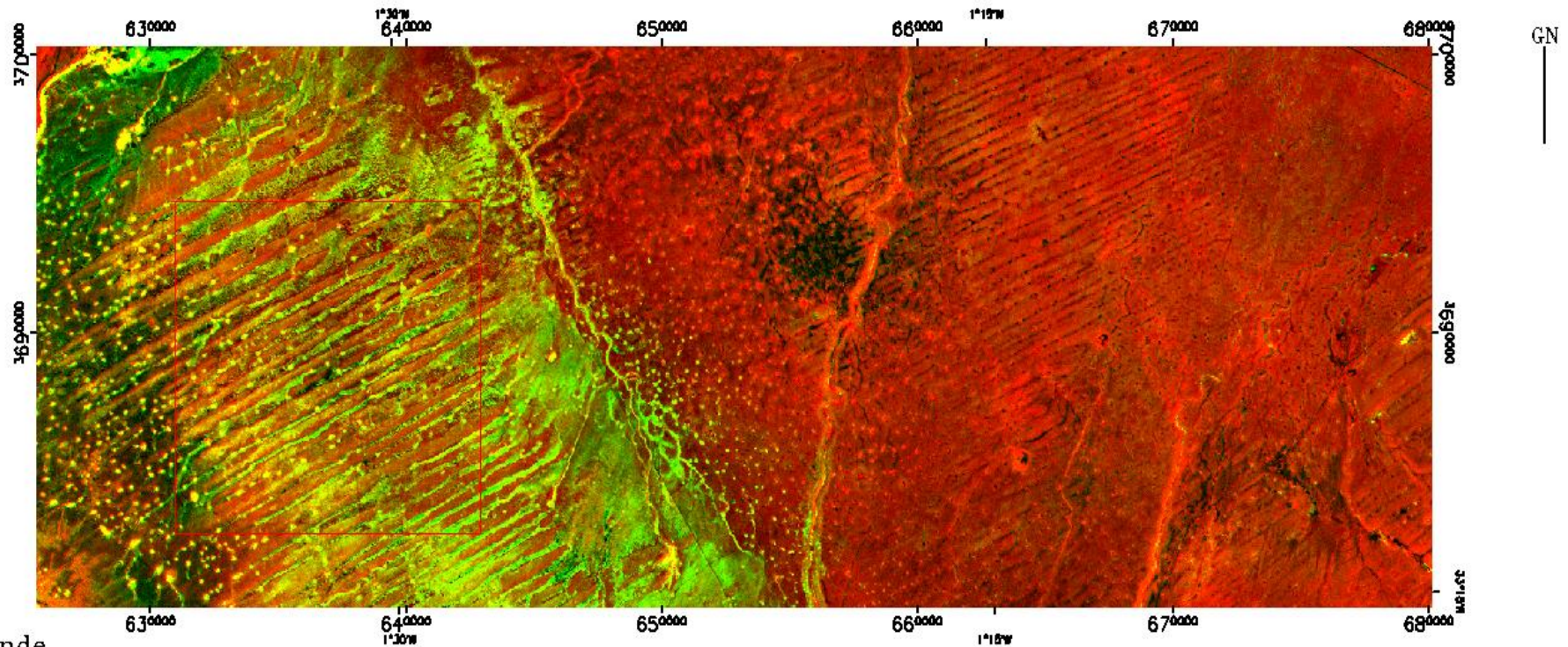
2.2.3-L'analyse des résultats:

L'analyse de ces résultats a permis de faire un lien entre l'état de la végétation et le type de changement détecté. La régression de la radiométrie est liée à une dégradation de l'état de la végétation entre 1987 et 2017 due principalement à l'action climatique et la pression anthropozoïque par le surpâturage et la mise en culture des parcours.

-L'augmentation de la radiométrie est un signe de variation progressive de cette dernière est sous l'effet des travaux d'aménagement pastoral réalisés dans le cadre de la lutte contre la désertification et les mises en défens.

-Par contre la radiométrie inchangée correspond aux zones relativement stables, il s'agit surtout des sols nus, éclaircies, les zones sont restées stables par le fait de l'absence de l'action défavorable de l'homme d'une part et d'autre part la mise en défens de ces parcours.

Carte des changements entre 1987 et 2017



Legende

- Changent negatif
- Changement possitif
- Pas changement

0 7 Kilometers

Carte n° 3:carte de changement NDVI 1987et 2017

2.2.4-CONCLUSION:

L'analyse des résultats montre l'impact de la dégradation dans la zone étudiée. En général, cette zone a connu une régression radiométrique résultat d'un changement dans l'état de la végétation cette régression est liée à des facteurs multiples notamment l'action anthropozoïque et climatique. Cela n'a pas empêché quand même l'amélioration de quelques parcours, surtout au niveau des sites touchés par l'aménagement pastorale. Toutes fois, les résultats obtenus sont acceptables dans une certaine limite. NDVI ne permettent pas de normaliser correctement les artefacts causes par les variations des propriétés optiques des sols nus. En effet, les sols de couleur très claire sont considérés comme de la végétation et erreur relative atteint facilement 40 %. Lorsque la couleur est foncée, ces indices deviennent moins sensibles et erreur diminue jusqu'à 5 %. Bien entendu, dans un milieu où les sols sont de couleur contrastée et la forêt est moins dense, la caractérisation du couvert forestier par un ou autre des deux indices introduira un bruit additionnel considérable.

b. Le TSAVI, (Transformed Soil Adjusted Vegetation Index):

Le TSAVI, tout comme le PVI est un indice de végétation avec compensation des effets du sol. Introduit par Baret et al. (1989), le TSAVI exploite la droite des sols et introduit une constante correctrice (0,08) de l'effet du sol ; les valeurs sont entre: $-1 < \text{TSAVI} < +1$, ajusté par la ligne de sol a et la pente b , l'effet de fond du sol minimisés par R sont le résultat de colération entre le rouge et le proche infrarouge faite sur ENVI. Sa formule est la suivante:

$$\text{TSAVI} = \frac{(a(\text{NIR} - a * R - b))}{(R + a * \text{NIR} - a * b + R * (1 + a^2))}$$

Baret F., Guyot G., Major D., 1989. TSAVI

$a =$: Pente de la droite du sol $b =$ Ordonnée à l'origine de la droite du sol $R =$ facteur d'ajustement

Nous avons appliqué l'indice TSAVI sur les deux images du 1987 et 2017, les résultats sont présentés en figure n°9 et 10.

La colération entre le rouge et le proche infrarouge elle se fait sur ENVI par l'ouverture des deux bandes ,rouge et proche infrarouge .

-dans Basic Tools on fait une extraction de la zone .

-dans Tools \longrightarrow Rois \longrightarrow Band Threshold To Rois : on select une bande .

-Rois Tools \longrightarrow Out Put Rois To ASCLL \longrightarrow select extraction \longrightarrow OK

En suite ,on ouvre le fichier dan Excel .

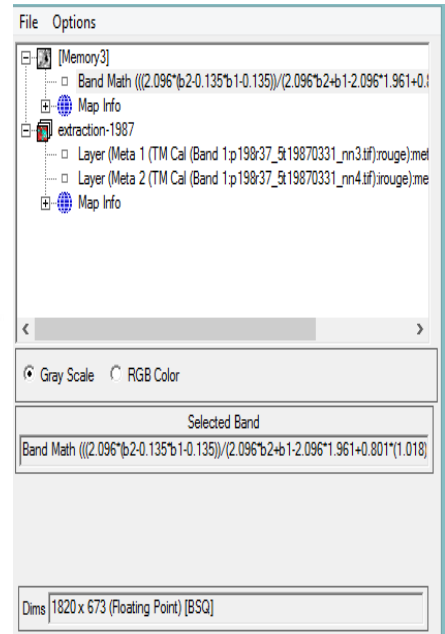
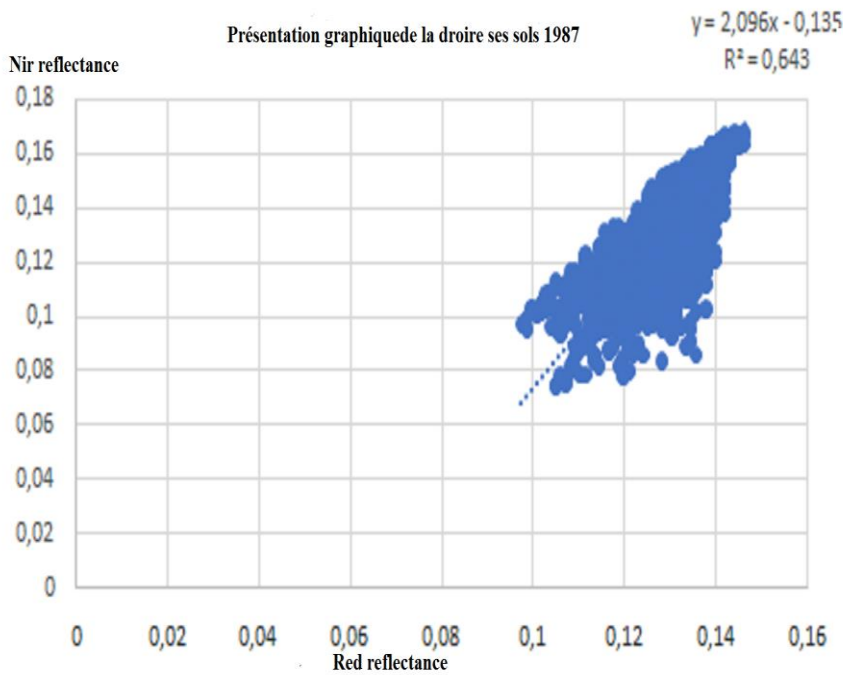


