



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master 2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Biodiversité et écologie végétale

Présenté par :

-BENKERMA IBRAHIM ZAKARIA

-AOUS AHMED AMINE

Thème

**DYNAMIQUE DE LA VEGETATION ET
CHANGEMENTS PAYSAGERS DANS LA
FORET DES SDAMAS CHERGUI (TIARET)**

Soutenu publiquement, le : 29-06-2022

Jury :

Grade

Président : Mr SAIDI BOUBAKR

« MCB »

Encadrant : Mr BOUACHA ISLEM

« MCB »

Co-encadrant : Mr SAFA OMAR

« MCB »

Examineur : Mr LAHOUEL NOUREDDINE

« MCB »

Année universitaire 2021-2022

Remerciements :

Nous remercions avant tout « ALLAH » le Tout Puissant, de nous avoir donné la foi et le courage et de nous avoir guidés pour l'accomplissement de ce travail.

Tout d'abord, nous remercions pour leur soutien tant moral, spirituel et matériel, nos parents, frères, sœurs, amis et compagnons qui nous ont aidés, conseillé et encouragé ; trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

*Ainsi, nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à notre promoteur **M. Bouacha Islam Mohamed** et **Mr. Omar Safa** docteurs à la faculté des sciences de la nature et de la vie l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, pour son encadrement, ses précieux conseils, ainsi que ses encouragements et sa confiance.*

Nous adressons nos chaleureux remerciements :

*Monsieur **SAIDI BOUBAKR** et Monsieur **LAHOUEL NOUREDDINE** des docteurs à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret pour leur temps précieux et leur présence en tant que membres des jurys.*

Nous exprimons également nos remerciements et notre grande gratitude à tous les professeurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret qui nous ont accompagnés dans ce parcours scolaire.

Dédicace :

Nous dédions ce modeste travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Nos chers parents : Qui n'ont jamais cessé de nous encourager et nous conseiller

Ils nous ont beaucoup aidé tout en long de notre chemin, grâce à leur amour, leur dévouement, leur compréhension et leur patience sans jamais nous quitter des yeux ni baisser les bras et leurs soutien moral et matériel, on ne saurait jamais traduire ce qu'on ressent vraiment envers eux.

Nos frères et sœurs : Pour leur indulgence en notre faveur qu'ils touchent ici l'affection la plus intime qu'on ressent à leur égard.

Nos amis et collègues : Pour leur compagnie et bons moments passés ensemble

Liste des abréviations :

- **MATET** : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du Tourisme
- **FAO** : L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation).
- **DGF** : Direction Générale des Forêts.
- **BNEDER** : le Bureau National d'Études pour le Développement Rurale.
- **IFN** : l'Inventaire Forestier National.
- **FRA** : l'évaluation des ressources forestières mondiales.
- **PPAM** : Plants à Parfum, Aromatiques et Médicinal
- **UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.
- **MAB** : Programme sur l'Homme et la biosphère (Man and the Biosphere).
- **ONS** : Office National des Statistiques.
- **MEEF** : Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts.
- **UNCCD** : Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification.
- **CCT** : Centre Canadien de Télédétection.
- **SIG** : Système d'Information Géographique.
- **CAO** : Conception Assistée par Ordinateur.
- **DAO** : dessin assisté par ordinateur.
- **PAWT** : Plan d'Aménagement de la Wilaya de Tiaret.
- **CFT** : Conservation des Forêts de Tiaret.
- **BNEF** : Bureau National d'Inventaire Forestier.

Liste des figures :

- Figure n° (1) : Les zones naturelles en Algérie.....	06
- Figure n° (2) : Carte de répartition des forêts en Algérie.....	10
- Figure n° (3) : Carte de Classification du climat en Algérie.....	11
- Figure n° (4) : Carte de répartition des forêts par essences en Algérie.....	13
- Figure n° (5) : Evolution (en quintaux) de la production de liège en Algérie.....	16
- Figure n° (6) : La répartition géographique des ZIP.....	18
- Figure n° (7) : Carte de propriété des forêts Algériennes.....	26
- Figure n° (8) : Succession écologique des stades et des interstades.....	31
- Figure n° (9) : Cycle de succession écologique dans une forêt.....	32
- Figure n° (10) : Les quatre principaux modèles de successions (a - d) proposés par différents auteurs.....	33
- Figure n° (11) : Cartes d'occurrence des incendies dans le nord de l'Algérie (nombre d'incendies, 2001-2019). La figure ci-jointe (en haut à gauche) indique les foyers d'incendie et leur niveau de densité.....	37
- Figure n° (12) : Evolution des superficies incendiées par formation végétale.....	37
- Figure n° (13) : Dépérissement par la sécheresse dans la région de Sdamas chergui.....	41
- Figure n° (14) : Relation entre la sécheresse, le stress hydrique et le dépérissement des arbres forestiers.....	42
- Figure n° (15) : Evolution des terres forestières et alfatières.....	43
- Figure n° (16) : Bilan global des réalisations des reboisements 2000 – 2011.....	45
- Figure n° (17) : Onde électromagnétique.....	48
- Figure n° (18) : Les deux types de télédétection.....	49
- Figure n° (19) : Les composants de SIG.....	54
- Figure n° (20) : Carte de situation de la Wilaya de Tiaret.....	59
- Figure n° (21) : Carte de distribution des forêts dans la Wilaya de Tiaret.....	60
- Figure n° (22) : Carte de découpage en cantons du massif des Sdamas Chergui.....	62
- Figure n° (23) : La carte des altitudes du massif forestier des Sdamas Chergui.....	63
- Figure n° (24) : Carte des pentes du massif des Sdamas Chergui.....	64
- Figure n° (25) : Carte d'occupation des sols de région (Sdamas Chergui).....	65
- Figure n° (26) : Carte de végétation de la zone d'étude (Sdamas Chergui).....	66
- Figure n° (27) : Carte de lithologie et réseau hydrographique de la zone d'étude (Sdamas Chergui).....	67

- Figure n° (28) : Carte des étages bioclimatiques de la région de Tiaret.....	68
- Figure n° (29) : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (1987-2021).....	69
- Figure n° (30) : Précipitations annuelles moyennes durant la période (1987-2021).....	69
- Figure n° (31) : Températures mensuelles moyennes de la période (1987 à 2021).....	70
- Figure n° (32) : Températures moyennes annuelles de la période (1987 à 2021).....	71
- Figure n° (33) : Diagramme Ombrothermique pour la période allant de 1987 à 2021	72
- Figure n° (34) : Climagramme d'emberger pour la période allant de 1987 à 2021.....	73
- Figure n° (35) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).....	76
- Figure n° (36) : Carte des peuplements forestiers série n02.....	76
- Figure n° (37) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).....	77
- Figure n° (38) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).....	78
- Figure n° (39) : Interface de la plateforme (GEE).....	83
- Figure n° (40) : Formation « Forêt P » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	89
- Figure n° (41) : Formation « Maquis Arboré » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	90
- Figure n° (42) : Formation « Maquis Dense » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	90
- Figure n° (43) : Formation « Maquis Claire » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	91
- Figure n° (44) : Formation « Agriculture » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	91
- Figure n° (45) : Formation « Parcours » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	92
- Figure n° (46) : Formation « Sol nu » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.....	92
- Figure n° (47) : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2022.....	93
- Figure n°(48) :La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2022....	94
- Figure n°(49) : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2010.....	95
- Figure n°(50) :La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2010...95	95
- Figure n°(51) : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2000.....	96
- Figure n (52) La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2000...97	97
- Figure n°(53) : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 1990.....	97
- Figure n°(54) :La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 1990...98	98
- Figure n°(55) : La dynamique du couvert végétale au cours de trente-deux ans.....	99
- Figure n°(56) : La dynamique du couvert végétale 1990-2000.....	100
- Figure n°(57) : La dynamique du couvert végétale 2000-2010.....	101
- Figure n°(58) : La dynamique du couvert végétale 2010-2022.....	102
- Figure n° (59) : Zones de forte dégradation dans la foret Sdamas chergui.....	103
- Figure n° (60) : Formes de dégradation de la forêt Sdama chergui.....	104

Liste des tableaux :

- Tableau n° (1) : Les étages bioclimatiques en Algérie.....	10
- Tableau n° (2) : Les superficies par décennie des principales essences forestières en Algérie.....	12
- Tableau n° (3) : L'évolution des différents types de forêt en Algérie.....	13
- Tableau n° (4) : Bilans des extractions moyennes de bois et leur valeur.....	15
- Tableau n° (5) : Extraction de bois et volume du bois extrait.....	15
- Tableau n° (6) : Production Non-ligneuse de la forêt Algérienne.....	17
- Tableau n° (7) : Les espèces en fonction de leur degré de rareté en Algérie.....	17
- Tableau n° (8) : Evolution de la production algérienne en plantes aromatiques.....	18
- Tableau n° (9) : Principales plantes consommées en Algérie.....	19
- Tableau n° (10) : Les produits dérivés de la graine de caroube et leurs applications.....	21
- Tableau n° (11) : Les Superficies des forêts domaniales et privées.....	25
- Tableau n° (12) : Propriété des forêts Algériennes.....	26
- Tableau n° (13) : Superficies de forets incendiées durant la période 1881-1960.....	35
- Tableau n° (14) : Superficies de forets incendiées durant la période 1963-2009.....	36
- Tableau n° (15) : Evolution du degré d'attaque et superficies infestées par la chenille.....	40
- Tableau n° (16) : Récapitulatif des Plantations en Algérie depuis 1962.....	44
- Tableau n° (17) : Les classes de pentes.....	63
- Tableau n° (18) : Les superficies des peuplements forestiers des Sdamas Chergui.....	65
- Tableau n° (19) : Exemple d'un capteur utilisé pour l'extraction des images satellitaires Sentinel-2.....	80
- Tableau n° (20) : Exemple d'un capteur utilisé pour l'extraction des images satellitaires LANDSAT-8.....	81

- Liste des abréviations
- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Résumé

Table des Matières

- Introduction générale :.....01

Partie I : Synthèse Bibliographique

Chapitre I. La forêt Algérienne

I.1. Contexte général.....	05
I.2. présentation de la foret algérienne	06
I.2.1.Aperçu historique de la forêt algérienne :.....	08
I.2.1.1 L'époque précoloniale:	08
I.2.1.2. Période coloniale :.....	08
I.2.1.3. A l'indipondnce :.....	09
I.2.2. Répartition géographique :	09
I.2.3. Les étages bioclimatiques.....	10
I.2.4 Répartition par essence.....	11
I.2.4.1. Superficie des principales essences forestières :.....	11
I.2.4.2. Distribution et localisation des principaux essences	12
I.3. Le rôle du foret algérienne:.....	13
I.3.1. Fonctions économiques:.....	13
I.3.1.1. Les produits:.....	14
I.3.1.1.1. Le bois:.....	14
I.3.1.1.2. Le liège:.....	15
I.3.1.1.3. Les autres produits de la forêt : (produits forestiers non ligneux).....	16
I.3.1.1.3.1. Plantes médicinales et aromatiques	17
I.3.1.1.3.2. Le caroubier	21
I.3.1.2. Les services:.....	22
I.3.2. Fonction écologique et de protection:.....	22

I.3.3.Fonction sociale :	23
I.3.3.1. Pâturage:	24
I.3.3.2. La chasse :	24
I.3.4. Fonction de la conservation :	24
I.4. Répartition juridique:	25

Chapitre II : Dynamique de la végétation et changements paysagers

Contexte générale :	28
II.1. La dynamique de la végétation :	29
II.1.1. La succession :	30
II.1.1.1. Successions primaires :	30
II.1.1.1.1. La succession autogène :	31
II.1.1.1.2 Les successions allogènes	31
II.1.1.2. Successions secondaire :	31
II.1.1.2.1. Succession progressive:	31
II.1.1.2.2. Succession régressive :	32
- L'inhibition	32
- Tolérance	32
II.1.2. La dégradation :	33
II.2. Facteurs de dégradation du couvert végétal et des forêts en Algérie :	34
II.2.1 Pression anthropiques :	34
II.2.1.1. Incendié :	34
II.2.1.2. Défrichage et Déforestation :	37
II.2.1.3. Surpâturage :	38
II.2.2. Facteurs biologique :	39
II.2.2.1.Parasites :	39
II.2.3. Facteurs physiques	40
II.2.3.1.Erosion et sécheresse:	40
II.2.3.2 La désertification	42
II.3. Dynamique et évolution de la foret algérienne :	43

II.4. Plan national de reboisement :	44
---	-----------

II.4.1. Le barrage vert :	44
---------------------------	----

Chapitre III : SIG et Télédétection

III.1 La télédétection:	47
--------------------------------------	-----------

III.1.1. Définition de la télédétection.....	47
--	----

III.1.2. Le principe de la télédétection:.....	47
--	----

III.1.3 Les types de télédétection:.....	48
--	----

III.1.3.1. Télédétection passive :	48
--	----

III.1.3.2. Télédétection active:	48
--	----

III.1.4. La réponse spectrale de la végétation:.....	49
--	----

III.1.5. Les domaines d'application de la télédétection:.....	50
---	----

III.1.6. Apport de la télédétection:.....	51
---	----

III.1.7. Les applications de télédétection sur les ressources forestières :	51
---	----

III.1.8. Des études basées sur la télédétection:.....	52
---	----

III.2. Les Systèmes d'Informations Géographiques.....	53
--	-----------

III.2.1. Définition de SIG:.....	53
----------------------------------	----

III.2.2. Les composantes d'un Système d'information géographique SIG:.....	54
--	----

III.2.2.1. Les matériels informatiques:.....	54
--	----

III.2.2.2. Le logiciel:.....	55
------------------------------	----

III.2.2.3. Les données:.....	55
------------------------------	----

III.2.2.4. Le savoir-faire et méthodologie:.....	55
--	----

III.2.2.5. Les utilisateurs:	55
------------------------------------	----

III.2.3. Les fonctions des SIG:.....	55
--------------------------------------	----

III.2.4. Domaines d'application:.....	56
---------------------------------------	----

III.2.5 Les applications des SIG en foresterie:.....	57
--	----

Partie II : Expérimentation

Chapitre IV. Présentation de la zone d'étude.

