



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biologie des êtres vivants

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Ecophysiologie animale.

Thème

**Désertification en Algérie : concept, causes, conséquences
et la lutte**

Présentée par :

Mr. HARRACHE Kamel

Mr. AOIUNE Mostafa

Soutenu le : 08 /06/2022

Devant le jury

Dr. SOLTANI Nadjmeddine

Université de Tébessa

Président

Dr. OUARNA Souad

Université de Tébessa

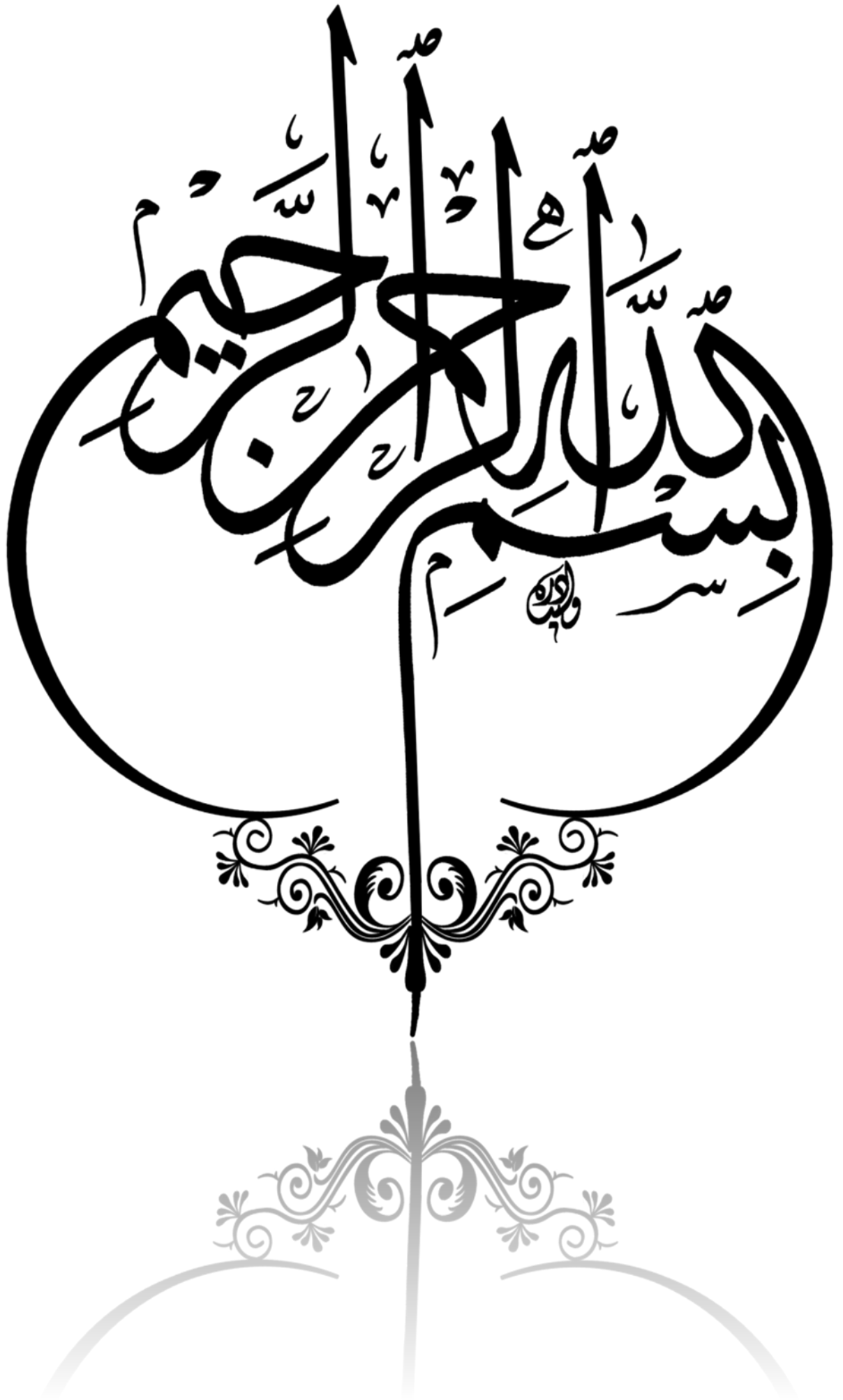
Examinatrice

Dr. MIHI Ali

Universté de Tébessa

Encadreur

Année universitaire : 2021/2022



Remerciement

Nous remercier tout d'abord **DIEU** le tout puissant pour avoir données
La patience, la santé, la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous exprime nos remerciements à :

Notre promoteur Dr. **MIHI Ali**. Maitre de conférences à la faculté
De biologie, Université de Elarbi Tébessi-Tébessa.

Pour avoir encadré et dirigé notre travail

Nous adressons nos sincère remerciement à Dr. **SOLTANI Nadjmeddine**.
Maitre de conférences à la faculté De biologie, Université de Elarbi Tébessi-
Tébessa

D'avoir accepté de présider le jury.

Nous exprimées vifs remerciement à **Dr. OUARNA Souad**
Maitre de conférences à la faculté De biologie, Université de Elarbi Tébessi-
Tébessa

L'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner ce mémoire

Nous leur exprimons notre respect et notre profonde sympathie
A toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement
à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail,

À ma chère mère, à l'âme de mon cher père.

A ma chère mère son amour, son soutien et son encouragement tout au long de
ma vie.

À mes frères **Larbi, Naceur Eddine, Abdessabour** et **A l'âme de mon cher
frère Abderrazak**

À mes sœurs, à tous mes proches

A mes amis surtout moulay **KENADIL** Abdallah directeur **SONELGAZ**
ADRAR, DJEDDI Monsef pour son aide, Pr **DJABRI Belgacem**.

Kamel

ملخص

تتميز الانظمة البيئية السهبية الجافة في الجزائر بتنوع هام في المناظر الطبيعية وذلك مرتبط بتنوع العوامل البيئية. وتتالف التكيية السكانية في المناطق الرعوية اساسا من الرعاة والمولين ومعظم كانوا من الرحل سابقا ، لكنهم يميلون اليوم الى الاستقرار.

وقد أسهمت عدة عوامل ، في تدهور البيئة والموارد الطبيعية وفي انهيار التوازنات الإيكولوجية والاجتماعية – الاقتصادية منها الإدارة غير الرشيدة للمسارات السهبية ، وإدخال وسائل وتقنيات التنمية غير الملائمة للبيئة، وكذا الافتقار إلى التعاون بين مختلف الجهات الفاعلة في التنمية.

وستكون أهداف هذه المذكرة، بعد دراسة و تقييم حالة المناطق ورصد التغيرات الإيكولوجية في هذه المناطق (عن طريق الاستشعار عن بعد على سبيل المثال)، لفهم مختلف الضغوط التي تتعرض لها النظم البيئية (معرفة أسباب التصحر)، وتقييم الآثار البيئية والاجتماعية للتصحر وتحليل مختلف برامج مكافحة التصحر التي نفذت منذ اكثر من 40 عاما.

الكلمات المفتاحية : السهوب، الاستشعار عن بعد، التصحر ، مكافحة التصحر.

Résumé:

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Régions à tradition pastorale, la population est composée essentiellement de pasteurs-éleveurs, anciennement nomades pour la plupart, avec une forte tendance à la sédentarisation aujourd'hui.

La gestion irrationnelle des parcours, l'introduction de moyens et de techniques de développement inadaptés au milieu, le manque de concertations entre les différents acteurs du développement sont autant de facteurs qui ont contribué à la dégradation du milieu et des ressources naturelles et à la rupture des équilibres écologiques, et socioéconomiques.

Cet mémoire aura pour objectifs, après une phase constat de l'état des lieux et de suivi des changements écologiques de ces régions (par la télédétection par exemple) , d'appréhender les différentes pressions exercées sur les écosystèmes (les causes de la désertification) , d'évaluer les impacts environnementaux et sociaux de la désertification et d'analyser les différents programmes de lutte contre la désertification qui ont été menés depuis plus de 40 ans sur les régions steppiques.

Mots-clés : steppe, télédétection, désertification, , lutte contre la désertification.

Abstract:

The steppe ecosystems, in Algeria, are marked by important landscape diversity in relation with a great variability of ecological factors. Areas with pastoral tradition, their population are made up primarily of pastor-stockbreeders, formerly nomads for the majority, with an important sedentarily tendency nowadays.

Irrational management of rangelands, introduction of development techniques inadequate to these regions, the lack of consultation between different actors of development are as much factors that contributed to lands and natural resources degradation, and to the rupture of environmental equilibrium.

This memoir will have as objectives, after an observation phase of condition of sites and monitoring of ecological modification of these regions (with remote sensing for example), to apprehend the different pressures applied on ecosystems (desertification causes), to evaluate the environmental and social impacts of the desertification and to analyse the different programs to combat desertification that have been done for more than 40 years on steppe regions.

Keywords : steppe, remote sensing, desertification, consequences, combat desertification.

Liste des tableaux

Tableaux	Pages
Tableau 1 : la répartition proportionnelle de la population.....	07
Tableau 2 : Evolution de la population.....	08
Tableau 3 : caractéristiques générales des écosystèmes en Algérie.....	19
Tableau 4 : Biodiversité algérienne « naturelle ».....	22
Tableau 5 : Biodiversité agricole végétale en Algérie.....	23
Tableau 6 : Biodiversité agricole animale en Algérie	24
Tableau 7 : Les chiffres mondiaux de quatre types de zones sèches	33
Tableau 8 : Répartition des terres arides en Afrique du nord et sa superficie.....	35
Tableau 9 : Effectifs du cheptel en équivalent-ovin.....	42
Tableau 10 : Les produits fournis par Alsat-2A	52
Tableau 11 : Les chiffres pour l'échelle nationale de zones protégées	69
Tableau 12 : pépinières forestières du barrage vert.....	73
Tableau 13 : Travaux dans le cadre du barrage vert	75
Tableau 14 : Mise en défens	78

Liste des figures

Figures	Pages
Figure 1 : Situation géographique de l'Algérie.....	04
Figure 2 : Aspects géographiques d'Algérie	05
Figure 3 : Organisation administrative de l'Algérie.....	06
Figure 4 : Géologie de l'Algérie occidentale.....	15
Figure 5 : Carte bioclimatique de 'Algérie.....	18
Figure 6 : Processus enclenchant la désertification.....	29
Figure 7 : Installation et accélération du processus de désertification.....	31
Figure 8 : Les différentes régions dans le monde et les régions affectées par la désertification d'apert F.A.O	32
Figure 9 : Délimitation des stèppes algériennes.....	36
Figure10 : les stations d'observation des steppes algériennes.....	37
Figure 11 : Anomalies observées des températures moyennes annuelles	39
Figure12 : Evolution de la population mondiale humain depuis 2 millinaires	40
Figure 13 : Mauvaise gestion des parcours, des moutons paturant sur des sols nus	41
Figure 14 : Les incendies détruisent la biodiversité.....	43
Figure 15 : Détection active et passive	51
Figure 16 : couverture du territoire nationale par ALSAT- 2A.....	53
Figure 17 : Utilisation de l'imagerie Alsat-2	54
Figure 18 : Analyse des conditions écologiques du criquet pèrlin	54
Figure 19 : Evaluation et suivi des actions de lutte contre la désertification.....	55
Figure 20 : Contribution de l'imagerie Alsat-2A dans l'étude de la pollution marine.....	55
Figure 21 : Phasage des orbites Alsat-2 à 186°.....	56
Figure 22 : Vue d'ensemble du satellite Alsat-1B	58
Figure 23 : Axes principaux et équipement de la mission Alsat-1B.....	59
Figure 24 : Deux scénarios typiques de la mission Alsat-1B.....	60
Figure 25 : Optimisation du temps de reviste de la mission Alsat-1B avec une couverture totale du territoire nationa en 29 jours	60
Figure 26 : Vue d'ensemble du satellite Alcomsat-1	61
Figure 27 : Action de lutte contre la désertification	68
Figure 28 : Délimitation du barrage vert.....	73
Figure 29 : Principales actions prévues pour la période 2020-2030	83
Figure 30 : Variations des isohyètes	84
Figure 31 : période d'émergence de la chenille processionnaire du pin par zone biogéographique	86

Liste des abréviations

AARDES : Association Algérienne pour la Recherche Démographique Economique et sociale

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise d'Energie

ANAT : Agence National d'Aménagement du Territoire

ANN : Agence Nationale de la nature

APFA : l'Accès à la Propriété Foncière Agricole

ASAL : Agence Spatiale de l'Algérie

CCD : Convention des Nations Unies pour la lutte contre la désertification

CDS : Centre de développement des satellites

CNTS : Centre National des Techniques Spatiales

CNUED : Conférence des Nations Unis sur l'Environnement et le développement

CPCS : Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols

CRBT : Centre de Recherche sur les ressources Biologiques et Terrestres

DGF : Direction Générale des Forêts

DGPS : Direction Générale de la Protection Civile

DME : Disaster Monitoring Contellation

DPAT : Direction de la Planification et Aménagement du Territoire

DSA : Direction des Services Agricole

FAO : Food and Agriculture Organization

FLDPS : Fonds de Lutte contre la Désertification

HCDS : Haut Commissariat au Développement de la Steppe

INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection

INRF : Institut National de Recherche Forestière

INPV : Institut National de la Protection de Végétaux

JORADP : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MATET : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du Tourisme

ONALFA : Office National de l'ALFA

ONM : Office National de la Météorologie

ONS : Office National des Statistiques

ONTF : Office National des Travaux Forestiers

PAN : Programmes d'Action Nationaux

PIB : Produit Intérieur Brut

PNDA : Programme National de Développement Agricole

PCSC : Programme National de Soutien à la Croissance

PSRE : Programme Spécial de Relance Economique

URBT : Unité de Recherche sur les ressources Biologiques et
Terrestres

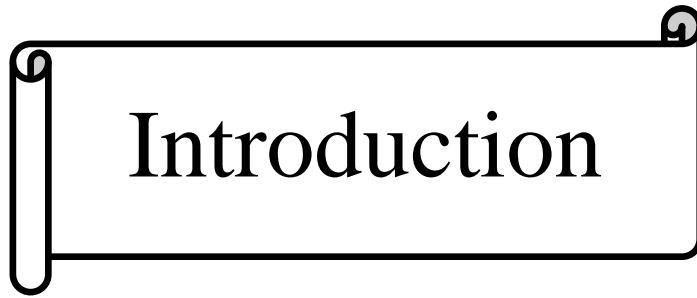
Table des matières

Introduction	01
Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude	04
1.1- Situation géographique et organisation administrative.....	04
1.1.1- Situation géographique.....	04
1.1.2- Organisation administrative	05
1.2- Contexte socio-économique.....	06
1.2.1- Contexte démographique	06
1.2.2- Contexte économique.....	09
1.3- Les aspets géologiques et lithologiques.....	14
1.4- Contexte climatique et bioclimatique.....	18
1.5- Contexte biotique.....	18
1.5.1- Etat de la diversité biologique en Algérie.....	18
1.5.2- Statistique des ressources végétales et animales.....	20
Chapitre 2 : généralités sur la désertification.....	26
2.1- Désertification.....	26
2.1.1- Définition.....	26
2.1.2- Processus de la désertification.....	26
2.2- Situation présente de la désertification dans le monde.....	32
2.3- Désertification en Afrique	34
2.4- Désertification en Afrique du nord	35
2.5- Distribution et situation présente de la désertification en Algérie.....	35
2.5.1- Présentation des régions steppiques.....	36
2.5.2- Les différents types d'études sur la steppe menée.....	37
2.6- Causes de la désertification	37
2.6.1- Causes liées aux facteurs naturels.....	37
2.6.1.1- Sècheresse.....	37
2.6.1.2- Erosion éolienne.....	38

2.6.1.3- Erosion hydrique.....	38
2.6.1.4- Changements climatiques.....	38
2.6.1.4.1- Principaux causes de changements climatiques.....	39
2.6.2- Causes liées aux facteurs humains.....	40
2.6.2.1- Pression démographique.....	40
2.6.2.2- Le surpâturage.....	41
2.6.2.3- Déboisement et les incendies.....	42
2.6.2.4- Agriculture dans des sols pauvres	43
2.7- Conséquences de la désertification.....	44
2.7.1- Conséquences écologiques.....	44
2.7.2- Conséquences socio-économiques.....	44
Chapitre 3 : Désertification et télédétection.....	47
3.1- Télédétection.....	47
3.1.1- Introduction.....	47
3.1.2- Principes fondamentaux de la télédétection.....	47
3.1.3- Interêt des images satellitaires dans l'étude du milieu naturel et le suivi des changements.....	48
3.2- Télédétection passive et active	50
3.2.1- Télédétection passive.....	50
3.2.2- Télédectoin active.....	50
3.3- Application de la télédétection à l'étude de la désertification.....	51
3.4- Satellites algeriens.....	52
3.4.1- Alsat-2A.....	52
3.4.2- Alsat-2B.....	56
3.4.3- Alsat-1.....	57

3.4.4- Alsat-1B.....	58
3.4.5- Alcomsat 1.....	60
 Chapitre 4 : Strategie de la lutte contre la désertification en Algerie.....	64
4.1- La convention des nations anies pour la lutte contre la désertification..	64
4.1.1- Contexte de la convention.....	64
4.1.2- Les avancées et les difficultés	65
4.2- Historique des politiques de lutte contre la désertification	66
4.3- Les principes de base pour la lutte contre la désertification	69
4.4- Aspet de lutte contre la désertification en Algerie	70
4.4.1- Le reboisement en Algerie ; cas du barrage vert	70
4.4.1.1- Premices du barrage vert.....	70
4.4.1.2- Reboisement (1963-1965).....	70
4.4.1.3- Aménagement des parcours steppiques.....	71
4.4.1.4- Mise en valeur agricole.....	71
4.5- Le barrage vert	72
4.6- Historique et conception du barrage vert	73
4.7- Réalisation des opérations.....	76
4.7.1- Productions de plants.....	76
4.7.2- Plantation et travaux annexes.....	77
4.8- Aspets positifs.....	78
4.8.1- Reconstitution des pâturages.....	78
4.8.2- Diversification des espèces	79
4.8.3- Fixations des dunes	80
4.9- Aspets négatifs.....	80
4.9.1- Mono culture.....	81

4.9.2- Choix des provenances	81
4.9.3- Dégradation des nappes d'alfa.....	82
4.9.4- Rootage.....	82
4.9.5- Conflits avec les riverains	82
4.10- Rehabilitation et extention du barrage vert.....	83
4.11- Prespectives.....	85
Conclusion.....	88
Références bibliographiques	

A decorative scroll-like frame with a black outline. The frame has a vertical strip on the left side that looks like a scroll edge, and small circular details at the top-left and top-right corners. The word "Introduction" is centered within the frame in a black serif font.

Introduction

INTRODUCTION

La désertification a connu de nombreuses définitions qui ont fait l'objet de controverses intellectuelles. Au-delà des compromis politiques, une définition consensuelle du processus a été proposée par la CCD :

« La désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La désertification concerne donc un processus de dégradation des terres lié à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme. La manifestation apparente du phénomène se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques et une détérioration des sols et des ressources hydriques.

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures... Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (**Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999**).

Les politiques de lutte contre la désertification ont été nombreuses et diversifiées ; en effet depuis 1962, des actions ont été entreprises par les autorités telles que « le Barrage Vert », les mises en place de coopératives pastorales, la promulgation du Code pastoral, des programmes de mises en valeur des terres... (**DGF, 2004**) Ces politiques n'ont donné que peu de résultats probants en raison de l'incapacité de l'administration à trouver des formules de participation des pasteurs et des agro-pasteurs à la gestion des parcours. Aujourd'hui, il semblerait que les actions du Haut Commissariat de la Steppe (HCDS), en charge des programmes de développement de la steppe (intensification de l'offre fourragère par les mises en défens et les plantations pastorales, mobilisation des eaux superficielles, introduction d'énergies renouvelables), aient trouvé plus d'adhésion auprès de la population. (**Kacimi, 1996, MADR, 2007**). Les bénéficiaires qui participent à ces projets deviennent plus conscients de l'intérêt de ces plantations et de ces mises en défens et seraient prêts à les développer et à les préserver. Ces projets étant, pour la plupart, financés par le Fonds de lutte contre la désertification et de développement du pastoralisme et de la steppe (FLDDPS).

Depuis plus d'une quarantaine d'années, des scientifiques se sont penchés sur les problèmes qui se posent au niveau des espaces steppiques. Certains auteurs ont travaillé sur les caractéristiques écologiques, pastorales parmi lesquels on peut citer **Djebaili, 1978 ; Nedjraoui, 1981 ; Bouzenoune, 1984 ; Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1989 ; Djellouli, 1990 ; Boughani, 1995 ; Kadi-Hanifi, 1998**, d'autres se sont penchés sur l'évolution socioéconomique des différents systèmes et on citera les plus importants : **Boukhobza, 1982 ; Khaldoun, 1995 ; Bédrani, 1996, 1997, 2001 et 2006**. Dans les années soixante-dix,

l'Association Algérienne pour la Recherche Démographique Économique et Sociale (AARDES) qui a produit une étude socioéconomique fouillée de la steppe et de la population pastorale de la région stéppique.

Ce mémoire veut donner une synthèse des articles et des travaux qui se sont intéressés au phénomène de désertification et une analyse critique des actions de lutte qui ont été menées depuis le début des années 70 jusqu'à aujourd'hui.

Ce travail contient quatre chapitres :

- **Chapitre I : généralités sur l'Algérie**
- **Chapitre II : Généralités sur la désertification**
- **Chapitre III : Désertification et Télédétection**
- **Chapitre VI : Stratégie de la lutte contre la désertification en Algérie**



CHAPITRE I

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique et organisation administrative :

1.1.1. Situation géographique

L'Algérie (officiellement *République algérienne démocratique et populaire*) est un État du Grand Maghreb bordé au nord par la mer Méditerranée, à l'Est par la Tunisie et la Libye, au Sud-Est par le Niger, au Sud-Ouest par le Mali et la Mauritanie, à l'Ouest par le Maroc et le Sahara occidental (figure 1 et 2). Sur le continent africain, l'Algérie est le premier pays par sa superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, dont les quatre cinquièmes sont occupés par le Sahara. (INCT, 2006)

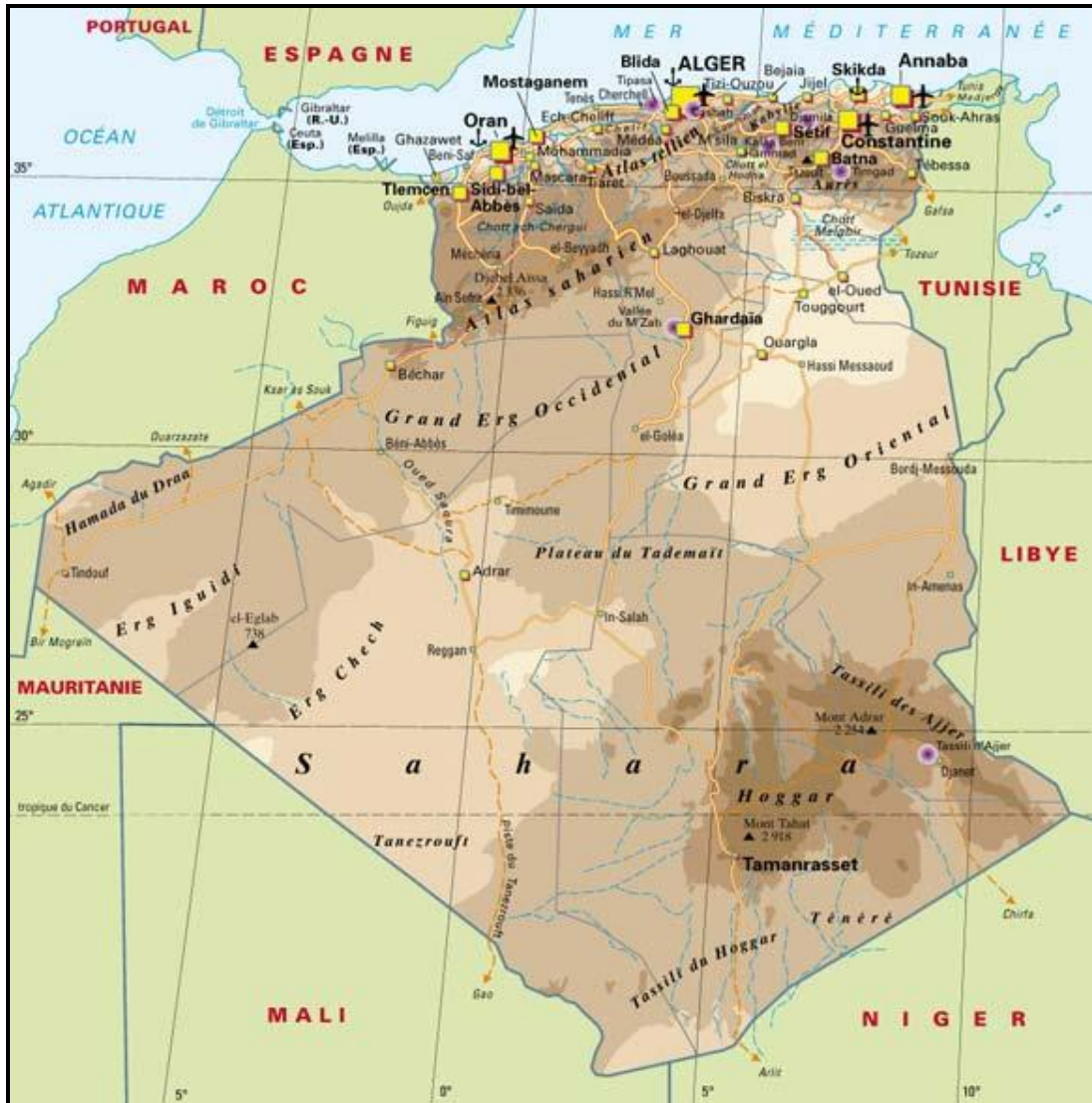


Figure 1 : Situation géographique de l'Algérie (INCT 2006)

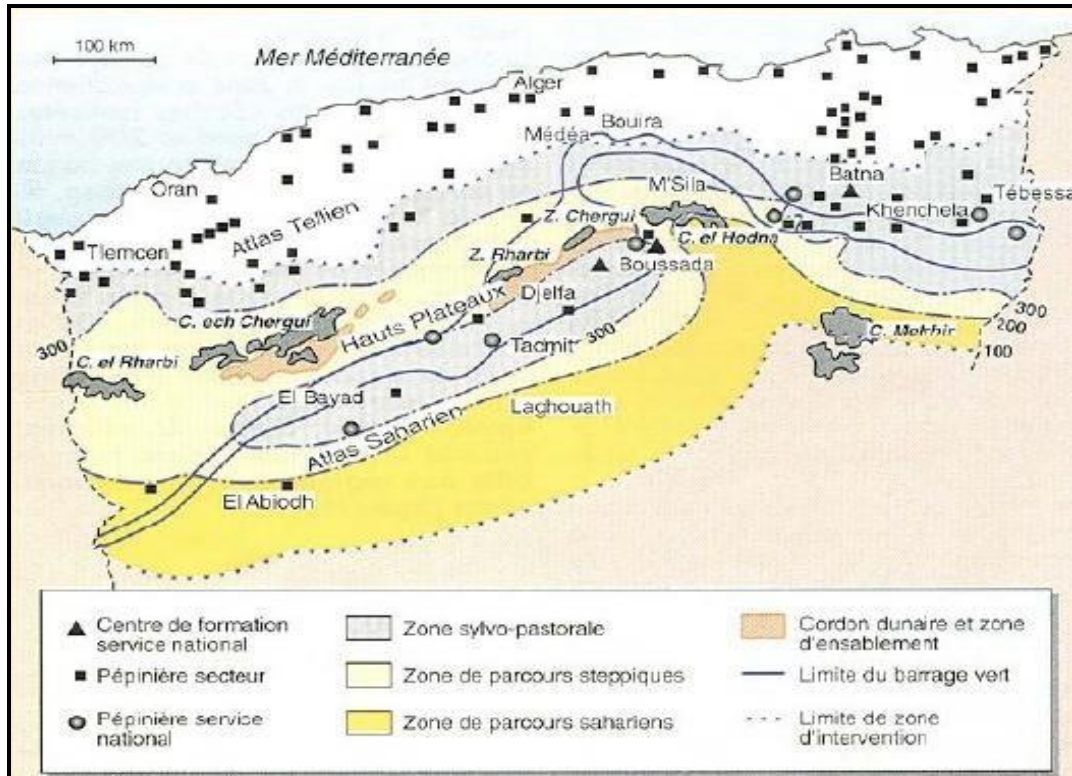


Figure 2 : Aspects géographiques de l'Algérie (Ouelmouhoub, 2005)

1 .1.2. Organisation administrative :

L'Algérie compte désormais et officiellement 58 wilayas en ce début d'année 2021 après qu'elles soient 48 wilayas. Le président a promu 10 circonscriptions administratives du Sud du pays en Wilayas. Découvrez ces nouvelles Wilayas. (figure 3)

Il s'agit, selon le communiqué rendu public le 21 février 2021 par la présidence de la République, de ces nouvelles Wilayas localisées dans le Sud du pays. (**jordp N° 22 , 2021**)



Figure 3: Organisation administrative de l'Algérie (INCT, 2021)

1.2. Contexte socio-économique

1.2.1. Contexte démographique :

Entreprendre des politiques de développement au niveau national ou régional dans les domaines de la vie économique et sociale nécessite une connaissance de la composante humaine. Les informations relatives à la structure de la population par âge et par sexe revêtent, à cet égard, une importance particulière pour la détermination de l'ensemble de ses besoins dans tous les domaines (éducation, santé, activité et emploi, logement...). Elles permettent de disposer des données nécessaires pour mener les divers programmes et politiques de développement en direction des différentes catégories de population. Les besoins spécifiques induits par un accroissement démographique encore importants, dans des domaines aussi variés que sont la scolarisation, l'habitat, la santé, l'emploi..., ne peuvent être correctement cernés et pris en charge que par la mise en place de programmes de développement adéquats, basés sur une parfaite connaissance de la composante humaine.