Figure n° 9: TSAVI 1987

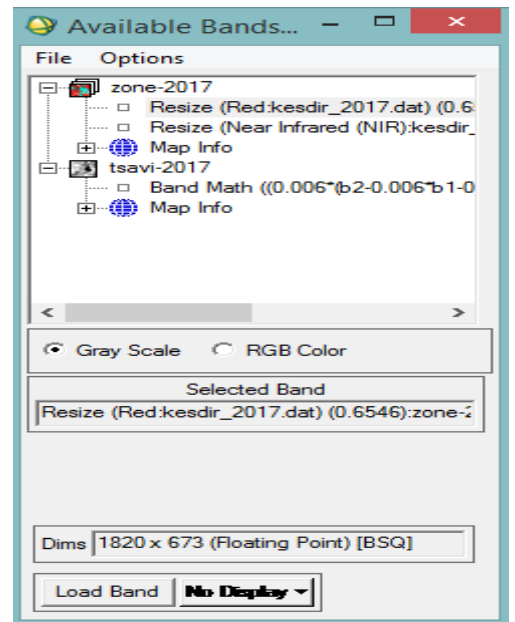
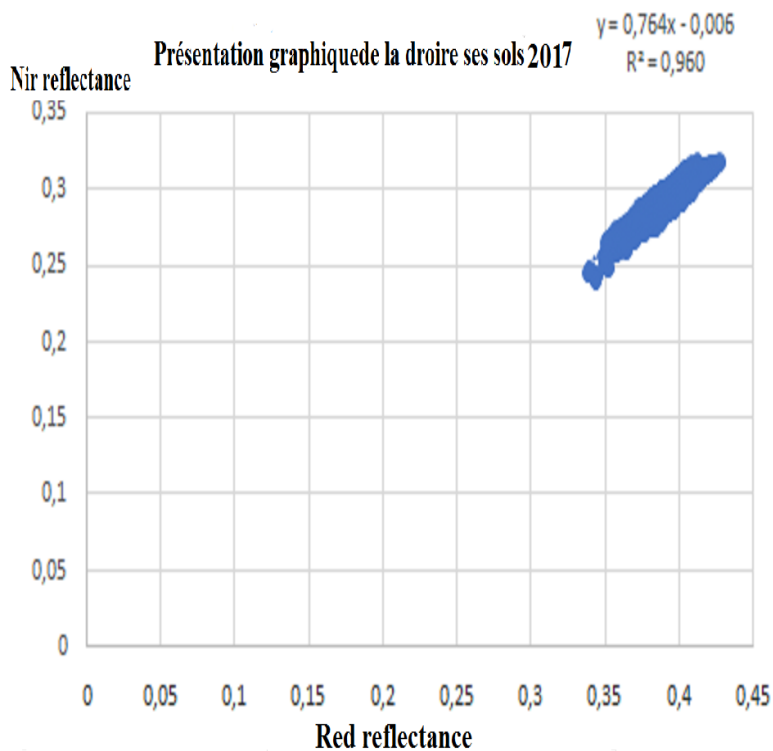
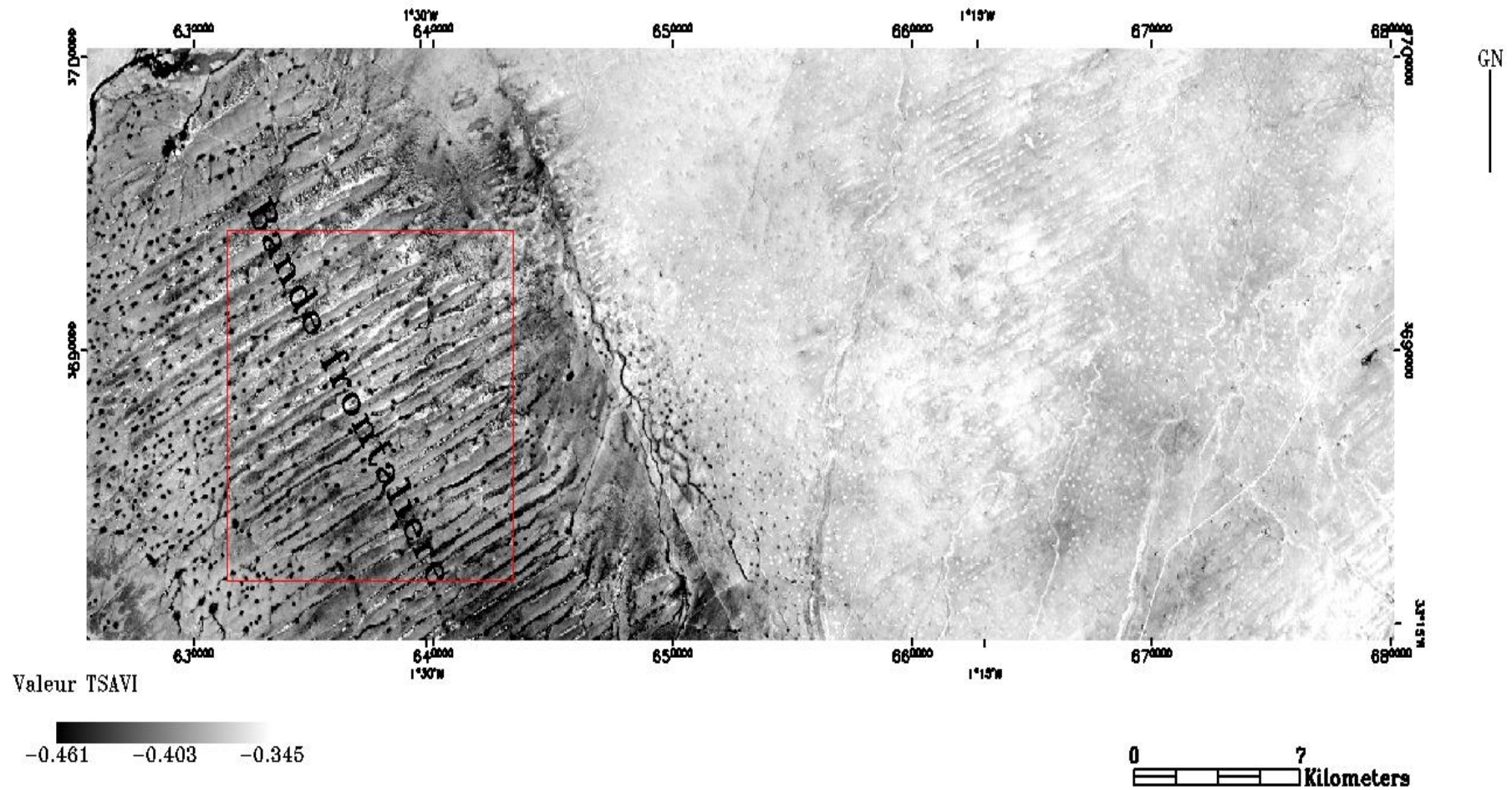