IV.1 Contexte générale.....	59
------------------------------------	-----------

IV.1.1. Situation administrative:.....	61
--	----

IV.1.2. Situation géographique:.....	61
IV.2. Description du milieu physique :.....	62
IV.2.1. Relief et pente:.....	62
IV.2.2. Occupation des sols	64
IV.2.3. Le couvert végétal :.....	65
IV.2.4. La Lithologie:.....	66
IV.2.5. Hydrographie:.....	66
IV.3. Etude climatique :.....	67
IV.3.1. Les précipitations :.....	68
IV.3.2. La température :.....	70
IV.3.3. Le vent :.....	71
IV.3.4. Diagramme Ombrothermique de Gaussin :.....	71
IV.3.5. Quotient et Climagramme d'EMBERGER	72

Chapitre V : Matériels et méthodes

Objectif :.....	75
La mise en œuvre de la méthodologie :.....	75
V.1. Acquisition des données :.....	75
V.1.1. Données de base :	75
V.1.2. Les images satellitaires:.....	79
V.1.2.1. SENTINEL-2:	79
V.1.2.2. LANDSAT:	81
V.2. Traitement des données:	82
- Google Earth Engine:.....	82
- Le logiciel utilisé (QGIS) :.....	83
V. 2.1. Identification des parcelles d'entraînement:.....	84
V. 2.2. Classification des images:.....	84
V. 2.2.1. La classification supervisée (dirigée):	85
V. 2.2.2. La classification non supervisée (non dirigée):	85
V. 2.2.3. L'algorithme du k-means :.....	86

V. 2.2.4. La méthode du maximum de vraisemblance :	86
II. 2.2.5. Machines à vecteurs de support (SVM) :	87
V.3. Validation :.....	87
V.3.1. Matrice de confusion :	87
V.3.2. L'indice de Kappa (k) :	87

Chapitre VI : résultats et discussion :

VI.1 Description du couvert végétal de la forêt des Sdamas :.....	89
VI.2. Validation du classification par L'indice de Kappa (k):	93
VI.3. Les Cartes de végétation:.....	93
VI.3.1 Carte de végétation 2022:.....	93
VI.3.2. Carte de végétation 2010 :	95
VI.3.3. Carte de végétation 2000:	96
VI.3.4. Carte de végétation 1990:.....	97
VI.4. Changements paysagers et dynamique de la couverture forestière:.....	98
VI.4.1. Dynamique du couvert végétale entre 1990 à 2000:.....	99
VI.4.2. Dynamique du couvert végétale entre 2000 et 2010:.....	100
VI.4.3. Dynamique du couvert végétale entre 2010 et 2022:.....	101
VI.5. Conclusion :.....	102
Conclusion générale :.....	105

Résumer :

La forêt Algérienne est actuellement fragile et en état de dégradation, elle a besoin d'être protégée contre plusieurs facteurs causent la dégradation de la biodiversité et les écosystèmes forestiers.

A l'image actuelle du massif des Sdamas chergui, la région a subi des agressions graves qui participent à la perturbation et à la dégradation de la biodiversité et le couvert végétale, Cependant, le paysage actuel associe encore des espaces variés, inégalement affectés par l'anthropisation et les changements climatiques.

Pour comprendre et étudier la dynamique du couvert végétale et les changements paysagers dans cette région nous basons sur la télédétection. A l'aide de google earth engine (GEE) avec l'acquisition des données de terrain et la classification des images satellitaires de (1990, 2000, 2010, 2022), a fin d'établir des cartes de végétation et de calculer les superficies de chaque variables pour suivre l'évolution du paysage durant les trois intervalles.

Mots clés : Sdamas Chergui, Forêt, Maquis, Paysage, Dynamique, Végétation, Télédétection, SIG.

ملخص:

الغابة الجزائرية هشّة حاليًا وفي حالة تدهور، تحتاج إلى الحماية من عدة عوامل تؤدي إلى تدهور التنوع البيولوجي والنظم البيئية للغابات.

حسب الصورة الحالية لغابة سداما الشرقي، عانت المنطقة من هجمات خطيرة ساهمت في اضطراب وتدهور التنوع البيولوجي والغطاء النباتي. ومع ذلك، لا تزال المناظر الطبيعية الحالية تجمع بين مساحات متنوعة، تتأثر بشكل غير متساوي بالعامل البشري والتغير المناخي.

لفهم ودراسة ديناميكيات الغطاء النباتي وتغيرات المناظر الطبيعية في هذه المنطقة، نعتمد على الاستشعار عن بعد. استخدام محرك جوجل إيرث (GEE) مع الحصول على البيانات الميدانية وتصنيف صور الأقمار الصناعية من (١٩٩٠، ٢٠٠٠، ٢٠١٠، ٢٠٢٢)، من أجل إنشاء خرائط نباتية وحساب مساحات كل متغير لمتابعة تطور المناظر الطبيعية خلال الفترات الثلاث.

الكلمات المفتاحية: سداما شرقي، غابة، احراش، المناظر الطبيعية، الديناميكية، الغطاء النباتي، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية

Summary :

The Algerian forest is currently fragile and in a state of dégradation, it needs to be protected against several factors causing the degradation of biodiversity and forest ecosystems.

In the current image of the massif of Sdamas chergui, the region has suffered serious aggressions that participate in the disruption and degradation of biodiversity and plant cover, However, the current landscape still combines varied spaces, unevenly affected by anthropization and climate change.

To understand and study the dynamics of land cover and landscape changes in this region we rely on remote sensing. Using google earth engine (GEE) with the acquisition of field data and classification of satellite images of (1990, 2000, 2010, 2022), to establish vegetation maps and calculate the areas of each variable to monitor the evolution of the landscape during the three intervals.

Keywords: Sdamas Chergui, Forest, Maquis, Landscape, Dynamics, Vegetation, Remote sensing, GIS.

INTRODUCTION

GÉNÉRALE :

L'Algérie par sa position géographique présente une grande diversité de biotope occupée par une importante richesse floristique. Ses écosystèmes forestiers se caractérisent par une richesse floristique remarquable, certains représentent des paysages d'intérêt mondial (**N. Benaradji et al., 2007**).

Selon (**FOSA 2000**) la forêt Algérienne est une forêt essentiellement de lumière, irrégulière, avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ouverts formés d'arbres de toute tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant la visibilité et l'accessibilité et favorisant la propagation des feux,

Les formations forestières en Algérie, tout comme celles des pays voisins, le Maroc et la Tunisie, sont des formations en équilibre précaire. Elles sont en état de stress continu vis-à-vis de la sécheresse (plusieurs mois secs consécutifs l'été), et sont soumises en permanence aux pressions multiples qu'exercent l'homme et son bétail (**H. Tatar 2012**).

La forêt Algérienne semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et de son remplacement par les maquis et les broussailles dont le rôle reste néanmoins extrêmement important pour le contrôle et la fixation des sols (**Y. Ouadou 2017**).

Par ailleurs ces formations forestières subissent un surpâturage lié au surnombre du troupeau ovin, bovin et caprin, s'ajoutent à cela les incendies affichés durant ces dernières décennies (**N. Benaradji et al., 2007**).

Et cela inclut le massif forestier des Sdamas Chergui qui fait partie des monts de Frenda. Elle est située dans la zone Nord-Ouest de la wilaya de Tiaret en Algérie occidentale et s'étendent sur (44 000 Ha).

D'autre part, grâce à la télédétection, les images satellitaires permettent de cartographier les couverts végétale à l'échelle de temps et l'espace, suivre la dynamique des écosystèmes forestiers, avec l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui basée sur l'exploitation des données spatiales, et ce qui nous permet de gérer durablement cette richesse et de la protéger.

L'objectif de cette recherche, c'est l'étude de la dynamique de végétation et les changements paysagers à l'aide de la plateforme Google Earth Engine (GEE) et logiciel (QGIS). Dans ce cadre on a procédé à une étude diachronique des images satellitaire acquises en 1990, 2000, 2010 de LANDSAT 5 et 2022 de Sentinel-2, pour l'identification des changements et le type d'évolution du couvert végétal et Identifier les régions a fortes perturbation et les zones dégradées.

Pour concrétiser ces objectifs, nous avons articulé notre travail autour de deux parties :

PARTIE I : Synthèse Bibliographique

- CHAPITRE I : Présente une étude bibliographique sur l'état actuel de la forêt Algérienne, ses potentialités et ces contraintes.
- CHAPITRE II : La dynamique de couvert végétale.
- CHAPITRE III : Synthétise des généralités sur la télédétection et (SIG) en relation avec l'étude de couvert végétal.

PARTIE II : Expérimentation

- CHAPITRE IV : Réserve pour la présentation de la zone d'étude.
- CHAPITRE V : Présente la Méthodologie du travail consacré à l'étude et l'analyse des images satellitaires de la zone d'étude.
- CHAPITRE VI : Discussion des données et des résultats obtenu

CHAPITRE I :

LA FORÊT ALGÉRIENNE.

1- Contexte général :

L'Algérie s'étend sur une superficie de 2 381 741 km², longe d'Est en Ouest la Méditerranée sur 1 622 km et s'étire du Nord vers le Sud sur près de 2 000 km. Cet important espace abrite de grands ensembles géographiques (montagnes, hauts plateaux, plaines fertiles et le désert qui occupe près de 87% de la superficie totale de l'Algérie). Au plan climatique, cette configuration se traduit par l'existence de cinq étages bioclimatiques sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue suivant un gradient Nord-Sud (humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien) (**MATET 2009**).

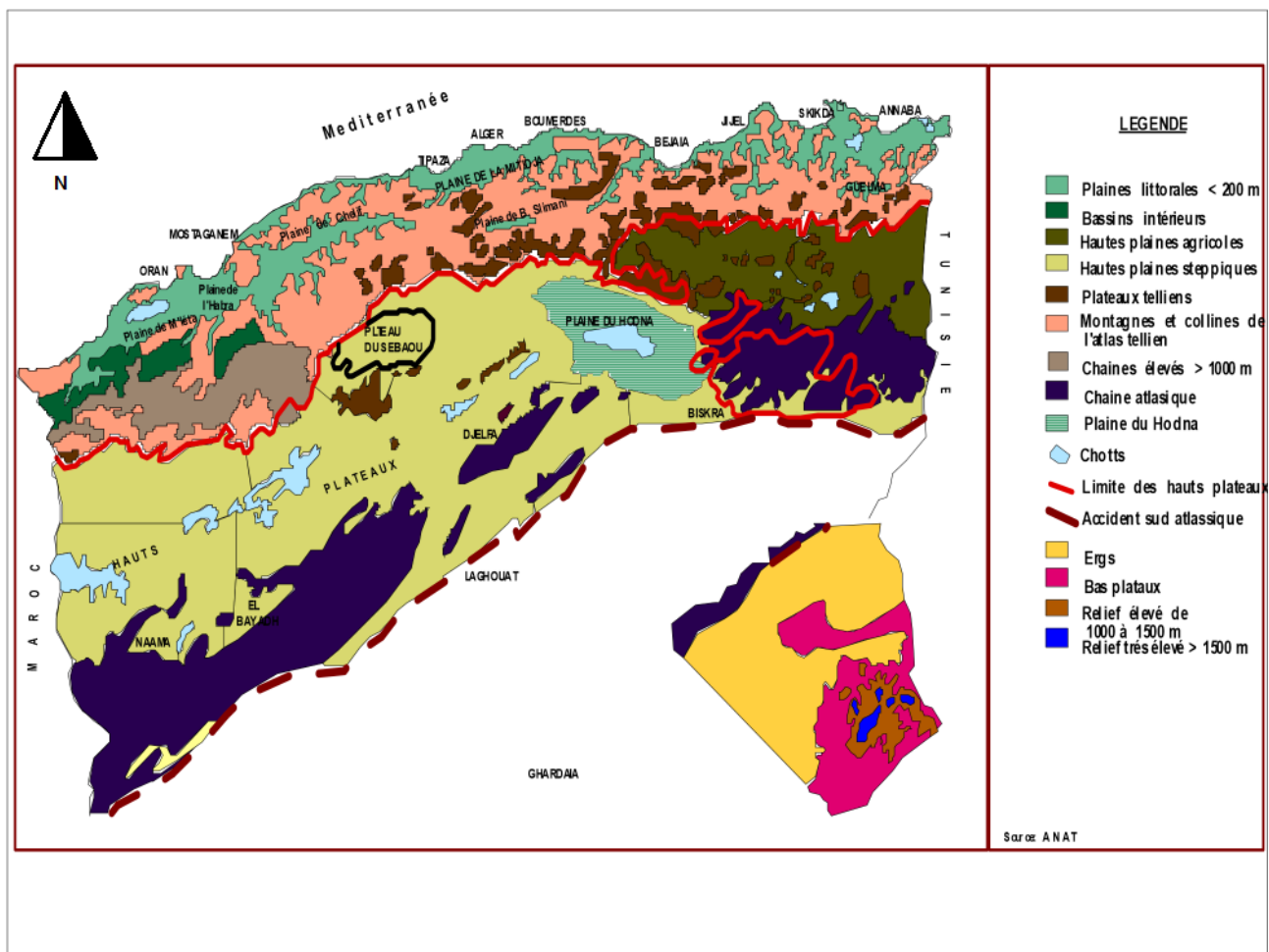
Ce vaste territoire soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude présente un climat de type méditerranéen. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieur à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien. Etant donnée son extension en latitude, le territoire algérien touche plusieurs zones climatiques. Tous les bioclimats méditerranéens (humide, sub humide, semi-aride aride et saharien) sont ainsi représentés. L'Algérie est caractérisée par deux chaînes montagneuses importantes : l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Celles -ci séparent le pays en trois types de milieux qui se distinguent par leur relief et leur morphologie donnant lieu à une importante diversité biologique. On distingue du Nord au Sud, le Système Tellien, les Hautes Plaines steppiques et le Sahara (**FAO 2012**).

Par sa position géographique, l'Algérie présente une grande diversité de biotopes occupés par une importante richesse floristique. On y trouve les hautes montagnes, les plaines et les hauts plateaux, les dépressions salées (chotts), les lacs, les gueltas, et le Sahara. Plus de 3 000 espèces végétales dont 635 endémiques sont répertoriées par Quezel et Santa. D'origines biogéographiques diverses, la surface forestière en Algérie est en constante régression malgré les opérations de plantations réalisées par les services concernés (**A. Werpin 2003**).

L'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens qui présentent une diversité écologique sans égal sur le plan bioclimatique, morphologique et floristique. Cette diversité se traduit par une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité (**L. Kadik 2007**).

- peut se subdiviser en deux parties selon (**FOSA 2000**) :

- les régions sylvatiques, qui occupent 25 235 000 hectares, dans la partie nord du pays, soit un peu plus de 10% de la superficie totale.
- les régions sahariennes arides (moins de 200 mm de pluie qui couvrent près de 90% du territoire.



- Figure n° (1) : Les zones naturelles en Algérie (MATT 2009).

2- Présentation du forêt Algérienne :

L'Algérie dispose d'un important patrimoine forestier et d'une grande variété d'écosystèmes, mais compte tenu de l'énorme superficie qu'occupent le Sahara et les milieux désertiques, le couvert végétal ne représente qu'une infime partie de ce vaste territoire qu'est l'Algérie (Hamid bekaid 2016).

Les grands traits de la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit (H. Ouici 2019) :

- Forêt essentiellement de lumière, irrégulière avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent.
- Forêt souvent ouverte, formée d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange.
- Forêt avec présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation des feux.
- Productivité moyenne annuelle très faible.

Utilisation de toutes les formations forestières comme terrains de parcours avec toutes les conséquences.