La structure par âge et par sexe nous renseigne également sur la composante démographique, sur ses tendances passées et sur son rythme d'accroissement probable dans le futur pour l'élaboration des projections de population et les analyses de perspectives. La structure par âge et par sexe est, par ailleurs indispensable pour toutes les études et les enquêtes sociales par sondage. Eu égard à son importance, il est clair que l'utilisation d'une mauvaise

structure de la population par âge et par sexe peut constituer une entrave en faussant l'évaluation des besoins de la population et en entraînant par conséquent des choix de politiques de développement inopérants.

Au 2014, la population Algérienne était estimée à 39.5 millions de personnes. Les jeunes 0 à 14 ans constituaient 28.40 % de la population, tandis que les personnes considérées en âge de travailler 15 à 64 ans représentaient 65,87 % de la population et une proportion de 5.72 % pour les personnes âgées de 65 ans et plus (une augmentation de 1.27 point par rapport au recensement de 2008). La population résidente des ménages ordinaires et collectifs se compose de 50,62 % de personnes de sexe masculin et de 49,38% de personnes de sexe féminin.

Les hommes étaient plus nombreux que les femmes lors des recensements de 1966 (50.21%) et 1987 (50.58%) et de 1998 (50.55%) et 2008 (50.57%) et moins nombreux pour le recensement de 1977 (49,75%).

La population âgée de moins de 15 ans est caractérisée par une inactivité productive en matière de l'économie et infertilité en matière de procréation. Cette dernière a connue une proportion élevée en 1977 en résultat du taux de natalité qu'a connu l'Algérie durant la période post- indépendance. Ce taux était de l'ordre de 50,12‰ en 1967 et 45,02‰ en 1977. A partir de 1987 la proportion des jeunes a commencé à diminuer (voir le tableau N°01) a cause de la baisse du taux de natalité et notamment le taux de fécondité grâce aux politiques de régulation des naissances, la planification familial, disponibilité des moyens contraceptifs modernes ainsi qu'au retardement de l'âge au mariage.

La population âgée de 15-64 ans totalise en 2008 une proportion de 66.53% de la population contre 59.19% en 1998. En valeur absolue, leur nombre est passé de 17.401 millions à 22.673 millions sur la période intercensitaire. Ce renforcement est le résultat de l'arrivée des générations du baby boom à l'âge de travailler. En 2014 elle passe à 65.87% se qui signifie que la population Algérienne a une forcé de main d'oeuvre importante, ce qui est considéré comme un avantage pour le développement économique et social d'un coté et comme il peut être aussi un facteur négatif pour le marcher de travail (chômage), la crise du logement... (SABEUR CHOUIREF ,2018)

Tableau (1): la Répartition proportionnelle de la population Algérienne par grands groupes d'âge aux différents recensements et en 2014. (Calculer à partir des données du l'ONS)

Année	Mas	Fém	Tot	Mas	Fém	Tot	Mas	Fém	Tot
1966	48.06	46.25	47.16	47.61	48.97	48.28	4.17	4.60	4.38
1977	49.24	46.64	47.93	46.68	49.44	48.06	4.04	3.91	3.98
1987	44.60	43.55	44.08	51.51	52.41	51.96	3.87	4.04	3.95
1998	36.64	35.90	36.27	58.99	59.40	59.19	4.31	4.59	4.45
2008	28.36	32.07	32.49	66.32	66.74	66.53	5.23	5.45	5.34
2014	28.81	27.99	28.4	65.53	66.11	65.87	5.55	5.90	5.72

La part des personnes âgées de 65 ans et plus qui renseigne sur le degré de vieillissement de la population représentent 5.72% en 2014 contre 5.34% en 2008. Cette part a connue une diminution sur la période intercensitaire 1966 à 1987. Après ce fléchissement on remarque une augmentation continue. Il importe de souligner que le vieillissement de la population est lié principalement à la baisse de la fécondité et à l'allongement de l'espérance de vie résultant de l'amélioration des conditions, notamment celles de la santé. Un allongement de la vie nécessite une politique adaptée pour une meilleure prise en charge des personnes âgées.

A long terme, l'évolution de la population 65 ans et plus exercerait une pression lourde sur les systèmes de santé et de retraite, accompagnée de fait, d'une transition épidémiologique qui se traduit par l'apparition plus importante de maladies chroniques et dégénératives dont les soins sont souvent lourds et onéreux. (SABEUR CHOUIREF, 2018)

Tableau (2): évolution de la population en Algérie 2000-2015(www.ons.dz)

Année	Population (en milliers)
2000	31719
2005	33961
2010	37063
2015	40633

L'évolution démographique en Algérie ne cesse de croître avec une variation de 1,7% (Banque mondiale, <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/> consulté le 06/05/2019) en moyenne depuis l'indépendance pour arriver à 40 millions d'habitants en 2015 contre 31,7 millions en 2000, cette croissance est la cause de plusieurs paramètres qui s'expliquent par:

- L'explosion des naissances
- Accroissement de l'espérance de vie

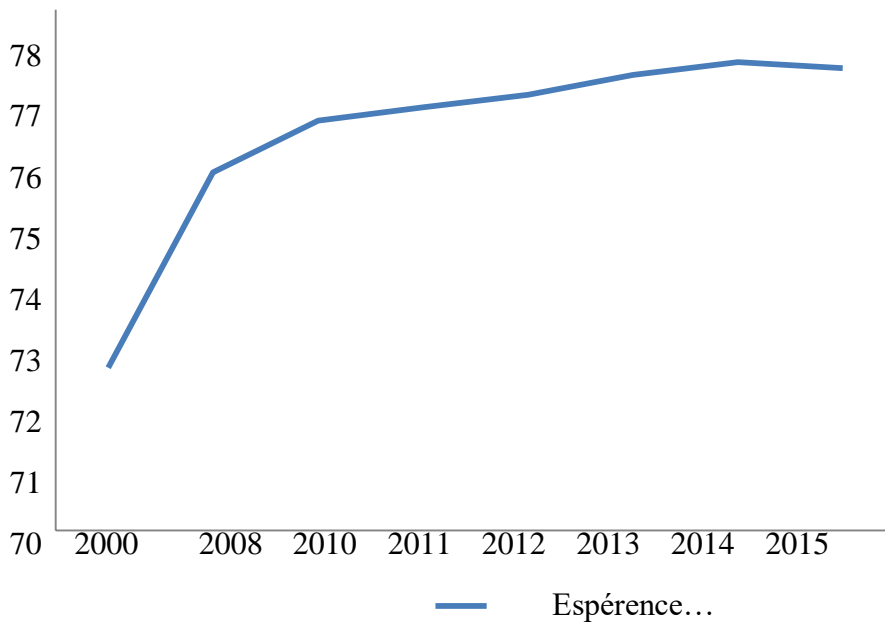


Figure 4: Espérance de vie_(www.ons.dz)

1.2.2- Le contexte économique :

D'après (SABEUR CHOUIREF ,2018), En début de 1994 le passage d'une économie dirigée à une économie de marché est conforté par la dévaluation du dinar algérien, la libéralisation du commerce extérieur, la liberté des prix, et le rééchelonnement de la dette extérieure.

le chômage a connaît des niveaux inquiétantes allant de 23 % en 1992 à 29 % en 2000 et avec les difficultés de remboursement de la dette extérieur qui s'élevaient à 29 milliards de dollars, l'Algérie a décidé de mettre en place un programme d'ajustement devant lui permettre de stabiliser l'économie et de retrouver de la croissance, afin de réduire le chômage en forte augmentation et d'améliorer le niveau de vie de la population. Ce programme visait à corriger les déséquilibres budgétaires grâce à des mesures monétaires et fiscales, à la reprogrammation de la dette extérieure et à l'instauration de réformes structurelles où figuraient la libéralisation du commerce, une dévaluation en deux étapes du dinar algérien (70 % au total) entre avril et septembre 1994. (SABEUR CHOUIREF ,2018)

L'ajustement structurel a contribué l'augmentation du volume du chômage par les licenciements des travailleurs car près de 514 000 travailleurs ont perdu leurs emplois dans le cadre de ce programme. Avec l'ancrage à l'économie de marché, la classe moyenne, majoritairement composée de fonctionnaires avant 1994, s'est trouvée décimée en quelques années. (SABEUR CHOUIREF ,2018)

Pendant la période 2001 à 2005, l'économie a pris son envol. Les taux de croissance se situaient en moyenne à 5%. Les taux d'inflation moyens sont restés en dessous de 3%. La manne pétrolière a aidé d'autres secteurs à atteindre des taux de croissance élevés. C'est le cas des secteurs de la construction, des télécommunications et des services. Le PIB par habitant était au-dessus de 3%, ce qui aurait dû contribuer à réduire les taux de pauvreté. Suite au relèvement des prix du pétrole, les autorités ont lancé en 2001 un programme de relance économique suivi, en 2004, d'un programme de raffermissement de la croissance grâce auxquels le taux de croissance s'est encore redressé. À partir de 2002, la croissance du PIBHH réel s'est accélérée pour atteindre un taux moyen annuel de 5.5%. S'agissant de l'offre, la croissance a été particulièrement forte dans les secteurs de l'agriculture, de la construction, des travaux publics et des services non gouvernementaux. Côté demande, les exportations de produits hors hydrocarbures représentant moins de 2% du PIBHH. **(SABEUR CHOUIREF, 2018)**

20 ans après le passage à l'économie de marché, l'économie algérienne demeure très peu industrielle avec un secteur industriel pesant moins de 5% du PIB et est principalement constituée de petits services et de commerces (83 % de la superficie économique). Elle est également caractérisée par les sureffectifs dans les entreprises publiques ainsi que dans l'administration. Les ventes du secteur énergétique représentent encore plus de 95 % de ses recettes extérieures et 60 % du budget de l'État algérien.

En 2015, le pays est confronté à une forte chute de ses revenus pétroliers (moins de 43.71%) aggravant fortement le déficit de la balance commerciale. La balance des paiements atteint le niveau record de moins 10.72 milliards de dollars au premier trimestre 2015. L'Algérie pourrait rencontrer des difficultés d'ici 2017-2018 pour payer les salaires de ses fonctionnaires et maintenir ses importations. **(SABEUR CHOUIREF, 2018)**

Le programme spécial de relance économique (PSRE) 2001-2004 : En 2001, le gouvernement a mis en place le programme triennal de soutien à la relance de l'économie afin d'impulser une dynamique de croissance à l'économie dont les moindres performances, conjuguées à la situation socio - politique détériorée, ont débouché sur la création d'un cercle vicieux ne faisant qu'aggraver la détérioration du niveau de vie de la population. Le PSRE visait trois principaux objectifs : réduction de la pauvreté, création d'emplois, préservation des équilibres régionaux et redynamisation des espaces ruraux **(Rapport de la Banque mondiale 2004)**. Le PSRE avait pour objet de créer 850 000 emplois au cours de la période (2001 - 2004) et de relancer la croissance à un rythme annuel de 5 à 6%.

➤ Le plan quinquennal 2010-2014:

En 2009, le gouvernement algérien présente un troisième plan de relance dans un contexte international difficile marqué par la crise financière et économique de 2007/2008, crise a touché presque toutes les économies et a plongé le monde dans une longue récession. Pendant, que plusieurs pays opéraient des restrictions budgétaires sévères, l'Algérie lançait, pour 2010-2014, son deuxième programme quinquennal. Ambitieux par ses objectifs, important par les moyens financiers mobilisés, ce programme se veut le prolongement des deux précédents programmes de relance (2001-2009). Doté d'une enveloppe globale de 21 124 milliards de dinars soit 286 milliards de dollars US, il retient deux volets.

Le parachèvement des grands projets déjà entamé (routes, rail, eau.) pour un montant de 9700 milliards de dinars soit 130 milliards de dollars US.

Engagements de projets nouveaux pour un montant de 11 534 milliards de dinars soit près de 156 milliards de dollars US.

Le programme énonce un ensemble de projets qu'il compte réaliser:

- Plus de 40% des ressources seront réservées à l'amélioration du développement humain (la mesure de 2 millions de logements est inscrite),
 - 40% des ressources seront affectées aux infrastructures de base et des services publics,
 - Appui au développement de l'économie nationale avec plus de 1500 milliards de dinars, dont 1000 milliards pour le soutien du développement agricole et 150 milliard pour la promotion des PME à travers la réalisation des zones industrielles, la mise à niveau et la bonification des crédits bancaires (300milliards de dinars).
-
- Le développement industriel mobilise plus de 2000milliards de dinars (350 milliards sont destinés à la création d'emplois)
 - Economie de la connaissance a mobilise plus de 250 milliards de dinars. (**Ministère De**

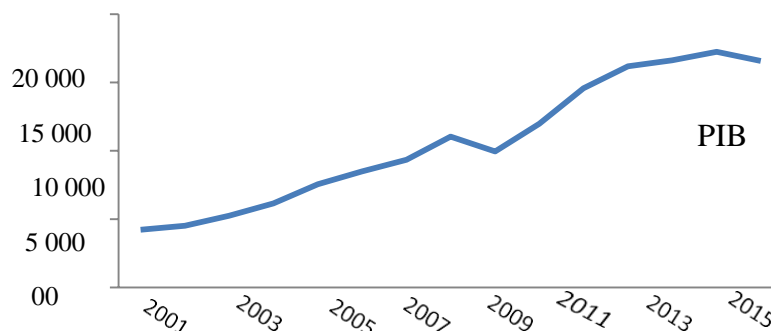


figure (4): L'évolution du PIB (2000-2015) milliards DA, (www.ons.dz)

Ce graphe illustre, que depuis l'année 2013 les prix des hydrocarbures ne cesse de ce détérioré à cause de la conjoncture économique international et les crises géopolitique, ce qui affecte équilibres macro-économique en termes de croissance économique. Le pays a enregistré une croissance négative du PIB de -3,8% en 2015 avec un montant 16591,9 de milliards de DA par rapport à l'année précédente qui représente 17 242,5 milliards de DA(ONS).

1.3- Les aspects géologiques et lithologiques

L'Algérie se trouve au contact de deux grands domaines géographiques : la zone méditerranéenne et le Sahara. Le compartimentage du relief en grandes bandes grossièrement orientées de l'ouest à l'est accentue les oppositions entre les différents milieux naturels qui se succèdent du nord au sud.

Au sud, le Sahara offre de vastes contrastes entre les étendues monotones de plateaux couverts de pierraille (hamadas du Draa), les cuvettes ourlées de dunes (Grand Erg occidental, Grand Erg oriental) et les reliefs imposants des massifs montagneux de l'extrême Sud, centrés sur le Hoggar, qui culmine vers 3 000 m.

Au nord, dans le Maghreb proprement dit, deux bourrelets montagneux aux formes vigoureuses encadrent les Hautes Plaines intérieures, où quelques djebels (montagnes) isolés dominent de vastes cuvettes, dont le fond est souvent occupé par des sebkhas (lacs d'eau saumâtre, réduits en été à une pellicule de sel).

Dans le Tell, des plaines littorales ou sublittorales de petite dimension (Mitidja) alternent avec des massifs montagneux relativement peu élevés, mais aux reliefs très escarpés, qui juxtaposent des éléments de massifs anciens (Grande Kabylie) et des morceaux de couverture sédimentaire (calcaires, marnes, grès, flysch) violemment plissés, failles et redressés, en plusieurs phases, à l'ère tertiaire. (NEDJRAOUI, 2003)

Au sud des Hautes Plaines et au contact du Sahara, un deuxième bourrelet montagneux, l'Atlas saharien, élève les formes plus lourdes de plissements plus réguliers dans un matériel à base de calcaires et de marnes.

Les Hauts Plateaux se distinguent par une variété géologique à l'origine d'une diversité lithologique.

En zone aride la répartition des sols est en relation étroite avec les unités géomorphologiques (URBT, 2002). Les grands ensembles lithologiques et géomorphologiques servent de cadre pour la présentation des principaux types de sols (POUGET, 1980).

La répartition des sols des zones steppiques correspond à une mosaïque compliquée où se mêlent sols anciens (paléosols), sols récents, sols dégradés et sols évolués (Figure 04).

Les sols steppiques sont caractérisés par :

- La présence d'accumulation calcaire ;
- Une faible profondeur, avec la présence d'une croûte calcaire ;
- Une faible teneur en matière organique et en éléments minéraux ;
- Une forte charge caillouteuse ;
- Une salinité parfois élevée ;
- Un ensablement dans certaines zones (KACIMI, 1996) ;
- Une forte sensibilité à l'érosion

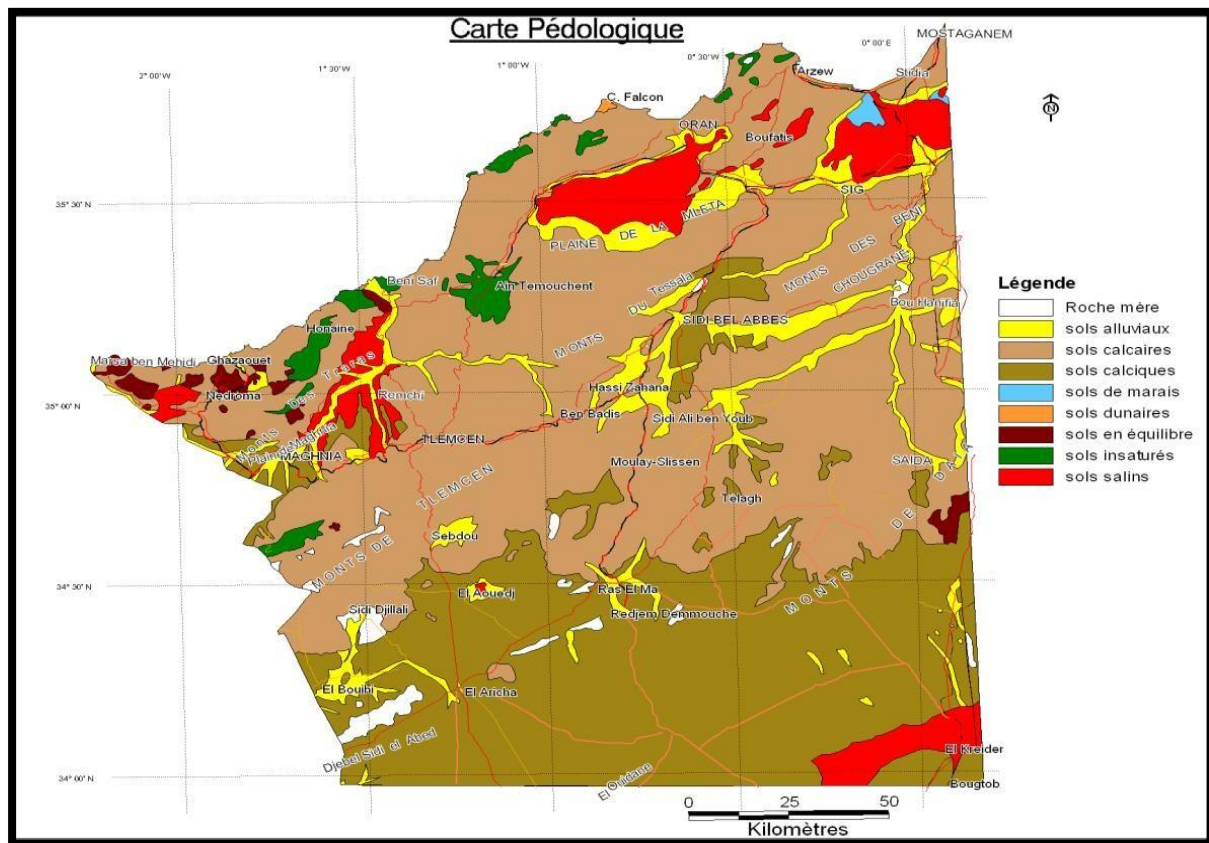


Figure 4 : Géologie de l'Algérie occidentale (Bouzig et Benabdeli, 2011)

Ces sols sont les plus exposés aux dégradations physiques et biologiques (DJEBAILI, 1984).

Les sols de la zone aride sont insuffisamment connus (POUGET, 1980), d'autre part les études cartographiques (DURAND, 1954) sont en général descriptives. Cette étape est indispensable puisqu'elle a déjà permis de montrer la grande extension des sols à encroûtement calcaire, gypseux et les sols salés (ABOURA, 2006).

On note l'existence de bons sols dont la superficie est limitée.

Deux domaines favorisent l'installation de ces sols épais et propices aux cultures :

- Les dépressions : Lits d'Oueds et dayas.
 - Les piémonts de montagnes.
- **Les dépressions** : Il existe deux types de dépressions ; les dépressions linaires : elles sont constituées par les lits d'oued ou , lors des périodes de crues, les eaux charrient une masse importante d'éléments fins (limons) arrachés en amont par les eaux et déposés lors de l'étalement en constituant un horizon pédologique fertile. Toutefois, si les sols bénéficient d'une forte humidité, leur situation reste précaire face aux caprices des oueds, et de nouvelles crues peuvent les emporter loin en aval. Les dépressions fermées : Elles sont de deux types chotts et dayas. Seules les dayas présentent des sols utilisables et exploitables (sol limoneux, épais et fertile).
- **Les piémonts** : Les sols de piémonts sont beaucoup moins homogènes et moins épais ; leurs éléments constitutifs sont plus grossiers et connaissent une situation moins stable. Les eaux de ruissellement ont tendance à les entraîner dans les zones basses. Les principales catégories de sols qu'on trouve dans la steppe et qui sont classées en 1963 suivant la classification de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (C.P.C.S) de France, cette classification par la suite, a été modifiée par les pédologues ayant travaillé en Afrique du Nord au cours de la réunion qui s'est tenue à Alger le 23 mars 1970, et qui se présente comme suit :

- 1- Classe des sols minéraux bruts.
- 2- Classe des sols peu évolués.
- 3- Classe des sols calcimagnésiques.
- 4- Classe des sols isohumiques.

Il y a plusieurs auteurs qui ont mené des études sur les sols de la steppe algérienne citant parmi eux (**POUGET, 1980 ; DJEBAILI *et al*, 1983 ; HALITIM ,1988**). Selon ces auteurs ont distingué plusieurs types de sols (**NEDJRAOUI, 2004**) :

- **Les sols minéraux brut** ou sols très peu évolués sont localisés principalement sur les sommets des djebels et sont soumis à une érosion hydrique intense, comportent :
- Les lithosols sur les roches dures (grès ou calcaires) ;
 - Les régosols sur les roches tendres (marnes et calcaires marneux) ;
 - Les sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits des oueds caillouteux
- **Les sols peu évolués** regroupent : les sols d'origine colluviale sur les piémonts des djebels et les glacis ; les sols d'origine alluviale, ce sont des sols généralement calcaires et lourds qui constituent les terrasses modernes et récentes des Oueds, les zones

d'épandage et les dayas ; Dans leur majorité, ils sont cultivés ; les sols d'origine éolienne avec des formations sableuses fixées.

- **Les sols calcimagnésiques** regroupent les sols carbonatés parmi lesquels on retrouve les rendzines humifères sur les versants des djebels ; les sols bruns calcaires à accumulation calcaire qui sont très répandus sur les glacis polygéniques du Quaternaire ancien et moyen attestent de l'extension considérable des sols à croûte calcaire sur des matériaux très divers : alluvions, colluvions de piedmont, calcaire lacustre, argiles sableux rouges du tertiaire continental, etc... Les sols carbonatés sont très répandus en Algérie (DURAND, 1954), notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent de vastes étendues encroûtées (HALITIM, 1988).
- **Les sols isohumiques** sont représentés dans les glacis d'érosion polygéniques du Quaternaire récent. Ils regroupent les sols à encroûtement calcaire ou gypseux. Dans la classification génétique des sols, (CPCS, 1967 ; DUCHAUFFOUR, 1977) les sols de steppe apparaissent parmi la classe des sols isohumiques. Les sols halomorphes (sols salsodiques) : Les sols halomorphes s'observent fréquemment dans les hautes plaines et l'Atlas saharien : terrasses, zones d'épandage, dépressions à nappes phréatiques salées, etc... lorsque le taux de calcaire total diminue en se rapprochant de la salure généralement comprise entre 2 et 7 mS/cm, peut devenir importante et l'on passe alors aux sols halomorphes (ABOURA, 2006). Pour POUGET (1980), il est plus commode de conserver l'ancien terme de sols halomorphes que d'utiliser le terme de sols salsodiques, par références à la végétation ou aux espèces végétales qualifiées d'halophiles (*halophytes*).

Ainsi on peut distinguer trois types de sols halomorphes : Les sols salins alcalis (solontchak- solonetz) profil (A B C). Ces sols sont généralement profonds et localisés dans les chotts et les sebkhas. Ils sont pauvres en matière organique ; leurs salinité est chlorurée, sulfatée sodique et magnésienne, de texture généralement grossière, le plus souvent gypseux à très gypseux (encroûtement), possédant le caractère salé ; c'est-à-dire qu'ils se caractérisent par la présence de sels solubles en quantité au moins assez forte (conductivité >7-8 ms/cm). Les sols salins (solontchak) profils AC à complexe sodique (Na⁺. Mg⁺⁺), de texture moyenne à très fine, faiblement gypseuse possédant le caractère salé et le caractère sodique c'est-à-dire une quantité plus ou moins importante de sodium fixé sur le complexe absorbant sans pour autant que la structure soit dégradée ou que le pH devient très élevé (KADI HANIFI, 1998). Les sols à structure dégradée (sol à alcali), de texture fine à très fine, non gypseux possédant le caractère salé (peu à moyennement salé), le caractère sodique et surtout le caractère à alcali avec pour résultat une dégradation de la structure qui devient massive. En l'absence de sels de la série alcaline (carbonate de sodium par exemple) et pour un pH encore peu élevé (<9), la dégradation de l'état structural est essentiellement due ici à une salure faible, accentuée par l'absence de gypse (ABOURA, 2006).

En somme, les principaux critères du sol salin dans les zones arides ont déjà été cités dans le chapitre précédent. Elles donnent une idée plus ou moins détaillée sur le degré de la menace, et de la fragilité de l'écosystème steppique par le phénomène de la salinisation des sols.

1.4- Contexte climatique et bioclimatique

Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (Fig.5). Ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites.

La steppe algérienne est limitée au plan pluviométrique entre 400mm et 100 mm de précipitation moyenne (**DJEBAILI, 1984; ABDELGUERFI, 2003**). Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa

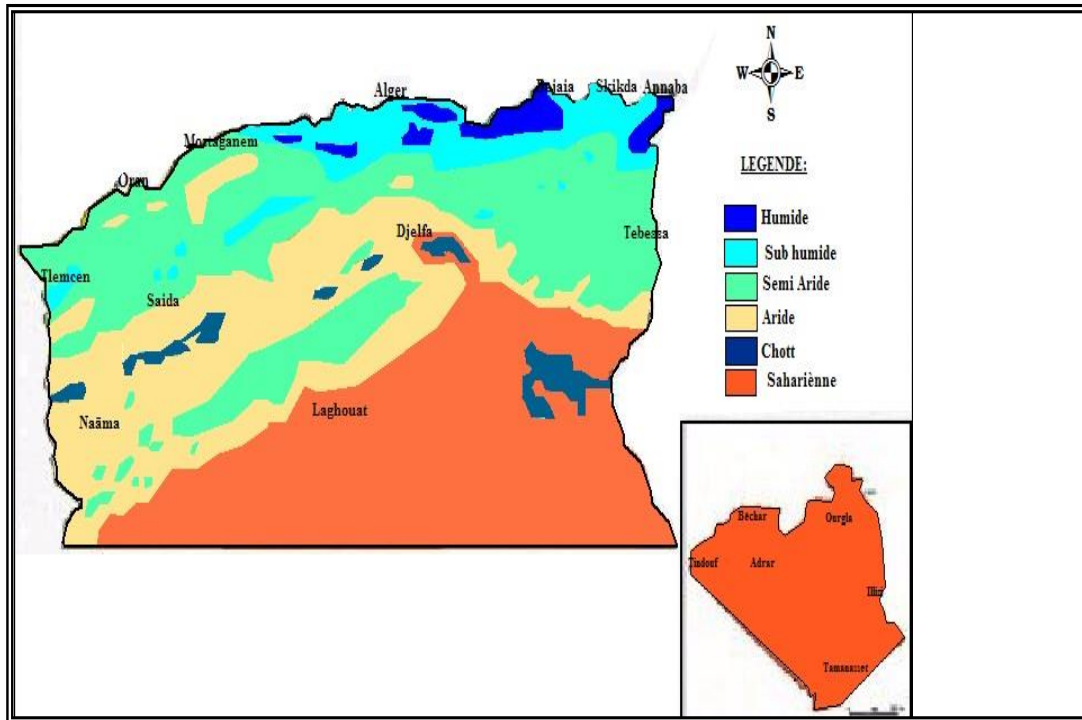


Figure 5 : Carte bioclimatique de l'Algérie. (ANAT, 2004).