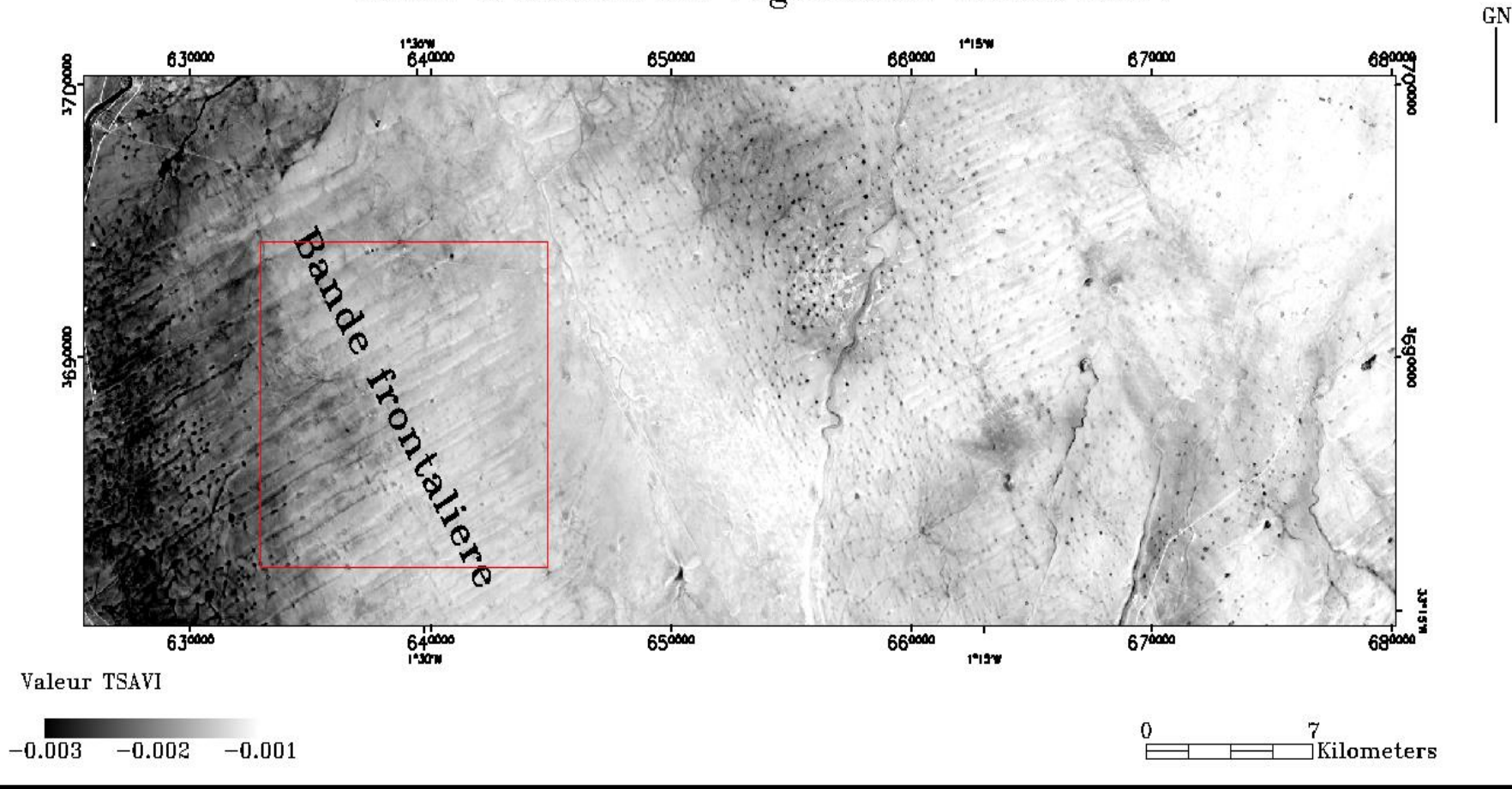
Figure n°10: TSAVI 2017

Carte d'indice de vegetation TSAVI 1987



carte n°4: carte d'indice de végétation TSAVI 1987

Carte d'indice de vegetation TSAVI 2017



carte n°5: carte d'indice de végétation TSAVI 2017

2.2.5-Interprétation des résultats:

les valeurs de l'indice TSAVI varient de -0.003 à -0.01 et sont supérieures de l'année 2017 par rapport à l'année 1987 qui sont entre -0.461 et -0.345. Ceci s'explique par le fait que la densité du couvert végétal en 2017 est meilleure qu'en 1987.

-Une forte densité du couvert végétal est observée dans la bande frontalière en allant vers le Maroc, avec des valeurs comprises entre -0.001 en 2017 et -0.392 en 1987.

-une valeur moyenne de densité est de -0.002 en 2017 et -0.403 en 1987, on remarque au centre de la zone d'étude.

-une faible densité est de -0.003 en 2017 et -0.461 en 1987.

2.2.6-Détection des changements par combinaison des TSAVI

La caractérisation de l'état de la végétation et les mutations du couvert végétal a été réalisée en effectuant une superposition des trois images, le même principe que NDVI:

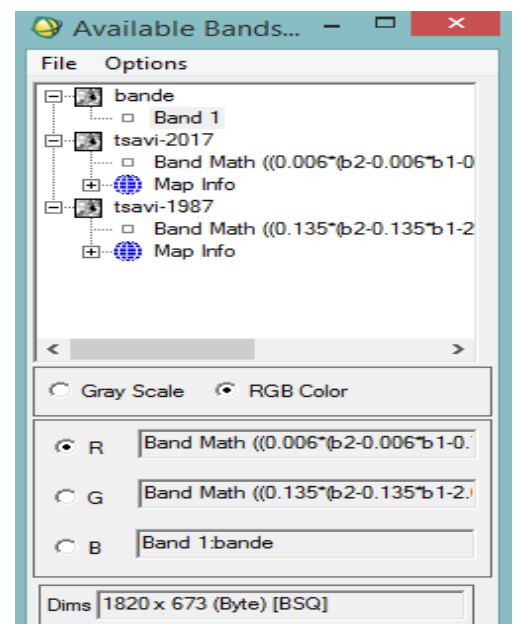
- ✓ Image de l'indice de végétation de 2017 codée par la couleur Rouge.
- ✓ Image de l'indice de végétation de 1987 codée par la couleur Vert.
- ✓ Image d'un canal test (une image vide de même dimension que les deux autres images) codée par la couleur Bleu.

Cette superposition permet de réaliser une synthèse additive pouvant nous renseigner sur les différents changements. La superposition est présentée en figure n° 10

- ✓ Image de l'indice de végétation de 2017 codée par la couleur Rouge.
- ✓ Image de l'indice de végétation de 1987 codée par la couleur Vert.
- ✓ Image d'un canal test (une image vide de même dimension que les deux autres images) codée par la couleur Bleu.

Cette superposition permet de réaliser une synthèse additive pouvant nous renseigner sur les différents changements en **figure n° 11**

Figure n°11: combinaison des TSAVI



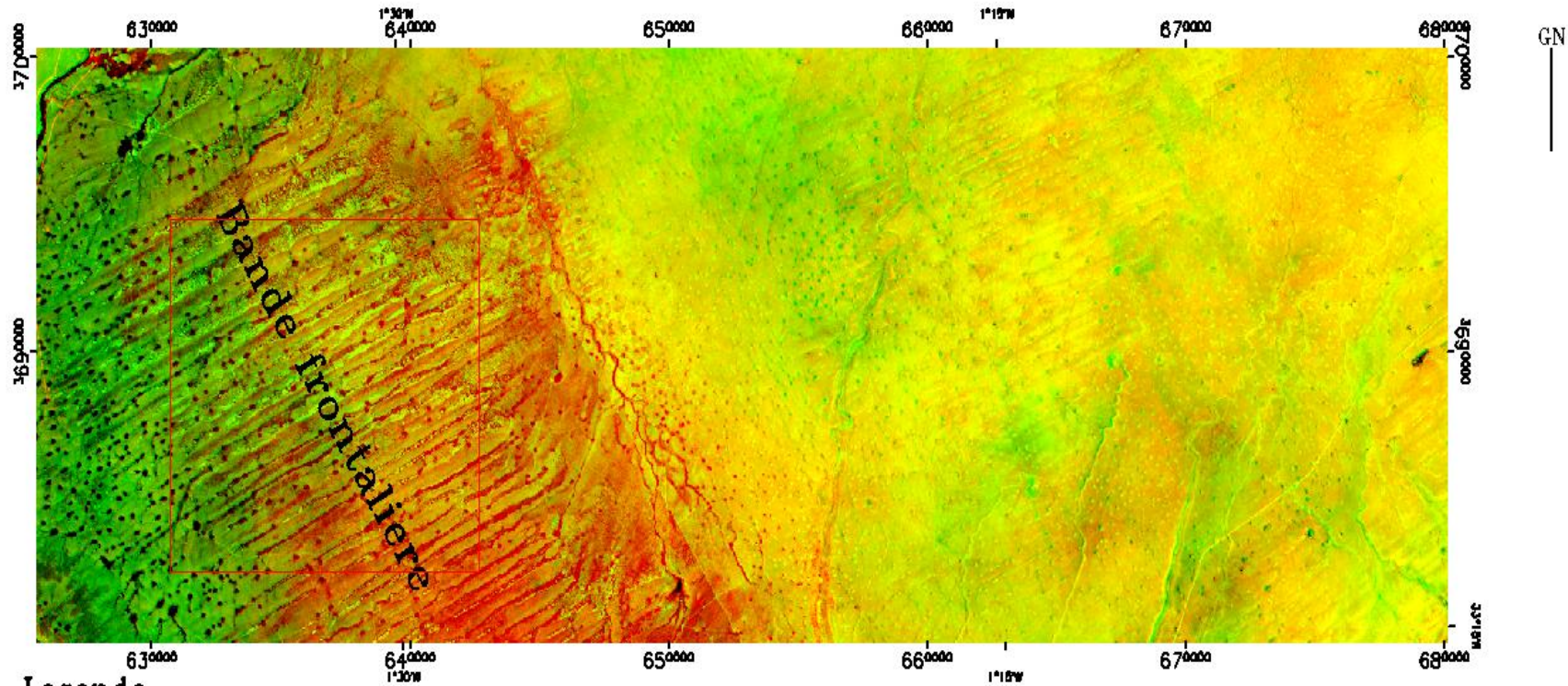
2.2.7-L'analyse des résultats:

L'analyse des changements est présentée dans l'image, les résultats de la différence entre les deux images TSAVI.

Ces résultats montrent que, les zones présentées par la couleur rouge symbolisent les pixels ayant connu une régression en 2017 par l'essouchement et l'arrachage de la végétation steppique, et l'augmentation de la charge pastorale dans ces endroits. La dominance de la couleur verte (résultat de la superposition des deux scènes satellitaires étudiées) traduit une augmentation de l'activité chlorophyllienne entre 1987 et 2017. Cette progression concerne les zones qui ont bénéficié de travaux de réhabilitation et de réalisation des bandes vertes et les mises en défens et la couleur jaune symbolise les zones stables ou bien d'un faible changement.