Le patrimoine forestier national (Algérie du Nord) couvre une superficie globale d'environ 4.149.400 ha, et se répartit comme suit (**DGF 2018**) :

- Forêts naturelles.....1.329.400 ha.
- Maquis..... 1.844.400 ha.
- Reboisement..... .972.800 ha.
- Pelouse..... 3.000 ha.

Le couvert végétal global en Algérie est de 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 16,4 % du Nord de l'Algérie. Néanmoins seuls 1,3 millions d'hectares qui représentent véritablement la forêt.

La forêt Algérienne est fortement conditionnée par un climat où la sécheresse est un facteur qui freine son évolution. Elle subit de nombreux incendies qui la transforment en maquis et en broussaille. Les systèmes forestiers Algériens sont perturbés de façon permanente à cause de l'effet négatif de l'homme, des animaux et d'un climat particulier (MISSOUMI *et al.*, 2002 **in H. Belkaid 2016**)

Le maquis a gagné en surface sur la forêt, plus du double de sa surface initiale depuis 1955 à nos jours. La présentation générale de la forêt algérienne effectuée par la FOSA en 2001 rend compte que cette dernière semble rentrer dans une phase régressive avec la dégradation de ses essences principales et de son remplacement par le maquis et les broussailles dont le rôle reste néanmoins extrêmement important dans la stabilisation des sols en terrains à forte déclivité (**H. Belkaid 2016**)).

Le maquis gagne en moyenne chaque année 25 000 hectares sur la forêt (**A. Missoumi et al., 2002**).

La prédominance des maquis et des maquis arborés qui couvrent 2 413 090 Ha (soit 58,7% du total des formations forestières) et qui se répartissent selon (**BNEDER, IFN 2009**) en :

- Maquis clairs = 1 262 118 Ha (74% des maquis) ;
- Maquis denses = 444 609 Ha (26% des maquis) ;
- Maquis arboré clairs 435 940 Ha (62% des maquis) ;
- Maquis arborés denses 270 423 Ha (38% des maquis).

2-1- Aperçu historique de la forêt algérienne :

En 150 ans, l'Algérie a perdu 37 % de ses forêts, ou 10 % si l'on considère l'ensemble "forêts et maquis". Sept millions d'hectares de boisement seraient nécessaires à un niveau de protection acceptable, équivalent à un taux de boisement de 28 % pour le nord de l'Algérie. Si la superficie forestière de pins d'Alep est restée stable sur la période (1955-1985) — et même en progression grâce aux plantations — celle du chêne vert, du cèdre de l'Atlas, du genévrier et de chêne-liège ont connu une réduction considérable. Ces essences forestières, comme d'ailleurs dans tout le Maghreb, font l'objet de divers types de destruction : par incendies de forêts, surpâturage ou bien coupes illicites. Si jusqu'à maintenant, la dégradation n'est vue que du point de vue de la réduction de la surface forestière, il ne faut pas oublier son impact sur la diversité biologique et sur les ressources phytopharmaceutiques que renferme sûrement cette forêt. Sa protection et sa préservation ne peuvent se faire sans une conscience environnementale chez toutes les personnes concernées (**A. Werpın 2003**).

2-1-1- L'époque précoloniale :

Les grandes forêts de chêne liège n'étaient pas vraiment exploitées, les Turcs se contentaient d'utiliser le liège dans la confection des ruchers et de tablettes destinées aux dépôts de leur provision à l'intérieur de leur habitation et parfois pour la toiture. Par contre, les massifs de chêne liège étaient plus utilisés comme parcours pour leur cheptel ovin et bovin, et ce pour la richesse de leurs sous-bois tant sur le plan quantitatif que qualitatif. En effet, le cortège floristique du chêne liège est composé essentiellement de bruyère arborescente, lentisque, myrte, calycotome, ciste, arbousier,...etc, qui permettent d'entretenir l'alimentation du bétail, et d'assurer des revenus non négligeables à toutes les populations riveraines qui ont toujours utilisé ces espèces à des fins diverses (**C.C.LA, 1973 in Ouelmouhoub 2005**).

2-1-2- Période coloniale :

Selon (**S. Meddour et al., 2008**), La période coloniale a été fatale, comme on le sait, pour notre patrimoine forestier. En effet, une surface cumulée de 3 506 942 ha a été parcourue par le feu, sur une période de 87 ans (1876-1962), soit une moyenne de 41 258 ha/an. Durant cette époque, le feu a mis en péril notre patrimoine forestier, en certaines circonstances malheureusement trop répétées ; les dégâts qu'il a causés ont pris la proportion de véritables désastres. Les incendies catastrophiques, de plus de 100 000 ha/an (exceptionnellement de plus de 150 000, voire 200 000 ha), en (1881, 1892, 1894, 1902, 1913, 1919, 1956, 1957 et 1958), marquent des années tristement célèbres dans les statistiques algériennes sur ce sujet. Ces grands incendies dramatiques ont coïncidé en général avec des époques troubles (insurrections, période de guerre). Plus

particulièrement, durant la guerre de libération (1954-1961), la forêt Algérienne s'embrasa fréquemment sous l'effet des bombardements aériens au napalm et des mises à feu au sol. Ainsi, 645 414 ha au total ont été la proie des flammes pendant cette période, suite à la politique de la terre brûlée.

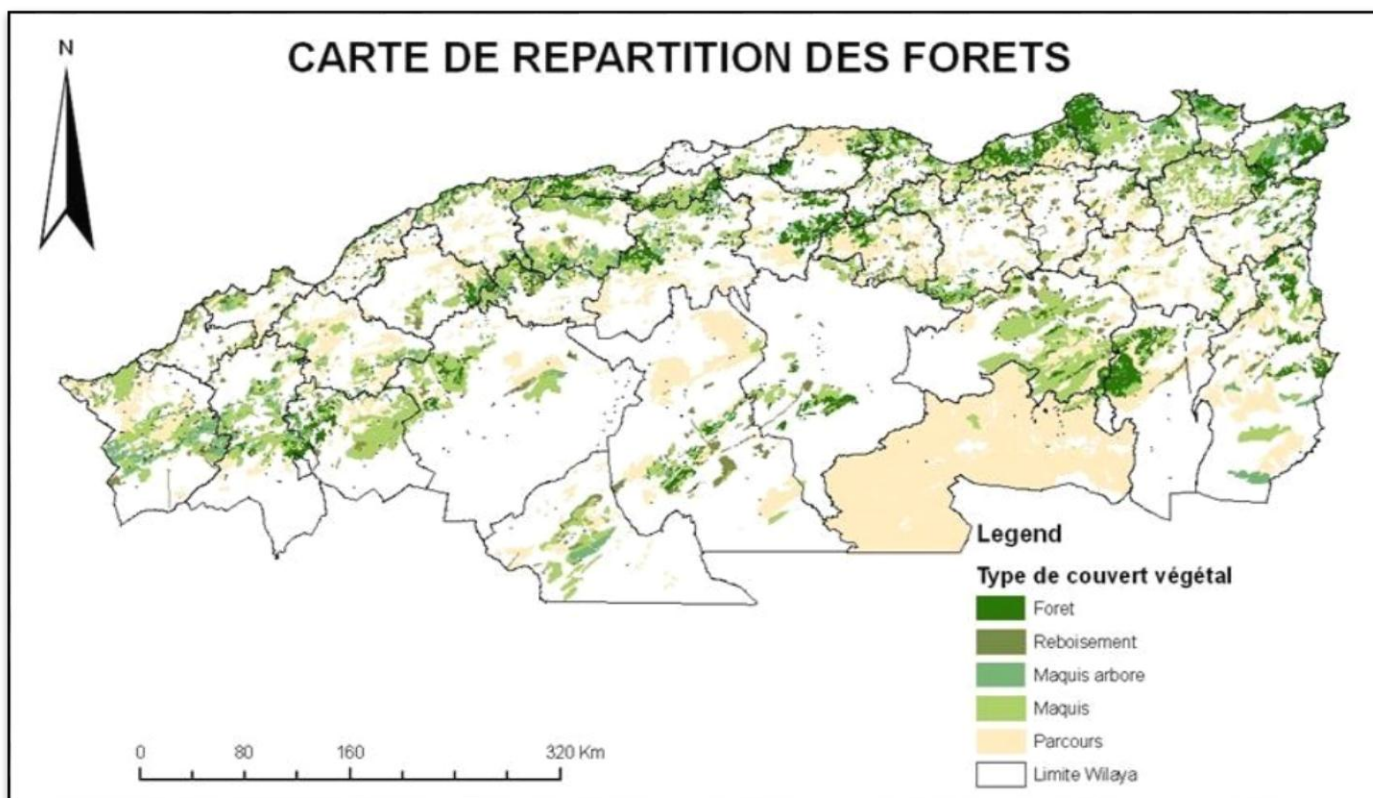
2-1-3- A l'indépendance :

Après l'indépendance, les superficies affectées ont légèrement régressé avec une moyenne de 35 315 ha/an sur la période 1963-2012. Cela n'a pas empêché la survenue de nouvelles années noires en (1965, 1967, 1971, 1977, 1978, 1993, 2000, 2007 et 2012). Trois d'entre elles ont été particulièrement catastrophiques : 1983, 1994 et 2012 avec respectivement 221 367 ha, 271 598 ha et 99 061 ha parcourus. Ces trois années totalisent, à elles seules, près de 600 000 ha de surfaces brûlées, soit 34 % du total de la période 1963-2012. De telles surfaces « hors du commun » peuvent bien sûr être favorisées, du moins en grande partie, par des conditions climatiques très propices au déclenchement et à la propagation du feu mais elles dépendent essentiellement du facteur humain : désordre préalable, mauvaise gestion et surtout instabilité politique (**S. Meddour et C. Bouisset 2013**).

2-2- Répartition géographique :

La forêt Algérienne est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au sud par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement. La forêt Algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays. On peut distinguer deux principales zones bien différentes :

- Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme la Grande Kabylie, Bejaïa, Jijel, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, et comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chêne liège et le chêne zeen.
- Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda) (**Ouelmouhoub 2005**).



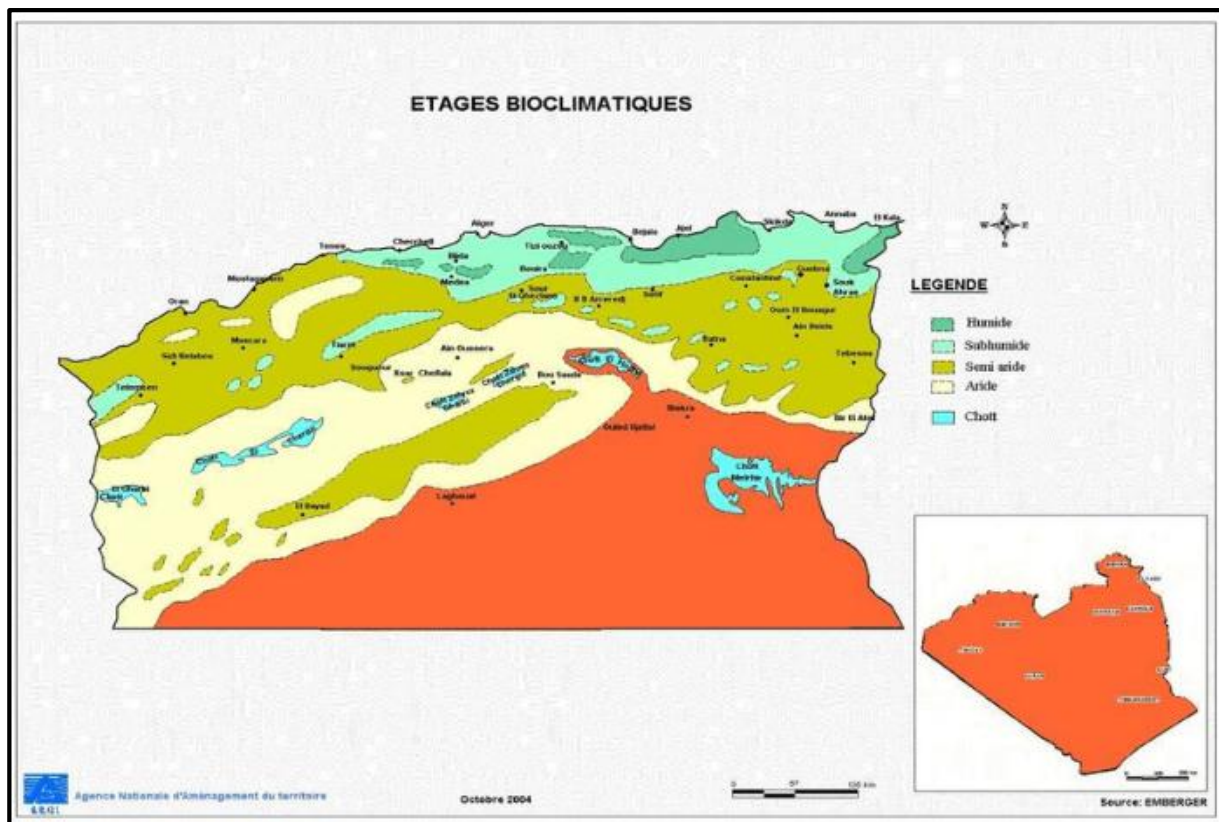
- **Figure n° (2)** : Carte de répartition des forêts en Algérie (DGF 2018).

2-3- Les étages bioclimatiques :

En Algérie sont représentés tous les bioclimats méditerranéens depuis l'humide au nord jusqu'au saharien au sud pour les étages bioclimatiques, et depuis le froid jusqu'au chaud pour les variantes thermiques. La classification bioclimatique d'Emberger et de Sauvage a été largement adoptée en région méditerranéenne. Sur la base du (Q), cinq étages du bioclimat méditerranéen ont été définis pour l'Algérie : saharien, aride, semi-aride, sub-humide et humide. Ils sont subdivisés en variantes sur la base des seuils thermiques de la température du mois le plus froid (m). L'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer. Le gradient d'aridité s'observe également d'est en ouest. Les domaines bioclimatiques montrent une diversité climatique et bioclimatique qui favorise une grande diversité biologique. Ainsi, tous les étages et sous-étages bioclimatiques sont présents (A. Arfa 2008).

- **Tableau n° (1)** : Les étages bioclimatiques en Algérie (G. Kerrache).

Etages bioclimatiques	pluviométrie	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Per-humide	1200-1800	185275	0.08
Humide	900-1200	773433	0.32
Subhumide	600-900	3401128	1.43
Semi-aride	300-600	9814985	4.12
Aride	100-300	11232270	4.72
Saharien	<100	212766944	89.3



- **Figure n° (3)** : Carte de Classification du climat en Algérie (Agence national d'Aménagement du territoire 2004 in **Benazza 2017**).