1.5. Contexte biotique :

1.5.1. Etat de la diversité biologique en Algérie

L'Algérie s'étend sur une superficie de 2 381 741 km², longe d'Est en Ouest la Méditerranée sur 1622 km et s'étire du Nord vers le Sud sur près de 2 000 km. Bioclimatologie et étendue de l'aire géographique de l'Algérie sont à l'origine de l'existence d'une diversité éco systémique importante. En effet, on dénombre 7 types d'écosystèmes (tableau 03) :

- les écosystèmes marins et côtiers ;
- les écosystèmes des zones humides (incluant les sites Ramsar) ;
- les écosystèmes montagneux (humides et arides) ;

- les écosystèmes forestiers ;
- les écosystèmes steppiques ;
- les écosystèmes sahariens ;
- les écosystèmes agricoles.

Tableau (3): Caractéristiques générales des écosystèmes en Algérie (MATET, 2009)

Ecosystèmes	Superficies et caractéristiques générales
Ecosystèmes marins	27 998 km ²
Ecosystèmes littoraux	Englobe l'ensemble des îles et îlots, le plateau continental ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de huit cents mètres (800m) sur une longueur de 1622 Km.
Ecosystèmes humides	1 451 zones humides en Algérie, dont 762 sont naturelles (DGF, 2006).
Ecosystèmes forestiers	Superficie : 4,1 millions d'hectares (DGF). Les massifs forestiers sensu stricto représentent 33% de la superficie forestière globale.
Ecosystèmes montagneux	Superficie: 8 719 077 ha, soit 3,66 % du territoire national. Cet espace couvre près de 3 millions d'hectares de forêts et de maquis et une superficie agricole utile de 3,5 millions ha, représentant 43% de la SAU nationale totale.
Ecosystèmes steppiques	Superficie : 20 millions d'hectares - 15 millions d'hectares représentés par les vraies zones de parcours à vocation pastorale - 5 millions d'hectares constitués par les cultures (1,1 million Ha), les forêts (1,4 million Ha) et le sol nu, sables et sebkhas (2,5 millions Ha).
Ecosystèmes sahariens	Avec une étendue de 2 millions de km ² les écosystèmes sahariens représentent 87% de la superficie de l'Algérie.

La biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces (Mediouni,2000a), mais l'économie algérienne n'utilise que moins de 1% de ce total.

La richesse de la biodiversité nationale et le reflet de la diversité écosystémique en Algérie.

- **Les zones humides** intègrent 39 espèces de poissons d'eau douce dont 2 endémiques. La flore est représentée par 784 espèces végétales aquatiques connues. Cette biodiversité est moyennement conservée même s'il y a lieu de relever l'existence de menaces pesantes à moyen terme.
- **Les massifs montagneux** d'Algérie recèlent une diversité biologique importante. Parmi les espèces de flore, l'Algérie compte un grand nombre d'arbres et d'arbustes. Sur les 70 taxons arborés de la flore spontanée algérienne, 52 espèces se rencontrent dans les zones montagneuses. Dans la partie sud, les massifs du Sahara Central se composent de 3 éléments floristiques d'origines biogéographiques différentes : saharo-arabique, méditerranéenne confinée aux altitudes supérieures à 1500m et tropicale localisée dans les oueds et les vallées environnantes (**BOUCHENE, 2000**).
- La biodiversité *forestière* est en régression dans la plupart des régions forestières d'Algérie. En effet, outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise la forêt

méditerranéenne et les formations sub- forestières, la forêt algérienne continue à subir des pressions diverses et répétées réduisant considérablement ses potentialités végétales, hydriques et édaphiques.

- Les *écosystèmes steppiques* se caractérisent par une diversité biologique appréciable, fruit d'une adaptation millénaire aux conditions agro climatiques particulièrement difficiles de ces régions.
- Les *écosystèmes sahariens* recèlent une biodiversité insoupçonnée. Celle-ci est néanmoins fortement fragilisée par les conditions bioclimatiques et la montée en puissance de l'activité anthropique.

Sur le plan floristique, l'écosystème saharien renferme 2 800 taxons avec un fort taux d'endémisme. Outre les recensements et les prospections effectuées par le passé de nouveaux taxons sont découverts dans le cadre des travaux de recherche et de prospection.

Dans le domaine faunistique, les oiseaux et les mammifères présentent des richesses appréciables. À titre d'exemple on trouve plus de 150 espèces d'oiseaux et une quarantaine de mammifères à l'intérieur des limites géographiques des parcs nationaux du Tassili N'Ajjer (Wilaya d'Illizi) et de l'Ahaggar (Wilaya de Tamanrasset). La présence du Guépard a été confirmée en Algérie.

- La *diversité biologique marine* connue s'élève à 3183 espèces dont 3080 ont été confirmées après 1980. Cette richesse comprend entre 720 genres et 655 familles. La flore marine est estimée, quant à elle, à 713 espèces regroupées dans 71 genres et 38 familles. Si l'on rajoute la végétation littorale et insulaire, la faune ornithologique marine et littorale, la biodiversité totale connue de l'écosystème marin côtier algérien est de 4150 espèces, dont 4014 sont confirmées pour un total de 950 genres et 761 familles. Mais, il faut souligner que ces chiffres ne reflètent pas la biodiversité réelle mais plutôt celle connue.
- Enfin, la *biodiversité agricole* est tout aussi importante même s'il faut relever, à ce niveau, la tendance à l'érosion génétique des ressources biologiques nationales découlant de l'importance des flux d'importation en ressources biologiques sous forme de semences et plants, de reproducteurs ou de matériel génétique animal.

1.5.2. Statistiques des ressources végétales et animales :

La biodiversité algérienne est suffisamment cernée. Certains résultats de la recherche scientifique, acquis depuis l'année 2000, sont très prometteurs, comme l'atteste la découverte de nouveaux taxons, y compris dans les régions arides.

Selon Mediouni (2000a), la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces, mais l'économie algérienne n'utilise que moins de 1% de ce total.

Un aperçu général de la biodiversité « naturelle » en Algérie est présenté dans le tableau 4.

En plus des données consignées dans ce tableau, il faut signaler les autres caractéristiques de la flore algérienne, à savoir:

- Les 3139 espèces d'espèces de spermaphytes décrites totalisant 5402 taxons en tenant compte des sous-espèces, de variétés et autres taxons sub-spécifiques ;
- Les 67 espèces végétales parasites (10 autres seraient inconnues) ;
- Environ 1000 espèces présentent des vertus médicinales (60 autres espèces seraient encore inconnues) ;
- Les 1670 espèces (soit 53,20% de la richesse totale algérienne) sont relativement peu abondantes et se présentent comme suit : 314 espèces assez rares (AR), 590 espèces rares (R), 730 espèces très rares (RR) et 35 espèces rarissimes (RRR) ;
- Prés de 700 espèces sont endémiques ;
- 226 espèces sont menacées d'extinction et bénéficient d'une protection légale (décret n° 93– 285 du 23 novembre 1993). Notons qu'un projet de décret a été récemment (2009) déposé par le MATET en vue d'une protection légale plus exhaustive des taxons menacés.
- Concernant la flore lichénique, 850 espèces ont été recensées dont, environ, 150 espèces sont menacées.
- Pour le phytoplancton, les algues marines et les macrophytes, 713 espèces ont été recensées.
- Pour les champignons, plus de 150 espèces sont connues.

La population faunistique connue totalise 4 963 taxons dont un Millier de vertébrés. Cette dernière catégorie est représentée notamment par les classes suivantes : les poissons (300), les reptiles (70), les oiseaux (378) et les mammifères (108).

L'Algérie compte près 150 taxons de micro-organismes. L'état des travaux scientifiques n'a pas évolué significativement dans ce domaine. Toutefois, dans le cadre de travaux de recherche financés entre autres par le MATET (appel d'offres sur les Biotechnologies), il a été permis de mettre en exergue plusieurs nouveaux microorganismes dans le cadre des travaux d'inventaire et de caractérisation des ressources génétiques locales.

A ce titre, nous pouvons citer les faits suivants :

- la découverte de nouvelles espèces d'Archaeobactéries dans les zones arides.
- sur 230 souches d'Actinomycètes des sols sahariens appartenant à des genres rares ou peu fréquents, il a été mis en évidence 9 genres dont un original, 10 espèces connues et 21 espèces probablement originales.
- pour les Cyanobactéries, 5 genres ont été identifiés et une nouvelle espèce a été décrite dans le barrage de la Chiffa (Blida).

A cela, il y a lieu d'ajouter les travaux d'inventaires mis en œuvre dans le cadre du MATET et portant sur :

- les rhizobiums des légumineuses et leur utilisation dans les espaces naturels ;
- les bactéries et les champignons du lac Oubeira ;
- les bactéries des sources salines et chaudes qui pourraient faire l'objet de valorisations diverses ;
- des antagonistes des agents pathogènes des plantes cultivées en vue de la protection des cultures.

Enfin, il y a lieu de mentionner la découverte d'une nouvelle espèce bactérienne, *Azospirillum brasilense* capable d'améliorer la croissance du blé sous des conditions de stress salin (NABTI E et al, 2007) isolée de sols algériens.

La biodiversité agricole (Tableaux 5 et 6) est tout aussi importante même s'il faut relever, à ce niveau, la tendance à l'érosion génétique des ressources biologiques nationales découlant

de l'importance des flux d'importation en ressources biologiques sous forme de semences et plants, de reproducteurs, de matériel génétique animal.

Tableau (4): Biodiversité algérienne « naturelle »

Règnes / Groupes		Nombre d'espèces dans le monde		Algérie (nombre de taxons)		
		Décrites	Estimées	Connu	Inconnu/estimé	Disparu
Micro organismes	Virus	4 000	400 000	50	70 ?	
	Bactéries	4 000	1 000 000	100	80 ?	
	Protozoaires	40 000	200 000			
	Plancton indifférencié			661	60 ?	
Flore	Champignons	72 000	1 500 000	78	50 ?	
	Algues	40 000	400 000	468	60 ?	
	Total Plantes	270 000	320 000			
	Lichens	-	-	600	80 ?	
	Mousses	17 900	-	2	90 ?	
	Fougères	10 000	-	44	15	
	Spermaphytes	220 529	-	3 139	6	
	Espèces introduites	-	-	5 128		
Faune invertébrée	Mollusques	70 000	200 000	75	20 ?	
	Annélides	1 200	-	16	60 ?	
	Arachnides	75 000	750 000			
	Insectes	950 000	8 000 000	1 900	90 ?	
	Nématodes	25 000	400 000			
	Crustacés	40 000	150 000			
	Mollusques	70 000	200 000			
	Autres Benthos, etc.	168 000		1 892	40 ?	
Faune vertébrée	Total Vertébrés	45 000	50 000	1 000	?	
	Poissons	19 056		300	25 ?	
	Amphibiens	4 184		12	50 ?	
	Reptiles	6 300		70	30 ?	
	Oiseaux	9 600		378	10	30
	Mammifères	4.000		108	10	15
TOTAL		1 750 000	13 620 000			

Source: UNEP, Global Biodiversity, Assessment, (1995), MEDIOUNI (2000a), modifié et actualisé.

Tableau (5): Biodiversité agricole en Algérie : Espèces, variétés, races, lignées, cultivars,

Biodiversité végétale	Ayant existé dérivant d'estimations	Actuels	Pertes (%)
Céréales (blé dur/tendre, orge, avoine, seigle, triticales).	109	39 ?	64
Maïs	3	1	66
Sorgho	4	1	75
Fourrages	472	?	?
Légumes secs	100	21 ?	79
Figuiers	22	7 ?	69
Oliviers	151	47 ?	69
Palmiers		940 ?	?
Vignes	1 376	64 ?	95
Agrumes	162	44 ?	73
Poiriers	86	17 ?	81
Pommiers	30	9 ?	70
Cognassiers	4	3 ?	35
Abricotiers	24	23 ?	5
Pruniers	54	16 ?	61
Pêchers	40	18 ?	55
Autres Rosacées	34	26 ?	34
Néfliers	21	5 ?	76
Avocatiers	17	1	94
Grenadiers	≈ 30	14 ?	50
Pacamiers	23	1	95
Châtaigniers	11	1	89
Noyers	15	5 ?	66
Pistachiers vera	≈ 7	7 ?	
Bananiers	≈ 5	5 ?	
Opuntia	1	1	
Cultures maraîchères	300/ 400?	111 ?	63
Cultures industrielles	68	10 ?	85
total	4 209	1 438	51 / 66

Tableau (6): Biodiversité agricole animale. Espèces, variétés, races, etc

<i>Biodiversité animale : Animaux d'élevage</i>	<i>Ayant existé dérivant d'estimation</i>	Actuel es	Pertes (%)
Bovins	≈ 15	≈ 01	94
Ovins	≈ 10	≈ 06	40
Caprins	≈ 5	≈ 05	0
Camelins	≈ 08	≈ 08	0
Equins	≈ 12	≈ 05	60
Asins	≈ 02	≈ 02	0
Lapins	≈ 03	≈ 03	0
Gallinacés	≈ 10	≈ 06	40
Sous total	≈ 65	≈ 36	45
Animaux domestiques / de Parcs animaliers			
Chats	15	≈06	56
Chiens	≈ 60	≈ 20	66
Animaux en captivité parcs zoologiques	?	?	
Sous total Animaux domestiques	75	26	66
Sous total animaux	140	62	56

Source: UNEP, Global Biodiversity, Assessment, (1995), MEDIOUNI (2000a), modifié et actualisé.

CHAPITRE II

Chapitre II : Généralités sur la désertification

2.1. Désertification

2.1.1. Définition :

La désertification est un processus de dégradation des sols lié aux activités humaines et aux conditions climatiques qui dérèglent l'écosystème. Elle a pour conséquences une diminution de la fertilité du milieu naturel et un appauvrissement des populations touchées. On estime qu'un tiers des terres du globe serait menacé par la désertification (F.T.E., 2012).

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification définit la désertification comme la dégradation des sols dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches résultant de divers facteurs, notamment les variations climatiques et les activités humaines. La dégradation des sols est à son tour définie comme la réduction ou la perte de la productivité biologique ou économique des terres arides (M.E.A., 2005).

La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est l'un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes et elle réduit ou détruit le potentiel biologique, c'est-à-dire la production végétale, destinée à de multiples usages au moment même où un accroissement de la production était nécessaire pour satisfaire les besoins de populations grandissantes aspirant au développement, en particulier dans les pays du tiers monde. On peut dire aussi qu'elle doit être vue comme un processus qui est une expression intégrée de l'évolution socio-économique et des processus naturels ou causés par l'homme et qui détruit les équilibres entre ressources naturelles (sol, air, eau et leur expression intégrée : la végétation) et demandes humaines, dans les zones qui subissent une aridité édaphique et / ou climatique par l'exploitation irraisonnée de ces ressources. Donc elle est vraiment le problème environnemental le plus sérieux qui touche aujourd'hui la terre (Nahal, 2004).

2.1.2. Processus de la désertification :

Souvent, les termes « sol » et « terre » sont utilisés de manière interchangeable alors que les éléments qu'ils représentent sont bel et bien distincts. Il est donc nécessaire de les définir afin d'éliminer toute ambiguïté pour la suite. Le mot « terre » est défini comme élément solide sur lequel croissent des végétaux tout en soutenant les êtres vivants et leurs ouvrages. Le sol en revanche désigne la partie supérieure de la croûte terrestre en

conditions naturelles ou bien accommodée pour accueillir l'homme. Le sol est obtenu par la désagrégation et le remodelage des couches terrestres superficielles par des organismes vivants, par l'atmosphère et par des échanges d'énergie. Il est essentiel de préciser ici que le sol n'est pas une ressource renouvelable puisqu'il faut énormément d'années pour le former, d'où sa valeur et l'importance de sa préservation, sans compter qu'il offre une multitude de services écosystémiques. Par exemple, le sol est un réservoir d'éléments nutritifs pour la végétation, un dépollueur biologique et même un régulateur de température. **(Lécuyer, 2012).**

La désertification correspond d'une part à la dégradation des sols, au sens strict du terme, c'est-à-dire l'altération physique ou chimique du sol sans translation ni perte de matière. D'autre part, la désertification est assimilée à l'érosion, soit le déplacement du sol en totalité ou en partie, sur une distance variable, et ce, à travers l'action du vent, de l'eau, de la gravité ou encore l'action des instruments agricoles et des installations humaines. En comparaison à l'érosion ou à la dégradation des terres au sens strict qui peuvent subvenir dans tout type de milieu, la désertification, elle, se produit dans des zones climatiques à pluviosité déficiente. La désertification est un processus lent et graduel qui touche de manière spécifique différents éléments parmi lesquels les sols qui sont dégradés, la végétation qui n'arrive plus à pousser, ou encore les ressources en eau qui deviennent rares et irrégulières. **(Nahal, 2004).**

En Algérie, l'érosion est principalement éolienne et hydrique. Le mécanisme se déroule en trois étapes : le détachement, le transport et le dépôt. Avant tout, les particules qui constituent un sol sont jointes à travers des forces cohésives. La force éolienne, l'impact de gouttes de pluie ou le ruissellement des eaux de pluie produisent l'énergie nécessaire pour briser les liens entre les particules et les désagréger. **(NEDJRAOUI, et al., 2008)**

Par la suite, les sédiments produits sont déplacés, toujours par la force éolienne ou hydrique, mais moins d'énergie est nécessaire pour le transport, en comparaison avec le détachement **(Fox, 2008)**. Le transport se fait soit par glissement gravitaire en absence de fluide, par écoulement gravitaire en présence de fluide, ou encore par écoulement d'eau ou d'air **(Boulvain, 2017)**. Finalement se produit le dépôt des sédiments dans des cours d'eau, sur des terrains, ou sur des routes, entre autres. Lors du ruissellement, les sédiments sont déposés en fonction de leur granulométrie et de la vitesse d'écoulement. Les grains d'argiles dont le diamètre est inférieur à quatre micromètres sont de cette manière

transportés sur de grandes distances, souvent jusqu'à ce que la vitesse d'écoulement devienne quasiment nulle (**Fox, 2008**).

Ainsi, l'érosion prend diverses formes qui parfois se recoupent. Premièrement, l'érosion par « éclaboussure » combine un détachement par l'impact de gouttes de pluie et le transport par le vent. Deuxièmement, l'érosion diffuse correspond au détachement toujours par l'impact de gouttes de pluie, mais qui cette fois est associé à l'écoulement d'une fine lame d'eau, ce qui rend le détachement plus efficace que si les gouttes tombaient sur un sol sec. Les sols argileux sont d'autant plus vulnérables à cette forme d'érosion. Troisièmement, l'érosion concentrée représente le détachement et le transport, tous deux, par l'action du ruissellement. (**Nedjraoui, 2008**).

La désertification des milieux steppiques est un thème peu connu alors qu'il n'est qu'un exemple des relations entre l'homme et les paysages. C'est en voulant exploiter ces milieux à son avantage que l'homme est en grande partie, responsable de leur détérioration ; et il en devient également la victime. Une perception des principaux paramètres ayant conduit à la dégradation de ces milieux permettra d'esquisser les grandes lignes de quelques actions permettant la lutte contre la désertification à travers une stimulation de la régénération de la végétation autochtone.

La terminologie dans ce domaine est importante puisqu'elle permet de cibler les actions prioritaires à entreprendre. Alors désertification ou désertisation des paysages ? Le vocable de désertification a été lancé en 1940 par Aubreville ; puis il a été repris, en 1977, par l'UNCOD (United Nations Conference On Desertification) pour signifier la "diminution ou la destruction du potentiel biologique des terres pouvant conduire à son terme ultime à des conditions désertiques. En 1990, la définition suivante était proposée par l'UNEP en vue de la conférence "Environnement et Développement" de Rio de Janeiro : "la désertification est la dégradation des terres dans les écosystèmes secs, résultant d'activités humaines mal contrôlées". Il y a lieu de noter que dans cette définition le mot terre inclut les sols, les ressources en eau, la végétation et les récoltes, celui de dégradation veut dire réduction du potentiel biologique.

Depuis une quarantaine d'années, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, tant dans sa composition que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire (**AIDOU, 1989**).

Le processus de désertification est, aujourd'hui facilement décelable sur quasiment tout l'espace steppique. C'est un ensablement progressif, favorisé par la régression alarmante du couvert végétal, allant du léger voile éolien dans certaines zones à la formation de véritables dunes. La fréquence des vents de sables sur tout l'espace steppique est un autre indicateur confirmant l'installation d'un processus de désertification.

Le large spectre qu'englobe le concept de désertification ou désertisation nécessite de clarifier les niveaux de perception de ce phénomène en y délimitant les contours à travers la désignation des facteurs source qui peuvent se résumer comme suit :

- Une réduction du couvert végétal pérenne sous l'effet des activités humaines
- Une réduction de la biodiversité sous la pression anthropozoogène
- Une fluctuation des précipitations avec une tendance à la diminution
- Une exploitation de l'espace steppique comme terrain de parcours
- Une carence manifeste de plan d'aménagement durable des ressources
- Un mauvais choix de stratégie de mise en valeur et d'intervention

Sous l'effet de ces facteurs un processus de dégradation des ressources naturelles est enclenché et subit une accélération en corrélation avec l'intensité des facteurs source. Ce processus de désertification se traduit comme suit en milieu steppique :

- Diminution visible du taux de la couverture végétale pérenne et saisonnière sous l'effet du surpâturage
- Régression remarquable du nombre de touffes par hectare des principales espèces pérennes
- Dessèchement des espèces pérennes et saisonnières entraînant des vides rapidement colonisés par le sable
- Remplacement des espèces locales à haute valeur fourragère par le *Lygeumspatum*
- Installation du processus de dégradation du sol favorisant l'ensablement
- Développement des espèces psammophyles au détriment des autres espèces steppiennes autochtones

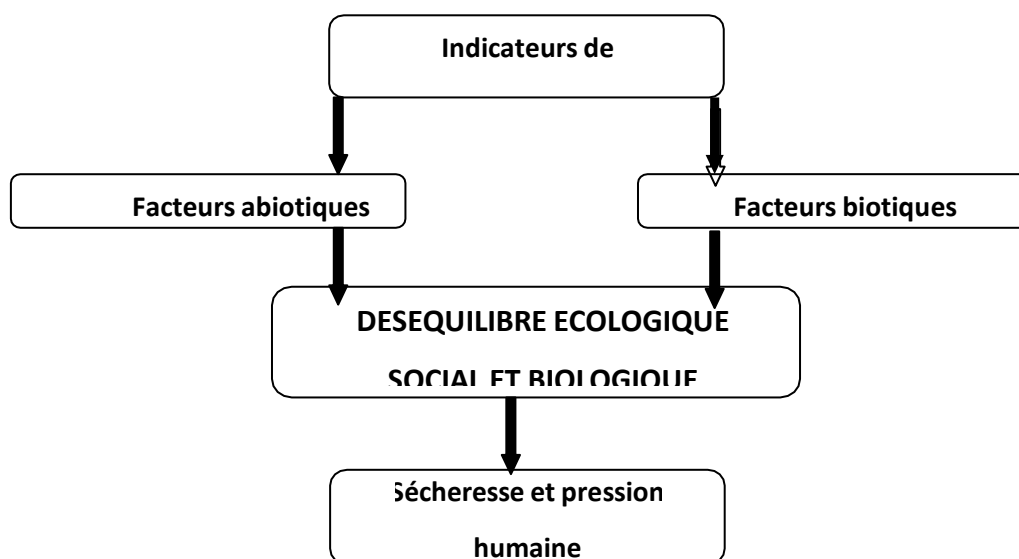


Figure 6 : Processus enclenchant une désertification (MOULAY, 2013)

Quand il se poursuit ce processus se schématise comme suit :

- Détérioration des caractères du sol : Modification du système de production
 - Diminution de la matière organique Mutation des populations
 - Diminution de l'activité biologique Concentration des populations
 - Diminution de la perméabilité Régression du nomadisme
 - Accroissement de la pellicule de glaçage Intensification des besoins
 - Diminution du ruissellement Surexploitation des parcours
- Diminution de la régénération
- Variabilité de la production végétale

La diminution de la production végétale se traduit par : Ce processus est engagé sus :

- Croissance continue du troupeau
- Augmentation de la charge animale
- Piétinement, tassement du sol
- Evaporation de l'eau du sol Diminution des terres de parcours
- Remontée de sels
- Stérilisation et dégradation du sol
- Stérilisation du sol

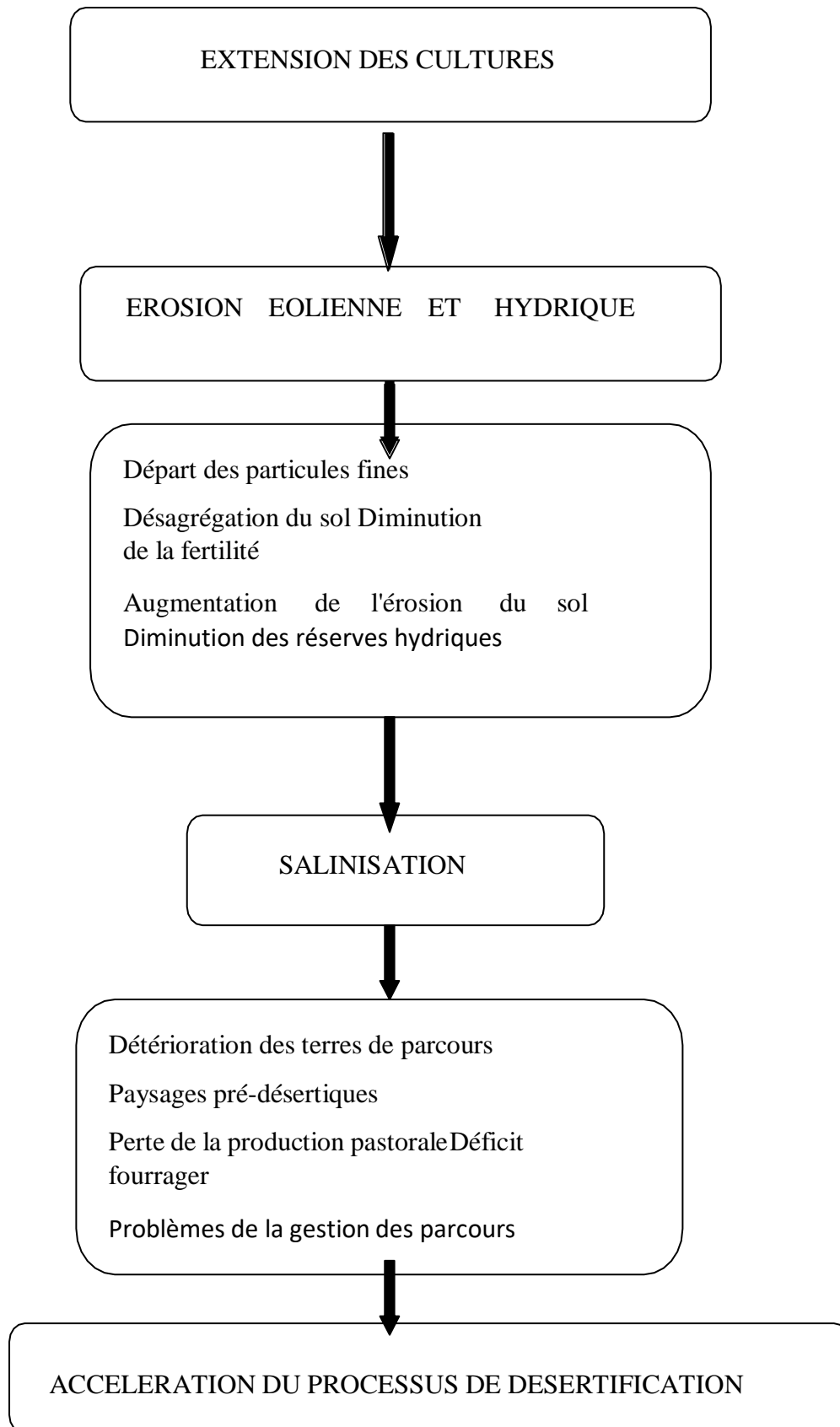


Figure 7 : Installation et accélération du processus de désertification (MOULAY, 2013)

2.2. Situation présente de la désertification dans le monde

La désertification est un phénomène mondial, affectant les moyens de subsistance de 900 millions de personnes à travers les cinq continents et représentant un tiers des menaces pesant sur la biodiversité (U.N.E.S.C.O., 2016). Toutes les régions du monde sont concernées : l'Afrique et l'Asie, qui comptent à elles seules 70% des régions arides, mais aussi l'Australie, l'Amérique et la partie méridionale de l'Europe (Figure 8) (F.T.E., 2012).