La couleur jaune indique l'espace où la dynamique de la végétation est restée constante. La couleur rouge, ce qui est synonyme de régression du couvert végétal

Carte de changement entre 1987 et 2017



Legende

- Progression
- Regression
- Zone stable

0 7 Kilometers

carte n°6: carte de changement TSAVI 1987 et 2017

2.2.8-Conclusion:

Dans cette étude, l'accent est mis sur le traitement des données de la télédétection multi-temporelle pour le suivi et l'évaluation de la dégradation des parcours steppiques. La comparaison des NDVI et TSAVI dérivés des images traitées a permis d'obtenir la carte des changements. En général, cette zone a connu une progression résultat d'un changement dans l'état de la végétation, , cette progression est liée à des facteurs multiples notamment l'action anthropozoïque et climatique. Cela n'a pas empêché quand même la dégradation de quelques parcours.

L'utilisation d'une étude diachronique basée sur l'exploitation des données satellitaires multi dates (1987 et 2017) du capteur TM Landsat 5 et de Landsat 8 ETM+ nous a permis l'obtention d'un ensemble de cartes photo interprétatives et des indices de végétation qui, à leur tour, nous ont aidé à apercevoir les changements parvenus dans le milieu, copieusement régressifs que progressifs (HADDOUCHE et *al.*, 2004).

2.3-Classification:

L'apparition de la télédétection spatiale a entraîné le développement de nombreuses méthodes de traitement de l'information numérique fournie par les satellites actuellement disponibles.

Toutes s'appliquent à identifier, puis regrouper (on appelle cette démarche classification) les différents thèmes d'après leurs signatures spectrales. Dans le cas de la classification supervisée, l'opérateur définit a priori les classes qu'il désire constituer et recueille un certain nombre de réalités terrain se rapportant à chacune des classes qu'il envisage de mettre en évidence. La méthode repose alors sur l'hypothèse suivante : la distribution statistique des réponses radiométriques de chaque classe caractérise l'objet physique correspondant. Celle-ci sert donc à établir les plages radiométriques pour lesquelles un pixel donné correspond à une classe donnée. La réalité de terrain est ainsi garante de la relation existante entre le terrain et la classification finale effectuée.

C'est le mode supervisé qui a été choisi pour réaliser la classification du milieu steppique de la zone d'étude. La méthode du maximum de vraisemblance a été retenue pour la classification de la composition colorée. Cette méthode est considérée comme une technique puissante de classification. La règle de décision de cette méthode est basée sur la probabilité d'un pixel d'appartenir à une classe particulière.

L'opérateur définit a priori les classes qu'il désire constituer et recueille un certain nombre de réalités terrain se rapportant à chacune des classes qu'il envisage de mettre en évidence. La méthode repose alors sur l'hypothèse suivante : la distribution statistique des réponses radiométriques de chaque classe caractérise l'objet physique correspondant. Celle-ci sert donc à établir les plages radiométriques pour lesquelles un pixel donné correspond à une classe donnée. La réalité de terrain est ainsi garante de la relation existante entre le terrain et la classification finale effectuée. C'est le mode supervisé qui a été choisi pour réaliser la classification du milieu steppique de la zone d'étude. La méthode du maximum de vraisemblance a été retenue pour la classification de la composition colorée. Cette méthode est considérée comme une technique puissante de classification. La règle de décision de cette méthode est basée sur la probabilité d'un pixel d'appartenir à une classe particulière illustre les différentes étapes de la classification supervisée.

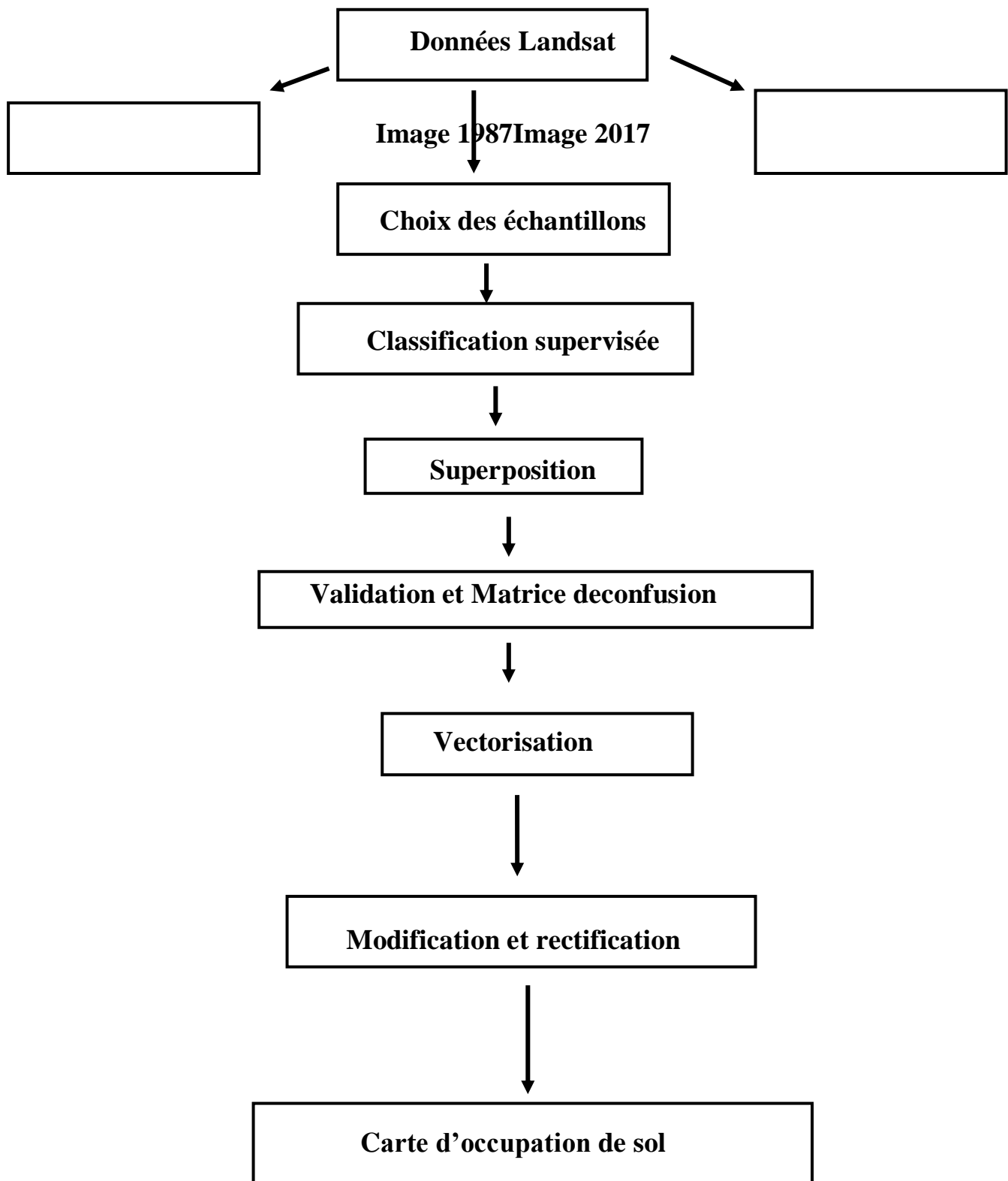


Figure n°12: Organigramme de classification

On a choisie est la classification supervisée. En effet, nous nous sommes reposés sur les données de terrain recueillies, pour caractériser et classer les territoires en différentes classes de paysages. Cette opération a été a réalisée a l'aide du logiciel de traitement d'images « ENVI ».

La classification dirigée utilise les objets bien définis appelés des sites d'entraînement. Ces sites ont été effectués en fonction des données de références et par des objets identifiés sur le terrain à l'aide de Google Pro et par l'interprétation visuelle de la composition colorée. Nous avons choisis d'utiliser la méthode par « Maximum de vraisemblance » pour son utilisation très répandue en télédétection. De plus, d'après le même auteur (Duminil, 2007), cette méthode est très satisfaisante mathématiquement car les pixels sont classés selon une méthode probabiliste (elle considère que toutes les classes ont une probabilité a priori identique).

2.3.1-Détermination des classes:

L'enquête terrain n'est pas réaliser à cause des difficultés comme les endroits difficile d'accès notamment les espaces montagneux et la bande frontalière entre l'Algérie et le Maroc c'est une zone contrôlé par l'armée et l'accès est strictement interdit, La délimitation spatial de cette bande et bien visible sur l'image ce qui facilite son identification

Donc dans notre cas d'étude on a le travail précédent de Mr BELMAH et les cartes de végétation, et les informations acquises du terrain d'autre part les interprétations visuelles de l'image satellitaire, on a pu retenir 5 classes pour image 1987 pour images 2017 qui sont :

ROI Name	Color	Pixels	Polygd
parcours dégradé	Sienna1	246	13/246
végétation	Red	110	20/110
parcours steppiqu	Orange2	250	21/250
acumilation sable	Yellow	84	6/84
zone humide	Blue	14	5/14

Figure n°13: Classes obtenu

2.3.2-Les principaux types d'occupation du sol retenu dans cette étude :

- **Végétations steppiques :** La végétation steppique dans ce milieu naturel aride présente quelque difficulté pour différencier les types de parcours (une faible résolution spatiale des images satellitale), en se référant uniquement à leur comportement spectral
A cet effet on a regroupé l'ensemble de la végétation en une seule classe (parcours steppiques).