2-4- Répartition par essence

Selon **Ouelmouhoub (2005)** elle concentrée surtout dans l'Algérie du Nord, la forêt est très inégalement répartie sur l'ensemble de cette partie du territoire. De façon générale, les principales essences couvrent 1 491 000 ha, elles se répartissent en deux principaux groupes, à savoir :

-Forêts d'intérêt économique constituées par : les résineux (Pin d'Alep, Pin maritime et Cèdre.) et les feuillus (Chêne liège, Chêne zeen et afarès, Eucalyptus) ; -Forêts de protection composées de Chêne vert, Thuya et Génévriers.

2-4-1- Superficie des principales essences forestières :

La répartition naturelle des essences et des formations forestières est liées aux caractères climatiques, pédologiques et orographiques (Lanier et al, 1986 in **G. Kerrache**). L'essence prédominante en Algérie est le pin d'Alep avec un capital sur pied assez pauvre, suivie respectivement par le chêne liège, les chênes zeen et afares, le cèdre, le pin maritime et les eucalyptus, ces essences constituent le premier groupe de forêts dites économiques qui totalisent 1249000 ha dont 424000 ha de peuplements artificiels. Le second groupe est constitué par le chêne vert, le thuya et le genévrier qui jouent un rôle de protection essentiellement, ce groupe ne couvre que 219000 ha, le reste des surfaces forestières qui s'étendent sur 2603940 ha se répartissent entre

les reboisements de protection qui couvrent 727000 ha, les maquis broussailles qui occupent 1876000 ha (DGF, 2000 in **G. Kerrache**).

- **Tableau n° (2)** : Les superficies par décennie des principales essences forestières en Algérie.

(Sources : 1 Boudy, 1955 ; 2 Kadik, 1986 ; 3 Letreuch-Belarouci, 1991, 4 Seigue, 1985 ; 5 Khalifi, 2002 ; 6 DGF, 2010 in **G. Kerrache**).

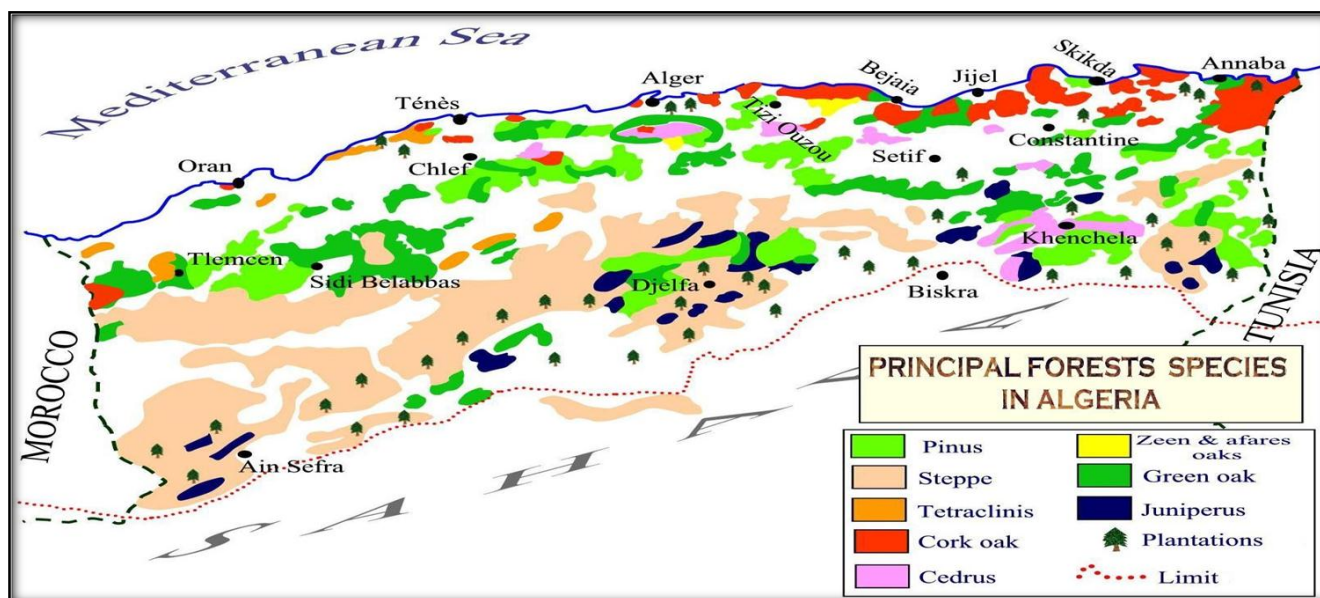
	Boudy(1955)	Service des forets (1966)	Admini des forets (1978)	Seigue (1985)	Ghazi (1997)	RNE (2000)	DGF (2007)
Pin d'Alep	852000	792000	792000	855000	800000	881000	881000
Chêne liège	426000	463000	468000	440000	463000	229000	230000
Chêne vert	679000	354000	354000	680000	354000	219000	108000
Chêne zèen et Afarès	-	65000	65000	67000	65000	48000	48000
Genévrier et phénicie	279000	227000	277000	-	217000	-	-
Thuya	157000	191000	143000	160000	143000	-	-
Cèdre d'atlas	45000	23000	23000	30000	12000	16000	16000
Pin maritime	-	12000	12000	12000	38000	32000	31000
Sapin de numidie	-	-	-	300	-	-	-

2-4-2- Distribution et localisation de principales essences :

Selon (FAO 2012) :

- Les forêts de Pin d'Alep sont localisées dans les Wilayas des Sidi Bel Abbès, Saida, Tiaret, Relizane, Chlef, Ain Defla, Tipaza, Blida, Médéa, Bouira, Bordj Bou Arréridj, Djelfa, M'Sila, Batna, Khenchela, Tébessa ;
- Les forêts de Chêne liège sont concentrées dans les Wilayas de Bou Merdes, Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, Tarf, Guelma, Souk Ahras;
- Les forêts de Chêne zèen et Afarès dans les Wilaya de Bejaia, Jijel et Guelma, Souk Ahras et Taref;

- Les forêts de Cèdre sont concentrées dans les Wilayas de Batna, Khenchela et disséminées en petites tâches dans les Wilayas de Tissemsilt, Blida et Tizi Ouzou;
- Les forêts de Pin maritime existent dans les Wilaya de Bejaia, Skikda, Jijel et Annaba où elles colonisent les forêts de Chêne liège.



- Figure n° (4) : Carte de répartition des forêts par essences en Algérie (DGF 2018).

3- Le rôle du forêt Algérienne :

Les fonctions de la forêt sont multiples, ils ont varié au cours du temps, et leur importance diffère, en fonction des zones géographiques, des traditions forestières des régions et de la richesse des pays en matière de ressources forestières. Ces différentes fonctions sont classées comme suit :

- Tableau n° (3) : L'évolution des différents types de forêt en Algérie (FRA 2010).

fonction	Foret (ha)			
	1990	2000	2005	2010
production	596422	561526	544078	526630
Protection	894634	842290	816118	789946
Conservation	172800	172800	172800	172800
Utilité sociale	2800	2800	2800	2800

3-1- Fonctions économiques :

De tout temps la forêt a été perçue en Algérie comme une valeur économique certaine, un fond producteur de matière première facilement renouvelable. De ce raisonnement simpliste, logique

sous d'autres cieux et sous des conditions écologiques et anthropiques différentes, a permis le développement de la sylviculture où dominant surtout la phase exploitation. Les essences les plus intéressantes sur le plan économique sont le chêne liège et le pin d'Alep (**B. Khéloufi 1996**).

3-1-1 Les produits :

Il s'agit des forêts qui se trouvent dans les zones à étage bioclimatique humide et subhumide et dont la production est constitué notamment de bois d'œuvre (**FRA 2005**), de fibres, de bioénergie et/ou de produits forestiers non ligneux (**FRA 2010**).

Selon (**FOSA 2000**). Les forêts productives ne couvrent qu'un tiers du patrimoine forestier national, soit 1 400 000 ha. Elles sont constituées de peuplements de pin d'Alep, d'eucalyptus, de chêne liège, de chêne zéen et afarès, de pin maritime et de cèdre. En matière de réserves de matériel ligneux sur pied, les forêts de pin d'Alep représentent la plus grande proportion. Parmi les feuillus, les eucalyptus et les chênes sont les plus importants. Le chêne liège est essentiellement cultivé pour son écorce (liège).

Et parme les principaux produit du foret Algérienne :

3-1-1-1- Le bois :

À l'échelle du globe, la plus grande partie du bois provient d'aires boisées à vocation de production ou à usages multiples. Pour certains pays, cette analyse indique également à quels endroits les forêts de production ou à usages multiples sont peu exploitées, et à quels endroits les arbres hors forêt ou provenant d'autres terres boisées revêtent une plus grande importance. L'analyse des tendances dans la demande de bois et des types de forêts qui fournissent du bois d'œuvre et du RETOMBÉES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES La gestion durable des forêts consiste à faire en sorte que les forêts fournissent à long terme un vaste éventail de biens et de services, y compris d'importantes retombées économiques et sociales. Bois de feu contribue à souligner l'intérêt de ces classifications forestières pour la sécurité à long terme des réserves de bois (**FAO 2015**).

Selon (**MATET 2015**). La forêt Algérienne, dégage des revenus aussi bien à partir de ses produits ligneux que non ligneux. Cependant, ceux-ci restent en volume et en valeur assez modestes. Très peu d'études existent en ce sens.

La possibilité annuelle globale, toutes catégories de bois confondues, s'élève à environ 1 200 000 m³ (PNDF, 1984). L'accroissement moyen annuel s'élèverait donc à peine à 1 m³ /ha/an si l'on considère la superficie occupée par les forêts productives. Les peuplements de pin d'Alep renferment plus de 80% de la possibilité totale annuelle. Le reste est fourni par les eucalyptus, le chêne zéen et le chêne afarès. La superficie des forêts ayant fait l'objet d'études d'aménagement

s'élève à près d'un million d'hectares toutes essences confondues (y compris les peuplements artificiels d'eucalyptus). Ces forêts représentent une possibilité annuelle d'environ 460 000 m³. La production de bois a suivi un rythme très irrégulier depuis l'indépendance. Faible de 1963 à 1990, celle-ci a connu une augmentation sensible à partir de 1991 culminant en 1993 avec 240 000 m³. Cette augmentation est essentiellement due aux moyens humains et matériels mis en œuvre par le secteur pour une meilleure prise en charge des plans de gestion (**FOSA 2000**).

- **Tableau n° (4) : Bilans des extractions moyennes de bois et leur valeur (FRA 2010).**

Catégorie de bois	Extraction de bois industriel			Extraction de bois de feu		
	1992-1998	1998-2002	2003-2007	1992-1998	1998-2002	2003-2007
Volume total (1000 m sur l'écorce)	80	136	73	50	56	77
Valeur unitaire (DA/m)	1000	1300	1800	150	200	250
Valeur totale (1000 monnaie national)	8000	176800	131400	7500	11200	19250

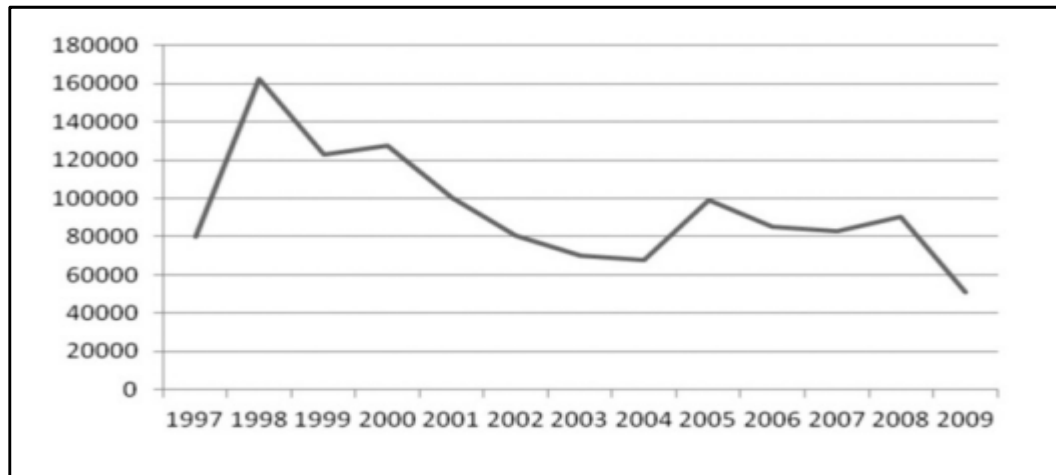
Le **tableau n° (5)** représente les données des bilans annuels du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (**FRA 2010**).

Catégories de bois	Unité	volume		
		1990	2000	2005
Bois d'œuvre	M3	49 596	64 105	23 201
Bois d'industrie	M3	30 671	72 254	50 125
Bois de chauffage	Stère	62 461	70 210	96 400

1 stère = 0.65 m³

3-1-1-2- Le liège : Le liège est l'autre produit principal de la forêt. L'Algérie occupe actuellement le cinquième rang mondial des producteurs, après le Portugal, l'Espagne, l'Italie et le Maroc et ce, suite à la réduction de moitié de ses peuplements productifs, ainsi que de leur épuisement : 61% des subéraies ont subi plusieurs démasclages et ont besoin d'être régénérés. La surface des peuplements productifs est estimée aujourd'hui à environ 240 000 ha. Ils sont localisés dans le Tell oriental à raison

de 82%, dans le Tell central (15%) et dans le Tell occidental (2%). Les wilayas les plus importantes pour la production de liège sont El Tarf, Jijel, Skikda, Béjaïa, Tizi Ouzou. Elles présentent une possibilité de récolte d'au moins 200 000 q/an. Toutefois, les quantités de liège récoltées ces dernières années atteignent rarement les 100 000 q/an. Elles oscillent entre 80 000 et 100 000 q/an, en raison des difficultés d'exploitation liées au terrain et, surtout, faute de main d'œuvre spécialisée et de mauvaise adjudication d'exploitation (**H. Tatar 2012**).



- **Figure n° (5)** : Evolution (en quintaux) de la production de liège en Algérie (**H. Tatar 2012**).

3-1-1-3- Les autres produits de la forêt : (produits forestiers non ligneux PFNL)

En plus des principaux produits, le bois et le liège, la forêt algérienne recèle des potentialités en divers produits qui, pour peu qu'ils soient rationnellement valorisés, pourraient contribuer sensiblement au développement de l'économie locale et nationale et assurer une augmentation substantielle des revenus des populations concernées.

Les principaux produits sont les suivants : le charbon de bois, la souche de bruyère, la transformation du bois de certaines espèces arbustives comme la filaire, l'arbousier, l'oléastre, les glands de chênes, les plantes médicinales et aromatiques (myrte, lavandes, lentisque, cistes, ...), la gemme et la résine (**FOSA 2000**).

En résumé, on peut dire qu'à l'instar des massifs forestiers méditerranéens, la forêt Algérienne joue un rôle beaucoup plus de protection que de production. Composée essentiellement d'essences locales à croissance relativement faible, elle est exploitée à hauteur de 15 à 20% de la possibilité globale estimée à 1 200 000 m²/an (**Ouelmouhoub 2005**).