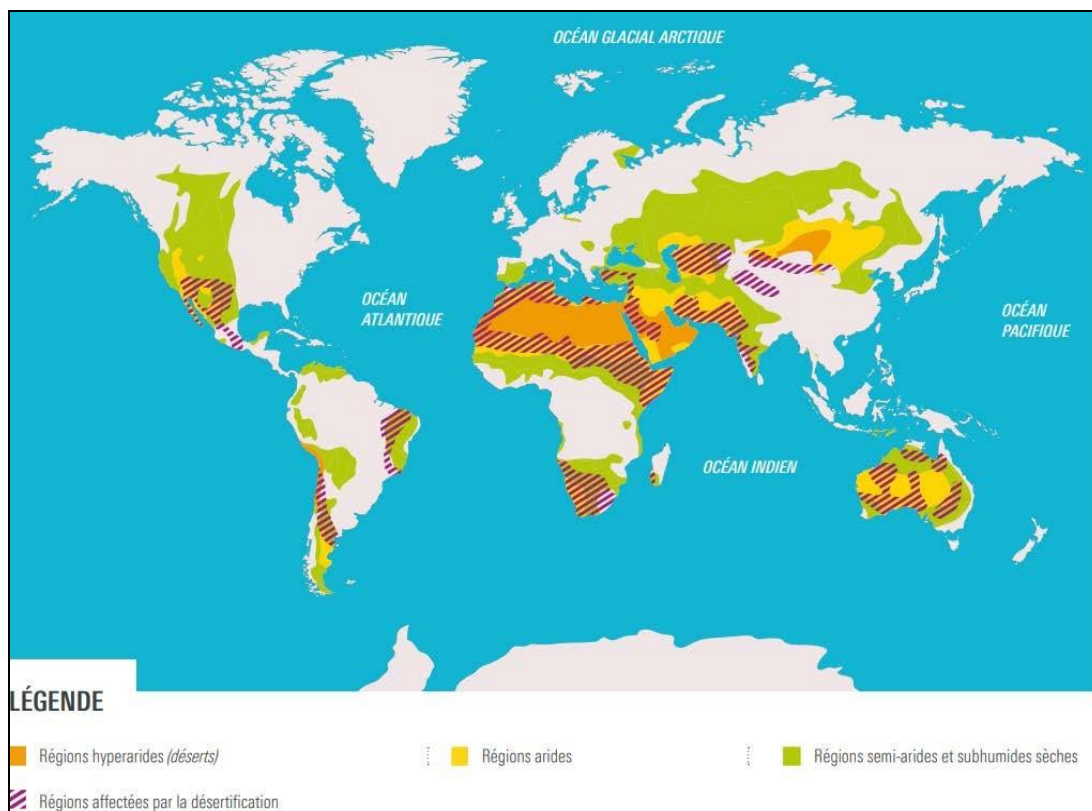


Figure 8 : Les différentes régions dans le monde et les régions affectées par la désertification d'après F.A.O. (F.T.E., 2012).

Chaque année, 10 millions d'hectares de terres arables se dégradent ; l'avancée du désert grignote en Chine plus de 10.000 km² par an pour le désert de Gobi ; 2,3 milliards de personnes (près de 40% de la population mondiale) vivent dans des zones dégradées (40% des sols émergés de la planète). L'Asie est la région la plus touchée (1,4 milliard d'hectares en voie de désertification). 74% des terres africaines sont également touchées, mais le phénomène concerne également l'Europe et les Amériques. Le problème est que environ de 50 % des terres du monde sont des zones sèches (Tableau 7) (Arrignon, 2011).

Tableau 7: les chiffres mondial des quatre types de zones sèches

	L'indice d'aridité	Taille par rapport au monde (%)	Population par rapport au monde (%)	Parcours (%)	Cultivées (%)	Autre (y compris urbain) (%)
Hyperaride	<0.05	6.6	1.7	97	0.6	3
Aride	0.05-0.20	10.6	4.1	87	7	6
Semi-aride	0.20-0.50	15.2	14.4	54	35	10
Subhumide	0.50-0.65	8.7	15.3	34	47	20
Total		41.3	35.5	65	25	10

Source: (U.N.E.M.G., 2011)

Dans les zones arides et semi-arides, le bilan hydrologique annuel est négatif, ce qui signifie que l'eau s'évapore plus qu'elle ne tombe au cours d'une année. Par conséquent, l'eau est, la plupart du temps, peu abondante et les implantations humaines peuvent se regrouper autour des rares sources d'eau, telle que les rivières, sources, puits, points de captage d'eau, réservoirs et oasis (Fodil S, 2018).

La population totale des zones sèches à l'échelle mondiale est de 2 milliards de personnes, hors zones hyperarides (désert). Ainsi, les zones sèches accueillent actuellement presque un tiers de la population mondiale. (UNCCD, 2011).

- Les zones sèches accueillent 50% du bétail mondial et la majorité de la population des zones sèches du monde se situe dans des pays en développement. Ces zones sèches représentent 46% du stock de carbone de la planète et représentent 44% des terres cultivées. Les espèces de plantes endémiques représentent 30 % des plantes cultivées actuellement. Les zones sèches les plus importantes se situent en Australie, en Chine, en Russie, aux Etats-Unis et au Kazakhstan, au moins 99 % de la surface de six pays (Botswana, Burkina Faso, Irak, Kazakhstan, République de Moldavie et Turkménistan) sont considérés comme des zones sèches (UNCCD, 2011).

L'Afrique et l'Asie sont les plus touchées par la désertification : Afrique au nord du Sahara, Sahel et Corne de l'Afrique, de larges parties de l'Afrique de l'Est et australe ; l'Inde, le Pakistan, une partie de la Chine, les pays de l'Asie centrale et du Moyen-Orient ; le Mexique, une partie du Brésil, de l'Argentine, du Chili. Les régions menacées correspondent

à 40 % des terres disponibles de notre planète. En 2000, 70 % des terres arides étaient soumises à ce processus de désertification, soit 3,6 milliards d'hectares. Cela concerne plus d'un milliard de personnes. Les pays menacés ont des économies qui reposent essentiellement sur leurs ressources naturelles renouvelables et leur PIB est très sensible aux épisodes de sécheresses prolongées et à la dégradation de ces ressources (**Bied-Charreton, 2009**).

2.3. Désertification en Afrique :

La désertification est un phénomène certes mondial mais le continent africain est particulièrement touché et exposé à l'insécurité alimentaire liée aux grandes sécheresses. 32% des zones arides du monde sont situées sur le continent africain. 73% des terres arides d'Afrique utilisées à des fins agricoles ont été endommagées dans certaines régions du continent africain, plus de 50 tonnes de sol sont perdues par hectare de terre chaque année. Les terres les plus touchées sur le continent africain sont le Libéria, la Guinée, le Ghana, le Nigéria, le Zaïre, la République centrafricaine, l'Éthiopie, la Mauritanie, le Niger, le Soudan et la Somalie (**U.N.E.C.A., 2003**).

Selon **Bied-charreton (2007)**, le continent africain est particulièrement menacé par la désertification en raison de plusieurs paramètres :

- une forte proportion de zones arides, semi-arides et sub-humides.
- des périodes de sécheresse importantes.
- les changements climatiques ;
- un nombre élevé d'habitants ;
- par ailleurs l'économie de la plupart des pays africains des zones arides dépend fortement de la production agricole, pastorale et forestière. Ils sont donc particulièrement vulnérables.
- la fluctuation de l'échange entraîne des économies fragiles où l'investissement est faible et les systèmes politiques parfois instables. De plus il n'y a pas de mécanismes de régulation des prix agricoles et les fluctuations importantes des cours des céréales ne favorisent pas les investissements agricoles.

2.4. Désertification en Afrique du nord :

L'Afrique du Nord est une région semi-aride et principalement désertique, comprend toute la région géographique des pays du Maghreb, ainsi que l'Egypte et le Soudan. La description générale de cette région est caractérisée par la variabilité du climat, la rareté des ressources en eau, la dégradation de la végétation, la pauvreté et le manque de cohésion des sols, une production agricole insuffisante et une offre insuffisante pour répondre aux besoins alimentaires de la population. Les précipitations moyennes sont réduites (tableau 8) (**Le Houérou, 1995**).

Tableau 8 : Répartition des terres arides en Afrique du Nord et sa superficie (pour 1000 km²)

Pays	Taille total du pays	Zones climatiques écologiques					Total	%
		semi sec	Sec	Très sec	Zones isolées			
Algérie	2381	90	210	438	1562	2300	97	
Tunisie	164	26	55	33	30	144	88	
Maroc	713	130	120	150	240	640	90	
Egypte	1001	0	30	286	685	1001	100	
Mauritanie	1030	25	300	330	375	1030	100	
Libye	1760	2	90	230	1435	1757	97	
Soudan	2505	250	375	190	560	1375	55	
Précipitations annuelles moyennes (mm)		400 <P< 600	100 <P< 400	50 <P< 100	P< 50			

Source : (Le Houérou, 1995)

2.5. Distribution et situation présente de la désertification en Algérie

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures... Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette

dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999).

2.5.1. Présentation des régions steppiques

Sur le plan physique, les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud (figure9), couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi aride inférieur frais au per aride supérieur frais. Ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites

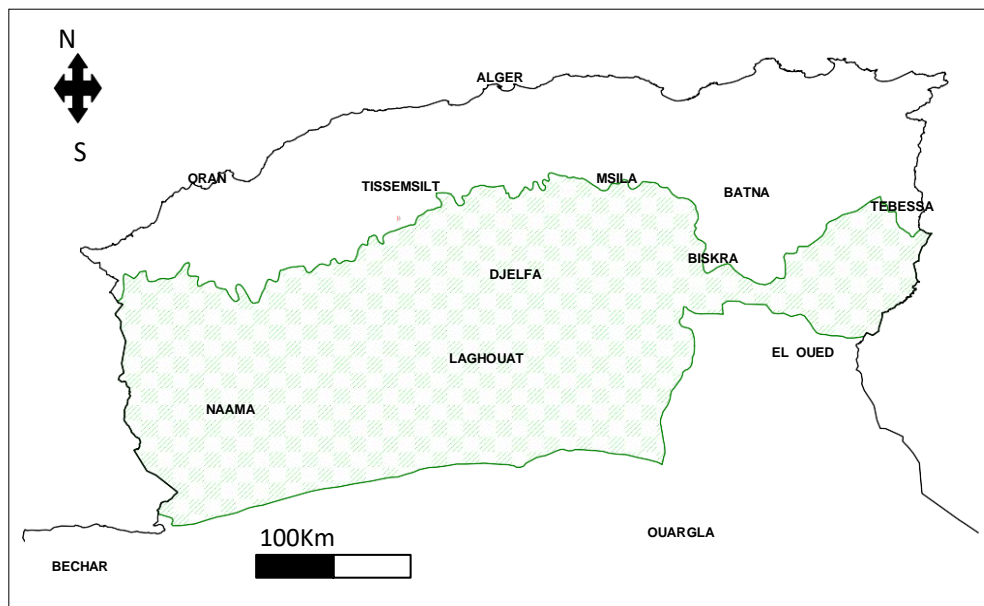


Figure 9 : Délimitation des steppes algériennes (ANAT, 2004)
<http://vertigo.revues.org/docannexe/image/5375/img-1.png>

2.4.2. Les différents types d'études menées sur la steppe

L'évaluation et la surveillance des agrosystèmes steppiques se font par des mesures – malheureusement irrégulières, peu systématiques et, surtout, non coordonnées sur l'ensemble du territoire steppique (seul le Sud Oranais a fait l'objet d'un suivi régulier)- quantitatives et qualitatives de la végétation et des caractères du milieu et par l'analyse des différents paramètres socioéconomiques qui influent sur la dynamique de ces systèmes. Le fonctionnement des écosystèmes détermine l'état et le niveau de production des ressources. Le fonctionnement des systèmes socio-économiques détermine l'impact des usages et des pratiques sur ces ressources. Ce suivi à long terme dans ces régions qui a débuté dès les années 1970 et se poursuit encore aujourd'hui (CRBT, 1978, URBT, 1994, Programme ROSELT/OSS/Algérie, 2001-2005) dans des stations installées dans différentes zones steppiques (figure.10), a permis d'évaluer et de cartographier leur potentialité, de quantifier l'intensité de leur dégradation et d'identifier les facteurs qui en sont responsables. Une synthèse des travaux antérieurs est donnée dans le document final du projet ROSELT disponible en ligne sur le site de l'OSS.



Figure 10 : Les stations d'observation des steppes algériennes (CRBT/URBT/USTHB)

2.6. Causes de la désertification

La désertification est le résultat d'une incapacité prolongée à équilibrer l'offre et la demande en services des écosystèmes dans les zones sèches. On assiste actuellement à une augmentation de la pression sur les écosystèmes des zones sèches afin qu'ils fournissent des services tels que nourriture, fourrage, énergie, matériaux de construction ainsi que l'eau pour les humains et les troupeaux, pour l'irrigation et les besoins sanitaires. On attribue cette pression croissante à une combinaison de facteurs naturels et humains (M.E.A., 2005).

2.6.1. Causes liés aux facteurs naturels

2.6.1.1. Sècheresse

Selon **Bonn (1996)**, la sécheresse est définie comme une période de déficit d'humidité dans le sol. Les différents effets de ce dérèglement du régime de précipitations portent, notamment, sur deux points :

- la production végétale et agricole.
- les réserves en eau.

Dans l'Algérie par exemple, Les steppes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de

sécheresse persistante. La diminution des précipitations et la saison sèche a augmenté de mois durant le siècle dernier (**NEDJRAOUI, et al., 2008**)

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27% et la saison sèche a augmenté de 2 mois durant le siècle dernier.

Les travaux de **Hirche et al (2007)** portant sur une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations steppiques, montrent que les steppes algériennes se caractérisent par une aridité croissante, cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales.

2.6.1.2. Erosion éolienne

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de solde 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (**Le Houérou, 1995**). Au Niger, pays sahélien servant d'exemple pour cette revue de la littérature, l'érosion éolienne est, de plus, favorisée par la dominance de sols sableux à faible teneur en matière organique et par les pratiques culturales qui contribuent à maintenir un faible couvert du sol pendant la période la plus critique en fin de saison sèche et au début de la saison des pluies. L'érosion éolienne se traduit par des pertes en terres parfois considérables à l'échelle de la parcelle expérimentale et du champ (**Charles, et al., 2004**).

2.5.1.2. Erosion hydrique

L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (**Le Houérou, 1995**).

2.6.1.4. Changements climatiques

Les changements climatiques apparaissent de plus en plus souvent à l'une de l'actualité. Le climat de notre planète n'a certes jamais été stable (**Wittoeck, 2013**). Mais un

réchauffement affecte la terre depuis la fin du XIX^e siècle et a conduit à une élévation globale moyenne de la température de l'air de 0,5°C (Figure 11) (Piersotte, et al., 2005).

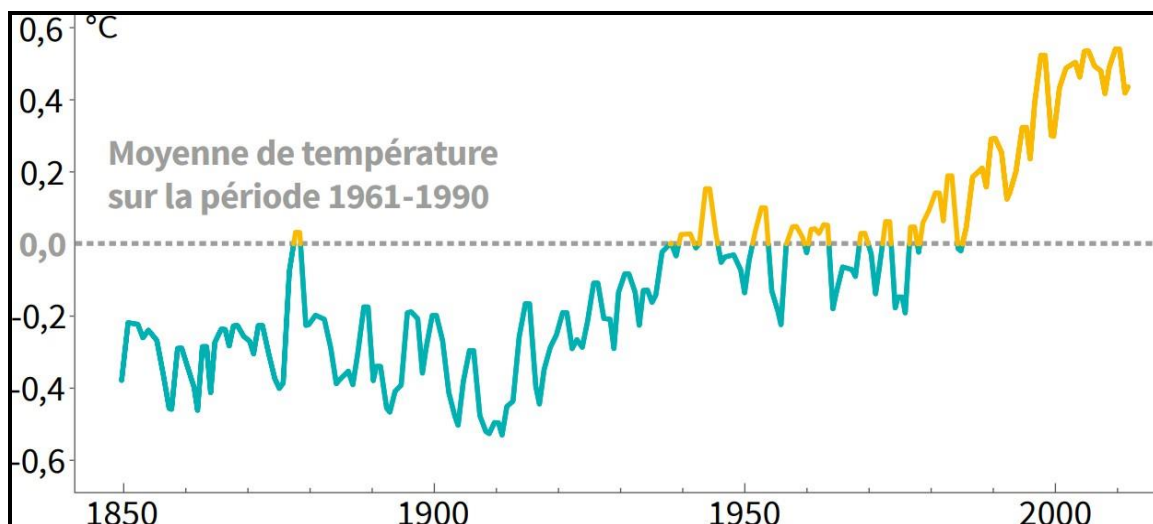


Figure 11 : Anomalies observées des températures moyennes annuelles (1850-2012)
(A.D.E.M.E., 2018)

2.6.1.4.1. Principaux causes de changements climatiques

Le problème actuel provient du fait que les activités humaines - et principalement la combustion des énergies fossiles pour satisfaire nos besoins énergétiques toujours plus importants - ont libéré des quantités de plus en plus colossales de gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle. Ces émissions renforcent considérablement l'effet de serre naturel, ce qui entraîne un réchauffement progressif du climat (Wittoeck, 2013).

D'après Eres (2017), ces émissions viennent de la production d'énergie (électricité, chauffage) et de carburant pour les transports (principalement les voitures) qui causent le réchauffement climatique. Ensuite arrivent la gestion des territoires et notamment la déforestation (En détruisant certains écosystèmes qui capturent du CO₂, comme les forêts vierges), l'agriculture (En convertissant des terres boisées en terres agricoles).

2.6.2. Causes liées aux facteurs humains

2.5.2.1. Pression démographique

En 1950, la Terre comptait 2,5 milliards d'êtres humains ; en 2000, il y en aura environ 6,3 milliards. C'est en comparant avec les accroissements antérieurs que l'on peut réaliser la rapidité de l'augmentation actuelle : alors que la population a mis plus de deux millions d'années pour atteindre un total d'un milliard au début du dix-neuvième siècle, elle a augmenté d'un milliard en douze ans entre 1987 et 1999. La figure 12 montre l'évolution de la population depuis deux millénaires montre une stagnation jusqu'en 1700 et une augmentation de plus en plus rapide ensuite (**Locatelli, 2000**).

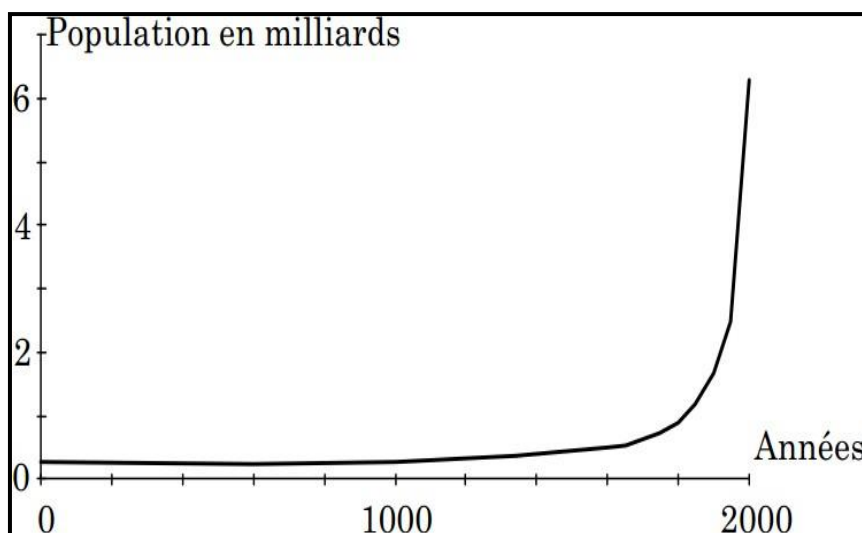


Figure 12 : Evolution de la population mondiale humain depuis 2 millénaires (**Locatelli, 2000**)

On évalue qu'en 2025 la population mondiale se situera entre 7,6 et 9,4 milliards selon les différentes hypothèses des Nations Unies (**Agrasot et al., 1993**).

Dans l'Afrique par exemple, la croissance démographique semble être un élément préoccupant pour la région du Sahel, dont la population est actuellement évaluée à 50 millions d'habitants et la progression démographique estimée à 3,1% par an. Ces estimations dépassent « largement la capacité de l'environnement local ». Cet accroissement de population joue un rôle déterminant dans l'augmentation des contraintes qui pèsent sur cet environnement (**Oyowe, 1998**).

2.5.2.2. Le Surpâturage

La mauvaise gestion des parcours et le pâturage abusif par un nombre trop important d'animaux détruisent le couvert végétal. Le sol n'est plus protégé contre l'érosion et les pasteurs ne trouvent plus assez de végétation pour nourrir leurs troupeaux. Remarquons également qu'en saison sèche, le surpâturage élimine les plantes vivaces (Figure 13), alors seules à subsister et particulièrement précieuses pour la protection du sol (Piersotte, et al., 2005).



Figure 13 : Mauvaise gestion des parcours ; des moutons pâturant sur des sols nus (Ikhlef, 2013)

Le surpâturage associé à la culture en sec dans la steppe, et la destruction d'espèces ligneuses pour le chauffage ont été à l'origine de la détérioration rapide des parcours, de l'aridification désertifiant à laquelle on assiste de nos jours et de l'érosion hydrique et éolienne accélérée qui se manifeste par des ruissellements torrentiels des inondations catastrophiques, des tempêtes de poussière et de sable dans les zones touchées et les zones adjacentes, quelquefois même très lointaines des zones désertifiées, et la formation dunes de sable (Nahal, 2004).

L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques - dont la composante prédominante est la race ovine (environ 80% du cheptel) - n'a cessé d'augmenter depuis 1968 (Tableau 9). 10,7% des éleveurs possèdent plus de 100 têtes ce qui représente 68,5% du cheptel steppique. Par contre, la majeure partie des possédants, soit 89,3%, ne possèdent que 31,5%

du cheptel. Cette inégale répartition du cheptel est due à l'inégalité dans la répartition des moyens de production (**Nedjraoui, 2002 ; Ziad, 2006**).

En 1968, la steppe était déjà surpâturée, la charge pastorale réelle était deux fois plus élevée que la charge potentielle. Malgré les sonnettes d'alarme tirées par les pastoralistes de l'époque, la situation s'est en fait aggravée. En 1998, les parcours se sont fortement dégradés, la production fourragère a diminué de moitié et l'effectif du cheptel est 10 fois supérieur à ce que peuvent supporter les parcours. Cet état des choses résulte de la demande soutenue et croissante de la viande ovine en relation avec la croissance démographique, par la haute rentabilité de l'élevage en zones steppiques du fait de la gratuité des fourrages. Le maintien artificiel d'un cheptel de plus en plus important et le défrichage pour la culture des céréales ont donné lieu à la situation désastreuse que connaît la steppe aujourd'hui

Tableau 9: Effectifs du cheptel en équivalents-ovin (103) et charges pastorales (ha/eq.ovin)

Années	1968	1998
Équivalents - ovin	7,890	19,170
Production UF/ha	1600 106	533 106
Charge potentielle	1 eq.ov/ 4 ha	1eq.ov/ 8 ha
Charge effective	1 eq.ov/1.9 ha	1 eq.ov/ 0.78 ha

Source : NEDJRAOUI in RNE 2000

Le surpâturage s'explique par deux facteurs principaux :

1. Le manque de création d'emplois (agricoles et surtout non agricoles) pousse les ménages pauvres à défricher des lopins de terre pour produire un minimum de céréales et les pousse à posséder quelques têtes de caprins et d'ovins pour subvenir à un minimum de leurs besoins.
2. La gratuité des unités fourragères prélevées sur les parcours pousse les gros possédants à accroître la taille de leurs troupeaux et les conduits aussi à défricher les parcours pour se les approprier. (**NEDJRAOUI D, 2000**)

2.5.2.3. Déboisement et les incendies

Le déboisement est le facteur principal de désertification, en particulier dans les zones de montagne des régions arides, semi-arides et subhumides (**Nahal, 2004**). IL répond aux besoins domestiques des populations rurales, mais également des populations urbaines (par leur besoin en charbon de bois). Elle concerne non- seulement « les arbres, mais aussi les buissons ligneux de la steppe » (**Rognon, 1998**). Il met la terre à nu et la rend vulnérable à l'érosion causée par les vents et les pluies (**F.T.E., 2012**).

Le déboisement, les feux de brousse, sont des actions directes de l'homme, particulièrement dommageables, la gravité de leurs effets étant fonction de l'échelle dans le temps et dans l'espace de la modification de couvertures végétales qu'ils entraînent



Figure 14 : Les incendies détruisent la biodiversité (Rtci, 2015)

2.6.2.4. Agriculture dans des sols pauvres

Tandis que le défrichement a pour origine l'extension de la céréaliculture qui a été fortement amplifiée par l'introduction de la mécanisation et des labours réalisés à l'aide de tracteurs équipés de charrues à disques. Cette mécanisation, inadaptée aux conditions écologiques de la steppe entraîne également la stérilisation des sols et favorisent le défrichement **(Benslimane, et al., 2009)**.

L'effet des pratiques agricoles, telles que l'extension des défrichements, la mise en culture répétée des parcelles et la réduction du temps de jachère, ont contribué à modifier la qualité et la densité des sols. D'un côté, « le rendement des cultures a chuté », de l'autre, « les arbres et les herbes ont diminué » **(Luxereau, et al, 1998)**

Dans les zones semi-arides, on assiste à une dégradation continue des ressources naturelles due à l'utilisation abusive et inadéquate des techniques agricoles. Ainsi, le labour intensif entraîne une détérioration de la qualité du sol ce qui menace la production agricole à long terme, dans tout le bassin méditerranéen **(Lopez-bellido, 1992)**.

2.7. Conséquences de la désertification

Elles sont surtout écologiques et socio- économiques :

2.7.1. Conséquences écologiques

Sont la détérioration des caractères du sol, la diminution des réserves hydriques et de la fertilité du sol, allant souvent jusqu'à sa stérilisation, et la régression de la productivité végétale, Une baisse de fertilité notamment par la diminution du taux de matière organique et la perte d'éléments fertilisants(NEDJRAOUI, 2004).

La baisse du régime des précipitations et la forte réduction du volume annuel des pluies ont eu des effets négatifs sur les cultures, la croissance de la végétation, l'état des ressources en eau ont entraîné une remise en cause profonde des modes de répartition de l'espace entre les différentes activités productives.

Une croissance démographique et une urbanisation galopante se sont opérées au détriment des équilibres écologiques avec la pression accrue exercée par les populations sur des ressources naturelles déjà fragilisées pour satisfaire leurs besoins fondamentaux.

L'appauvrissement et la dégradation des sols, la diminution des ressources halieutiques dans les cours d'eau, la raréfaction du bois ont pour conséquence la paupérisation progressive des populations rurales et périurbaines. Au niveau de la campagne, l'exode rural prive l'agriculture des bras valides, en l'absence de modernisation conséquente dans le secteur. (YAGOUBI et Mr TEMAR, SD)

2.7.2. Conséquences socio-économiques

Compte tenu de l'état de dégradation de ses vastes territoires et la forte pression anthropozoïque qui s'exerce sur ces écosystèmes, la reconstitution du couvert végétal ne peut plus être assurée dans la plus part des cas par les mécanismes naturels de régénération.

On risque d'assister dans les prochaines années à une aggravation de la crise du pastoralisme. Probablement, avant d'avoir atteint ce stade, les populations n'auront d'autre choix que d'abandonner leurs terres et se déplacer vers de nouvelles terres ou vers les grandes villes, cela amplifiera inévitablement l'exode rural.

Les terres abandonnées seront alors probablement reprises par l'élevage pastoral mais, en raison de la dégradation du sol et du surpâturage, le processus d'épuisement se répétera un peu plus tard jusqu'à devenir irréversible. La désertification a des conséquences également sur les infrastructures socio-économiques qui ont, dans bien des cas, servi de pièges à sable, car il

n'a pas été tenu compte du système global d'actions éoliennes (**YAGOUBI et Mr TEMAR, SD**).