Ce sont des zones n'ayant pas des parcellaire clairement défini, le taux de recouvrement du sol est faible .Dans la composition colorée elles sont difficilement remarquable a cause des accumulations sableuses.

- **Les zones humides (Daya) :** elles se localisent dans la bande frontaliere.

- **Accumulation sableuses :** (dune, -amas de sable, nappage de sable, voile sableux).

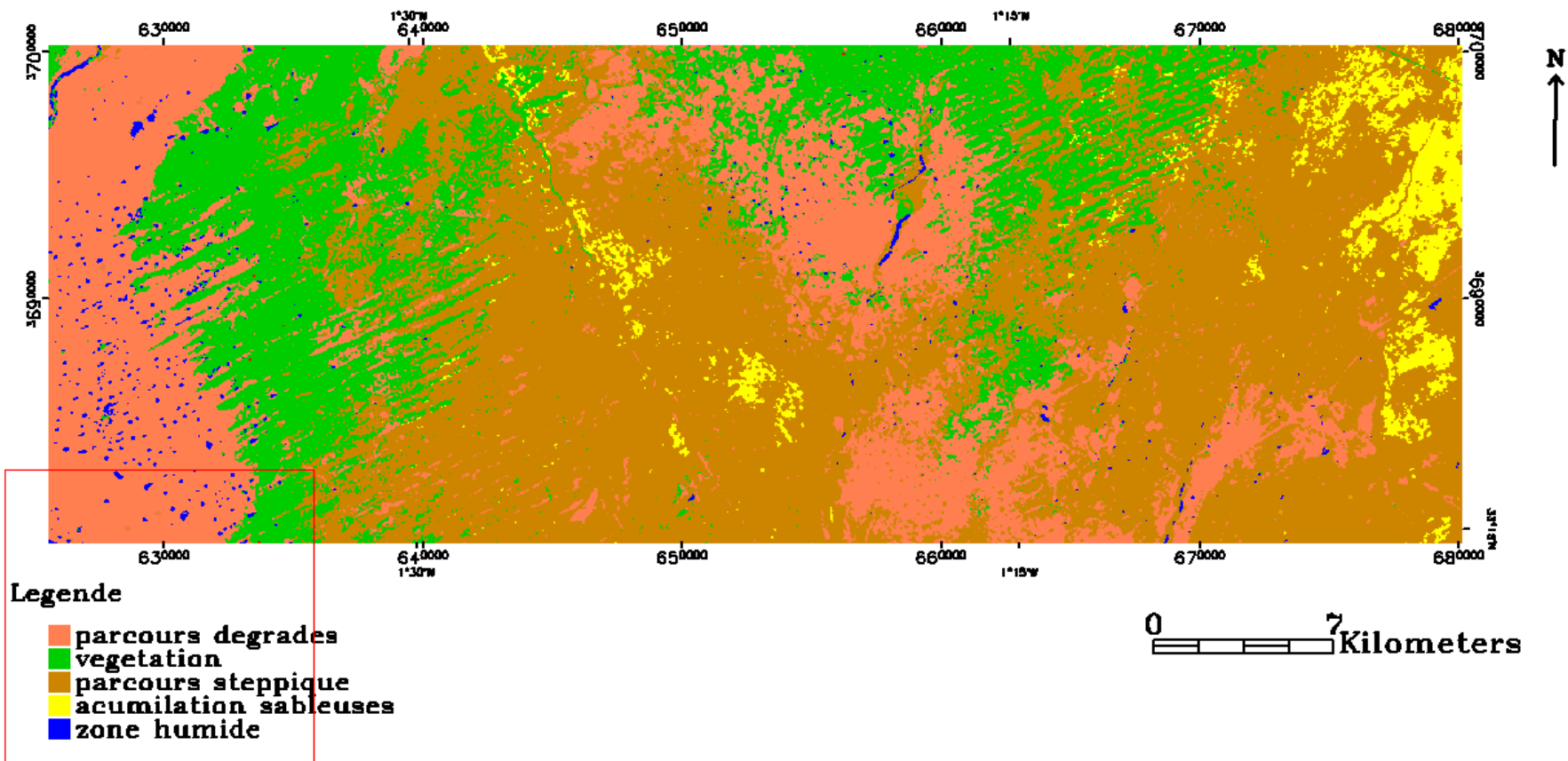
-**parcours steppiques dégradés :** contient des sols dégradés, quelques végétaux.

-sols nu.

2.3.3-Le résultat de la classification :

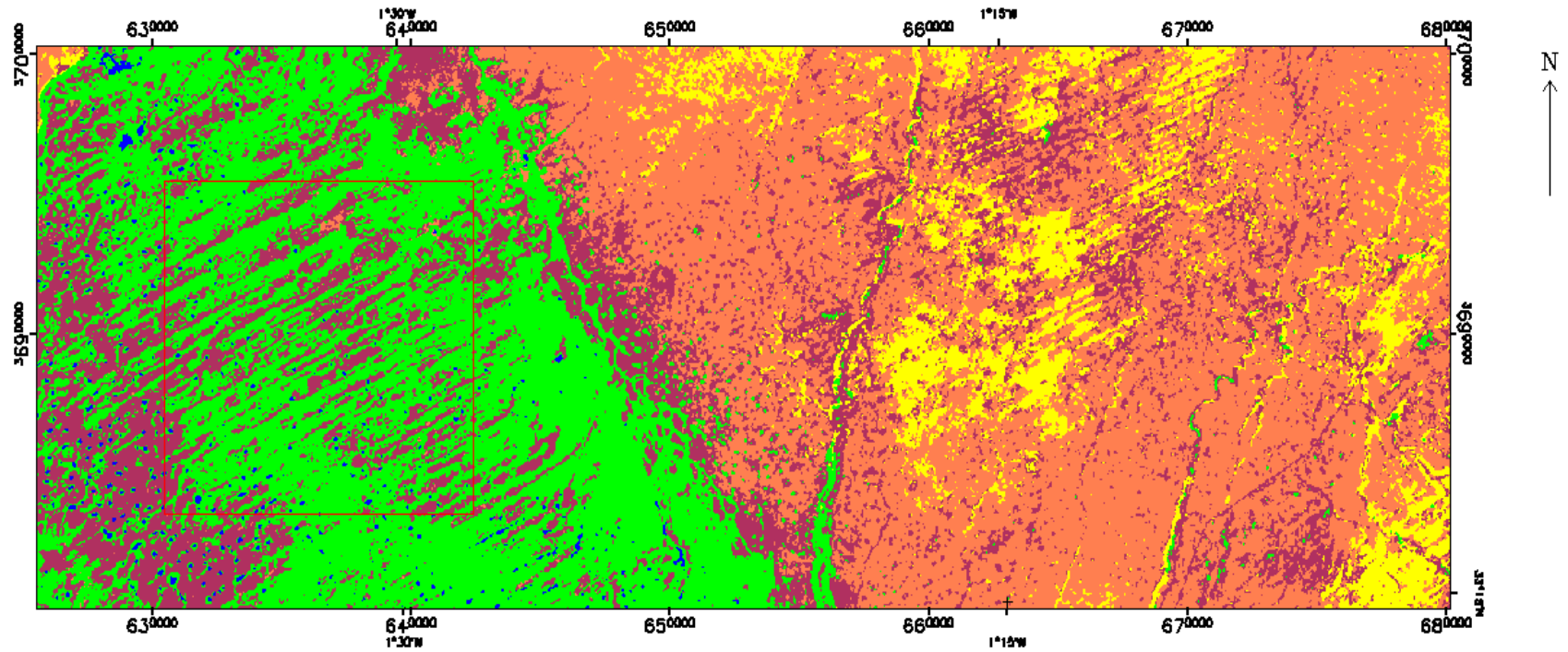
Deux images classées est le résultat de la classification supervisées.

Carte d'occupation de sol pour l'annee 2017



Carte n°7:Carte de d'occupation de sol 2017

Carte d'occupation de sol année 1987



Legende

- vegetation
- parcours steppique
- accumulation sableuses
- parcours degrade
- zone humide

0 7 Kilometers

Carte n°8: Carte d'occupation de sol 1987

2.3.4-Validation et amélioration de la classification :

Il est possible d'évaluer les performances de cette classification en estimant le pourcentage de Pixels correctement classés à l'intérieur de chaque polygone test... Cette évaluation a été complétée à l'aide de d'une interprétation visuelle pour valider la classification effectuée Sur les images Landsat.

Toutefois, vue l'étendue de la zone d'étude il n'a pas été possible pour nous de visiter le territoire. Cependant, nous nous sommes basés sur une interprétation visuelle effectuée sur l'image classée et sur la composition colorée ainsi GOOGLE EARTH. Grâce à cette interprétation nous avons pu extrapoler pour ces zones présentant des critères de similitudes (teinte de couleur, forme géométrique, signature spectrale) qui s'approchent des zones ayant subi une reconnaissance de terrain.