- **Tableau n° (6) : Production Non-ligneuse de la forêt Algérienne (FRA 2010).**

Nature du produit	quantité	Unité originale	reconversion	Quantité (T)
Alfa	6600	quintal	Tonne	660
Diss	5220	Charge d'homme	1 charge = 50 kg	261
Bruyère à balai	22500	Fagot	1 Fagot= 10kg	225
Souche de bruyère	487	Qx	Tonne	48.7
Plantes aromatiques	287	Stère	1 Stère=0.065 t	18.7
Plantes ornementales	16	Fagot	1 Fagot= 10kg	0.16
liège	99154	quintal	Tonne	9915

3-1-1-3-1- Plantes médicinales et aromatiques :

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurale et urbaine en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (Badiaga, 2011 **In T. Hamel et al., 2018**).

L'Algérie est reconnue par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. Dans le Hoggar et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions (Mokkadem, 2004 **in Sahi.L et al., 2016**).

La richesse de la flore algérienne est donc incontestable, elle recèle un grand nombre d'espèces classées en fonction de leur degré de rareté :

- **Tableau n° (7) : Les espèces en fonction de leur degré de rareté en Algérie (FAO, 2012 in Sahi.L et al., 2016).**

Esp/type	rares	assez rares	très rares	rarissimes	Endémique
Nombre	647	289	640	35	168

Ces plantes sont certes abondantes, mais dispersées géographiquement et ont des potentialités de rendement faible, leur contrôle est difficile, leur exploitation ne suffit pas à couvrir les besoins nationaux de la médecine, la pharmacie et de l'herboristerie (**Sahi.L et al., 2016**).

Cependant, la flore médicinale Algérienne reste méconnue jusqu'à nos jours, car sur les quelques milliers d'espèces végétales, seules 146 sont dénombrées comme médicinales (Baba Aissa, 1999 in **T. Hamel et al., 2018**).

Ces plantes se localisent majoritairement dans des Zones ZIP (« site naturel ou semi-naturel présentant une richesse botanique exceptionnelle et/ou une composition remarquable de plantes»). La plupart de ces ZIP se situent en zones forestières (**Sahi.L et al., 2016**).



- **Figure n° (6)** : La répartition géographique des ZIP (Journal of Threatened Taxa, 2012 in **Sahi.L et al., 2016**).

En 2011, environ 33 stères de plantes aromatiques de différentes espèces (romarin, myrte, etc.) ont été extraites en Algérie, alors que la production pour l'année 2010 était de 735.5 stères et pour l'année 2009 de 23 stères. Ces chiffres en apparence assez faibles au regard du potentiel de l'Algérie semblent être confirmés par des données concernant les importations et exportations algériennes (**Sahi.L et al., 2016**).

- **Tableau n° (8)** : Evolution de la production algérienne en plantes aromatiques (Ministère de l'Agriculture, 2015 in **Sahi.L et al., 2016**).

Période	2007	2008	2009	2010	2011
Quantité en stères	1000.0	2.0	23.0	735.5	33.0

Selon (Sahi.L et al., 2016). Ces plantes sont, le plus souvent, de nature spontanée (sauvages) ce qui rend difficile leur quantification, les plus importantes d'entre elles sont le thym, le romarin, le caroubier, l'origan et les feuilles de laurier, l'armoise, le myrte, la menthe pouliot.

Les plantes médicinales et aromatiques les plus demandées auprès l'herboristerie en Algérie sont représentées dans le tableau suivant :

- Tableau n° (9) : Principales plantes consommées en Algérie Données de l'enquête, 2015 (Sahi.L et al., 2016).

Espèces	Noms scientifiques	Parties utilisées
Fenugrec	<i>Trigonella foenum graecum. L</i>	Graines
Verveine	<i>Verbena citriodora HB et K</i>	Feuilles
Sablina	<i>Arenaria rubra . L</i>	Plante entière
Coriandre	<i>Coriandrum Sativum. L</i>	Graines
Queue de cerise	<i>Prunus cerasus . L</i>	Queues
Armoise blanche	<i>Artemesia herba alba .asso</i>	Sommités fleuries
Marrube blanc	<i>Marrubiumvulgare .L</i>	Sommités fleuries
Globulaire	<i>Globularia alypum. L</i>	Sommités fleuries
Menthe verte	<i>Mentha veridis . L</i>	Feuilles
Origan	<i>Majorana hortentis Moeneli</i>	Sommités fleuries
Nigelle	<i>Nigella sativa . L</i>	Graines
Petite centaurée	<i>Erithrea centaurium . L</i>	Sommités fleuries
Cumin	<i>Cuminum Cyminum L.</i>	Graines
Réglisse	<i>Glycyrrhiza globra. L</i>	Racines
Romarin	<i>Romarinus officinalis . L</i>	Sommités fleuries
Tyum	<i>Thymus vulgaris</i>	Sommités fleuries
Bigaradier	<i>Citrus bigaradia . Duham</i>	Feuilles et fleurs
Séné	<i>Cassia abovata.coll</i>	feuilles

Sauge	<i>Salvia officinalis L</i>	Sommités fleuries
Lavande	<i>Lavandula officinalis L</i>	fleurs
Noyer	<i>Juglans regia L</i>	Feuilles et écorce
Myrte	<i>Myrtus communis . L</i>	Feuilles et fruits
Alaterne	<i>Rhammus alaternus. L</i>	Feuilles
Menthe pouliot	<i>Menta pulegium. L</i>	Sommités fleuries
Tym serpolet	<i>Tyymus serpillum . L</i>	Sommités fleuries
Aubépine	<i>Carataegus monogyna Jacq</i>	Fleurs
Camomille	<i>Matricaria camomilla. L</i>	Fleurs
Anis vet	<i>Pimpinella anisum. L</i>	Graines
Ortie	<i>Urtica urens L</i>	Sommités fleuries
Frêne	<i>Faxinus exelsior L</i>	Feuilles
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus. L</i>	Feuilles
Basilic	<i>Ocinum basilicum. L</i>	Sommités fleuries
Pétale de rose	<i>Rosa canina . L</i>	Pétales et fruit
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i>	Graines

Concernant la production nationale en PPAM, les seules données statistiques détaillées qui nous ont été délivrées par les deux organismes étatiques les plus influents dans ce secteur (Direction Générale des Forêts et le Ministère de l'Agriculture), font état d'une production ou de superficies (Sahi.L et al., 2016):

- 2 millions d'ha d'Alfa pour une production annuelle de 210 tonnes,
- 3 millions d'ha d'armoise pour un rendement annuel d'1 tonne/ha en 2000 et la quasi disparition de cette plante en 2010,
- 219 000 ha de genévrier,
- 124 000 ha de thuya,
- 43 235 ha d'eucalyptus,

- 82 100 ha de caroubier pour une production annuelle de 3 136 tonnes en 2012,
- 32 909 ha de cèdre de l'Atlas, utilisé principalement pour obtenir les huiles essentielles.

3-1-1-3-2- Le caroubier :

Le caroubier possède un intérêt socio-économique et écologique considérable, tous les constituants de graine de caroubier jouent un rôle industriel et médical important, la grande valeur de la caroube est connue grâce aux gousses et aux graines, sa pulpe est un substitut naturel de cacao utilisé pour la préparation de chocolat et aussi utilisé traditionnellement comme médicament contre les diarrhées et certaines maladies gastrique ainsi que pour la production de farine pour la préparation des gâteaux et l'alimentation animale. La gomme utilisée dans plusieurs produits quel que soit dans l'agroalimentaire comme un agent stabilisant ou bien dans le domaine médical et pharmaceutique. (Berrougui H., 2007 **In A. Zegeur, M. Bissar 2020**).

La gousse de caroube, est un fruit à usage multiple. Toutes les composantes de l'arbre (feuillage, fleur, fruit, bois, écorce, racine) sont utiles et ont de la valeur. Une gamme de produits est dérivée de la caroube à partir des graines et des gousses (Santos, 2005 **In A. Haddarah 2013**).

L'arbre commence à produire des gousses à partir de l'âge de 6 ans. La production croît progressivement avec l'âge et se stabilise à 40-50 ans. Elle est insignifiante jusqu'à l'âge de 7 ans. De 10 à 40 kg/arbre jusqu'à 20 ans, de 50 à 80 kg jusqu'à 30 ans, de 60 à 120 jusqu'à 40 ans et atteint 100 à 200 kg/arbre à partir de 50 ans (**C. Noudjoud 2020**).

- Tableau n° (10) : Les produits dérivés de la graine de caroube et leurs applications (A. Haddarah 2013).

Applications	Dérivés	Produits	Références
Alimentaire	Endosperme		
	Gomme de graines de caroube purifiée (GGC) (ou poudre d'endosperme purifié)	E410 : Additif alimentaire en industrie agroalimentaire (agent gélifiant, Liant, agent d'adhésion.)	<i>Battle et Tous ,1997 ; Gonçalves et al, 2005</i>
Industrielle	GGC de moindre pureté	-Pharmaceutiques (pommade, anticoagulant..)	<i>Calixto et</i>
		-Cosmétiques (Mousses, gels...)	<i>Canella, 1982</i>
		-Textiles (Epaississant de couleurs)	<i>; Sandolo et al., 2007</i>

		-Papier (produits de flottaison, épaississant) -Chimiques (couleurs, pesticides) Des explosifs (agent absorbant de l'humidité)	
Médicinale		Germe	
	Farine de germe	l'alimentation diététique humaine (couper la sensation de faim lors des régimes pour mincir en bonne santé)	<i>Dakia et al., 2007</i>
	Farine de germe	Ingrédient potentiel dans les aliments dérivés des céréales pour les personnes cœliaques	<i>Feillet et Roulland, 1998</i>

3-1-2- Les services :

- Eco-tourisme :

En effet, les forêts offrent d'importantes opportunités pour l'écotourisme, devenu un business en pleine expansion et une source lucrative potentielle, mais aussi une multitude de services liés aux activités récréatives et de loisirs. Elles constituent un habitat unique pour le gibier et les poissons de rivières ou de lacs favorisant ainsi la chasse et la pêche pour des milliers d'amateurs. En plus, elles sont un terrain idéal pour le cyclisme, le ski, l'observation des oiseaux et l'admiration de la nature. Les milieux forestiers sont également un lieu privilégié pour sensibiliser à la biodiversité. Ils sont souvent l'objet de sessions pédagogiques et nombre d'entre eux ont vu l'apparition de sentiers didactiques, à vocation naturaliste mais aussi patrimoniale ou historique (**M. Khaznadar 2016**). Sur le plan scientifique, les forêts et leur richesse spécifique sont aussi des sources d'inspiration potentielles pour le biomimétisme qui consiste à s'inspirer des principes et stratégies élaborés par les organismes vivants pour trouver des solutions techniques innovantes (**UICN 2013**).

3-2- Fonction écologique et de protection :

D'après (**J. Montgolfier 1986**), la Seconde « fonction » classique de la forêt : la protection. Il est a priori évident qu'en région méditerranéenne la forêt remplit des rôles de protection considérables. Le couvert des arbres crée un « microclimat » favorable, qui augmente l'humidité ambiante et atténue les écarts de températures par rapport aux espaces découverts. Il protège également la surface de l'action brutale de la pluie lors des violentes averses méditerranéennes. Les racines vont puiser dans les couches profondes du sol des éléments minéraux qui sont ramenés en surface par

l'intermédiaire de la décomposition des litières (feuilles et rameaux morts). Tous ces phénomènes sont favorables à la vie des organismes végétaux et animaux qui permettent au sol de se reconstituer, quoique souvent très lentement, sous forêt. Ils sont également créateurs de niches écologiques qui permettent l'installation d'une flore et d'une faune forestières.

En ralentissant le ruissellement, en favorisant le maintien de l'humidité des sols superficiels et l'alimentation des nappes souterraines, la forêt joue un rôle prépondérant dans le cycle de l'eau. La couverture forestière, facilitant le stockage de l'eau dans le sol, atténue les fluctuations du débit des rivières, réduisant les crues en période de pluie (fonction de tampon) et alimentant les cours d'eau et les nappes en période sèche (UICN 2013).

Elle intervient sur la qualité de l'air, en épurant ce dernier par la fixation de polluants (recyclage) et en le purifiant par diffusion d'essences et de composés volatiles (Ouelmhoub 2005).

3-3- Fonction sociale :

Il s'agit des forêts qui se trouvent à proximité des agglomérations et qui ont un caractère récréatif (FRA 2005).

Selon Becker et al. 1981 in A. Mihi 2012) cet aspect, et toutes ses conséquences sont largement développés plus loin. Constatons seulement, dès maintenant, que les forêts sont devenues de véritables pôles d'attraction pour des citoyens toujours plus nombreux. De façon plus ou moins heureuse, ils y renouent le contact avec une nature pratiquement disparue de leur univers quotidien, contact qui semble bien constituer un élément essentiel pour la santé physique et psychique de l'espèce humaine.

Outre les loisirs, le milieu forestier méditerranéen constitue une source de vie pour les populations riveraines qui vivent aux alentours. Afin de subvenir à leurs besoins, ils exploitent la forêt pour se procurer du bois de chauffage, faire pâturer leurs animaux ou encore tirer profit des divers sous-produits dont la vente leur permet de gagner des revenus.

Le développement de ces formes de fréquentation de la forêt peut être extrêmement positif, en permettant une meilleure connaissance de ce milieu par tous. Mais les contraintes qui pèsent sur les forêts sont souvent très importantes. En effet, la forêt demeure l'écosystème le plus souvent anthropisé, ce qui menace sa stabilité et peut conduire parfois à des dégradations irréversibles. Pour cela, certaines de ces fréquentations demandent des aménagements spécifiques pour être mieux pratiqués (balisage, parcours de repos...) ou afin d'éviter des destructions trop importantes (clôtures de protection des zones de régénération, barrières interdisant l'usage motorisé de certains chemins...) (Ouelmhoub 2005).

3-3-1- Le Pâturage :

Pour l'éleveur, la forêt méditerranéenne offre de nombreuses ressources qui peuvent contribuer à la chaîne de ressources pastorales permettant d'alimenter son troupeau tout au long de l'année. Les feuilles des branches basses des arbres et des ligneux du sous-étage constituent un pâturage d'assez bonne qualité. Elles peuvent être consommées pendant la période végétative (mai à octobre) pour les espèces à feuilles caduques (chêne blanc, châtaignier, térébinthe), et tout au long de l'année pour les espèces à feuilles persistantes (chêne vert, phillyrea) (**J.P. Hetier et C. Lilin 1989**).