Pour leurs besoins de survie et de convenance sociale (mariages, funérailles, etc.), les paysans n'hésitent pas à vendre leurs productions avant la récolte et même leurs lopins de terre, se privant ainsi définitivement de leur principale source de revenu. Cette situation risque de devenir à terme très déplorable, étant donné que les villes ou les pays voisins n'offrent plus l'accueil souhaité par les nouveaux migrants. Une codification appropriée de la propriété foncière et sa jouissance paraissent d'une nécessité impérieuse.

A decorative horizontal scroll with a black outline and small circular flourishes at the top and bottom corners. The text "CHAPITRE III" is centered within the scroll.

CHAPITRE III

Chapitre III : Désertification et Télédétection

3.1. Télédétection

3.1.1. Introduction :

Un nombre d'organismes et de chercheurs ont mené différentes études sur l'environnement aride et semi-arides. La télédétection est l'une des techniques les plus répandues dans leurs recherches pour l'analyse du changement et la classification d'occupation du sol (*g et al., 1986*). La télédétection se définit comme « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contacts matériels avec ceux-ci » (**FERDINAND, 1996**). L'image satellite est une image numérique, c'est-à-dire un assemblage de pixels, ou surfaces élémentaires, référencés en ligne et colonnes formant un maillage régulier de la surface totale balayée par le capteur. Chaque pixel contient une somme d'informations codées par les valeurs des comptes radiométriques et les coordonnées en pixels.

3.1.2. Principes fondamentaux de La Télédétection :

a- Origine : Le terme de "Télédétection" (*Remote sensing* en anglais) a été utilisé pour la première fois, en 1955, par **Mme EVELYN PRUITT** du bureau de la recherche navale des Etats-Unis, pour regrouper la photographie aérienne, l'obtention d'images par satellite, ainsi que d'autres formes de collecte de données à distance. Habituellement elle est définie comme la science, la technologie ou l'art d'obtenir à distance des informations sur des objets ou des phénomènes (**Encyclopédie Microsoft ENCARTA, 2001**).

La technique de la télédétection peut remonter au XIX^{ème} siècle. L'invention de la photographie en 1839 par un inventeur français, **DAGUERRE (1787-1851)** a donné naissance à la photogrammétrie.

En 1858, un auteur français, **FELIX TOURNACHON** (sous le pseudonyme de Félix Nadar) (1820-1910), a pris la première photographie à partir d'un ballon et a déposé un brevet pour le nouveau système de la photographie aérostatique donnant un aperçu de la topographie, de l'hydrographie et des données cadastrales vues du ciel (**CHEN et GAO, 2002**). Le succès du vol des frères Wright en 1903 a donné le coup d'envoi à l'application de la photographie aéroportée.

En 1957, le lancement réussi des satellites en ex-Union Soviétique puis aux Etats-Unis en 1958, avec en particulier, le satellite Landsat de la NASA (Etats-Unis) en 1972, a ouvert une nouvelle ère d'utilisation paisible et d'application civile des techniques de télédétection. Depuis lors, divers capteurs optiques, des radars mais également une variété de plates-formes, telles que le ballon, l'avion et le satellite ont été développés pour différentes applications. La télédétection a été ensuite largement appliquée dans de nombreux domaines : cartographie géographique et géologique,

inventaire des ressources naturelles, suivi de l'environnement, étude sur l'utilisation des sols, estimation de la productivité agricole, prévisions météorologiques, études sur l'atmosphère et l'océan, détection militaire, etc.

b- Principe : Le principe de la télédétection, tel qu'il est présenté dans sa définition ci-dessus, repose sur l'acquisition de signaux de radiation ou de réflexion de l'objet, par exemple, l'utilisation des sols, par un capteur à distance installé sur différentes plates-formes (telles que l'avion, le satellite) en utilisant les bandes visibles, infrarouge et micro-onde (**ENCYCLOPÉDIE MICROSOFT ENCARTA STANDARD, 2001**). La perception et l'enregistrement du rayonnement naturel ou de la réflexion de l'énergie solaire des objets est appelée *télédétection passive*. La trace multibande visible et infrarouge de l'information de surface du sol en est un exemple. En revanche, lorsqu'il s'agit d'illuminer des objets précis puis de récolter l'information à partir de la réflexion de l'énergie émise par la plate-forme elle-même, le procédé s'appelle *télédétection active*. Le radar en est un exemple.

3.1.3. Intérêt des images satellitaires dans l'étude du milieu naturel et le suivi des changements

La télédétection est basée sur des systèmes de capteurs optiques qui mesurent la quantité d'énergie solaire réfléchi par des types d'occupation du sol tel que des surfaces agricoles, des forêts, des marais ou autres. La quantité de cette énergie réfléchi se traduit par des variations de longueur d'onde qui résultent des propriétés physiques et chimiques des matériaux constituant la surface (**DUBOIS et al. 1997**). Dans le spectre couvert par l'ensemble des canaux d'un système de capteur, ces variations peuvent former des signatures typiques qui, lorsqu'elles sont identifiées, peuvent être utilisées pour délimiter et cartographier des zones aux caractéristiques de réflectivité similaire (**FERDINAND, 1996**). De larges types de couvertures peuvent parfois être cartographiés de façon satisfaisante à une échelle locale avec une seule date d'acquisition d'image, mais la similarité des propriétés du spectre de réflectance limite l'identification et la cartographie d'une plus grande gamme de classes d'occupation du sol telles que pour les communautés végétales naturelles. De plus, la confusion spectrale entre des types d'occupation du sol varie au cours des années : des classes qui apparaissent très similaires en été, peuvent devenir séparables à des stades antérieurs ou ultérieurs du cycle phénologique (**BENSAID. et al. 2003**).

On peut ainsi s'attendre à ce que les approches multi-temporelles fournissent les moyens d'obtenir des résultats de classification plus détaillés, particulièrement pour des variables environnementales telles que celles caractérisant les zones humides. Il faut reconnaître que l'utilisation d'une imagerie multi-temporelle peut impliquer des contraintes en termes d'exigences de procédés additionnels. L'augmentation de la résolution des satellites de seconde génération des méthodes de positionnement géométriques avancées afin de pouvoir exploiter complètement les

détails spatiaux disponibles. Les approches multi-temporelles demandent également de s'affranchir des effets radiométriques avant d'entreprendre finalement les analyses de données (**BARDINET, 1994**).

L'approche multi-spectrale est également de plus en plus utilisée avec l'arrivée de ces capteurs de dernière génération. Elle se présente le plus souvent sous la forme d'indices multi-spectraux qui combinent, par le calcul, plusieurs données issues de différentes plages de longueurs d'onde définissant les canaux du satellite utilisé. Ces indices sont souvent nommés « indices de végétation » car les premiers, et plus nombreux, ont été élaborés afin de percevoir les changements de réflectance du couvert végétal causés par un déficit ou un surplus hydrique ou encore une maladie (**LILLESAND et al., 2000**). D'autres, les « indices de différence d'eau », permettent de mettre en évidence les zones d'eau libre ou d'évaluer le contenu en eau de la végétation. L'ensemble de ces indices offre des outils faciles à calculer, et applicables de manière instantanée à annuelle, et selon une large gamme d'échelles spatiales. Ces indices sont pour la plupart influencés à différents degrés par l'angle d'illumination et l'angle de vue. Ils subissent également les effets des changements de la couleur du sol ainsi que des conditions atmosphériques (**GIRARD et GIRARD, 1999**).

La télédétection satellitaire est montrée comme un outil supplémentaire facilitant les campagnes de terrain (**GIRARD et GIRARD, 1999**). Cependant, les méthodes basées sur ces campagnes souffrent de ne pas pouvoir être reproduites régulièrement, et de ne pas être applicables sur de grandes surfaces à long terme, car elles demandent des moyens financiers, humains et temporels lourds. Or, la télédétection peut apporter aujourd'hui, grâce à l'augmentation des possibilités d'acquisition des images, ces modes multitemporel et multispectral qui, associés à la capacité de couvrir de grandes surfaces, constituent une importante source de données numériques, archivables facilement. La combinaison de ces deux types de suivis doit permettre d'apporter une réponse à la demande d'outils reproductibles et fiables pour la conservation et la protection des zones humides. La télédétection offre ainsi une vision synoptique aux méthodes de l'écologie.

La détection de changement est le processus qui consiste à identifier des différences dans l'état d'un objet ou d'un phénomène en l'observant à différentes dates (**HADDOUCHE, 2002**). C'est donc une procédure essentielle pour le suivi de l'environnement.

Les types de changements qui pourraient être intéressants vont des phénomènes à court terme, tels que la couverture neigeuse ou les inondations, jusqu'aux phénomènes à long terme, tels que le développement de la frange urbaine ou la désertification. Dans le meilleur des cas, les procédures de détection de changement ne devraient intégrer que des données acquises par un même capteur (ou un capteur similaire) et être enregistrées en utilisant la même résolution spatiale, le même angle de vue, les mêmes bandes spectrales et le même horaire. Des dates anniversaires sont souvent employées pour minimiser l'influence de l'angle solaire et de la différence saisonnière

(LILLESAND *et al.*, 2000). L'augmentation de la résolution et des capacités des nouveaux capteurs permet aujourd'hui d'aborder la biodiversité et la conservation des habitats selon des aspects de plus en plus diversifiés. La télédétection¹ offre la possibilité de considérer les espèces ou les communautés d'espèces végétales et apporte une information sur la diversité de celles-ci par la prise en compte de paramètres environnementaux comme la production primaire liée à la richesse spécifique, la distribution spatiale, ou encore la structure et la topographie (BENSAID. *et al.* 2003). La télédétection est ainsi un bon outil pour l'obtention de données reflétant les interactions entre l'homme et son environnement pour comprendre la relation entre l'occupation du sol et l'utilisation du milieu.

3.2. Télédétection passive et active

Il existe deux types principaux de systèmes de télédétection:

3.2.1. La détection passive

Mesurent le rayonnement émis par le système Terre tout d'abord dans le domaine du visible et de l'infrarouge, puis, la technologie évoluant, dans le domaine des micro-ondes.

L'énergie du Soleil (Source d'énergie ou de rayonnement pratique pour la télédétection), est soit réfléchi (La portion visible) ou absorbé et retransmis (infrarouge thermique) par la cible. Les dispositifs de télédétection qui mesurent l'énergie disponible naturellement sont des capteurs passifs. Le capteur passif peut seulement percevoir l'énergie réfléchi lorsque le Soleil illumine la Terre (Fig. 15). Il n'y a donc pas d'énergie solaire réfléchi le soir, tandis que l'énergie dégagée naturellement (L'infrarouge thermique) peut être perçue le jour ou la nuit. Un capteur actif produit sa propre énergie pour illuminer la cible: il dégage un rayonnement électromagnétique qui est dirigé vers la cible. Le rayonnement réfléchi par la cible est alors perçu et mesuré par le capteur (Alexander, 2005 ; Köhl *et al.*, 2006).

3.2.2. La détection active

Émettent leurs propres sources de rayonnement — essentiellement dans le domaine des micro-ondes et des lidars (télédétection par laser) — et mesurent le rayonnement renvoyé par la cible à analyser.

Le capteur actif a l'avantage de pouvoir prendre des mesures à n'importe quel moment de la journée ou de la saison. Les capteurs actifs utilisent les longueurs d'onde qui ne sont pas produites en quantité suffisante par le Soleil telles que, les hyperfréquences ou pour mieux contrôler la façon dont une cible est illuminée (Fig. 15). Par contre, les capteurs actifs doivent produire une énorme quantité d'énergie pour bien illuminer une cible. Le laser fluoromètre et le radar à synthèse d'ouverture (RSO) sont des exemples de capteurs actifs (Köhl *et al.*, 2006).

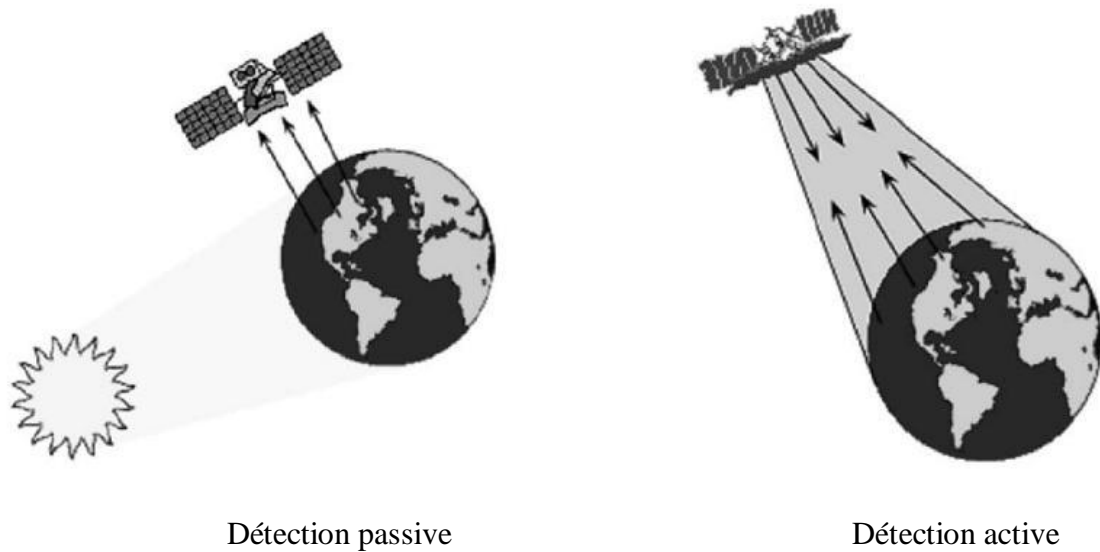


Figure 15. Détection passive et active (Köhl *et al.*, 2006).

3.3. Application de la Télédétection à l'étude de la désertification

De nombreux travaux traitant le problème de la désertification, de l'évolution de la végétation, de l'ensablement des espaces steppiques ainsi que de la sécheresse dans les zones arides et semi-arides ont été publiés ces dernières années. Nous citerons le travail de **MARIUS C., (1995)** qui traite le problème évolutif du phénomène d'ensablement et ses impacts négatifs sur les mangroves du Sénégal. L'étude scientifique sur la sécheresse et l'aridité et leur impact sur la désertification (**ROGNON P., 1996**). De même, le travail de recherche sur le développement de l'agriculture dans les régions semi-arides marocaines. Dans les régions arides et semi-arides algériennes, nous citerons les travaux réalisés par **CALLOT Y. *et al.* (1996)**. Ces dernières années ont introduit une nouvelle approche basée sur le principe de la morphologie mathématique. **COUREL M. F., *et al.* (1988)** ont travaillé sur la contribution de la télédétection à l'étude de la désertification en Afrique de l'ouest.

Nous citons également les travaux de (**POUGET et al. 1989 ; BARDINET C. 1994 ; BENSAID A. 1997 ; BELGHITH A. 2003 ; WU W. 2003 ; BENSAID A. 2006**) qui traitaient le problème de dégradation des terres dans les pays de l'Afrique du Nord. Ces auteurs ont utilisé des images civiles et militaires de très haute résolution spatiale afin de comprendre la dynamique de l'ensablement ainsi que des mesures sur la progression des édifices dunaires sur une période de quarante ans.

Il est à signaler que les travaux cités ci-dessus ont utilisé les données de télédétection pour la caractérisation du phénomène de désertification. Grâce à ces études l'outil de télédétection s'est révélé incontournable dans ce genre de recherche et d'investigation. Pour le suivi d'une manière

judicieuse de la dynamique de l'écosystème steppique, il est recommandé d'utiliser des nouvelles approches et des outils performants en occurrence la télédétection, les SIRS et les ressources informationnelles. L'identification des unités constituant le paysage, en fonction de la résolution et de la fréquence temporelle des observations spatiales. Les capteurs à haute résolution spatiale (type LANDSAT, SPOT) permettent de caractériser la composition de l'occupation du sol. Mais la surveillance ne peut être envisagée en temps réel, en raison de la répétitivité peu élevée de ces satellites.

3.4. Satellites Algériens

3.4.1. Alsat-2A

Le 12 juillet 2010, le satellite algérien d'observation de la Terre **Alsat-2A** a été lancé avec succès depuis le site de Sriharikota à Chennai (Sud -Est de l'Inde), à 04 h 53' heure algérienne. Pour rappel Alsat-2A en orbite depuis 07 ans, a été lancé avec le lanceur PSLV C-15 depuis le site de Sriharikota à Chennai (Sud -Est de l'Inde). Depuis, Alsat-2A a fourni plus de 40.000 produits jusqu'à la fin de l'année 2016, dont les détails sont présentés dans le tableau 10 ci-après.

Tableau 10: Les produits fournis par **Alsat-2A** jusqu'à la fin 2016

Zone géographique	Total 2016	Total 2010 - 2016
ALGERIE	4311	26 314
AFRIQUE (hors Alg;)	714	9360
EUROPE	161	819
ASIE + Australie+ Antarctique	449	1867
AMERIQUES	473	1932
TOTAL GENERAL	6108	40 292

Source: ASAL site web

Alsat-2A est le deuxième satellite d'observation de la terre du programme spatial national (PSN) mis en orbite après Alsat-1 le 28 novembre 2002. C'est un satellite d'observation de la terre à haute résolution, avec une résolution spatiale de 2.5 m en mode panchromatique, et de 10 m en mode multispectral couvert par les 04 bandes spectrales suivantes : le bleu, le vert, le rouge et le proche infrarouge.



Figure 16: Couverture du territoire national par Alsat-2A à la fin de 2016 (ASAL)

Alsat-2A acquiert des images à haute résolution avec une répétitivité de 03 jours et un champ d'observation de 17,5 Km. Il est venu après Alsat-1, conforter la présence de l'Algérie dans l'espace dans le cadre d'une utilisation pacifique et ce, au titre des systèmes spatiaux nationaux prévus dans le Programme Spatial National (PSN) horizon 2020.

L'exploitation des données images issues des deux satellites Alsat-2A et Alsat-2B permet le renforcement de capacité de prise de vue, répond aux besoins et aux préoccupations des différents secteurs utilisateurs, notamment la révision cartographique, le cadastre, l'environnement et l'aménagement du territoire, les ressources naturelles, l'urbanisme et les infrastructures de base, les risques majeurs, dans le cadre de projets d'applications spatiales inscrits au titre du PSN.

Les opérations en autonomie des deux satellites Alsat-2A et Alsat-2B sont assurées par des équipes algériennes qualifiées, permettant ainsi la prise de vues des images.

Depuis plus de sept (07) années de vie en orbite d'Alsat-2A et près d'une année de vie d'Alsat-2B, ces équipes veillent à la qualité des images reçues, au suivi, au contrôle et à la surveillance du satellite.

Ainsi, l'ASAL poursuit le renforcement de son expérience en matière de gestion des objets spatiaux, en procédant à plusieurs manœuvres d'évitement de ses satellites des objets spatiaux.

La résolution spatiale des images des deux satellites (Alsat-2A et Alsat-2B), avec 2,5 mètres en mode panchromatique et 10 mètres en mode multispectral et leur qualité radiométrique, ouvre un large spectre d'applications spatiales. A cet effet, l'ASAL vise à diversifier et surtout à généraliser l'utilisation de cet outil au service des différents secteurs utilisateurs nationaux au profit du développement national.

Dans ce contexte, plusieurs actions ont été engagées à ce jour afin d'appréhender au mieux les besoins nationaux, à savoir:

L'organisation de deux ateliers nationaux « Alsat-2A Utilisateurs », les 25 et 26 avril 2011 à Alger, et Alsat-Utilisateurs nationaux les 05 et 06 avril 2017 à Oran, a permis d'exposer l'éventail des applications au bénéfice des secteurs nationaux dans le cadre de leurs programmes respectifs de développement.

Le lancement de projets nationaux en partenariat avec les secteurs concernés.

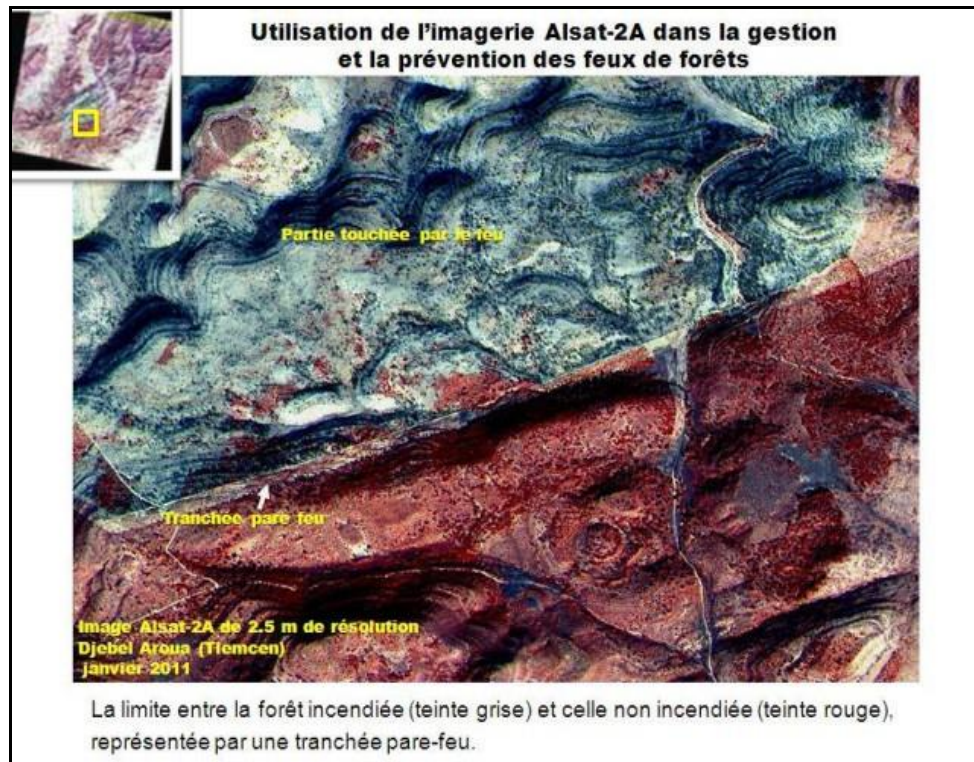


Figure 17: Utilisation de l'imagerie Alsat-2A dans la gestion et la prevention des feux de forêts

– La lutte anti-acridienne en relation avec l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV)



Figure 18: Analyse des conditions écologiques du croquet pèlerin au sud de l'Algérie (asal)

– La lutte contre la désertification (mise en défens, fixation des dunes...)

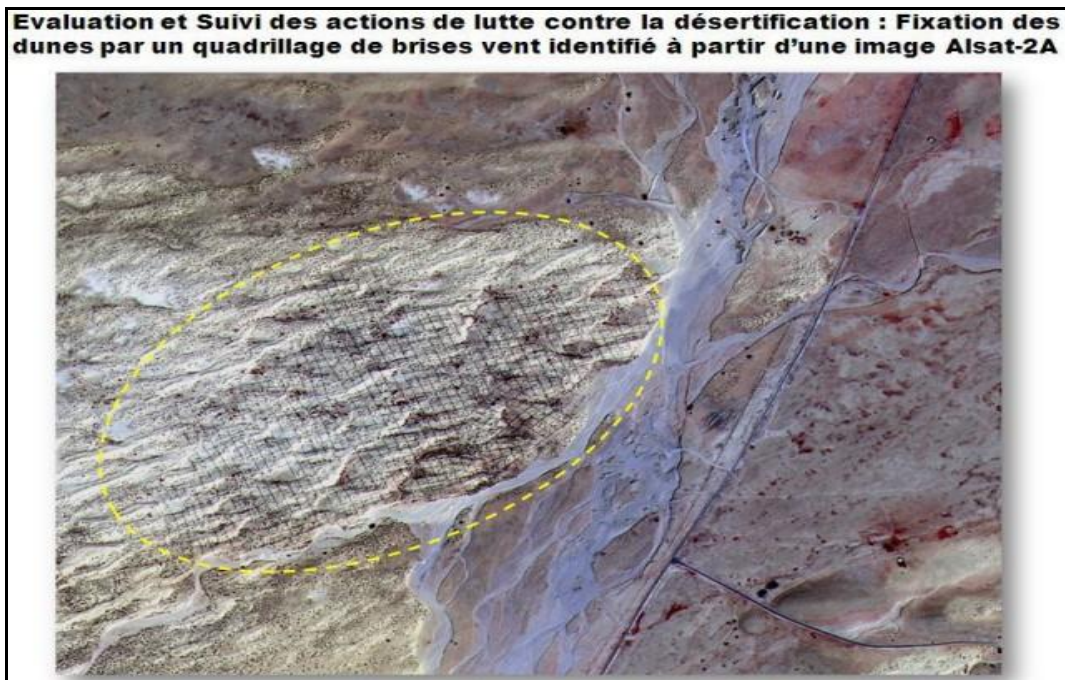


Figure 19: Evaluation et suivi des actions de lutte contre la désertification(Asal)

– La pollution marine



Figure 20: Contribution de l'imagerie Alsat-2A dans l'étude de la pollution marine(Asal)

➤ L'exposition, en 2012, des produits Alsat-2A aux manifestations suivantes:

- Inauguration du Centre du Développement de Satellites (CDS) le 23 février 2012;
- Exposition organisée par l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB) du 22 au 26 avril 2012, à l'occasion de la célébration du 38ème anniversaire de la création de l'université;
- Exposition du 04 et le 05 Juin 2012 à Oran, à l'occasion de la 16ème session du Conseil des Ministres Arabes chargés des technologies de l'Information et de la Communication;
- Exposition du 26 juin 2012, à l'occasion de la 5ème session du conseil d'administration du Centre Régionale Africain des sciences et technologie de l'Espace en Langue Française (CRASTE LF).

Outre ces activités d'applications spatiales liées au développement du pays, l'ASAL intensifie ses actions de sensibilisation de l'utilisation de l'outil spatial, notamment des produits Alsat-2A, auprès de la communauté lycéenne et estudiantine (Educspace). (ASAL)

3.4.2. Alsat-2B

- Le satellite Alsat-2B, troisième satellite d'observation de la terre

Alsat-2B a été mis en orbite avec le lanceur PSLV C-35 le 26 septembre 2016, et a rejoint à l'issue de manœuvres orbitales en décembre 2016, son orbite opérationnelle à une altitude de 670 Km avec un déphasage de 186° par rapport à son jumeau Alsat-2A, en orbite depuis le 12 juillet 2010 (figure 21).

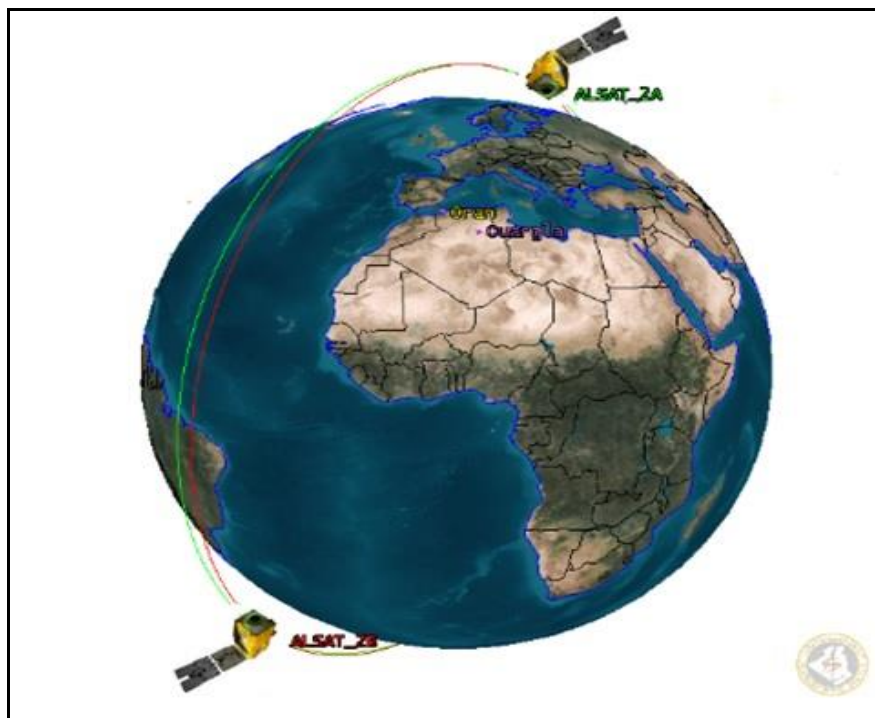


Figure 21: Phasage des orbites Alsat-2 à 186°

Alsat-2B dispose d'une charge utile composée d'un instrument optique (caméra) en carbure de silicium (SIC) d'une résolution de 2, 5 m et ses performances depuis la fin de la phase des tests en orbite (IOT), sont nominales.