2.3.5-La matrice de confusion:

L'évaluation de la classification est basée sur un tableau à deux dimensions appelée matrice de confusion qui est présentée dans les tableaux suivants :

classes	Végétation steppique	Parcours steppique	Accumulation	Sol nu	Zone humide
Non classé	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Végétation steppique	96.82	0.00	1.14	0.00	0.00
Parcours steppique	0.00	98.47	0.00	0.00	0.00
Accumulation	0.00	0.40	97.73	8.06	0.09
Sol nu	1.91	1.53	1.14	91.94	0.00
Zone humide	1.27	0.00	0.00	0.00	100.00
totale	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Matrice de confusion de la classification d'image TM 1987

Indice Kappa(%)	Précision générale de la classification(%)
0.9631	91.1602%

classes	Végétation steppique	Parcours steppique	Accumulation	Sol nu	Zone humide
Non classé	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Végétation steppique	96.36	0.00	1.14	0.00	0.00
Parcours steppique	2.73	94.00	2.25	0.00	0.00
Accumulation	0.91	0.40	97.75	0.00	0.09
Sol nu	1.91	5.60	0.00	100.00	0.00
Zone humide	0.00	0.00	0.00	0.00	90.91
totale	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Matrice de confusion de la classification d'image ETM+ 2017

Indice Kappa(%)	Précision générale de la classification(%)
0.9424 %	90.9559%

2.3.6-Interprétation des résultats:

A travers la matrice de confusion des deux images classées, on peut dire que presque la totalité des pixels affectés à ces classes ont été bien classés. Les faibles confusions constatées ne dépassent pas les 0.2% pour l'image 1987 et 0.3% pour l'image 2017.

Les confusions les plus élevées ont été retrouvées pour les classes de sol nu.

Les valeurs du coefficient de Kappa estimés dans notre cas sont 0.94% et 0.96% respectivement aux années 2017 et 1987, on peut dire qu'il y a une bonne correspondance entre la classification et les observations de terrain.

Ground Truth (Percent) 1987

Class	Total
vegetation	31.03
parcours steppique	26.17
accumulation	18.46
sol nu	12.78
zone humide	11.56
Total	100.00

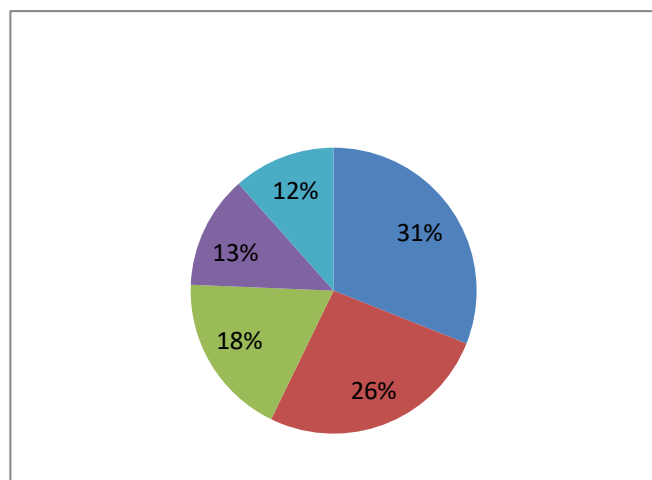


Figure n° 14: Pourcentage de différentes unités d'occupation du sol 1987

Ground Truth (Percent) 2017

Class	Total
végétation	19.49
parcours steppique	44.12
sol nu	16.54
accumulation	18.01
zone humide	1.84
Total	100.00

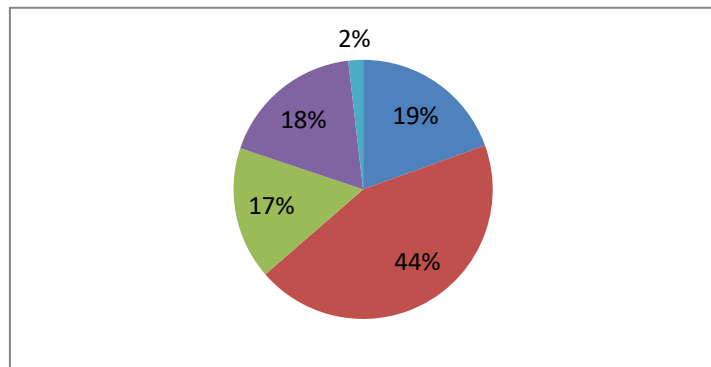


Figure n° 15: Pourcentage de différentes unités d'occupation du sol 2017

Le taux de végétation est diminué en 2017 19.49% par rapport au 1987 31.03% donc la végétation durant 30ans dans cette zone est régressés ,la régression touche les zones humide de 11.56% a 1.84%

On remarque aussi que les parcours et les sols nu en marqué une progression (44.12%) parcours et (16.54%) sol nu.

2.3.7-Conclusion :

L'étude diachronique montre qu'entre 1987 et 2017, la couverture végétale a évolué d'une manière négative. Les nombreuses études réalisées depuis les années 70, sur les steppes montrent une importante régression du couvert végétal supérieur a 50% et une diminution de la production des écosystèmes steppiques (Aidoud et Nedjraoui). La plupart ont abouti a la conclusion que la végétation steppique se trouve dans un état alarmant du a l'action combinée des facteurs climatiques et anthropiques. L'action conjuguée de la hache, du feu et pâturage a provoqué la transformation des parcours steppiques en formations végétales dégradées. Les steppes ont également été considérablement dégradées, par suite du surpâturage et même de mise en culture inadaptée. En conséquence, les communautés végétales propres à ces écosystèmes ou ce qu'il en reste, ne sont plus qu'une pale reflet de ce qu'elles étaient dans leurs conditions primitives (MICLE.1997). L'utilisation de la télédétection et SIG permet d'avoir des informations précises relatives à l'évolution des superficies des terres affectées.

L'ensemble des données recueillies à partir de différentes sources ont été introduites dans un système d'information géographique. Ce système d'information géographique va permettre un accès aisé à l'information et une gestion simplifiée des données.

Chapitre III:

les facteurs climatiques et les facteurs anthropiques.

3-La végétation et la dégradation:

Les nombreuses études réalisées depuis les années 70, sur les steppes montrent une importante régression du couvert végétal supérieur à 50% et une diminution de la production des écosystèmes steppiques (Aidoud et Nedjraoui). La plupart ont abouti à la conclusion que la végétation steppique se trouve dans un état alarmant du à l'action combinée des facteurs climatiques et anthropiques. L'action conjuguée de la hache, du feu et pâturage a provoqué la transformation des parcours steppiques en formations végétales dégradées. Les steppes ont également été considérablement dégradées, par suite du surpâturage et même de mise en culture inadaptée. En conséquence, les communautés végétales propres à ces écosystèmes ou ce qu'il en reste, ne sont plus qu'une pale reflet de ce qu'elles étaient dans leurs conditions primitives (MICLE.1997).deux types de causes sont à l'origine ou susceptible de mener à la désertification. Les causes directes qui sont les variations du climat et les activités humaines selon quatre catégories (le déboisement, le système de culture, le surpâturage, le défrichement) et les causes indirectes qui peuvent créer des situations susceptibles de conduire à la désertification. Ces pressions peuvent être réunies en cinq groupes : pression démographique, pression de la pauvreté, pression du régime juridique des terres, pression du nouvel ordre économique mondial, pression de la répartition inéquitable des ressources. Si on applique cette théorie sur la zone d'étude, nous pouvons faire les constatations suivantes:

3.1-Variations du climat:

D'après l'analyse du régime pluviométrique de la station de la zone étudiée, le nombre des années sèches n'est pas assez important. Sa fréquence est la même durant les trois dernières décennies (28,6%). Le Houerou (1973) affirme qu'on a souvent parlé, sans preuves, d'un hypothétique et systématique, assèchement du climat depuis le début de la période historique. L'assèchement au cours de cette période est rejeté par la plupart des spécialistes, cependant de l'avis unanime des observateurs, les sécheresses ont existés de tout temps et ne suffisent pas à expliquer la désertification accélérée actuellement. Les causes les plus profondes sont sous l'influence grandissante de l'homme et des animaux sous l'effet d'une croissance démographique galopante qui créent le désert. Donc, le climat en lui même ne suffit pas pour expliquer le phénomène de désertification. Le climat n'est qu'un facteur d'aggravation du problème. En outre Méderbal (1992), note que la flore et la faune des zones arides sont adaptées à ces cycles de sécheresse et sont dotées de facultés nécessaires pour les surmonter.

Il ajoute que dans les zones protégées et mises en défens, on s'aperçoit que la sécheresse ne laisse pas de trace sur le milieu (ex frontière algéro-marocaine).

3.1.1-La sécheresse :

l'augmentation de la température va réduire la durée du cycle végétal qui peut constituer un facteur défavorable en accentuant le stress hydrique. Cependant, dans le cas de l'Algérie, la baisse de la pluviométrie et l'augmentation de la température représentent des facteurs défavorables à la fois pour le sol et le végétal. Une chaleur excessive provoque une déshydratation résultant d'une transpiration accélérée. Si le sol ne peut assurer une alimentation suffisante en eau, il y a perte de turgescence (Derouiche, 2007).