Une gestion de l'espace doit être rationnelle. Une diminution des cheptels est souhaitable afin de ne pas dépasser les valeurs critiques des charges tolérables en forêt. Au niveau du Parc National du Djurdjura, l'accès n'est autorisé qu'aux bovins qui détruisent moins le patrimoine que les autres bétails tels que la chèvre qui est dévastatrice. Cette solution compatible avec la survie des populations locales, a donné pour résultat une remontée biologique remarquable et une reprise d'extension des génévriers et des cèdres (**D. Louni 1994**).

3-3-2-La Chasse :

La chasse chez la population riveraine des forêts Algériennes, est la pratique de rechercher, chasser et capturer des animaux sauvages pour bénéficier de la viande de brousse et du poisson qui complètent l'alimentation quotidienne et qui peuvent apporter une certaine sécurité lors de mauvaises récoltes ou durant les périodes dit stériles. Il contribue également au revenu financier en le vendant sur le marché local (gibier sédentaire le pigeon ramier et le faisan Les Lièvres).

D'autre part, du côté récréatif ils chassent à tir afin de réduire et d'éloigner les animaux qui constituent une menace pour l'homme ou les cultures (le sanglier). Les chasseurs sont soumis à un système de contrôle rigoureux, les obligeant à respecter le nombre de gibiers à chasser et les espèces autorisées figurant dans la licence de chasse délivrée par la conservation de forêts de wilaya pour la période considérée. Et cela concerne notamment le gibier sédentaire dont le lapin, le lièvre, le chacal, le renard, le sanglier, la perdrix, le pigeon ramier et le faisan. Pour le gibier de passage, il s'agit surtout de la caille des blés et les étourneaux (**Master web 1**).

3-4- Fonction de conservation :

Il s'agit des forêts localisées au niveau des aires protégées (Parcs nationaux réserves naturelles, centre cynégétique) (**FRA 2005**).

Depuis les années 1970, l'Algérie accorde une grande importance pour les ressources phylogénétiques afin de conserver la biodiversité. Compte tenu de l'érosion génétique que subissent les écosystèmes forestiers, la conservation in situ est l'une des étapes fondamentale.

L'intensification des recherches dans le domaine de la sélection génétique permet un gain génétique appréciable relatif à l'adaptation, la croissance, la productivité et la résistance aux maladies. 21 Aujourd'hui l'Algérie compte 11 parcs nationaux dont 8 au Nord du pays d'une superficie totale de 165 362 ha, qui relèvent de la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Il s'agit du Djurdjura, Chréa, El Kala, Gouraya et Taza classés en Réserve de la Biosphère (MAB) ainsi que le Belezma, Théniet El Had et Tlemcen. Un projet de création d'un 9ème parc national à Taghit, dans la wilaya de Bechar, est en attente de la publication des textes réglementaires permettant son classement. IL existe également, 02 parcs nationaux dans le grand sud sous tutelle du ministère de la culture, 4 réserves de chasse et 50 zones humides classées site RAMSAR (FAO 2012).

4- Répartition juridique des forêts :

Les forêts algériennes se répartissent juridiquement sous trois formes : domaniales, particulières (privées).

- **Propriété publique** : Toutes les terres forestières n'appartenant pas à des privés sont classées dans le domaine public forestier national (FRA 2010).

- **Propriété privée** : Terres forestières individuelles privées ou en copropriété n'appartenant pas au domaine public forestier national (FRA 2010).

- **Tableau n° (11) : Les Superficies des forêts domaniales et privées (FRA 2010).**

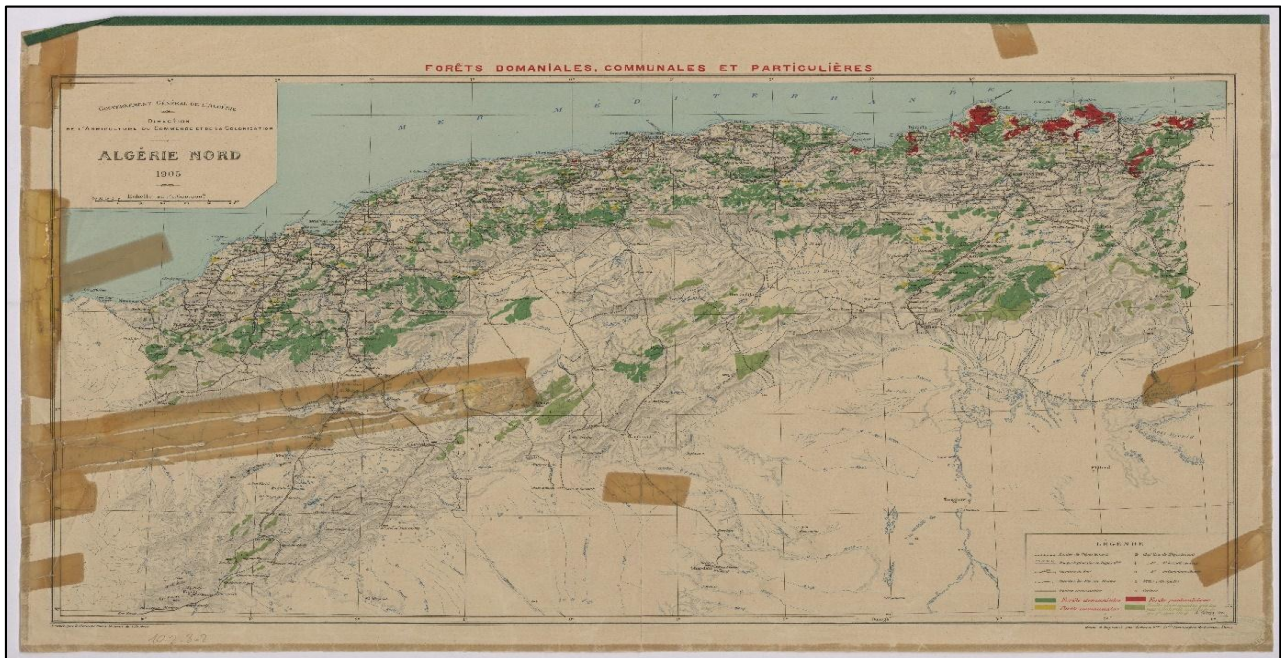
Catégories nationales	Superficie 2008 (ha)	%
Forêts domaniales	1142 000	76.5
Forêts privées	350 000	23.5
Total	1 492 000	100

La forêt algérienne constitue une source naturelle pour de nombreux besoins, et ses avantages et son importance sont multiples, mais l'homme ne l'a pas préservée à la mesure qu'elle méritait, et ses superficies se rétrécissent et se détériorent.

Selon la FRA, la forêt algérienne a subi des pressions et des agressions qui ont entraîné une dégradation des espaces forestiers, surtout au cours des deux dernières décennies, c'est-à-dire des années 90 à nos jours ; Des études indiquent que dans la période 1990-2008, le taux de dégradation de la superficie forestière dans les forêts publiques était de plus en plus sévère que dans les forêts privées.

- Tableau n° (12) : Propriété des forêts Algériennes (FRA 2010).

	Superficie forestière				Superficie total perdue (ha)
	1990	2000	2005	2008	
Propriété publique	1 275 000	120 8000	1 175 000	1 142 000	133 000
Propriété privée	392 000	371 000	361 000	350 000	42 000



- Figure n° (7) : Carte de propriété des fortes Algériennes (Calleja, N.1905

CHAPITRE II:
DYNAMIQUE
DE
VÉGÉTATION.

Contexte générale :

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples, dont les origines remontent au début du Néolithique. Les agressions qu'elles ont subies ont cependant considérablement varié en fréquence et en intensité au cours des âges en fonction de la démographie humaine, ce qui a déterminé des phases de régression ou de progression de leurs surfaces (**Ouézel et Barbéro 1990**).

La forêt méditerranéenne est caractérisée par sa flore typique, qui lui confère une délimitation géographique bien déterminée, de plus elle se caractérise par un bioclimat spécifique avec ses deux composantes principales : les précipitations et la sécheresse (**B. Blanquet 1952 ; Tomarselli 1976**). L'évolution Dans les pays du sud, dont les forêts les forêts connaissent une action anthropique importante, et partant des habitats forestiers, est devenue un phénomène d'une acuité évidente. A peu près partout, à la suite d'un parcours permanent et incontrôlé par les troupeaux, mais aussi de coupes, d'ébranchages et de défrichements anarchiques) (**Quézel 1999**).

L'évolution des types de forêts est classée comme progressive, impliquant une tendance vers des forêts de densité et de maturité végétale plus élevées (c'est ce qu'on appelle la remontée biologique) (**R. Delgado et al., 2022**).

Ou au contraire, régressive, en raison de perturbations, de la déforestation, de la dégradation des forêts ou de changements environnementaux (Buhk et al., 2006 ; Margalef, 1993 ; Uríos, 2005). Il est également possible de distinguer l'évolution externe et interne des forêts. Dans le premier cas, il s'agit d'échanges entre les utilisations des terres forestières et non forestières, et dans le second cas, de transitions au sein des types de forêts. L'évolution externe des forêts est étroitement liée aux utilisations humaines : Les humains peuvent supprimer les forêts pour utiliser les terres et, d'autre part, lorsqu'un usage humain est abandonné, l'évolution secondaire de la forêt peut commencer (Peña-Angulo et al., 2019). L'évolution interne de la forêt, progressive ou régressive, dépend principalement des conditions naturelles du site, bien qu'il puisse y avoir des perturbations humaines qui, sans affecter la nature forestière du terrain, pourraient produire un éclaircissement de la végétation, comme l'élevage extensif de moutons ou l'extraction de bois. Ces activités ont été développées de manière intensive pendant des siècles jusqu'à leur déclin, conformément à la transformation rurale susmentionnée (**in R. Delgado et al., 2022**).

1- La dynamique de la végétation :

la dynamique de la végétation et les réponses de la végétation aux perturbations (**S. Paula et al., 2009**).

Les milieux naturels sont instables, dynamiques et évoluent à se mettre en équilibre. En effet, le paysage est vu comme une partie de la surface de la terre qui est formée d'un complexe d'interaction entre les roches, les eaux, l'air, les plantes, les animaux et les hommes, qui, dans son apparence extérieure forme un tout perceptible. Cette perception change sous l'influence de ces grands facteurs qui le composent. Par conséquent, la maîtrise du paysage et des facteurs influençant son équilibre, s'avère impérieuse pour une compréhension de l'évolution des unités d'un paysage (**in O. Tente et al., 2019**).

Le paysage, composé d'un ensemble d'écosystèmes en interaction. La dynamique paysagère pourrait ainsi être mise en évidence et quantifier par l'analyse de la composition et la configuration de ses éléments. En effet, chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés : sa structure spatiale, sa composition et son fonctionnement (Borgaert et Mahamane, 2005 in **A. Sedjar 2012**).

Les écosystèmes ne sont pas stables dans le temps. A travers leurs communautés constituantes, ils sont l'objet de variations périodiques ou continues. Les premières reflètent généralement le rythme saisonnier des communautés, autrement dit leur phénologie, alors que les secondes traduisent plutôt l'évolution de la biocénose et de l'écosystème dans son ensemble vers des stades de complexité croissante (**A. Lacoste et R. Salanon 2001**).

Les forêts sont la source de nombreux biens et services écologiques pour l'humanité. Elles sont le fondement de la conservation de la biodiversité et conditionnent la présence d'espèces animales et végétales (Tabopda, Huynh, 2009 ; Tankoano, 2017). Les ressources naturelles ont une grande importance dans le développement des sociétés et leur préservation est un véritable enjeu. En effet, ce sont des éléments du milieu physique que les populations utilisent directement ou indirectement pour satisfaire leurs besoins monétaires et alimentaires domestiques (Mercoiret, 1994). Ces ressources naturelles sont soumises de manière quasi permanente à la pression anthropozoiïque, susceptible d'occasionner des dégradations irréversibles. (**in H. Bezzih et al., 2021**).

Ces activités entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et une perte de biodiversité. Ces changements dans l'écosystème ont des répercussions directes sur l'utilisation des terres et la configuration du paysage. En particulier, la forêt méditerranéenne, dont fait partie la forêt Algérienne, subit continuellement des pressions diverses et répétées réduisant considérablement ses potentialités végétales, hydriques et édaphiques. Parmi les facteurs de

dégradation, il faut noter l'activité anthropique sous forme d'exploitation irresponsable des pâturages, d'abattage d'arbres et de défrichement, la fréquence élevée et intense des incendies, l'érosion des sols, etc. En outre, la forêt algérienne est également affectée par la sécheresse : le cas du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) (Allen, 2009 **In H. Bezzih et al., 2021**). Le mode de vie des populations rivrenne, étroitement lié à leurs besoins en ressources naturelles, accélère le phénomène de dégradation du couvert forestier lui-même, entraînant ainsi l'apparition de formations plus ou moins dégradées (végétation matorral et buissonnante), et ce, au détriment des forêts denses et claires. L'impact potentiel de cette dégradation dans ses phases avancées se manifeste par la mise à nu des sols, résultat d'une pratique intense et répétée de défrichement associée au phénomène de désertification (**H. Bezzih et al., 2021**).

1-1- La succession :

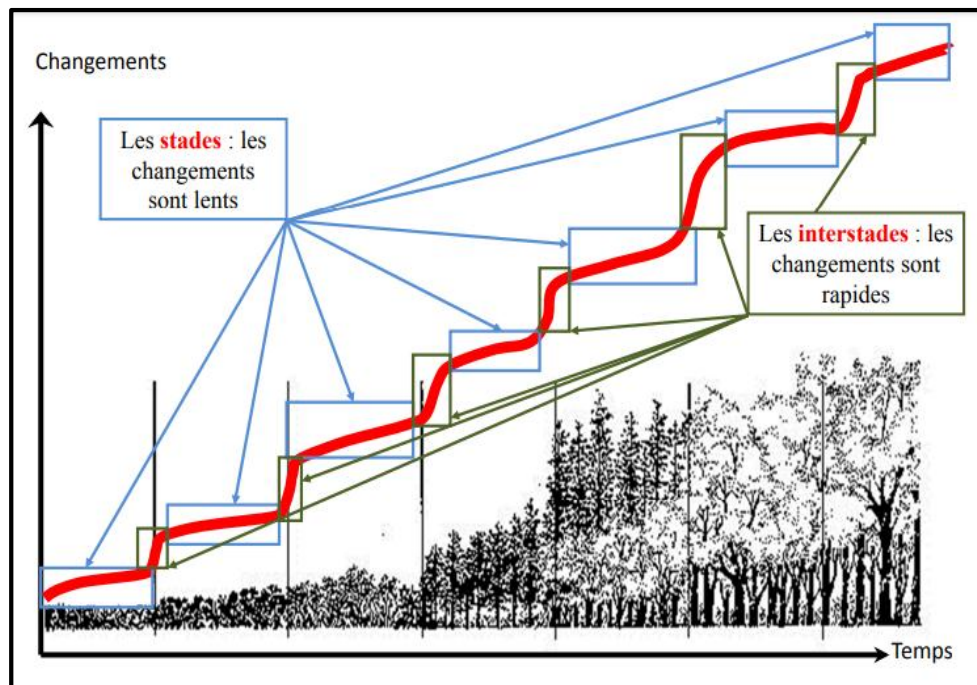
Les successions sont une description des changements de la végétation à différentes échelles d'espace et de temps (Finegan, 1984). Elles constituent l'ensemble des processus par lesquels un écosystème, naturellement ou artificiellement altéré, entreprend spontanément de se reconstituer pour recouvrir une sorte de fac-similé de son état initial (Blondel, 1995 **In J. N. Kassi et al., 2011**). Pour (Gillet et al., 1991 **In J. N. Kassi et al., 2011**), les successions sont des enchaînements temporels, linéaires ou cycliques de communautés. Elles se réalisent par étapes, ou stades, caractérisés par des formations végétales différentes (au niveau des champs abandonnés : stade pionnier, post-pionnier et mature de la communauté végétale). Chaque stade est caractérisé par des phases et chaque phase par des états de croissance.