Depuis la fin de la phase de transfert d'orbite, ALSAT-2B a subi une série d'essais en orbite visant à garantir le bon fonctionnement de tous les sous-systèmes et à calibrer ses images afin de répondre aux exigences des différents utilisateurs. Toutes les opérations ont été effectuées par équipes les du CDS/ASAL depuis le centre de contrôle situé au centre de développement des satellites (CDS / Oran). (ASAL).

Enfin, ALSAT-2A et ALSAT-2B forme une mini-constellation offrant des images à haute résolution, avec une plus grande réactivité dans la programmation et un volume beaucoup plus élevé d'images prises quotidiennement (en mode monoscopique et stéréoscopique). Les images recueillies servent, entre autres, dans les domaines de la planification et l'aménagement urbains et agricoles des territoires et du littoral, la cartographie et le suivi des infrastructures et des ouvrages d'art, l'établissement et la mise à jour du cadastre steppique et saharien et la prévention et la gestion des risques naturels (inondations, feux des forêts,...). (ASAL)

3.4.3. Alsat-1

Le lancement a eu lieu le 28 novembre 2002 par un lanceur Cosmos-3M à partir de la base de lancement Russe de Plesetsk. Les autres charges utiles du lanceur étaient: Mozhayets (satellite de navigation et scientifique Russe) et Rubin-3-SI (OHB Bremen, satellite Allemand).

Le satellite Algérien ALSAT-1 est le premier d'une série de 05 microsattellites lancés dans le cadre de la DMC (Disaster Monitoring Constellation) pour la période de temps de 2002-2005. L'objectif de la mission est de fournir des images multispectrales de résolution moyenne pour la surveillance des catastrophes naturelles ainsi que pour d'autres applications thématiques de la télédétection.

Le satellite Alsat-1 fait partie d'une nouvelle génération de satellites avec grandes capacités de commande d'attitude et d'orbite et un downlink à haut débit. La structure de ce satellite utilise les modules standards de SSTL de tailles différentes (aluminiums usinés) pour loger l'électronique et les sous-systèmes.

a- Format des données d'Alsat-1

Champ d'application:

- Gestion et inventaire des ressources naturelles.

- Cartographie de l'occupation du sol.
- Foresterie.
- Statistiques agricoles.
- Désertification.
- Localisation d'infrastructures (aéroport, urbain...)
- Suivi des phénomènes évolutif...

➤ **Niveau de prétraitement et format:**

La station de réception située au Centre National des Techniques Spatiales d'Arzew télécharge les données Alsat1 dans le format BIL (band Interleaved by line).

L'entête du fichier image contient:

- Les paramètres de prise de vue
- Les informations relatives à la télémétrie et à l'orbitographie.

3.4.4. Alsat-1B

➤ **ALSAT-1B**, le quatrième satellite d'observation de la terre

Le satellite d'observation de la Terre « Alsat-1B » assure la continuité de la couverture nationale antérieurement assurée par le satellite Alsat-1 ayant fournit depuis 2002 des images à moyenne résolution.

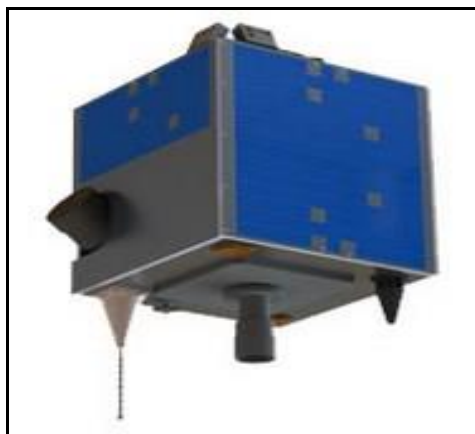


Figure 22: Vue d'ensemble du satellite Alsat-1B (ASAL).

Les objectifs principaux du programme Alsat-1B comportent la réponse aux besoins nationaux en termes d'applications spatiales et de la gestion des catastrophes naturelles.

Pendant la phase de recette en vol, les opérations de tests relatives aux activités de validation des performances sont menées. Cette phase dure deux mois environ et est suivie d'une phase de

calibration de la charge utile de trois mois. La phase d'exploitation opérationnelle du satellite est prévue pendant une durée de 5 ans.

➤ Description de la mission Alsat-1B

Le système Alsat-1B se compose d'un segment spatial et d'un segment sol. Le segment spatial est basé sur la plateforme SSTL-100 avec une nouvelle charge utile d'une résolution de 24m en bandes multi-spectrales (MS – mode couleur) et 12m dans la bande panchromatique (PAN – mode noir et blanc).

Le segment sol est localisé au Centre de Développement des Satellites à Oran avec une chaîne primaire et une chaîne redondante composés de:

1. GCS: Ground Control Segment (SOC),
2. GIS: Ground Imaging Segment (MOC),
3. GS: Ground Station.

➤ Description du satellite ALSAT-1B

Le satellite Alsat-1B, de 110 kg de masse dont 18.5 kg pour la charge utile, est dérivé de la ligne de produit SSTL-100 développé par « Surrey Satellite Technology Ltd » (SSTL – UK). Il se base sur le retour d'expérience en vol des huit satellites de la même filière, permettant ainsi de confirmer et de renforcer le taux de confiance qui lui est accordé pour remplir sa mission (figure 24).

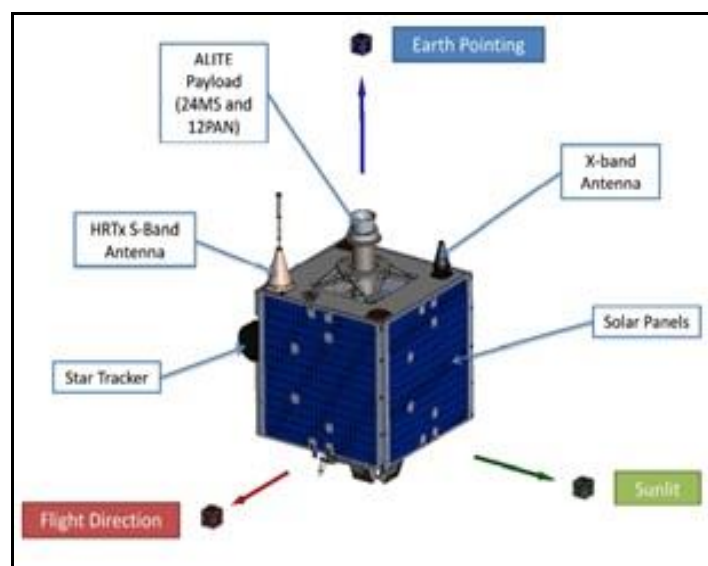


Figure 23: Axes principaux et équipements de la mission du satellite Alsat-1B (ASAL).

La mission Alsat-1B a été conçue pour fournir une flexibilité notable quant à la prise d'images sur le territoire algérien et sur n'importe quel point du globe. C'est ainsi que la mission

offre la possibilité de prise d'images sur l'Algérie en pointage Nadir et en roulis par le satellite Alsat-1B, augmentant ainsi le temps de revisite à moins de 7 jours de n'importe quel point du territoire national.

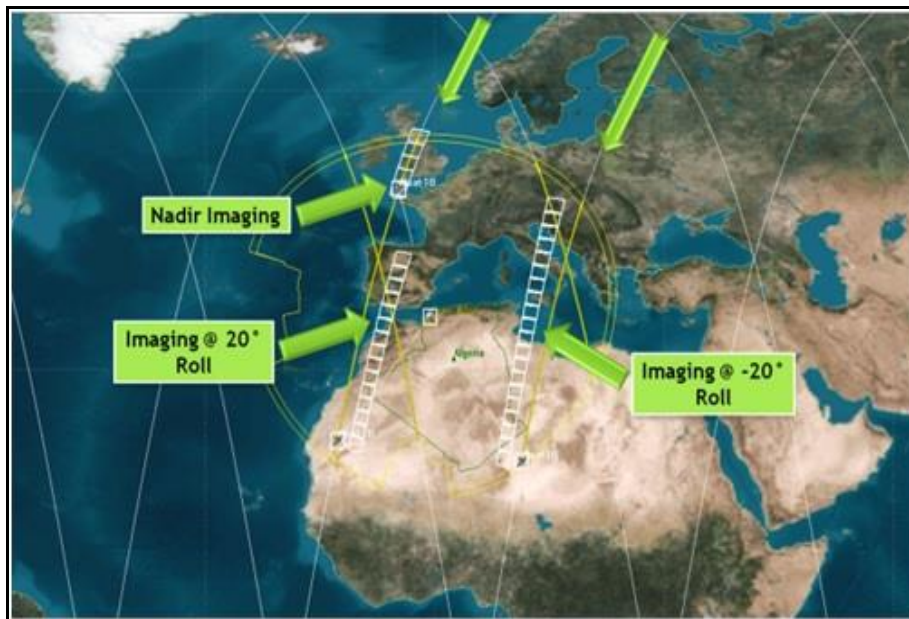


Figure 24: Deux scénarios « typiques » de la mission Alsat-1B (ASAL).

La mission Alsat-1B offre par conséquent la capacité de prise d'images sur toute la surface du territoire national en 29 jours calendaires.



Figure 25: Optimisation du temps de revisite de la mission Alsat-1B, avec une couverture totale du territoire national en 29 jours.

3.4.5. ALCOMSAT 1

L'Algérie fête le 10 décembre 2021, le quatrième anniversaire du lancement dans l'espace du premier satellite Algérien de télécommunication Alcomsat-1. Mis en orbite géostationnaire à 36 000 Km d'altitude, à la position orbitale 24.8 Ouest en 2017. Il est caractérisé par un poids total

de 5225 Kg (poids total au lancement) et d'une durée de vie estimée à 15 années. Il fournit des services de diffusion des programmes TV, Internet et services VSAT.



Figure 26: Vue d'ensemble du satellite Alcomsat-1

Deux stations de contrôle GCS (Ground Control Segment) et d'exploitation GAS (Ground Application System), sises Bouchaoui – Alger et la station de Boughezoul – Médéa, sont mises à disposition pour assurer le contrôle et l'accès au satellite, la maintenance des équipements au sol et l'exploitation des services spatiaux.

1. Contrôle en orbite du satellite Alcomsat-1

Depuis le lancement du satellite et la finalisation de la phase des tests en orbite et de la vérification des fonctionnalités du système, les équipes d'ingénieurs chargés du contrôle du satellite (équipe SCC) à Bouchaoui et à Boughezoul, ont pris en charge les opérations de maintien en orbite du satellite et ce, en exécutant les activités suivantes:

- Suivi en régime continu de l'état de santé du satellite ;
- Calculs d'orbite pour la détermination des commandes et consignes montantes nécessaires pour la correction orbitale du satellite ;
- Emission vers le satellite des commandes et consignes de corrections d'orbite;
- Elaboration de mécanismes et de plans pour le suivi de l'état de santé et l'orbite du satellite, en régime continu (7j/7j et 24h/24h), ce qui nécessite des mesures organisationnelles autour d'un système de permanence 7J/H24.

2. Contrôle d'accès de la charge utile du satellite

Plusieurs types d'activités sont effectués quotidiennement par l'équipe de contrôle :

- Superviser l'activité des transpondeurs en bandes Ku et Ka;
- Calibration quotidienne des systèmes de surveillance du trafic;
- Support technique aux client (ATS et TDA) : tests d'accès au satellite, bilans de liaison, tests d'homologation des antennes prévues pour acquisitions...;
- Plusieurs réseaux ont été basculés vers ALCOMSAT-1 durant l'année 2020, comme :
 - Réseau du CHU BLIDA qui a été installé dans le contexte de la pandémie du COVID-19;
 - Réseau de l'ENAGEO pour assurer une interconnexion des différentes filiales de cet établissement;
 - Intégration des différents liens Mobilis entre les BTS et BSC dans plusieurs zones;
 - Intégration d'un réseau important de l'opérateur mobile Djezzy qui occupe une importante bande passante.

3. Exploitation du service de télé et radiodiffusion (MMBS)

- Lancement sur Alcomsat-1 du bouquet TV national public en qualité HD (Programme National, Canal Algérie, A3, TV4, TV5);
- Lancement sur Alcomsat-1 du bouquet TV national public en qualité SD (Programme National, Canal Algérie, A3, TV4, TV5);
- Diffusion de 57 programmes Radio (48 chaînes de proximité, 1 radio internationale, 3 chaînes nationales (I, II, III), Jil FM et 2 chaînes thématiques (radio Coran, Culture), radio Sahel et radio UFC);
- Rajout de la chaine TV6 Généraliste en qualité HD et SD;
- Rajout de la chaine TV7 EL Maarifa en qualité HD (chaîne éducative);
- Rajout de la chaine TV8 EDHAKIRA en qualité HD;
- Lancement du bouquet TV des chaînes nationales privées en qualité HD et SD.



CHAPITRE VI

Chapitre VI : Stratégie de la lutte contre la désertification en Algérie

4.1. La convention des nations unies pour la lutte contre la Désertification

4.1.1. Le contexte de la Convention:

Le problème de la lutte contre la désertification était, à la demande des pays affectés, un des principaux points à l'ordre du jour de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio en 1992. Celle-ci a demandé à l'Assemblée Générale des Nations Unies de mettre en place un Comité Intergouvernemental de négociation chargé d'élaborer une Convention sur la lutte contre la désertification. Conformément au calendrier fixé, le Comité a mené les négociations à leur terme en cinq sessions, et la Convention a été adoptée à Paris le 17 juin 1994. Plus de 100 pays l'ont signée en 1995 et elle est rentrée en vigueur en décembre 1996, après avoir été ratifiée par plus de 50 pays. Aujourd'hui plus de 100 pays l'ont ratifiée.

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification vise à garantir un engagement à long terme des Parties par un document juridiquement contraignant. Elle a pour objectif de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés, en particulier en Afrique, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, appuyées par des arrangements internationaux de coopération et de partenariat, dans le cadre d'une approche intégrée compatible avec le programme Action 21, en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées.

De la Convention découle un certain nombre de principes directeurs qui doivent soutenir les stratégies d'application mises en oeuvre:

- La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit dans une approche plus globale des problèmes d'environnement et de développement.

Le FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial) (1995) souligne que la reconnaissance progressive de l'importance de la dégradation des terres en zones sèches sur l'environnement global, montre la communauté d'intérêt entre les projets de développement, la lutte contre la désertification et les initiatives concernant l'environnement.

Une stratégie efficace visant à réduire ou à stopper la dégradation des terres devra prendre en compte les critères du développement durable: intégrité environnementale, efficacité économique et équité sociale.

- L'importance de l'approche participative dans la définition des stratégies, des plans d'action et des projets de lutte.

La participation des communautés concernées semble une condition préalable à la réussite de toute action de prévention ou de lutte. Les approches participatives ont de plus grandes chances

de réussir durablement, que ce soit dans l'élaboration de projets, et de la planification au niveau local, ou dans la conception de la politique au niveau national.

Les programmes de Gestion Participative des ressources constituent des modèles convenables pour la mise en oeuvre de la CLD.

- En mettant l'accent sur la participation des acteurs locaux du développement, et la décentralisation des prises de décision, la CLD prône un nouveau rôle pour l'Etat

Les nouvelles perspectives mises en place par la Convention conduisent à une évolution du rôle de l'Etat. Celui-ci se situe notamment dans la coordination des initiatives internationales et la mise en place de cadres législatifs et réglementaires adéquats, permettant le développement de mécanismes nationaux de concertation et le renforcement de la capacité des communautés locales à maîtriser la gestion de leurs ressources naturelles dans le cadre d'un développement plus durable.

- La science et la technologie constituent des outils essentiels dans la lutte contre la désertification.

Les causes et les effets de la désertification sont en effet loin d'être élucidés et il convient de renforcer la coopération internationale en matière de recherche et d'observation scientifique. La science et la technologie doivent pouvoir être mobilisées si l'on souhaite répondre aux besoins réels des populations. La Convention encourage les chercheurs du monde entier à unir leurs compétences à cette fin et institue à cet effet un Comité de la Science et de la Technologie.

- Une stratégie de prévention et de lutte contre la désertification doit reposer sur la mise en place de projets concrets, susceptibles d'apporter des solutions adaptées aux problèmes majeurs rencontrés localement.

- La fonction de suivi et d'évaluation est un élément indissociable de tout processus de planification.

- La mise en oeuvre de la Convention repose fondamentalement sur les Programmes d'Action Nationaux (PAN). Ils doivent être élaborés et mis en oeuvre sous la responsabilité des Pays.

4.1.2. Les avancées et les difficultés:

Les principaux organes mis en place par la Convention sont:

- Le Secrétariat permanent avec à sa tête un secrétaire exécutif.
- La Conférence des Parties (COP) qui durant les 5 premières années se réunit tous les ans pour traiter de l'ensemble des aspects de la Convention.
- Le Comité de la Science et de la Technologie (CST) qui se réunit en même temps que la COP et qui traite des aspects scientifiques, de coopération et de transfert des technologies.
- Le Mécanisme Global qui est un mécanisme facilitateur destiné à favoriser l'apport de fonds aux projets de lutte.

Les difficultés rencontrées concernent d'une part les aspects budgétaires. La convention de lutte contre la désertification ne dispose pas de fonds spécialement dédiés.

Les actions de lutte peuvent être financées au travers du FEM ou du FFEM, mais en relation avec les actions concernant les autres conventions: Biodiversité, changements climatiques... Le Mécanisme Global qui doit jouer un rôle de facilitateur pour le financement des projets a beaucoup de difficultés à trouver sa place entre financements bilatéraux et multilatéraux.

Le budget de fonctionnement du Secrétariat et des organes de la Convention constitue également une pomme de discorde entre pays du Nord et pays du Sud. Dépourvue d'enjeux économiques majeurs traitant de sujets d'environnement intéressant d'abord les pays pauvres de la planète, la Convention mobilise peu la communauté internationale.

Par ailleurs, la Convention a été peu efficace pour mettre en place des outils spécifiques. Le CST de la Convention ne fonctionne pas correctement. Le Mécanisme Global n'arrive pas à préciser ses champs d'actions.

Des avancées certaines:

La Convention sur la désertification est sans doute l'accord environnemental qui associe le plus étroitement l'environnement et le développement. Elle pose en termes clairs la nécessité de synergie entre les politiques économiques, les plans de développement et les programmes nationaux de préservation de l'environnement. La CLD a su exprimer un changement d'approche, elle est fondée sur l'objectif d'inciter les gouvernements à prendre des engagements en terme de politique publique ou d'aide au développement, à définir les cadres législatifs et réglementaires permettant aux populations de s'organiser pour la gestion de leurs ressources naturelles.

La préparation des Programmes d'Action Nationaux a constitué un exercice fort de mobilisation et de sensibilisation dans les pays affectés. Même si les résultats des Programmes d'Action Nationaux restent décevants en terme de diagnostic de la situation et de définition de stratégie de lutte, leur élaboration a engendré de vrais processus participatifs qui ont amené les différentes couches de la population à prendre la parole, à exprimer ses vues et ses besoins. Ce processus est certainement une avancée indéniable vers plus de démocratie et vers la responsabilisation des acteurs.

4.2. Historique des politiques de lutte contre la désertification en Algérie

De nombreux programmes de lutte contre la désertification ont été lancés à différentes périodes au niveau des steppes algériennes

De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place les chantiers populaires de reboisement (CPR). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.

Le « Barrage vert», projet lancé en 1974, couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 mm, reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales et s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectif de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique. La désertification était perçue à l'époque comme une « avancée des déserts ». Fort coûteux, le « barrage vert » a été une erreur technique : il est difficile de faire pousser des arbres sur des sols souvent inadaptés et sans irrigation prolongée entre les isohyètes 200 et 350 mm. De plus, le choix de l'espèce, le pin d'Alep, très vulnérable à la chenille processionnaire, n'a pas été scientifiquement réfléchi. Aujourd'hui, à part certaines zones au niveau des piémonts Nord de l'Atlas Saharien où l'espèce a pu se développer correctement, il n'en reste que des traces formées par quelques pins d'Alep rabougris.

Cette période voit également le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du Code Pastoral. Le principal objectif est la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, l'arrachage et le colportage des ligneux. Des conflits d'intérêts sont apparus lors de l'application du Code Pastoral et toutes ces dispositions n'ont pu être appliquées. Aujourd'hui, bien qu'il n'ait jamais été abrogé, plus personne n'en parle et les mêmes rapports de force qu'avant son existence subsistent.

L'adoption du dossier steppe en 1983 a donné lieu à la création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), institution publique sous tutelle du Ministère de l'agriculture chargée de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'atriplex (figure 27), à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire). 3 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts, et 300 000 hectares réhabilités par la plantation pastorale (**Ziad, 2006 ; DGF, 2007 ; MADR, 2007**). Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble. C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de désertification des régions steppiques.



Figure 27 : Actions de lutte contre la désertification (1 : Steppe à alfa mise en défens : Conservation des Forêts ; 2 : Plantation pastorale à Atriplex : HCDS)

Les derniers programmes appliqués dans les zones steppiques concernent le programme national de mise en valeur des terres par la concession qui créait des exploitations agricoles sur des terres marginales steppiques après les avoir aménagées (défoncements, épierreage, mobilisation d'eau pour l'irrigation) et le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000 et qui visait le remplacement de la céréaliculture et de la jachère par des cultures à plus haute valeur ajoutée. Ces deux programmes ont permis – grâce à de généreuses subventions – d'accroître les superficies irriguées, mais n'ont pas évité de nombreuses erreurs techniques et économiques. Ainsi, on a souvent obligé les bénéficiaires des terres mises en valeur à faire de l'arboriculture fruitière (alors que la plupart – anciens nomades - n'y connaissaient rien). Par ailleurs, aucune incitation n'a été donnée pour que les agriculteurs produisent des fourrages qui auraient pu limiter la pression sur les parcours. Aussi, la plupart des bénéficiaires du PNDA ont-ils opté principalement pour le maraîchage.

Depuis une quarantaine d'années, des scientifiques se sont penchés sur les problèmes qui se posent au niveau des espaces steppiques. Certains auteurs ont travaillé sur les caractéristiques écologiques, pastorales parmi lesquels on peut citer **Djebaili, 1978 ; Nedjraoui, 1981 ; Bouzenoune, 1984 ; Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1989 ; Djellouli, 1990 ; Boughani, 1995 ; Kadi-Hanifi, 1998**, d'autres se sont penchés sur l'évolution socioéconomique des différents systèmes et on citera les plus importants : **Boukhobza, 1982 ; Khaldoun, 1995 ; Bédrani, 1996, 1997, 2001 et 2006**. Dans les années soixante-dix, l'Association Algérienne pour la recherche Démographique Économique et Social (AARDES) qui a produit une étude socioéconomique fouillée de la steppe et de la population pastorale dans les régions steppiques.

4.3. Les principes de base pour la lutte contre la désertification

D'après Nahal (2004), sur le plan technique, il est possible de lutter contre la désertification dans les zones désertifiées encore récupérables, c'est-à-dire celles qui n'ont pas perdu tout leur potentiel biologique. Ces zones désertifiées peuvent être réhabilitées et restaurées. Les techniques suivantes qui ont été éprouvées dans les différentes zones arides et semi-arides dans différentes régions du monde peuvent être choisies et adaptées à chaque situation particulière :

- Des travaux de conservation des sols et des eaux
 - Des plantations d'arbustes fourragers xérophiiles adaptables et destinés à servir d'abris, de réserves fourragères sur pied et de bois de feu, tels que *Atriplex nummularia*, *Atriplex halimus*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia salicina*, *Acacia victoriae*,... etc.
- régénération naturelle des parcours par la mise en défens totale ou partielle, dans le but de protéger la zone à régénérer contre l'homme et ses troupeaux.
 - Régénération des parcours par : le semis artificiel de certaines espèces telles que *Poa sinaica*, *Festuca pratensis*, *Phalaris tuberosa*, *Oryzopsis miliacea*,...etc.
- Détermination des capacités de charge et de densité des troupeaux des divers herbivores dans divers systèmes de gestion compatibles avec la diversité spatio-temporelle des ressources fourragères.
- Protection des zones boisées dans les zones sèches (Tableau 12) contre le défrichement, la surexploitation, le surpâturage et le feu.

Tableau 11: les chiffres pour l'échelle nationale de zones protégées dans les zones sèches

	Totale des zones (km ²)	Les zones protégées (km ²)	Les zones protégées (%)
Hyperaride	8,969,237	927,435	10.3
Arde	15,169,575	1,219,185	8.0
Semi-aride	22,673,686	1,840,242	8.1
Subhumide	12,962,403	1,399,659	10.8
Totale	59,774,901	5,386,521	9.0

Source: (U.N.E.M.G., 2011)

- Plantation d'arbres et d'arbustes forestiers ou agro-forestiers xérophi les pour la lutte contre l'érosion éolienne.
- Fixation des dunes de sable par utilisation d'espèces telles que ; *Tamarix aphylla*, *Tamarix stricta*, *Acacia cyclops*, *Acacia cyanophylla*, *Calligonum azel*, *Retama raetam*,...etc, après fixation du sable par des moyens mécaniques.
- Reboisement par plantations d'arbres et arbustes forestiers ou agro-forestiers xérophi les et à croissance rapide en vue d'assurer les besoins de la population en bois de feu et de lutter en même temps contre l'érosion, en particulier dans les pays non pétroliers.
- Utilisation préférentielle des énergies de remplacement, telles que les énergies solaire, éolienne, géothermique et autres, en vue de préserver les zones boisées et les parcours.
- Application des procédés connus de conservation des sols et des eaux dans les terres agricoles (travaux selon les courbes de niveau, culture en bandes alternantes, construction de terrasses,...etc.) et adoption de façons culturales appropriées et améliorées, adaptées aux zones arides et semi-arides.
- Amélioration du drainage et du lavage du sol dans les terres arides irriguées en vue de lutter contre la salinisation des sols.

4.4. Aspect de la lutte contre la désertification en Algérie

La désertification menace une bonne partie des terres sèches dans le monde, mais incontestablement, les hautes plaines nord-africaine subissent le plus ce fléau. C'est à cet effet qu'a été lancé au niveau de cette zone, l'opération du "barrage vert" un slogan a même été forgé : *" l'algérien avance, le désert recule !"*.

Quelle est la nature de ce barrage-vert sur lequel on avait fondé beaucoup d'espoir ?

4.4.1. Le reboisement en Algérie : cas du barrage vert

4.4.1.1. Prémices du barrage vert

Il est à signaler qu'avant le lancement du barrage vert, des opérations de protection des bassins versants, des actions de lutte contre la désertification ont été menées au niveau de la région steppique, ainsi que la mise en valeur agricole des terres steppiques et sahariennes.

4.4.1.2. Reboisement (1963-65)

Au lendemain de l'indépendance, en raison du dé-boisement considérable qu'a connu le territoire algérien, des chantiers populaires de reboisement ont été érigés au niveau d'un grand nombre de bassins versants, tant en région humide que semi- aride. Néanmoins le but principal de ces opérations est avant tout éducatif ainsi que la mobilisation de la population à

des ouvrages d'utilité publique. Mais, en raison de l'absence d'un encadrement de qualité, le taux de réussite de ces plantations est resté très faible (AARDES, 1974 ; DGF, 2004).

4.4.1.3. Aménagement des parcours steppiques

En raison de la dégradation très avancée des parcours steppiques, dont les terres étaient considérées comme Arch (propriété de la tribu), puis comme terres domaniales en 1975 (Benderradj et al. 2006), de multiples actions avaient été envisagées, parmi lesquelles :

Les aménagements pastoraux qui consistent à gérer les parcours, d'une manière plus rationnelle, à cet effet, dès 1967-69 il y a eu la création de coopératives pastorales ADEP : au nombre 50 sur 500 000 ha, des prêts bancaires très avantageux, remboursables sur 5 années ont été accordés aux coopérateurs. Par ailleurs des investissements dans des infrastructures, telles que le forage de points d'eau, le reboisement en espèces fourragères et des brise-vent sont réalisés à la charge de l'État. Par la suite, à l'avènement de la révolution agraire elles furent converties en CEPRA (Coopérative d'élevage pastoral de la révolution agraire) (Benrebiha, 1984). Durant cette période 15 245 hectares ont été plantés en arbres et arbustes fourragers.

Il a été question de 6 secteurs pilotes de 2 500 ha chacun, totalisant 15 000 hectares, l'objectif déclaré était de faire un aménagement adéquat sous forme de pâturage contrôlé, des programmes d'établissement de brisevent et d'amélioration pastorale par l'établissement de coopératives pastorales, l'utilisation des ressources en eau pour irriguer les vergers et autres cultures ainsi que l'établissement de villages forestiers et pastoraux.

Des projets de mise en valeur agricoles financés par des organismes internationaux ont aussi été entrepris (Méziari, 1988).

4.4.1.4. Mise en valeur agricole

Des projets de mise en valeur en région semi-aride sont entrepris (oued Touil, Hodna, Aurès), ces projets qui ont pour but le développement agricole en région semi-aride, ont été réalisés en coopération avec la FAO (FAO, 1969).