La sécheresse est d'autant plus accentuée lorsque le nombre de succession des mois secs pendant l'année est grand. Cependant, si cette succession de mois secs dure pendant plusieurs

années, l'impact sur le milieu naturel ainsi que sur la végétation steppique induit des conséquences plus ou moins catastrophiques. Cette catastrophe se manifeste dans ce milieu

aride de la manière suivante par :

- la salinisation de la couche arable par effet de remontée capillaire et destruction des agrégats constituant le sol;
- la régression du tapis végétal suite à la diminution et au dessèchement des réserves hydriques du sol ;
- la diminution de la perméabilité du sol suite à la formation au niveau du sol de la pellicule de glaçage ;
- le processus d'érosion éolienne favorisé par la régression de la végétation steppique et les pressions exercées par l'homme sur les ressources pastorales;
- l'augmentation de l'albédo de surface qui engendre la formation des mouvements de subsidence qui empêchent la formation des nuages.

3.1.2-Les facteurs anthropiques à la disparition du couvert végétal: sont

- Le surpâturage : il apparaît comme l'un des facteurs de régression les plus importants de la végétation, le prélèvement intense de la biomasse et le tassement du sol par le cheptel

augmentent les surfaces dénudées et soumises à la stérilisation (Sitayeb et Benabdelli, 2008). L'impact du surpâturage et des défrichements sur la végétation est important aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. Le maintien d'un effectif ovin trop élevé sur les meilleurs pâturages et autour des points d'eau a provoqué le piétinement et le tassement du sol, ce qui accroît très sensiblement le risque d'érosion éolienne (Nedjraoui&Bédrani, 2008).

- La mauvaise irrigation appliquée qui conduit à la salinisation du sol
- La surexploitation du sol et le déboisement.

Les feux de forêts qui mettent à nu les sols fragiles: L'incendie est une combustion qui échappe au contrôle de l'homme, aussi bien dans l'espace la convention veut que l'on parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une surface minimale d'un seul tenant, et qu'une partie au moins des étages arbustif et/ou arboré est détruite. Les incendies représentent un véritable fléau auquel très peu d'espèces peuvent résister.

Alors, il y'a un fort lien entre la végétation, le sol et le phénomène de la dégradation. Une destruction de la végétation amène à plus ou moins long terme la dégradation du sol, et dans des cas aggravés conduit à la désertification.

Les liens entre la végétation, l'occupation du sol et les sols sont plus ou moins directs. Le taux de recouvrement de la végétation est un facteur important pour la protection contre le phénomène de la dégradation et essentiellement contre l'érosion.. Le rôle de la végétation dans la protection du sol La végétation réduit l'érosion du sol par (Alejandro et Omasa, 2007):

- Protéger le sol contre la chute des grosses gouttes de pluie.
- Incrémenter le degré d'infiltration de l'eau dans le sol.
- Réduire la vitesse de l'eau courante de la pluie.
- Relier le sol mécaniquement.
- Maintenir la rugosité de la surface du sol.
- Améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, puisque la matière organique qui est la responsable de la fertilité du sol est principalement végétale

La végétation donc joue un rôle prépondérant pour le maintien de la fertilité et l'humidité du sol, et pour la protection contre les forces destructives du vent et de la précipitation (Schreiber et al., 2008). Causes de la dégradation de la végétation Les formations végétales sont soumises à des multiples formes de dégradation

3.1.3-La recherche scientifique dans les zones steppiques:

La steppe n'a pas beaucoup intéressé les décideurs en matière de recherche. A la fin des années soixante dix, un important travail a été réalisé par le ministère de l'agriculture qui a décrit minutieusement l'ensemble des zones steppiques à la fois sur les plans physique, agricole, phytoécologique et humain (Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 1974). Cette étude⁶ – qui reste jusqu'aujourd'hui le seul travail de référence sur la steppe – n'a jamais été mise à jour. Depuis le début des années 70, de rares chercheurs se sont penchés sur les problèmes de la dégradation des terres et l'analyse des causes et des conséquences du processus de désertification. Cependant, les résultats des recherches n'ont pas été généralisés ni intégrés dans les actions gouvernementales très larges, car les travaux se sont le plus souvent confinés dans des institutions de recherche (AARDES, CREAD, CRBT, Universités) et surtout limités dans le temps et dans l'espace. L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) – institution pourtant directement intéressé par les zones steppiques – n'a pas jugé nécessaire de développer son activité sur les 20 millions d'hectares de la steppe. Ce n'est qu'au début des années quatre vingt dix qu'il a installé une toute petite équipe à Djelfa, au cœur de la steppe. Le Haut Commissariat au Développement de la Steppe – quant à lui - dispose d'un personnel nombreux d'ingénieurs (plus d'une centaine) sous utilisés qu'il cantonne dans le suivi des quelques actions qu'il mène en matière de réalisation de mise en défens et de création de point d'eau au lieu de leur faire produire des connaissances utiles au développement de la steppe. Le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) dont la mission est le développement de la recherche sur la steppe et le Sahara ne dispose pas suffisamment de moyens matériels, financiers et humains pour développer significativement la recherche sur l'immense espace qu'il couvre.

Cependant, des dispositifs de suivi de la sécheresse et de la désertification, organisés en réseau et réunissant l'ensemble des structures universitaires et institutionnelles conscientes et intéressées par ces phénomènes sont aujourd'hui en voie de réalisation. Ils ont été intégrés dans le PAN/LCD (DGF, 2004). Des observatoires sont prévus d'être mis en place au niveau

des différents écosystèmes arides et semi arides par le Centre de Recherche scientifique et Technique des Régions Arides (CRSTRA). Ils permettront de constituer des bases de données sur l'état des écosystèmes, de suivre leur dynamique dans l'espace et dans le temps, d'identifier les causes de la dégradation et de proposer, sur ces bases, des outils d'aide à la décision, des modèles de gestion rationnelle des ressources naturelles et des méthodes de réhabilitation des zones dégradées en adéquation avec les besoins populations locales dans une approche participative La mise en œuvre de la surveillance écologique à long terme, selon des protocoles méthodologiques concertés (Nedjraoui, 2003, 2006), permettra de définir des indicateurs environnementaux, des indices de sensibilité des écosystèmes aux perturbations exogènes et endogènes et de contribuer à la mise en place des dispositifs nationaux et régionaux de suivi de la désertification tels que définis par les Plan d'Action Nationaux de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD) et les instances régionales.

Conclusion générale

Conclusion Générale :

Dans les milieux steppiques, en particulier les Hautes Plaines Sud Oranaises, l'outil télédétection et l'outil SIG, sont incontournable pour mieux cerner et comprendre le mécanisme de la dégradation du couvert végétal et des sols.

Notre zone d'investigation fait partie des Hautes Plaines Sud Oranaises (région de Naâma). Elle est insérée entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas Saharien au sud.

Du point de vue morphologique les Hautes Plaines Sud Oranaises sont constituées d'une vaste plaine (74 % du territoire de la wilaya) enclavée par des djebels d'orientation presque identique SW/NE et de tracé arqué. Ceux-ci forment une série de couloirs qui la subdivisent en plusieurs espaces coincés.

Cette disposition des djebels donne à la plaine un certain cloisonnement, cloisonnement qui va jouer un rôle important dans le piégeage des sables éoliens, d'autant plus qu'il y a endoréisme.

D'ouest en est elle couvre l'espace compris entre les reliefs proches de la frontière Algéro-Marocaine et la limite occidentale de la wilaya d'EL Bayadh.

La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes de forêts primitives abattues par l'homme à base de *Pinus halepensis* et *juniperus phoenicea*. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. La steppe sud Oranaise est dominée par les formations végétales suivantes:

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*);
- Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba*);
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*);
- Steppe à halophytes;
- Steppe à psamphyte.

La dégradation du couvert végétal est causée par une combinaison de facteurs qui évoluent dans le temps et varient selon le lieu.

Les changements socio-économiques sont complexes. Ils se traduisent par une baisse apparente dans le taux d'accroissement global moyen observée à partir de l'année de 1998.

Cette baisse peut être considérée comme une transition dans le comportement démographique de la population susceptible d'être étudiée profondément.

Les Hautes Plaines Sud Oranaises, ne présentent pas les caractéristiques d'un territoire surpeuplé, la répartition de la population estimée par commune, révèle une distribution très inégale.

Par contre une croissance élevée de la population urbaine par rapport à la région des hauts plateaux ; ouest peut être expliqué par le développement du réseau urbain.

Pour un développement économique et humain, plusieurs programmes de développement se sont succédés notamment le réseau routier.

La pratique de l'élevage constitue l'activité de base d'une grande partie de la population rurale, vu la vocation pastorale de la wilaya. L'alimentation de ce cheptel est assurée à plus de 80 % par le pâturage sur parcours steppiques .

La végétation steppique a connu un recul aussi bien du point de vue de quantité que de sa diversité et par conséquent de son rôle protecteur.

La succession d'années voire de décennies déficitaires a fortement décimé la couverture végétale. L'absence ou la forte réduction du tapis herbacé en année sèche active l'érosion éolienne.