- Les successions sont séparées traditionnellement en :

1-1-1- Successions primaires :

Quand il s'agit de l'installation des êtres vivants dans un milieu neuf, comme un substrat nu qui n'a jamais été peuplé et les successions secondaires : quand il s'agit de processus de reconstitution de la végétation dans un milieu qui a déjà été peuplé auparavant, mais dont les êtres vivants ont été éliminés totalement ou partiellement par des modifications climatiques (glaciation, incendies), géologiques (érosions) ou par l'intervention de l'homme (défrichements). Il peut exister plusieurs dynamiques qui soient imbriqués (Blondel, 1986 **In J. N. Kassi et al., 2011**).

La succession se manifeste sous deux formes selon la nature des actions et des faits au sein des écosystèmes :



- Figure n° (8) : Succession écologique des stades et des interstades (O. Maire 2011).

1-1-1-1- La succession autogène :

C'est le résultat des processus biologiques opérant au sein d'un écosystème. Ces modifications sont induites par les organismes de l'écosystème lui-même.

1-1-1-2- Les successions allogènes :

C'est le résultat de l'influence de certains facteurs extérieurs qui affectent l'écosystème tel que la pollution, les incendies, le pâturage. Les successions allogènes peuvent causer des régressions pouvant aboutir à la destruction totale de l'écosystème.

1-1-2- La succession secondaire :

Conserve quelques formes de vie après l'événement destructeur. Les successions secondaires sont logiquement plus rapides en raison de la pérennité des héritages biologiques (A. Schnitzler, J.C. Génot 2012).

Le mécanisme de succession qui permet le passage d'un stade au suivant

1-1-2-1 Succession progressive :

La succession est dite progressive lorsqu'elle conduit à une complexification de la composition et de la structure des biocénoses.

- La Favorisation (ou facilitation) : chaque stade de végétation naît, se développe, passe par des stades de maturité puis de sénescence. L'arrivée d'une espèce favorise celle des suivantes dont elle << prépare le terrain » au sens propre. Dans ce modèle, la favorisation de l'installation de l'espèce

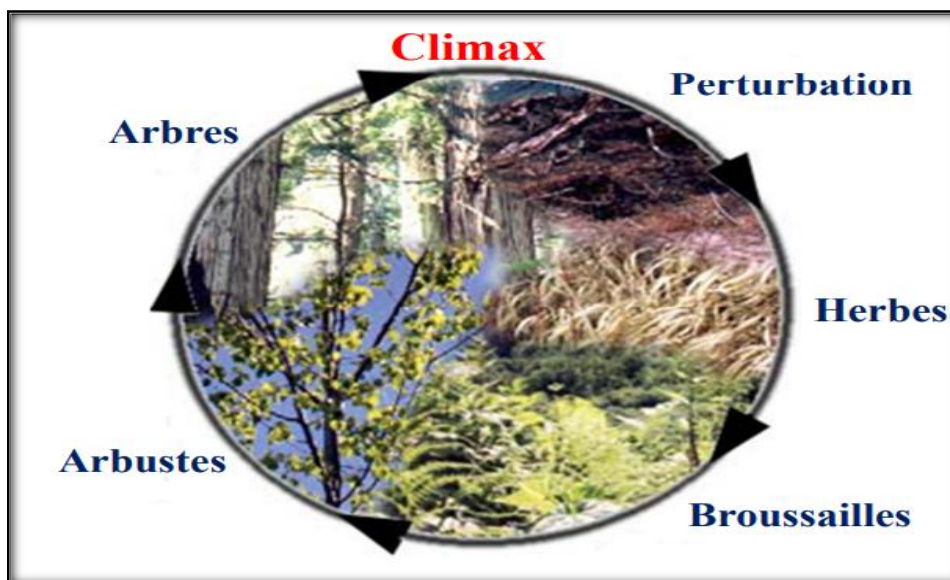
suivante est le processus dominant. Dans les communautés végétales soumises à de fortes contraintes physiques et/ou à une forte pression de l'herbivorie, les relations positives seraient prédominantes (**Bertness & Callaway 1994 in A. Slimani 2011**)

1-1-2-2- Succession régressive :

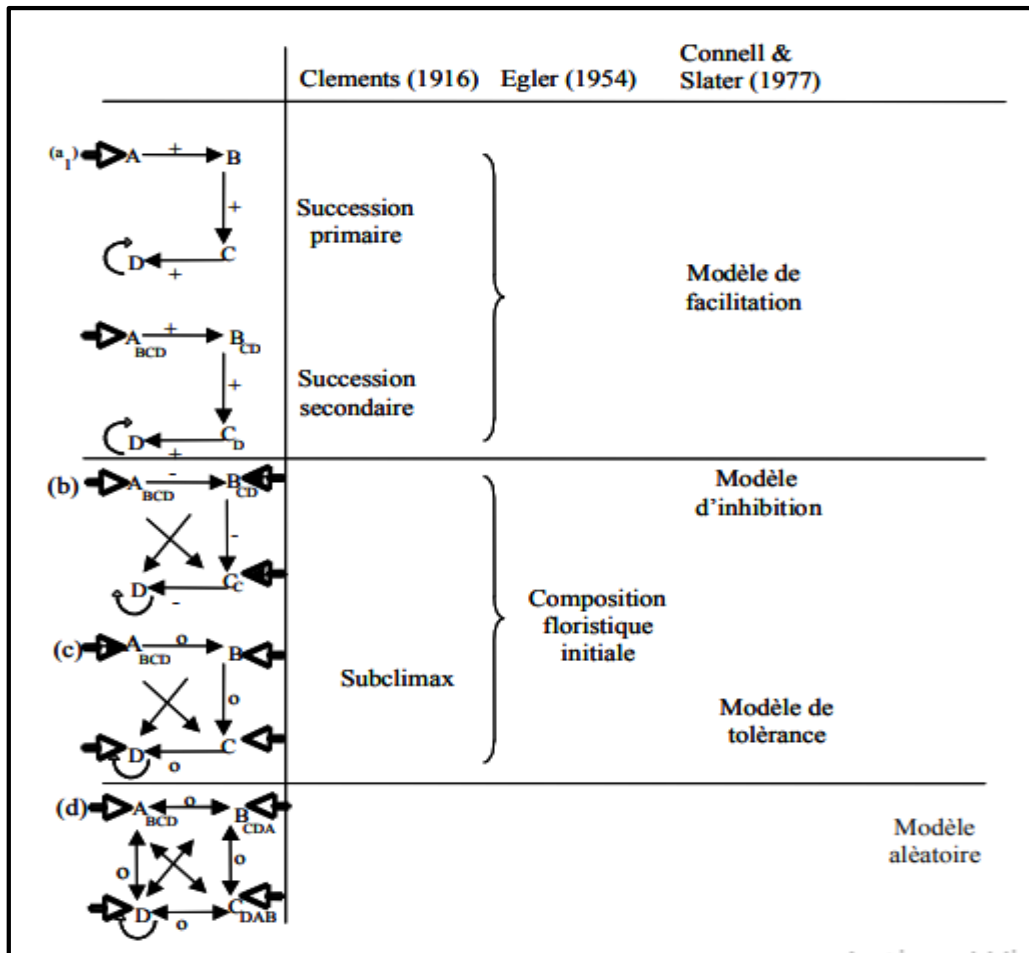
La succession est dite régressive lorsqu'elle conduit à une simplification de la composition et de la structure des biocénoses (**O. Maire 2011**).

✓L'inhibition : une espèce occupe quelques temps le terrain, empêchant les autres de se développer parce qu'elle monopolise l'espace. C'est alors l'inhibition de l'installation de l'espèce suivante qui domine. Cette inhibition peut être levée plus ou moins tard et permettre le développement des espèces suivantes. Les interactions négatives domineraient surtout dans les milieux fertiles (**Bertness & Callaway 1994 in A. Slimani 2011**).

✓Tolérance : les premiers colonisateurs n'ont ni effet positif ni effet négatif sur l'arrivée des suivants (végétaux tolérant à l'ombre) (**O. Maire 2011**)



- **Figure n° (9) : Cycle de succession écologique dans une forêt (O. Maire 2011).**



- **Figure n° (10)** : Les quatre principaux modèles de successions (a - d) proposés par différents auteurs (d'après Krebs, 2001, modifié) (**J. N. Kassi et al., 2011**)

Les lettres A-D représentent les communautés végétales ou les espèces dominantes ; Les lettres en indices indiquent les espèces en faible nombre ou les propagules. Les traits en gras représentent les espèces ou cycle de végétation dans le temps ; les traits simples représentent des points de départ alternatifs pour la succession après perturbation ; les flèches courbes indiquent que l'espèce s'autoreplace. + = facilitation, - = inhibition, 0 = tolérance.

1-2- La dégradation :

Selon (**FAO 2009**) La dégradation est un processus de changement au sein de la forêt qui affecte négativement ses caractéristiques.

La dégradation des forêts s'accompagne généralement d'une réduction du couvert végétal. Les forêts non dégradées subissent des variations continues d'origine humaine. Lorsque ces changements dépassent un certain seuil, une forêt devient dégradée. Et si le processus négatif se poursuit, à un certain moment, le seuil de déforestation est dépassé et le site ne peut plus être classé comme forêt (même si, du point de vue administratif, elle est encore considérée comme terre boisée). La dégradation n'est pas nécessairement un précurseur de la déforestation ; les forêts peuvent rester dégradées pendant une longue période et n'être jamais complètement déboisées

(Angelsen 2008 in **FAO 2009**). Un changement peut aussi être brutal lorsque la forêt est convertie pour d'autres usages sans passer par une dégradation progressive. A tout moment, le processus de dégradation peut être enravé ou inversé par l'amélioration des forêts (l'aggradation) ou d'autres interventions d'aménagement. La dégradation naturelle va souvent de pair avec la dégradation anthropique car l'activité humaine peut influencer sur la vulnérabilité de la forêt face aux causes naturelles (ex. un niveau réduit de peuplement dû à la coupe peut accroître l'exposition aux dégâts du vent). En revanche, les dégâts naturels peuvent également se traduire par une augmentation des perturbations humaines (ex. un feu de forêt naturel peut donner lieu à l'empiètement des cultures itinérantes) (**FAO 2009**).

2- Facteurs de dégradation du couvert végétal et des forêts en Algérie :

Le changement climatique et la croissance démographique sont deux processus globaux dont les impacts (conversion de forêts en terres arbustives, feux de forêt, épidémies de nuisibles et pathogènes, surpâturage et abandon de terres) menacent les forêts méditerranéennes (**RED 2020**).

La fragilité des écosystèmes méditerranéens et la surexploitation de leurs ressources, rendent ces milieux plus vulnérables (**A. Abdelbaki 2012**).

Comme dans toute la région méditerranéenne, l'Algérie a connu des agressions humaines contre son milieu naturel et par conséquent une destruction de la flore et de la faune (**D. Louni 1994**).

Ces écosystèmes connaissent depuis longtemps une dégradation excessive du couvert végétal. Cette dégradation est le résultat conjugué des facteurs naturels et d'actions anthropiques (**A. Abdelbaki 2012**).

2-1- Pression anthropiques :

2-1-1- Les incendies :

Dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA), l'Algérie est le pays le plus touché par les feux de forêt en pourcentage de la surface parcourue (Belgherbi et *al.*, 2018 in **B. Khallef et al.**, 2021).

L'Algérie est le principal foyer d'incendie de la rive sud du bassin méditerranéen (BM). Le feu est largement répandu dans ce pays en raison de la présence de combustibles inflammables tels que les zones arbustives et les forêts, d'un climat favorable à l'allumage et à la propagation, et de l'utilisation fréquente ou abusive du feu par la population rurale ou les autorités, notamment aux interfaces rurales-urbaines (**T. Curt 2020**).

Les feux de forêt répétés constituent des obstacles majeurs à la régénération de la végétation et contribuent à l'émergence de l'érosion hydrique. Les incendies constituent donc un facteur important de dégradation de la végétation, difficile à contrôler (Benabdeli, 1998 in **B. Khallef et al., 2021**).

Les incendies de forêt sont un phénomène récurrent, et ont toujours eu une influence omniprésente sur les forêts algériennes. Au cours de la période 1985-2010, un total de 42 555 incendies a brûlé 910 640 ha de terres forestières. Cela représente 1 637 feux et 35 025 ha par an pour une surface moyenne brûlée de 21,39 ha par feu (**S. Meddour 2012**).

La variabilité annuelle de ces deux statistiques est très élevée. Ceci est corroboré par le coefficient de variation élevé (40,30 %) pour le nombre d'incendies et 143 % pour la superficie brûlée. Le nombre élevé d'incendies et de superficies brûlées en 1993, 1994, 2000 et 2007 est particulièrement remarquable. Une explication possible de cette relation est la forte corrélation entre la superficie brûlée et les conditions météorologiques saisonnières (**S. Meddour 2012**).

- **Tableau n° (13)** : Superficies de forêts incendiées durant la période 1881-1960 (**A. Arfa 2008**).