Avec la mise en place du Haut commissariat de développement de la steppe, les autorités essaient de remédier aux problèmes que connaît cette région, allant jusqu'à vouloir revenir au système tribal ante-colonial. Mais une telle organisation peut-elle être encore viable, alors que la mutation sociale a au cours des siècles complètement transformé la société ?

Par ailleurs, le retour à un mode de société archaïque ne risque-t-il pas de poser plus de problèmes qu'il n'en résout ?

4.5. Le barrage vert

Les ceintures boisées ont été conçues au départ dans un but urbanistique. Les premiers exemples datent du début du siècle autour de la ville de Londres et celle de Jérusalem (**Cohen, 1994**). L'objectif qui leur était assigné est de circonscrire le développement anarchique du tissu urbain et d'agrémenter la ville d'un peu de verdure. Toutefois, de tels reboisements restaient limités en superficie. Les projets de reboisement de grande envergure dans le but de lutter contre la désertification sont relativement plus récents, des réalisations ont été entreprises en Chine au début des années 60 durant la révolution culturelle chinoise, son objectif était la lutte contre l'ensablement dans le désert de Takla Makan (**Eckolm in Balais, 1994**).

S'inspirant du modèle chinois, le barrage vert a été entamé dès les années 70. Néanmoins, il a connu plusieurs phases de maturation.

C'est en 1972 que le président Houari Boumediène décrète solennellement le lancement du barrage vert à Saïda (Figure 28). Avec la révolution agraire, l'aménagement des parcours steppiques devait constituer la troisième phase de la révolution agraire et les forêts la quatrième phase.

Quatre pépinières (Moudjbara, Zénina, Draa Essouari et Diar Echiouch) d'une capacité de production potentielle de 12 millions de plants par an chacune devant subvenir aux besoins des chantiers de reboisement, néanmoins celle de Diar Echioukh n'a pas été concrétisée (**DGF, 1992**) (Tableau 12).

L'objectif du barrage vert se voulait avant tout, une lutte contre la désertification au niveau des hauts plateaux, il consistait par ailleurs à occuper une jeunesse pléthorique en raison d'un marché de travail incapable de résorber toute la main d'œuvre potentielle. Il est question de mobiliser 150 000 hommes à savoir la majeure partie des appelés du contingent pour reboiser 3 millions d'hectares soit 30 000 km², {raison de 2 000 plants {l'hectare, soit un total de 6 milliards de plants. Son premier rôle est d'arrêter le déplacement des sables, en deuxième lieu de réduire l'érosion tant éolienne qu'hydrique.

Alors qu'au début de sa réalisation, le barrage vert consistait en un reboisement monospécifique à base de pin d'Alep, quelques années plus tard des études d'aménagement de type intégré concernant les forêts naturelles très dégradées au niveau de l'étage bioclimatique semi-aride sont réalisés (Forêt Charef, dans la Wilaya de Djelfa, forêt de Sgag et des Béni Imloul dans les Aurès) (**Benrebaha, 1977 ; Oldache, 1978**). La création de villages pastoraux et forestiers entrant dans le sillage de la révolution agraire devait assurer la mise en pratique de ces aménagements.

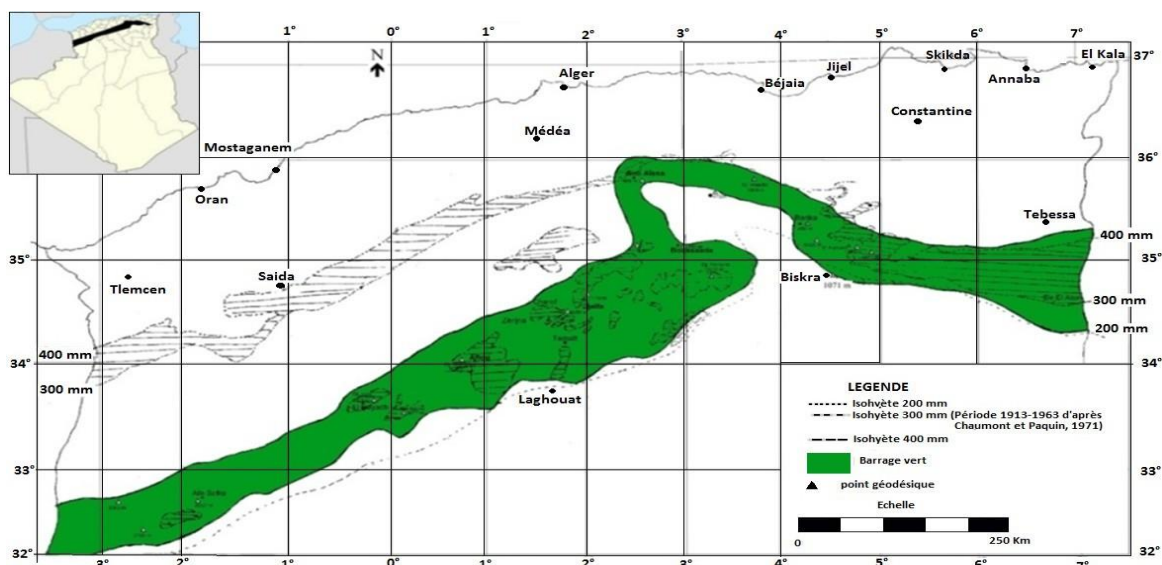


Figure 28. Délimitation du barrage vert (Oldache, 2002)

Tableau 12. Pépinières forestières du barrage vert

Pépinières	Wilaya	Superficie totale (ha)	Superficie utile (ha)	Nombre de plants produits
Telagh	Sidi Bel Abbas	0,5	0,45	500
Aïn-Skhrouna	Batna	15,43	4	1000
Arris	Batna	3,12	2	1000
Touta	Saïda	1	1	1000
Draa Lahmar	Saïda	10	4,6	2000
Sidi Mimoun	Saïda	7,89	6,79	2000
AinHallouf	SidiBel Abbas	2,6	2,2	2200
Hassi Daho	Sidi Bel Abbas	7,5	2,2	2200
Chéria	Tébessa	3,5	3	2400
Hammamet	Tébessa	3	2,5	2500
Elmalabiod	Tébessa	6	3	3000
Magra	M'Sila	3,5	3,25	3000
Laourane	M'Sila	3,59	3,15	3000
El Biodh	Saïda	6	5	3500
Gueltet Sidi Saad	Laghouat	5	3	3600
Sidi Taïfour	Saïda	12	6	4000
El Idrissia	Djelfa	12,41	6	4000
Draa Souari	Djelfa	9,79	6	4000
SidiBouzid	Laghouat	7	5	5000
Morshott	Sidi bel Abbas	6,1	5,5	5500
Roumana	M'Sila	12	10	6000
Moudjbara	Djelfa	10	10	7000
Total		147,93	94,64	68400

Source :DGF 2004

4.6. Historique et conception du barrage vert

C'est en 1968 que fut entrepris dans la Plaine de Moudjebara au niveau de la Wilaya de Djelfa, un immense chantier de reboisement sur une superficie de 3 000 ha (Micifi, 1977) et durant cette même période que furent réalisés les reboisements de Mergueb, réserve intégrale au

nord de Boussaada. En 1972, furent lancés des reboisements des bandes routières entre les villes d'Ain-Ousséra et Djelfa et entre Djelfa et Boussaada, ces réalisations furent les véritables prémices d'un projet de plus grande ampleur que fut le Barrage vert à proprement parler. Ce dernier fut pris en mains par les militaires du service national.

Les premiers reboisements du barrage vert ont débuté d'une manière effective en 1974. Celui-ci a été en réalité une opération beaucoup plus politique qu'environnementale, l'objectif était à la fois d'occuper une jeunesse pléthorique et de relever le défi de mener un immense chantier de reboisement de 1 500 km de long et 20 à 40 km de large, qui au bout de dix ans devait doubler la superficie forestière qui au lendemain de l'indépendance était à peine de 3 Millions d'hectares (Figure 28).

Durant la Période 1970-79, les réalisations ont été essentiellement les travaux de reboisement, des actions d'ouverture et d'aménagement de pistes ainsi que la création de pépinières. Les reboisements ont porté sur 70 000 ha, l'ouverture et l'aménagement des pistes : 550 kilomètres (Tableau 13), néanmoins le taux de réussite reste faible, 40%, **Sahraoui (1995)** avance le taux de 42% alors que d'autres sources l'estime à peine à 15% (**Cote, 1986**).

En 1981, le Haut Commissariat de développement de la steppe est créé, son objet principal est d'assurer un développement intégré de la steppe. Desensemencements des parcours ont été réalisés à titre expérimental dans la région de Saïda, au sud ouest du pays. Pour ce faire, on avait fait recours à l'importation de semences, qui est une véritable aberration écologique et un gaspillage des ressources comme le signale (**Méziani, 1988**), ancien directeur du Haut Commissariat de Développement de la steppe, alors qu'il est plus judicieux d'utiliser des espèces locales, mieux adaptées aux conditions climatiques de la région. Durant la période 1980- 84, qui coïncide avec le premier plan quadriennal, il était prévu : La reconstitution des massifs forestiers dégradés de l'Atlas Saharien ; L'amélioration des parcours dégradés ; La mise en valeur des terres ; La mobilisation des ressources en eau ; La lutte contre l'érosion hydrique et éolienne et Des plantations sur une superficie de 60 000 hectares.

L'objectif fixé pour le deuxième plan quinquennal (1985-1989) est de réaliser 100 000 ha de plantations, d'entreprendre des aménagements intégrés et assurer la fixation des dunes continentales. En 1992, les domaines autogérés sont démantelés, les coopératives de la révolution agraire transformées en EAC (exploitation agricole collective) ou EAI (Exploitation agricole individuelle) et suite au désengagement de l'armée des opérations de développement, les seules actions civiles se limitent à la fixation des dunes. Actuellement c'est le service des forêts qui a la charge du barrage vert, celui-ci possède très peu de moyens pour continuer un tel projet, le parc matériel est resté propriété de l'armée, des pépinières sont transformées en parc pour engins,

essaie de continuer tant bien que mal cette œuvre, elle se limite le plus souvent à la fixation des dunes.

Tableau 13. Travaux dans le cadre du Barrage vert (DGF, 1992)

Wilaya	<u>Plantations</u>			<u>Ouverture des pistes</u>			<u>Aménagement des pistes</u>		
	Prévu	Réalisé	%	Prévu	Réalisé	%	Prévu	Réalisé	%
Batna	34759	27986,5	30	277,7	127	45,73	227	166	73,13
Bouira	4120	4020	42,4	105	95,7	50	70	56	50
Djelfa	24593	21125	-	549	179	32,6	141	141	100
EL-Bayadh	27365	23152	30	310	-		232		
Khenchela	2193	1708,5	50	50	33,5	67	50	30	60
Laghouat	17802	9019,5	55	255	191,35	75,04	51	24	47,07
Medea	9641	6374,5	60	176	152	100	37	27	100
M'sila	19521	14384,5	43	144,3	-		54	-	
Tébessa	17021	16060,5	25	478	461	96,44	212	173	81,7
Total	157015	123831	42	2345	1240	66,69	1074	617	73,13

4.7. Réalisation des opérations

4.7.1. Production de plants

En raison de l'ampleur de la superficie concernée et en relation avec l'ambition des objectifs annuels fixés (100 000 ha/an), la création de pépinières forestières a été la première étape à mettre en place pour la réussite de ce vaste projet (1973). C'est ainsi qu'au niveau de tous les districts concernés par ces opérations, des pépinières ont vu le jour, certaines sont gérées par le service forestier (ONTF), d'autres le sont par une entreprise de Wilaya et enfin les dernières sont mises en place et gérées directement par les Groupements des Travaux Forestiers (GTF) dépendant du service national. Les premières pépinières qui devaient être créées, d'une capacité de production annuelle de 4 à 7 millions de plants chacune, sont celles de Moudjbara, Zénina (El Idrissia), Diar Echiouch, et Draâ Essouari, néanmoins celle de Diar Echiouch n'a pas été concrétisée probablement pour manque d'eau (Tableau 12).

Au fil des années les problèmes de la réussite des reboisements ont pu être éludés, le principal et non le moindre est l'élevage des plants, en effet les études menées indiquent que les faits suivant :

1. Le type de conteneur utilisé pour l'élevage des plants n'était pas convenable en raison du développement du chignon au niveau des racines et par la suite de leur étranglement, les jeunes plants destinés des zones asylvatiques de longue date ne peuvent pas survivre.
2. Le substrat d'élevage en pépinière est le plus souvent mal proportionné en argile, sable et terreau.

Le sol ne contient pas suffisamment ou pas du tout de champignons symbiotiques, une mychorrhization des semis est nécessaire pour un meilleur développement de ces plants.

3. Le choix des provenances n'a pas été toujours réalisé de manière rigoureuse ; bien qu'une sélection de peuplements à graines ait été entreprise, la récolte des graines utilisées en pépinière se fait n'importe comment, les seuls soucis sont la quantité et la facilité de récolte des cônes.
4. La quantité d'eau disponible pour les plants en pépinière est souvent insuffisante.
5. Les brises vent assurant la protection des jeunes plants sont souvent inefficaces, les arbres les constituants sont le plus souvent encore trop jeunes, quelquefois les espèces sont mal choisies (perdent leur feuillage en hiver). Pour toutes ces raisons, le taux de réussite de plants en pépinière reste souvent faible, 30 à 50% de réussite, malgré le nombre de graines 6 à 8 mis dans un sachet (Chaba, 1983; Chraa, 1988; Benrébiha, 1984 ; Letreuch-Belarouci, 1991).

4.7.2. Plantation et travaux annexes

Aux problèmes d'ordre technique :

1. La mauvaise maîtrise de l'élevage des plants en pépinière ; durée d'élevage trop longue ;
2. Le mauvais choix des provenances, en raison des besoins considérables en plants ;
3. Le stress durant le transport, très souvent les jeunes semis sont emmenés à très grandes distances dans de très mauvaises conditions ;
4. L'absence arrosage des plants à la plantation,
5. La plantation des plants avec le sachet et un manque d'entretien, le plus souvent, c'est la quantité qui est recherchée au détriment de la qualité.

A cela s'ajoutent les conflits d'ordre sociaux, l'absence d'études ou des études trop sommaires des sites d'impact des reboisements, ce qui entraîne des conflits dans l'utilisation des terres (les éleveurs n'hésitent pas à arracher les plants, laborieusement mis en terre durant la journée, une fois la nuit tombée. Le plus souvent, c'est carrément le troupeau qui se charge de cette besogne, malgré les verbalisations et les mises en fourrière du cheptel, c'est l'arbre qui en pâtit, de plus la superficie reboisée reste en deçà des prévisions (3 millions d'ha au bout de 10 ans) (**Kaouche, 1972**), alors que la surface réellement boisée est de 123 831 ha (**DGF, 1992**) (Tableau 13). **Hamdi (2012)** avance le chiffre de 60 000 ha, probablement en intégrant la superficie des fixations des dunes.

Les plantations forestières et pastorales ont un taux de réussite très faible 20 à 30%, voir 15% pour la région de Tébessa (**Cote, 1986**). **Bensouiah (2004)** avance un taux de 35%, tandis que les plantations fruitières pourtant plus exigeantes en entretien ont un taux de réussite fort appréciable supérieur à 80%, cela s'explique du fait que les plantations fruitières sont prises en charges directement par les paysans eux-mêmes et à leurs profits.

A côté des reboisements et dans le but d'assurer son succès, le recours à la pluie artificielle a été envisagé d'une manière très sérieuse dans une région semi-aride (Wilaya de Saïda) (**Grim, 1973**). Il a aussi été envisagé l'ensemencement d'espèces pastorales par voie aérienne (**Méziani, 1988**).

4.8. Aspects positifs

4.8.1. Reconstitution des pâturages

L'une des causes majeures de la désertification en régions semi-aride et aride est directement liée au surpâturage. D'une gestion à l'échelle de la tribu, où le capital sol était préservé, car de lui dépendait la survie même de la tribu on est passé à une économie minière, ces terrains devenus de nature juridique de type domanial n'appartenaient de facto plus à personne. Un nouveau type de pastoralisme est né : c'est le pastoralisme mécanisé, une fois tout le tapis herbacé rasé dans une région, le "maquignon" transporte son cheptel {l'aide de camions vers les endroits où il a plu. Pour reconstituer les pâturages deux moyens ont été mis en œuvre : La mise en défens et l'ensemencement et les plantations en espèces fourragères.

➤ *Mise en défens*

En raison de la situation catastrophique des parcours durant les périodes de sécheresse, une mise en défens stricte a été décrétée dans les zones qui avaient subi le plus de dommage (Tableau 14).

Tableau 14. Mise en défens (HCDS, 1986)

<u>Région</u>	<u>Superficie (ha)</u>
Tiaret	8000
Saïda	10000
Oued Touil	22100
Tebessa	32500
Biskra	40000
Khenchela	48000
Laghouat	78000
El-Bayadh	95600
M'Sila	104000
Naâma	120000
Djelfa	123318
<u>Total</u>	<u>681518</u>

L'importance de la superficie des terrains de parcours soustraite en une seule fois a voué cette action à l'échec. Un cheptel pléthorique sur une superficie réduite risque d'entraîner une dégradation accrue au niveau des parcours dont l'accès est libre. Il aurait été plus judicieux de mettre en défens des territoires plus restreints, avec système de rotation, mais cela ne peut se faire que dans le cadre d'un aménagement global, l'organisation sous forme de coopératives pastorales avait cette ambition.

➤ *Ensemencement en espèces fourragères*

Comme nous l'avons déjà signalé, un ensemencement à partir d'avion a été envisagé, néanmoins la faisabilité de l'opération n'a pas été étudiée. Toutefois, des plantations à base d'espèces fourragères (Atriplex, luzerne arborescente, etc...) ont été réalisées avec beaucoup plus de succès, en particulier dans la région de Djelfa.

4.8.2. Diversification des espèces

Alors qu'aux premiers temps de sa réalisation au début des années 70, le pin d'Alep constituait l'essence unique dans les reboisements, dès 1977, la diversification des espèces rentre dans les plans de reboisement, c'est ainsi que les espèces tant forestières que pastorales ou fruitières font leur apparition au niveau des pépinières.

➤ *Espèces forestières*

En plus du pin d'Alep, un grand nombre d'essences sont utilisées dans les reboisements en plein, c'est le cas du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) différentes espèces d'Acacia (*Acacia pharnesiana*, *A. ebernuia*, *A. cyclops* etc.), le Casuarina. (*Casuarina juliflora*), d'autres sont utilisés comme brise-vent c'est le cas du Cyprès de l'Arizona (*Cupressus arizonica*) et le cyprès toujours vert (*C. sempervirens*). Si certaines espèces ont donné de bons résultats, principalement les espèces autochtones comme le cyprès vert, *Cupressus sempervirens*, Le frêne dimorphe : *Fraxinus dimorpha*, *Pistacia atlantica* ainsi que les espèces adaptées à la sécheresse telle que Acacia, Olivier de bohème (*Eleagnus angustifolia*), cyprès de l'Arizona (*Cupressus arizonica*), d'autres par contre n'ont pas donné les résultats escomptés c'est le cas du jojoba (*Simonsdia chinensis*) qui nécessite une pluviométrie estivale (Chraa, 1988 ; Khichane, 1988).

➤ *Espèce pastorales*

Les Atriplex, (*Atriplex halimus*, *A. nummulaira*), le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica*), Acacia (*Acacia raddiana*, *A. Arabica*, *A. farnesiana*), Caroubier (*Ceratonia siliqua*), le frêne dimorphe (*Fraxinus dimorpha* DESF.), le févier d'Amérique. (*Gleditsia triacanthos* L.), le prosopis (*Prosopis juliflora*), l'olivier de Bohême (*Eleagnus angustifolia*) constituent les principales espèces à intérêt fourra ger qui ont été utilisées dans le cadre du barrage vert, cependant le devenir de ces plantations n'a pas été clairement défini.

➤ *Espèces fruitières*

Les arbres fruitiers les plus utilisés sont l'abricotier (N'Gaous) et {un degré moindre, l'amandier et le pistachier (*Pistacia vera*) dans la région de Djelfa et Saïda, pommiers et autres fruitiers à pépin dans la région de Batna et Khenchela. Ces plantations sont réalisées au profit des paysans auxquels les plants sont fournis à titre bénévole, une assistance technique leur ait aussi accordée.

4.8.3. Fixation des dunes

Bien que la fixation des dunes au niveau des oasis soit une opération ancestrale, en effet, dans le but de protéger leurs palmeraies et vergers, les fellahs des régions oasiennes ont recouru à cette pratique indispensable à leur activité agricole, mais qui constitue un véritable travail de fourmis (les ghouts). Par la suite en raison de la nécessité de protéger les infrastructures (routes, chemin de fer, aéroports), les autorités ont été amenées à adopter de telles actions avec plus d'ampleur. Mais c'est avec le barrage vert que ces opérations prennent de l'ampleur d'une manière quasi systématique vers le début des années 80.

Très souvent les dunes continentales ont été considérées comme cause directe de la désertification, et en voulant les fixer, on pensait que c'était le moyen le plus efficace de lutte contre la désertification, cette opération est devenue la préoccupation essentielle des actions entreprise dans le cadre du barrage vert et englobait de ce fait une bonne partie des moyens alloués au projet. La diversification des espèces a aussi été retenue.

A partir de 1982, un projet pilote de fixation des dunes d'une superficie totale de 20 000 hectares a été initié à Boussaada. Environ 1 500 ha sont traités annuellement, les différentes opérations consistent en un clayonnage qui permet de stabiliser mécaniquement les dunes, le recours à des espèces ligneuses ou herbacées permet de fixer définitivement la dune, néanmoins dans la majorité des cas, les projets de fixation des dunes ne reposent sur aucune étude préalable sérieuse, ce qui grève les coûts de réalisation.

4.9. Aspects négatifs

Quoique pour assurer la réussite des reboisements les aspects techniques ont été mis en exergue dès le lancement du projet (**Grim, 1973**) ; lors de sa réalisation, ces considérations furent mises en veilleuses, en effet, la préoccupation de reboiser rapidement de vastes étendues a été, le plus souvent au détriment de l'aspect qualitatif. C'est ainsi que le besoin considérable en plants a milité en faveur du pin d'Alep, espèce qui existe dans

tout le secteur du barrage vert, et qui a l'immense avantage de sa facilité de multiplication en pépinière. C'est à cet effet que des pépinières furent installées à Djelfa (capacité de production 7 000 000 de plants, à Tébessa (Capacité de production 6 Millions), à Aïn-Séfra ainsi qu'au niveau d'autres wilayas concernées par le projet (Tableau 12).

4.9.1. Monoculture

Durant la première décennie, les reboisements ont été réalisés sans études préalables entraînant un certain nombre de problèmes découlant de la culture mono-spécifique en pin d'Alep, ce qui contribue à l'installation d'insectes déprédateurs : la chenille processionnaire, (*Thaumetopoea pityo-campa*) (Bertella, 1981, 1987) et autres ravageurs qui causent une dépréciation considérable aux jeunes peuplements ; des plantations entières sont complètement défeuillées, ce qui aboutit à la mort de ces arbres si la pullulation de ces insectes est trop étendue et répétée. Les reboisements en pin d'Alep seront quelques fois décimés par ce ravageur ainsi que par la tordeuse des pousses, déprédateur moins connu, mais non moins redoutable car il s'attaque à l'arbre de l'intérieur (Chakali, 1985 ; Chakali, 1992), le traitement par épandage sera donc vain.

En voulant reconstituer la forêt d'antan, le pin d'Alep n'a-t-il pas été l'arbre qui a caché la forêt ? En effet même si cette espèce prédomine dans les forêts naturelles en régions arides et semi-arides, ces dernières ne sont jamais mono spécifiques. Si actuellement dans les forêts de Djelfa, l'essence principale est le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), cela est dû à l'action humaine, en effet après un incendie, c'est le pin d'Alep, espèce pionnière, héliophile qui arrive à recoloniser dans un premier temps, les maigres sols de ces régions.

4.9.2. Choix des provenances

L'intérêt du choix des provenances fut mis à l'avant dès le lancement de ce programme (Grim, 1973 ; Treep, 1974). Plusieurs provenances de pin d'Alep furent alors sélectionnées, néanmoins pour répondre aux objectifs fixés, en privilégiant le quantitatif au détriment de la qualité, les forêts situées à proximité des chantiers de reboisement ne peuvent le plus souvent pas fournir les graines nécessaires à l'élevage en pépinière. On a eu recours à des plants élevés dans des pépinières de la Mitidja (Boufarik et Chebli) pour arriver à satisfaire les besoins en plants dans des régions aussi éloignées que Tébessa et Djelfa. Si quelque fois la récolte des graines se fait dans des forêts situées dans des régions de conditions

bioclimatiques analogues. Le plus souvent le choix des arbres semenciers se fait en fonction de l'accessibilité au peuplement et non sur des bases génétiques. En plus de la différence entre le milieu d'élevage et le site de plantation, le transport induisait aussi un stress souvent fatal pour les jeunes plants.

4.9.3. Dégradation des nappes d'alfa

En plus de l'utilisation de l'alfa comme plante fourragère par le cheptel, la surexploitation de cette espèce en raison des qualités papetières de sa fibre a entraîné la dégradation progressive des nappes d'alfa, cette espèce ne se régénère actuellement dans ses régions que par voie végétative. La mécanisation de la cueillette n'a fait qu'accentuer le phénomène, de plus l'assiette des plantations du barrage vert est réalisée le plus souvent sur des terrains occupés par cette espèce et à son détriment, de plus le rootage, en particulier croisé pratique culturale pour préparer les reboisements, la détruit de façon irrémédiable (Mécifi, 1977 ; Aïci, 1980 ; Sahraoui, 1995).

4.9.4. Rootage

Le rootage consiste en un sous-solage profond, le but est de briser la croûte calcaire qui entraverait le développement normal des racines, néanmoins si l'existence de croûte dure superficielle justifie une telle opération, sur des croûtes tufeuses ou profonde le rootage est sans intérêt néanmoins des études montrent que cette opération est inutile, voire néfaste (Sahraoui, 1995).

4.9.5. Conflits avec les riverains

La cause majeure de l'échec des reboisements est liée au facteur social, en effet, l'absence d'études préalables dans le choix des sites à reboiser avait privilégié la solution de facilité en affectant au reboisement les terrains qui présentaient le moins de dénivelé possible, au détriment des terrains de parcours, ce qui ne manquait pas d'entraîner des conflits avec les riverains qui jouissaient de l'usufruit de ces terrains auparavant "arch", devenus par la suite domaniaux. Des plants mis en terre durant la journée seront arrachés une fois la nuit venue.

4.10. Réhabilitation et extension du Barrage vert

Depuis quelques années, on parle de la reprise du barrage vert, à cet effet, il a été créé une Agence National des Forêts (ANF) (décret exécutif n° 90- 114 du 21 avril 1990) (JORADP, 1990). Selon la direction générale des Forêt, il est prévu d'étendre la superficie du Barrage vert à 4,7 millions d'ha. Le principal partenaire de réalisation des reboisements étant le GGR, groupe du génie rural dépendant du ministère de l'Agriculture.

Les principales actions prévues par la DGF, en matière de couvert végétal sont :

La réhabilitation des plantations : 216 472 ha, l'extension des plantations forestières et fixation des dunes : 287 756 ha, plantation le long des routes (bandes routières) : 26 780 ha, aménagement forestier : 354 000 ha et extension pastorale : 1 924 620 ha (Figure 29) (Oulebsir, 2020).

Par ailleurs, il est prévu des études pour le classement en aires protégées d'une superficie totale de 33 570 ha et l'élaboration de plan de gestion de sites Ramsar pour une superficie de 663 035 ha.