La désertification a atteint un stade avancé, probablement irréversible avec trois caractéristiques principales : extension de l'ensablement, forte mobilité des sables (particules et accumulations et diminution de la superficie des zones humides

Les Hautes Plaines sont un domaine steppique et ont donc des caractéristiques bioclimatiques spécifiques. Elles font partie de l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride inférieur à aride. La pluviométrie est faible, comprise entre 100 et 300 mm et l'amplitude thermique annuelle et journalière forte.

Le réseau hydrographique au niveau des Hautes Plaines est endoréique, il est peu développé et débouche dans les dayas alimentant la nappe souterraine des Chotts, ou dans des Sebkhass, zones d'évaporation.

Les oueds sont cependant assez courts, peu sinueux et à écoulement superficiel. Ils ont un fond plat et des berges mal dessinés

Parmi les objectifs de cette étude à savoir le traitement des images TM pour l'élaboration de la carte d'occupation du sol et la cartographie de l'évolution du couvert végétal des années (entre 1987 et 2017) par la détection des changements .

l'accent est mis sur le traitement des données de la télédétection multi-temporelle pour le suivi et l'évaluation de la dégradation des parcours steppiques. La comparaison des NDVI et TSAVI dérivés des images traitées a permis d'obtenir les carte des changements.

L'analyse des résultats montre l'impact de la dégradation dans la zone étudiée. En général, cette zone a connu une régression radiométrique résultat d'un changement dans l'état de la végétation surtout au niveau de la bande frontalière et quelque parcours , traduit par une dégradation de la superficie totale de la zone d'étude, cette régression est liée à des facteurs multiples notamment l'action anthropique et climatique. Cela n'a pas empêché quand même l'amélioration de quelques parcours, surtout au niveau des sites touchés par l'aménagement pastorale au niveau de la plaine de Naama et au niveau des cordons dunaires (cordon dunaire, parcours)

Par la classification supervisée effectuées sur ces images bi-dates (Fig n°14 et n°15) , n'était pas satisfaisante Pour l'ensemble des classes définies, il y a eu des confusions c'est-à-dire les pixels de certaines unités d'occupation du sol ont été confondues à d'autres donc on a évaluer la performance de nos images classées par l'intégration des pixels directement dans l'image on a utilisé la méthode de vectorisation qui est le passage d'une image à une image vecteur pour corriger les différentes couche .

On a obtenue des cartes d'occupation du sol qui montre clairement qu'il y a eu une régression très importante parvenue durant les 30 ans (1987 – 2017) notamment ceci est du à la dégradation du couvert végétal .

L'effet anthropique est très fort sur un espace fragile même si la densité de population reste faible malgré une augmentation sensible : elle est passée de 1,4 hab/km² en 1966 à un peu plus de 4 hab/km² en 2008. Le trait principal est le recul très net du taux de recouvrement de la végétation et la disparition de l'espèce végétale principale, l'alfa. Cette dégradation a été relevée dès 1967 et le couvert de l'alfa a reculé de 30 à 3 % entre 1978 et 1990 (bordure SE du Chott Chergui,Rogassa).(A.Aïdoud, 1991).

Les diverses politiques en aménagement menées depuis 1962 afin de faire face à la dégradation puis à la désertification via le développement économique des Hautes Plaines

steppiques ont une certaine cohérence et logique. Elles auraient pu aboutir à de bons résultats si, leur action n'avait pas été interrompue durant les années 1980-1990 et même au-delà : fin de la Révolution Agraire et arrêt des reboisements du barrage vert auxquels on peut ajouter l'impact du terrorisme. Ces derniers ne reprendront et ce dans un autre cadre, qu'à partir de 2000 tandis que les politiques menées durant la RA n'ont pas eu le temps de donner des résultats qu'on aurait pu évaluer. Cette phase d'arrêt en aménagement (qui a duré 15-20 ans) a été suffisante pour que les processus de désertification avancée s'installent peu à peu puis s'accélérent. (M.N. Belmahi 2014)

Parmi les actions à mener sur le plan pratique, les propositions qui se dégagent sont les suivantes:

Préservation des espèces végétales et de l'environnement steppique avec contrôle de la charge pastorale.

- ◆ la Lutte contre la salinisation des sols provoquée par l'irrigation gravitaire excessive quidonne lieu à une concentration des sels, ce qui réduit la fertilité des terres, par une irrigation goutte à goutte qui est extrêmement efficace. L'évaporation étant réduite, on économise l'eau, et le sol se trouve moins chargé en sel.
- ◆ Mise en place d'unités expérimentales par la méthode comparative des modes de conduite de la reproduction et d'engraissement des animaux. Ce sera notamment un des rôles des fermes pilotes et des centres de formation professionnels.
- ◆ Amélioration des conditions socio-économiques des éleveurs, pour cela, les services agricoles concernés doivent intervenir en apportant de l'aide adéquate aux éleveurs.
- ◆ Encourager les investissements pour diversifier les activités économiques afin de réduire l'impact sur le parcours et augmenter le niveau de vie des populations steppiques.
- ◆ La stabilisation de la population et l'amélioration de son cadre de vie.

Aujourd'hui, le suivi des changements écologiques et des pratiques sociales grâce à la télédétection a permis d'évaluer la désertification sur de grandes étendues et de mieux comprendre les mécanismes qui conduisent au processus. La mise en place d'observatoires de suivi des changements écologiques à long terme, basés sur la méthodologie acquise dans le suivi des steppes du Sud Oranais, permettront à des équipes de recherche pluridisciplinaires, à travers des systèmes d'information des données spatio-temporelles sur les problématiques des régions sèches, de démontrer les impacts des changements agro-écologiques et socio-

économiques sur la désertification et de proposer des méthodes et les techniques en matière de réhabilitation du milieu et de gestion rationnelle des ressources naturelles.

Références bibliographique

Abdelguerfi, (2003) Les feux de forêt en Algérie

ACHARD et BLASCO, (1990) Analysis of vegetation
Aidoud et Nedjraoui, La désertification dans les steppes algériennes

AIDOUD, Al.,(2006). Les steppes arides du nord de
Baret F., Guyot G., Major D., 1989. TSAVI: a vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI or APAR estimation. 12th Canadian Symposium on Remote Sensing and IGARSS 1990, Vancouver, Canada, 07/10-14

Bariou et al, (1985); Caloz et Collet, 2001 Approche comparée de méthodes de classification d'images aériennes

Belmahi(2014),doctorat
Bensouilah, (2003). l'afrique. Revue Sécheresse ; vol. 17, n° 1-2, p. 19-30

Escadafal, R., Belghith, A. et Ben Moussa, H. (1994) Indices spectraux pour la télédétection de la dégradation des milieux naturels en Tunisie aride. Proceedings of the 6th International Symposium on 'Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing', 17-24 Jan, 1994, Val d'Isère, France, CNES ESA publ

Gashaw, T., Bantider, A. &Mahari, A. (2014).Evaluations of Land Use/Land Cover Changes andLand Degradation in Dera District, Ethiopia: GIS and Remote Sensing Based Analysis. InternationalAbyssinia Journal of Science and Technology Vol. 1, No. 1, 2016, 12-1717Journal of Scientific Research iEnvironmentalSciences, 2(6), 199-208

HADDOUCHE et al., (2009). La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride en Algérie

Jensen,(2000);**Caloz et Collet,** (2001)Précis de télédétection

MATE,(2002). protection et à la valorisation du littoral

POLIDORI, (2000), Approche numérique du paysage: formalisation, enjeux et applications

Annexe

Listes des figures:

Figure 1 :D.P.S.B. Naama, Monographie de la wilaya de Nâama ,Wilaya de Naama, 2013, p3.

Figure n°2: Organigramme de la méthodologie

Figure n°3:zone d'étude.

Figure n°4 : composition colorée de l'image Landsat5 prise en Mars 1987

Figure n°5 : Composition colorée de l'image Landsat 8 prise en Mars 2017

Figure n°6:application NDVI pour les deux extraction 1987 et 2017

figure n°7: La superposition

Figure° 8 :combinaison des NDVI

Figure n° 9:TSAVI 1987

Figure n°10:TSAVI 2017

Figure n°11:combinaison des TSAVI

Figure n°13: Classes obtenu

Figure n° 14: Pourcentage de différentes unités d'occupation du sol 1987

Figure n° 15: Pourcentage de différentes unités d'occupation du sol 2017

Liste des tableaux :

Tableau n°1: les canaux TM utilisés.

Tableau n°2:les canaux ETM+ utilisés.

Tableau n°3:Matrice de confusion de la classification d'image TM 1987

Tableau n°4:Matrice de confusion de la classification d'image ETM+ 2017

Liste des cartes:

Carte n°1: carte d'indice de végétation NDVI 1987

Carte n°2:carte d'indice de végétation NDVI 2017

Carte n° 3:carte de changement NDVI 1987et 2017

Carte n°4: carte d'indice de végétation TSAVI 1987

Carte n°5:carte d'indice de végétation TSAVI 2017

Carte n°6: carte de changement TSAVI 1987 et 2017

Carte n°7:Caret de d'occupation de sol 2017

Carte n°8:Carte d'occupation de sol 1987