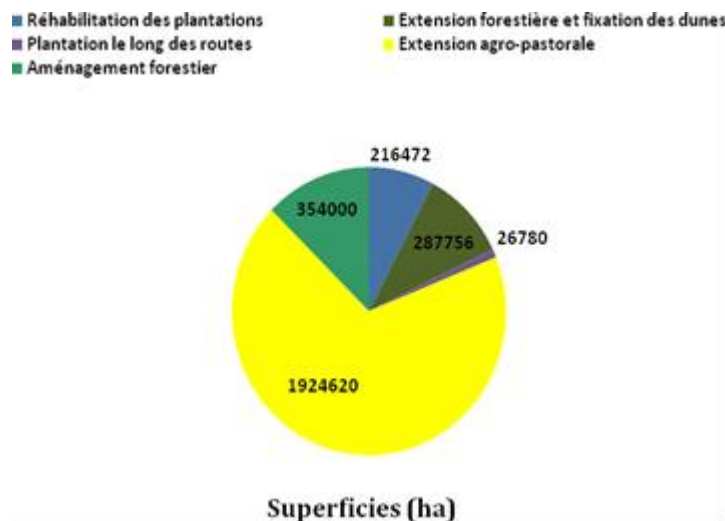


Figure 29. Principales actions prévues pour la période 2020-2030 (Oulebsir, 2020)

4.11. Perspectives

Parmi les options à envisager, et afin que les futures actions puissent être menées avec succès il faudra :

1. Préserver ce qui a été réalisé comme reboisement, fixation des dunes mises en valeur des terres et améliorations pastorales. En effet, toutes ces actions seront vouées à l'échec, s'il n'y a pas un contrôle de la charge pastorale, et si les formations naturelles, ainsi que les plantations pastorales ne sont protégées.
2. Certaines actions pratiquées dans le cadre du barrage vert, telle que le rootage, sont à bannir, car elles ont montré leurs limites, elles sont très néfastes, tant au sol qu'à la végétation steppique.
3. Les formations forestières situées dans la zone du barrage vert doivent être exploitées d'une manière rationnelle, ce qui justifiera leur préservation, parmi les espèces concernées : le pin d'Alep, aussi bien des formations naturelles : Sénalba, Aïn Ghorab, Aurès que celles des plantations (bandes routières, plantations qui ont actuellement plus de 40 ans, opérations sylvicoles de type éclaircies).
4. Le Cèdre de l'Atlas peut aussi être exploité, cela concerne bien sûr les peuplements qui ne sont pas situés au sein d'aires protégées. Il faudra prévoir par ailleurs des plantations avec cette espèce au niveau des sites dont l'altitude dépasse 1 000 m, de plus pour toutes les plantations, il faudra tenir compte du changement des isohyètes en relation avec les changements climatiques (Figure 30).

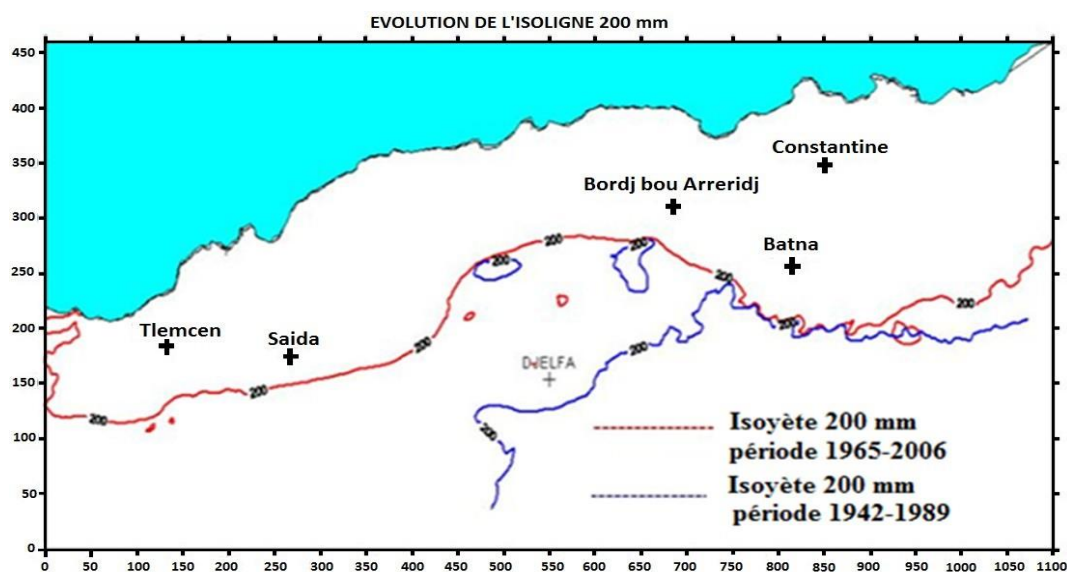


Figure 30 : Variation des isohyètes (Oldache, E.H. 2002)

5. Les produits forestiers non ligneux (PFNL), doivent être exploités de manière rationnelle, parmi ces produits il faut citer les PAM (Produit aromatique et médicinal), les champignons et les truffes
6. Arboriculture fruitière rustique, en effet, les espèces comme le pistachier (*Pistacia atlantica*), olivier (*Olea europea* et *O. lapperini*), doivent être multipliés en pépinière et être privilégiés comme porte greffe, respectivement du pistachier vrai, et de l'olivier, le pin d'Alep pourra aussi être utilisé comme porte greffe du pin pignon.
7. La production de plants de qualité est une condition sine qua non pour la réussite des plantations, à cet effet, les différentes pépinières du secteur forestier doivent être réhabilitées, les porteurs de projet de pépinières dans le cadre de l'ANSEJ ou l'ANGEM doivent être encouragés et aidés par des facilitations de financement. Certains projets pourront bénéficier d'aide internationale dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique par des projets REED++
8. Une formation doit être assurée pour ceux qui voudront se lancer dans la création de pépinière.
9. Des retenues collinaires doivent être réalisées afin de subvenir au besoin des plantations forestières, fruitières, pastorales et fixation des dunes.
10. Des barrages souterrains doivent être réalisés au niveau des sites qui s'y prêtent
11. il est nécessaire de mettre au point des indicateurs afin de gérer de manière efficiente le déroulement du projet, le **BNEDER (2017)** énumère quelques uns. Encourager l'implication des O.N.G. nationales dans la réalisation de certains projets de lutte contre la désertification.
12. Tenir compte des études réalisées et en particulier la carte de sensibilité à la désertification pour les futurs projets de lutte contre la désertification
13. Tenir compte des changements des isohyètes dans le choix des essences et des périodes de reboisement.
14. Tenir compte de la carte de l'émergence de la chenille processionnaire (Figure 31), établie par Kerris (**Khemici et al. 1988**) pour le traitement éventuel contre ce prédateur.
15. Le concept de barrage vert ayant fait des émulles, un "barrage fruitier", mettant en place des vergers rustiques pris en charge par le ministère de l'hydraulique et de l'Environnement a été entamé. Il a été aussi question d'étendre le projet initialement limité au territoire algérien à toute l'Afrique du Nord (Maroc, Tunisie, Libye et Égypte), projet qui a été signé le 4 février, 1977, au Caire, par les différents pays concernés

(UNCOD, 1977), mais ce fut un projet mort-né. L'Organisation de la Ligue Arabe pour la Culture la Science et l'Enseignement (ALESCO), analogue de l'UNESCO du monde arabe, devait coordonner ces activités. Néanmoins avec l'interruption du Barrage vert vers le début des années 1990, la "ceinture verte transmaghrébine" semble vouée à l'échec.

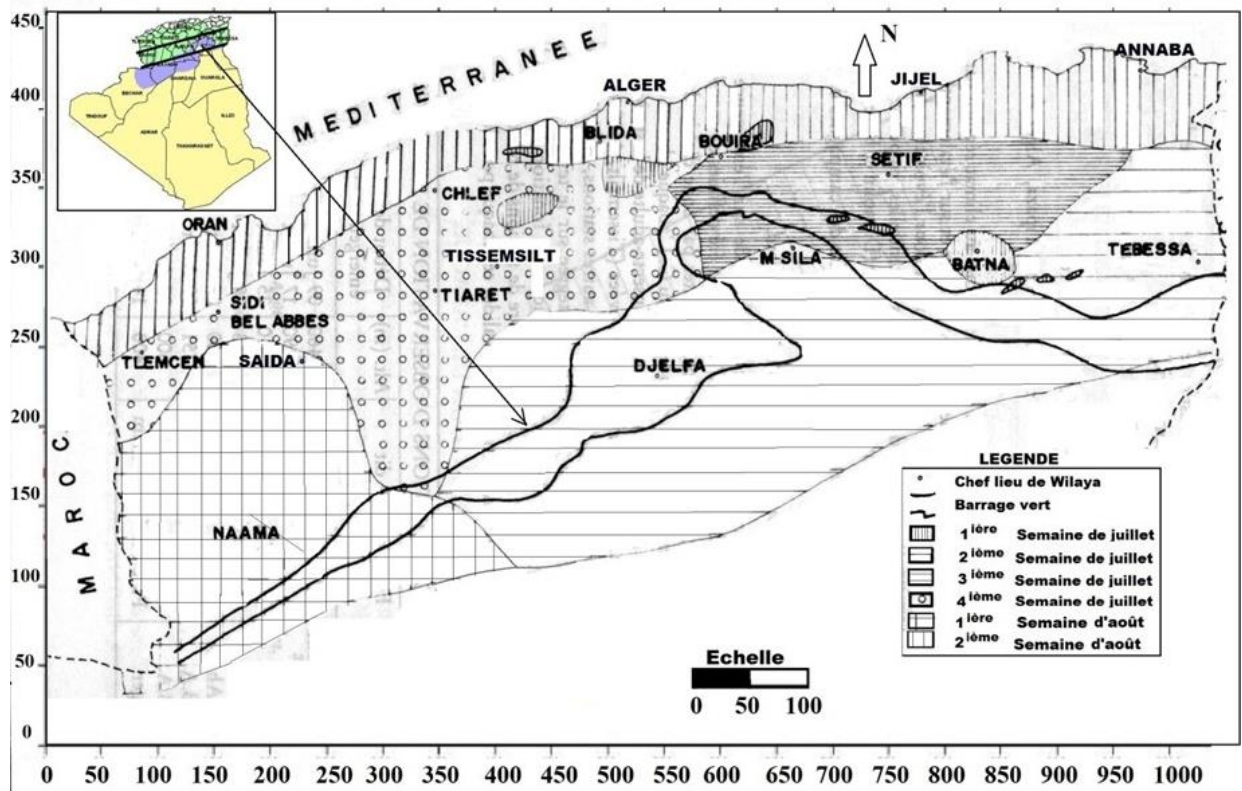
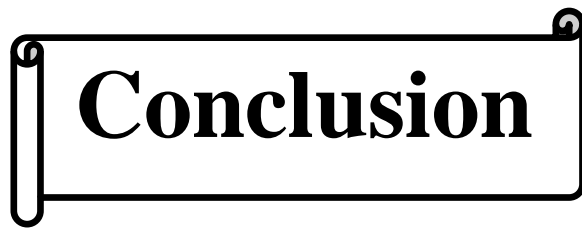


Figure 31. Périodes d'émergence de la chenille processionnaire du pin par zone biogéographique (Khemici et al. 1988) modifiée.

A decorative scroll-like frame with a black outline and a white fill. The frame has a vertical bar on the left side that curves at the top and bottom, and a horizontal bar on the right side that curves at the top and bottom. The word "Conclusion" is written in a bold, black, serif font in the center of the frame.

Conclusion

Conclusion

Après plus d'un demi-siècle d'indépendance, le processus de désertification des zones steppiques algériennes ne s'est pas arrêté et s'est même amplifié. Cela est dû à plusieurs facteurs dont le principal est l'inadaptation des politiques macroéconomiques et des politiques visant spécifiquement la steppe. Les premières n'ont pas réussi à créer suffisamment d'emploi pour diminuer la pression humaine sur les ressources naturelles. Les secondes – malgré des ressources financières publiques non négligeables affectées aux actions au niveau de la steppe – ont été peu efficaces et peu efficaces du fait de leur incohérence et de leur non inscription dans une vision globale et intégrée du développement steppique.

En particulier, la politique de recherche de recherche scientifique et technologique visant les zones steppiques n'a bénéficié que de très peu de moyens et les quelques recherches ayant été réalisées – principalement académiques - n'ont pas été coordonnées et n'ont été que peu appropriées par les décideurs et les pasteurs et agro-pasteurs.

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, permettra à des équipes de recherche pluridisciplinaires, à travers des systèmes d'information des données spatiotemporelles 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.



**Les références
bibliographiques**

- AARDES (1974).** Les Chantiers Populaires de Reboisement : Évolution et bilan des activités d'une Entreprise Agricole. Association Algérienne pour la Recherche Démographique, Économique, et Social, Secrétariat d'État au Plan. Alger, 206 p.
- Aboura ,R (2006).** Comparaison phyto-écologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen .magistère . univ tlemcen
- Abdelguerfi, A. 2003.** Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. s.l. : Projet PNUD-MATE, 2003. p. 93, Rapport de synthèse.
- Aïci, M. (1980).** Étude pédo-biologique des bandes routières reboisées de la région de Djelfa. Mémoire Ingénieur, INA (Alger).
- Aidoud A., 1989.-** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des haute plaines Algéro-oranaises.Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse doct. USTHB, Alger, 240p.
- Aidoud A., 1996.-** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur dedésertification des steppes algériennes. *Sécheresse*, 7, 187-93.
- ANAT (Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire) 2004.-** Carte bioclimatique de l'Algérie.Bedrani S., 1998. "Désertification et emploi en Algérie". In les Cahiers du CREAD, n° 4, 1998.
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. 2018.** Changement climatiques en 10 questions. Paris : ADEME, 2018. p. 19. ISBN.
- Agrasot, P. et Tabutin, D. et Thilgès, E. 1993.** Les relations entre population et environnement dans les pays du Sud. Paris : L'Harmattan , 1993. pp. 383-419.
- Arrignon, J. 2011.** Lutte contre la désertification l'espoir agro-écologique. paris :L'harmattan, 2011. p. 15.
- Bedrani S. , 1996.-** Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Cas de l'Algérie. Act.Atel. Le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord. OSS., 3-32.
- Bedrani S., 1999.-** " Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne ". CIHEAM. Paris.
- Bedrani S., 1997.** " Les effets du commerce mondial sur la désertification dans les pays du Maghreb". In L'Annuaire de l'Afrique du Nord (CNRS, Aix en Provence).
- Bedrani S. 2001 :** " Les contraintes au développement des zones steppiques et la mise en valeur par les concessions " Ministère de l'agriculture, Alger.
- Bedrani S., 2006.-** in AGRI.MED. CHIEAM ; rapport annuel 2006 pp.291-315.
- Bedrani S., Mouhous A. 2006.** Pour des politiques plus efficaces de lutte contre la désertification. Conf. Intern. Université des Nations Unies ; Alger, Déc. 2006.

- Benslimane, M., Hamimed, A., Elzerey, W., Khaldi, A. et Mederbal, K. 2009.** L'écosystème steppique face à la désertification : cas de la région d'El Bayadh, Algérie. Alger : Vertigo, 2009.
- Bender (2017)** Étude de réhabilitation et d'extension du barrage vert phase IV : suivi-évaluation du projet, D.G.F., M.A.R.A., 48 p.
- Benderradji, M.E.H., Alatou, D., Arfa, A.M.T. Bena-chour, K. (2006).** Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie. New Medit n°, 15-22.
- Benrebaha, A. (1977)** Aménagement pastoral de la région de Charef (W. de Djelfa, Algérie). Mémoire d'Ingénieur. INA , Alger.
- Benrebaha, A. (1984).** Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la coopérative d'Aïn-Oussera (W. de Djelfa). Thèse de Magister, INA, Alger.
- Bensouiah, R. (2004).** Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie Du barrage vert au PNDA. Forêt méditerranéenne t. XXV, n° 3, 191-19.
- Bertella, N. (1981).** Étude de la biologie de la processionnaire du Pin (*Thametopoea pityocampa* Schiff.) et moyens de lutte dans la région de Batna. Mémoire Ingénieur, INA, Alger.
- Bertella, N. (1987).** Bioécologie de *Thametopoea pityocampa* Schiff dans quelques régions d'Algérie. Thèse de Magister, INA, Alger.
- Bonn, F. 1996.** Précis de télédétection. Volume 2. Applications thématiques. Quebec : Presses Université du Quebec/AUPELF, 1996.
- Boughani A., 1995.-** Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra). Thèse magister, USTHB, Alger, 226p.
- Boukhobza M., 1982,** L'agropastoralisme traditionnel en Algérie: de l'ordre tribal au désordre colonial. OPU; Alger, 458p.
- Bouzenoune A. 1984.-** Étude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (w.Saida). , Thèse 3ème cycle. Uni.Sci. Tech. H. Boumediène, Alger, 225p.
- Chaba, B. (1983).** Étude du développement des jeunes plants de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) Conséquences pratiques pour les reboisements en zones arides et semi-arides. Thèse de Magister, INA, Alger.
- Chakali, L. (1992).** Les insectes ravageurs du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Mémoires de la Société royale belge d'entomologie, 35, 505-509.
- Chakali, L. (1985).** Étude de la biologie de la tordeuse du pin (*Rhyacionia buoliana* Schiff) dans la région de Djelfa (Moudjbara). Thèse de Magister, INA, Alger.
- Charles, L., Rajot, J. et Michels, K. 2004.** L'érosion éolienne dans le Sahel nigérien : influence des pratiques culturales actuelles et méthodes de lutte. Louvain : Département des

Sciences du milieu et de l'aménagement du territoire, Université catholique de Louvain, Croix du sud, 2004.

Chraa, O. (1988). Étude des facteurs limitant la germination de *Simmondsia chinensis*, *Pistacia atlantica*, *Acacia cavena* et *Juniperus phoenicea*. Essai d'élevage en pépinière. Mémoire Ingéniorat, INA, Alger.

CNULD 1994. Convention des Nations Unies de Lutte contre la Désertification, dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier l'Afrique. Bonn : Secrétariat de la Convention

Cohen S.E (1994). Greenbelts in London and Jerusalem. *Geographical Review*, 84 (1), 74-89. Published By Taylor & Francis, Ltd.

Cote, M. (1986). Steppe et aménagement en pays tebessi. Séminaire International sur la stratégie générale d'aménagement de la steppe et des zones arides (Tébessa), 26 au 30 Avril, 132-139.

C.R.B.T., 1978. Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256 p. + ann + cartes.

Djebaili S., 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct., Montpellier, 229p.

Djebaili S., 1984, Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger 127P.

Djellouli Y., 1990.- Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct. Sciences, USTHB., Alger, 210.

DGF. Direction Générale des Forêts, 2004.- Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre la Désertification. DGF, Alger, septembre 2004. <http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>.

DGF (1992). Direction Générale des Forêts : Travaux dans le cadre du Barrage vert.

DGF (2002). "Rapport national relatif à la mise en œuvre de la convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification." DGF, Alger, 37p.

DGF (2004). Direction Générale des Forêts : Barrage vert.

DGF. 2007. L'expérience algérienne dans la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification », Alger du 02 au 04 Avril 2007.

Durand, J.J., 1954, Les sols d'Algérie. SES, Alger

ENCYCLOPEDIE MICROSOFT ENCARTASTANDARD, 2001

Erse. 2017. e-rse.net. Réchauffement climatique : définition, causes et conséquences. [En ligne] 2017. [Citation : 20 04 2019.] <https://e-rse.net/definitions/definition-rechauffement-climatique/#gs.681rhv>.

FAO (1969). Mise en valeur des terres au Sahara. Unasyva. N° 93

F.A.O. 1993. Développement durable des terres arides et lutte contre la désertification.

Rome : Viale delle Terme di Caracalla, 1993.

F.A.O. 2007. www.fao.org. Foresterie dans les terres arides. [En ligne] 2007. [Citation : 28 mars 2019.] <http://www.fao.org/dryland-forestry/fr/>.

Faurie, C., Ferra, C. et P., Medori. 1980. Ecologie. Paris : Baillière J.B. (ed.), 1980. p. 1091

France tv education. 2012. La désertification : Régions touchées, causes et impacts. [En ligne]2012. [Citation : 18 mars 2019.]

<https://static.education.francetv.fr/media/modules/F3/index.html>.

Fodil S. (2018). Dynamique de la désertification dans deux communes steppiquesalgériennes (El-Gueddid et ZaafraneWilaya de Djelfa) et réponses des acteurs : Évolution des systèmes agropastoraux et effets des aménagements publics contre la désertification.Montpellier (France) : CIHEAM-IAMM. 145 p. (Master of Science, n. 154).

Girard, M-C., Girard, C.M. (1999).Traitement des données de Télédétection. Paris : Dunod.Chap.B, Interprétation des données, p. 72,91.

Grim, S. (1973). La grande muraille verte. Terre et progrès, (3), 9-13.

Halitime A., 1988, Sols des Régions Arides d'Algérie, Office des publications universitaires, 06-1988, 361p, codification 2.01.2497.

Hamdi, A. (2012). Le barrage vert n'aura finalement pas arrêté l'avancée du désert. Le Matin d'Algérie, 9 septembre 2012. <https://www.lematindz.net/news/9420-le-projet-du-barrage-vert-a-t-il-ete-un-goulag.html>

HCDS, 2005, Problématique des zones steppiques et perspectives de développement, Rap. Synth., Haut-commissariat au développement de la steppe, 10 p.

Hirche A., A. Boughani et M. Salamani, 2007, Évolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. Science et changement planétaire/Sécheresse, Vol.18, N°4 314-20

Ikhlef, N. 2013. Evaluation d'un projet de lutte contre la désertification. Cas de la localité de Oued el hallouf, commune de Maamora, wilaya de Saida. Montpellier : Institut Agronomique méditerranéen de Montpellier, 2013. p. 124, thèse de doctorat.

JORADP (1990). Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire, n° 18, 2 mai 1990, 505-508

JORADP (2021). Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire N° 22, décret n° 21/117 , 22 mars 2021

Kacimi B., 1996.- La problématique du développement des zones steppiques. Approche et perspectives. Doc. HCDS, Ministère de l'agriculture, 27 p.

Kadi Hanifi H., 1998.- L'alfa en Algérie. Thèse Doct. Science. USTHB, Alger, 270p.

Kaouche, M.B. (1972). Tout sur le Barrage vert. La République, quotidien régional de l'Ouest algé- rien.

Khaldoun A., 1995.- Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. Réseau Parcours, 59-54.

- Khemici, M., Zamoum, M., Demolin, G. (1988).** Écologie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff, en Algérie. Incidence du climat sur le comportement de l'insecte. Annales de la Recherche Forestière en Algérie, 3(1), 67-77.
- Khichane, M. (1988).** Étude de la morphogénèse et des rythmes de croissance du système racinaire du jojoba (*Simmondsia chinensis* Link) et du pistachier de l'Atlas, (*Pistacia atlantica* Desf.). Mémoire d'ingénieur, INA, Alger.
- Khodja, S. (2016).** Contribution des groupements végétaux dans un milieu steppique en désertification. Cas de Menkeb Ben Hamed –Taàdmit- wilaya de djelfa. Mémoire magistère.
- Köhl, M., Magnussen, S. S., Marchetti, M. (2006).** Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory. Springer Science Business Media.
- Le Houerou H.N., 1985,** la régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger, ronéotypé.
- Le Houérou H. N., 1995,** Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option Médit. Série B n°10. C.I.H.E.A.M. et A.C.C.T. 396P.
- Letreuch-Belarouci, N. (1991).** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Vol. OPU, Alger, 294.
- Locatelli, B. 2000.** Pression démographique et construction du paysage rural des tropiques humides l'exemple de Mananara (Madagascar). Paris : ENGREF (AgroParisTech), 2000. p. 441, Thèse de doctorat.
- Lopez-bellido, L. 1992.** Mediterranean cropping systems. Pearson : s.n., 1992. p. 3.
- Luxereau, A. et Roussel, B. 1998.** Désertification, changement social et évolution de la biodiversité au Niger Central. Bruxelles : s.n., 1998.
- MADR (Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire), 1974.** "La steppe algérienne". In Statistique agricole, n° 14.
- (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) 2007.- le plan national de développement agricole et rural et la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification », Alger du 02 au 04 Avril 2007.
- MATE (Ministère de l'Aménagement du Territoire et l'Environnement) 2000.-** Rapport National sur l'Etat de l'Environnement.
- Mécifi, M. (1977).** Étude du reboisement de Moudjbara. Thèse Ingénieur, INA, Alger
- Méziani, S.D, (1988).** Bilan des actions dans la steppe 1967–1987. Dossier lutte contre la désertification, HCDS, Djelfa, I.N.E.S.G. (Alger). 20 p.
- Mihi, A,(2018).** Etude écologique et cartographique de l'écosystème oasien par l'outil SIG et Télédétection : cas de l'oasis de Biskra, Algérie sud.thèse doctorat.
- MOHAMED, YAGOUBI; TOUFIK, Mr TEMAR.** L'impact du phénomène de la désertification sur le développement durable, SD.

Moulay A. 2013; Contribution à l'étude de la régénération naturelle et artificielle de *Stipa tenacissima* L. dans la région steppique occidentale (Algérie) . thèse doctorat

Nahal, I. 2004. LA désertification dans le monde causes-processus-conséquences-lutte.

Paris : L'harattan, 2004. p. 11. 2-7475-6367-7.

Nedjraoui D., 1981, Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^ocycle, USTHB, Alger, 156p.

Nedjraoui D. 2002; Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO en ligne : www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm.

Nedjraoui D., 2003. Les mécanismes de suivi de la désertification en Algérie proposition d'un dispositif national de surveillance écologique à long terme. Doc. OSS, 37 P.

Nedjraoui D., 2004, Évaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation, In : Ferchichi **A.** Réhabilitation des pâturages et des parcours des milieux méditerranéens. Espagne. CIHEAM-IAMZ, 2004, p. 239 -2 43, Cahiers Options Méditerranéennes, 2004, Vol. 62.

Nedjraoui D., 2006. La recherche scientifique, un moyen de lutte contre la désertification. Com. Conf.

Nedjraoui D., Bédrani S. 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 8, n. 1. DOI : 10.4000/vertigo.5375. Intern. Université des Nations Unies ; Alger, Déc. 2006.

Oldache, E.H. (1978). Contribution à l'étude de l'aménagement intégré de la forêt de Charef. Thèse ingéniorat, INA, Alger.

Oldache, E.H. (2002). La fixation des dunes, moyen de lutte contre la désertification : étude critique du barrage vert. Thèse de Doctorat, Reims.

OUALI, Abdelouahed et KOUIDRI, Ahmed Khalillil. Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur d'El-Maader (Boussaâda). 2019. Thèse de Master. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.

Oulebsir, N. (2020) Le barrage vert...d'ici 2025, *ElWatan*, 22 Octobre 2020. <https://www.elwatan.com/pages-hebdo/magazine/le-barrage-vert-dici-2025-22-10-2020>

Oyowe, A. 1998. Les leçons du Sahel. 1998.

Piersotte, C. et Zaccâi, E. 2005. La lutte contre la désertification De la Convention des Nations Unies aux activités des Organisations Non-Gouvernementales belges dans la région du Sahel Cas du Burkina Faso et du Niger. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles, 2005. pp. 26-27, Mémoire de Fin d'Etudes.

Pouget M., 1980, Les relations Sol-Végétation dans les steppes sud-Algéroises, travaux et documents de l'OROSTOM. Paris, 555p.

Ramade, F. 1984. Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale. s.l. : Me Graw-Hill, 1984.

Ramade, (2008).Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris : Dunod.1152p

Rognon, P. 1998. « La désertification ». s.l. : in Aménagement et Nature. Regards interdisciplinaires sur l'environnement, juin 1998., 1998.

Rtci. 2015. www.rtci.tn. incendies forets ministere lagriculture lance campagne sensibilisation prevenir mieux lutter contre ce phenomene. [En ligne] 23 06 2015. [Citation : 02 04 2019.] <http://www.rtci.tn/incendies-forets-ministere-lagriculture-lance-campagne-sensibilisation-prevenir-mieux-lutter-contre-ce-phenomene/>.

Sabeur chouiref, M. 2018. La situation socio-économique recente en Algérie, revue El-bahith en sciences humaines et sociales. ISSN 2170-1121-10-05 / 2018.

Sahraoui, B. (1995). Bilan critique du barrage vert. Sécheresse, 6(3), 247-255.

Treep, L. (1974). Les peuplements porte-graine pour le barrage vert. Rapport de mission, C.N.R.F. Djel- fa. 24p.

UNCOD : United Nations Conference on Desertification. (1977). Desertification: its causes and consequences (Vol. 1). Pergamon. New York : United Nations. <http://www.ciesin.org/docs/002-478/002-478.html>

UNCCD, 1997, United Nation Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/ or desertification, particularly in Africa. Text with Annexes. Geneva, Switzerland

United Nations Economic Commission for Africa. 2003. Combat desertification and drought in North Africa. Tangier : s.n., 2003. p. morocco.

UNCCD. (1994). Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier l'Afrique. Bonn : Secrétariat de la Convention. [Consulté en mars 2016].

UNCCD. (2011). Désertification : une synthèse visuelle. CNUCLD. 52 p.

Wittoeck, P. 2013. www.clima.be. LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. [En ligne] 2013.[Citation : 20 04 2019.] <https://www.climat.be/fr-be/changements-climatiques/en-quelques-mots/les-changements-climatiques>

Ziad A. 2006.- La steppe algérienne : un espace de nomades et d'élevage ovin. La Tribune, Alger, 13Mars 2006.

Zidani H. (2019). Contribution à l'évaluation socio-économique des programmes de lutte contre la désertification en Algérie. Cas de la wilaya de M'sila.

Sites internet:

<https://www.agm.net/company/1909381-ANAT-agence-nationale-d-amenagement-du-territoire>

<https://asal.dz/>

<https://www.csf-desertification.org/>

<http://www.inct.mdn.dz/index.html>