Années	Superficies incendiées (ha)	Moyenne ha	Année la plus touchée de la décennie	
			Année	Superficies incendiées (ha)
1881.1890	353.856	35.386	1881	169.056
1891/1900	487.796	48.780	1892	135.574
1900/1910	309.889	30.989	1902	141.141
1901/1920	622.571	62.257	1913	138.191
1921/1930	296.262	29.626	1929	89.473
1931/1940	275.096	27.510	1937	61.877
1941/1950	280.119	31.124	1943	81.678
1951/1960	649.970	64.997	1956	204.220

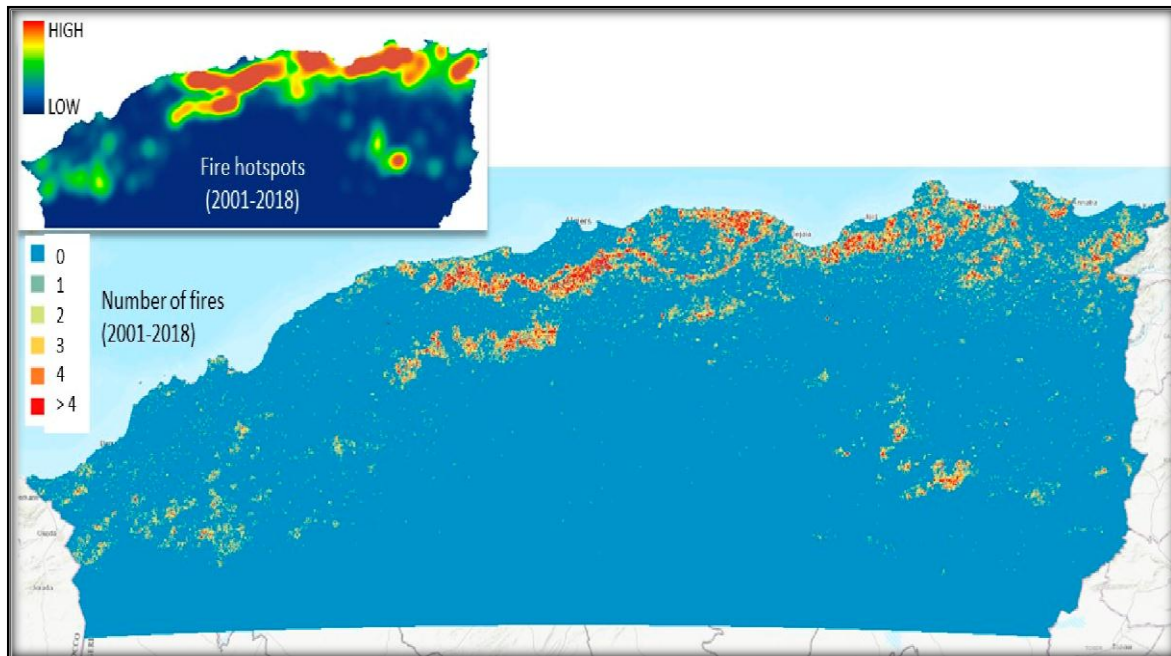
- Tableau n° (14) : Superficies de forets incendiées durant la période 1963-2009.

(S. Meddour et *al.*, 2008 et Bekdouche, 2010).

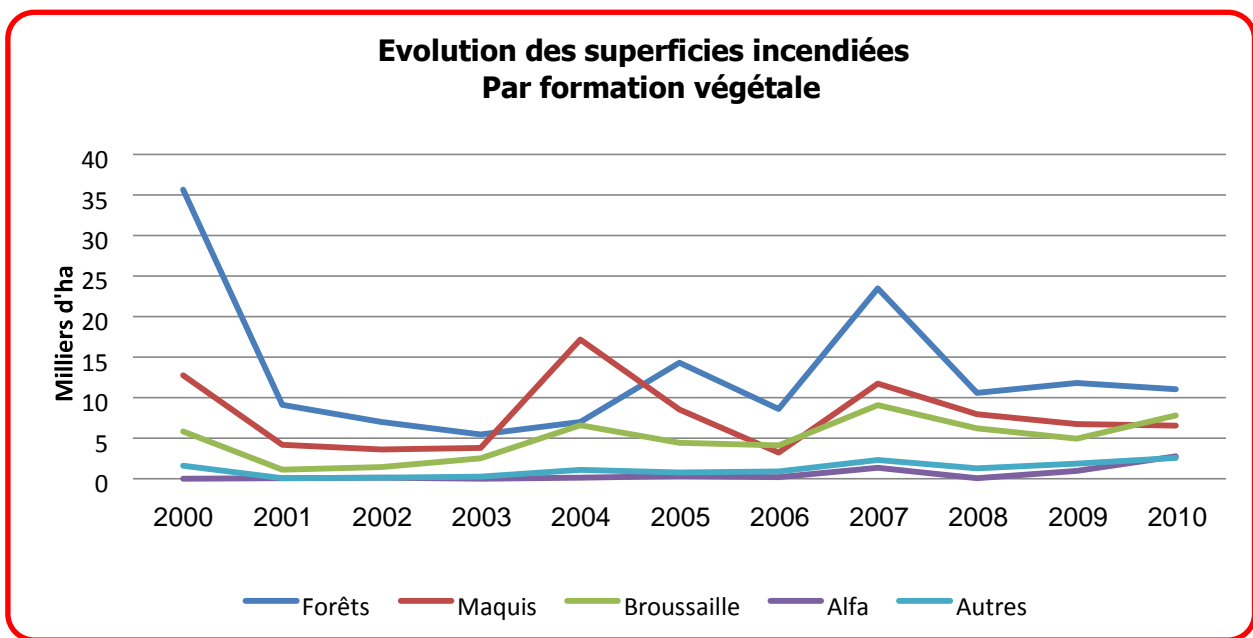
<u>Années</u>	<u>Superficies/ha</u>	<u>Années</u>	<u>Superficies/ha</u>	<u>Années</u>	<u>Superficies/ha</u>
<u>1963</u>	<u>3 924</u>	<u>1979</u>	<u>15 662</u>	<u>1995</u>	<u>32 157</u>
<u>1964</u>	<u>9 385</u>	<u>1980</u>	<u>26 944</u>	<u>1996</u>	<u>7301</u>
<u>1965</u>	<u>52 732</u>	<u>1981</u>	<u>33 516</u>	<u>1997</u>	<u>17 830</u>
<u>1966</u>	<u>2 503</u>	<u>1982</u>	<u>9 381</u>	<u>1998</u>	<u>28 629</u>
<u>1967</u>	<u>49 561</u>	<u>1983</u>	<u>221 367</u>	<u>1999</u>	<u>38 390</u>
<u>1968</u>	<u>14 549</u>	<u>1984</u>	<u>4 731</u>	<u>2000</u>	<u>55 782</u>
<u>1969</u>	<u>13 314</u>	<u>1985</u>	<u>4 668</u>	<u>2001</u>	<u>14 356</u>
<u>1970</u>	<u>30 438</u>	<u>1986</u>	<u>21 573</u>	<u>2002</u>	<u>12 217</u>
<u>1971</u>	<u>57 835</u>	<u>1987</u>	<u>23 300</u>	<u>2003</u>	<u>11 998</u>
<u>1972</u>	<u>4 097</u>	<u>1988</u>	<u>27 757</u>	<u>2004</u>	<u>31 999</u>
<u>1973</u>	<u>34 530</u>	<u>1989</u>	<u>3 236</u>	<u>2005</u>	<u>28 380</u>
<u>1974</u>	<u>11 002</u>	<u>1990</u>	<u>28 046</u>	<u>2006</u>	<u>23 091</u>
<u>1975</u>	<u>37 331</u>	<u>1991</u>	<u>13 176</u>	<u>2007</u>	<u>47 939</u>
<u>1976</u>	<u>19 943</u>	<u>1992</u>	<u>25 621</u>	<u>2008</u>	<u>26015</u>
<u>1977</u>	<u>50 152</u>	<u>1993</u>	<u>58 680</u>	<u>2009</u>	<u>26183</u>
<u>1978</u>	<u>41 152</u>	<u>1994</u>	<u>271 597</u>	<u>Totale</u>	<u>1609005</u>

L'Algérie est marquée par une forte prévalence des incendies d'origine humaine. Dans certains cas, ils sont allumés délibérément, par exemple pour des raisons criminelles. Dans beaucoup d'autres, ils sont liés aux activités agricoles et forestières, par exemple, les feux de nettoyage agricole qui échappent à tout contrôle (S. Meddour 2012).

En Algérie, il est communément admis qu'au moins la moitié des incendies attribués à des causes inconnues sont soit des incendies criminels, soit des incendies de sécurité, déclenchés à dessein par l'armée algérienne dans le cadre d'une mesure antiterroriste, ce qui en fait un sujet assez difficile traiter (Dimitrakopoulos 1995 in S. Meddour 2012).



- **Figure n° (11)** : Cartes d'occurrence des incendies dans le nord de l'Algérie (nombre d'incendies, 2001-2019). La figure ci-jointe (en haut à gauche) indique les foyers d'incendie et leur niveau de densité (S. Meddour 2012).



- **Figure n° (12)** : Evolution des superficies incendiées par formation végétale (ONS 2012).

2-1-2- Défrichage et Déforestation :

Le défrichage à partir d'une forêt initiale pour gagner des terrains de culture a été pendant des siècles un facteur d'évolution dite régressive.

2-1-2-1- Déboisement :

Élimination permanente de la couverture forestière d'un secteur et la conversion de ces terres forestières à d'autres utilisations.

2-1-2-2- Déforestation :

Phénomène de régression des surfaces couvertes de forêt. Elle résulte des actions de déboisement puis de défrichement, liées à l'extension des terres agricoles, à l'exploitation des ressources minières du sous-sol, à l'urbanisation, voire à l'exploitation excessive ou anarchique de certaines essences forestières. La FAO définit la déforestation comme « la conversion de la forêt à une autre affectation ou la réduction de longue durée du couvert forestier au-dessous du seuil minimum de 10 pour cent » (**MEEF 2015**).

Nous assisterons à la poursuite de la dégradation des structures forestières (**Quézel et Barbéro (1990)**), et le rythme actuel de 2 à 4 % de disparition par an des surfaces forestières selon les pays, devrait se poursuivre. C'est dire que d'ici à 50 ans, sans changement total des politiques socioéconomique et forestière, il ne devrait théoriquement subsister que moins de la moitié des superficies actuelles couvertes par les forêts, et ceci du bord de la mer jusque sur les sommets des montagnes (**Quézel 1999**).

2-1-3- Le Surpâturage :

Le pâturage est une perturbation complexe ; les herbivores domestiques causent des pertes de la biomasse végétale, directement par défoliation, et indirectement par le piétinement (**S. Mekideche et al., 2018**).

-La société pastorale a connu une croissance démographique importante qui a engendré une augmentation de ces besoins ont induit la transformation du mode de gestion des parcours par la surexploitation des ressources naturelles conduisant de fait à une dégradation croissante des pâturages.) (**A. Mouhous 2005**).

- L'effet du pâturage sur le recouvrement de la végétation est dû à deux actions simultanées de l'animal : le broutage et le piétinement. Le broutage a le plus souvent une action partielle de prélèvement sur les plantes, mais parfois un déracinement complet peut s'observer. Le piétinement, par l'action mécanique des sabots, provoque une cassure des tiges et des feuilles.

- le surpâturage incontrôlé pendant une durée relativement longue, épuise les parcours. Le processus a été décrit par plusieurs auteurs, entre autres, Ellison (1960), Descroix et al. (2000), Qarro et al. (2010) et Bechchari et al. (2014). Les espèces les plus palatables sont souvent broutées, rendant ainsi les moins palatables plus dominantes. Ceci entraîne inévitablement un avantage de compétition en faveur de ces dernières. A cause d'une plus forte disponibilité en eau et en lumière, la croissance est fortement favorisée. En outre, le pâturage incontrôlé peut empêcher le développement des espèces palatables du fait que le bétail broute les jeunes plantules. A la longue, même les espèces peu palatables sont broutées. La diminution des ressources fourragères entraîne

une circulation plus intense des animaux, ce qui induit une détérioration du couvert végétal par piétinement. Par conséquent, le sol devient nu et dépourvu de résidus organiques pour sa protection. La matière organique en particulier diminue, rendant le sol moins cohérent et plus sensible à l'érosion. La capacité d'infiltration diminue, le ruissellement augmente et les processus d'abrasion et d'érosion du sol se déclenchent. Il y a moins d'eau stockée dans le sol, et la perte en éléments nutritifs s'accroît. Le processus peut continuer jusqu'à la disparition totale du couvert végétal et du sol (Sabir et al., 2021).

- Le surpâturage s'explique par deux facteurs principaux selon (D. Nedjraoui 2004) :

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 forte demande fourragère a poussé les éleveurs à trouver d'autre zone de parcours, notamment dans les zones.

L'impact du surpâturage sur la végétation est important aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif.

- Sur le plan qualitatif, les bonnes espèces pastorales, celles dont l'indice d'appétibilité est supérieur à 6 (Nedjraoui, 1981) sont consommées avant d'avoir eu le temps de fructifier ou de former des repousses pour les saisons à venir. Leur système racinaire dépérit et elles disparaissent totalement du faciès en laissant la place à des espèces inapétées telles que (*Atractylis serratuloides*) et (*Peganum harmala.*) Le résultat de cette transition régressive est la diminution de la richesse floristique et donc de la biodiversité (Kadi - Hanifi, 1998 in D. Nedjraoui 2004)

- Sur le plan quantitatif, le surpâturage provoque une diminution du couvert végétal pérenne et de la phytomasse, La phytomasse de l'alfa a diminué de 2100 Kg MS/ha en 1976 à 572 Kg MS/ha (Aidoud et Nedjraoui, 1992 ; Slimani, 1998 in D. Nedjraoui 2004).

2-2- Facteurs biologique :

2-2-1- Parasites :

Le dépérissement des forêts par l'attaque de parasites touche essentiellement la pineraie à pin d'Alep mais aussi d'autres essences telles que le cèdre, le chêne et le thuya. Les dernières campagnes pour le recensement des zones infestées par la chenille processionnaire du pin en fonction du degré d'attaque donnent les résultats illustrés dans le Tableau n (15) :

- Tableau n° (15) : Evolution du degré d'attaque et superficies infestées par la chenille (A. Arfa 2008).

Campagnes	1996 - 1997	1997 - 1998	1998 - 1999
Attaque forte	122 892 ha	80 602 ha	80 602 ha
Attaque moyenne	66 152 ha	37 066 ha	37 066 ha
Attaque faible	11 453 ha	11 453 ha	11 453 ha
Total	200 497 ha	129 121 ha	129 121 ha

Parmi les principaux insectes ravageurs dans la forêt algérienne, on peut citer :

A)- La chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) qui se nourrit des aiguilles de diverses espèces de pins, provoquant un affaiblissement important des arbres. Selon (Gachi, 1996 in **A. Laala (2016)**), une forte attaque durant 2 à 3 années successives peut entraîner une mortalité de 5 à 10% dans les jeunes reboisements.

B)- La tordeuse verte du chêne (*Tortrix viridana L.*) qui est un ravageur spécifique des chênes. Elle dévore en premier lieu les bourgeons à fleur, puis les jeunes feuilles au fur et à mesure, qu'elles sont formées (Hammami, 1985). En cas de forte attaque, la défoliation due à cet insecte peut occasionner une absence partielle voire totale de glandée. La tordeuse verte peut aussi provoquer des réductions de croissance et participer à un affaiblissement plus durable des chênes, surtout lorsqu'elle se produit lors d'années anormalement sèches (**A. Laala 2016**).

C)- La Spongieuse (*Lymantria dispar L.*). Qui occasionne des dégâts considérables conduisant à la défoliation complète des arbres. Il peut donc affaiblir d'avantage les peuplements et faciliter l'installation des insectes xylophages et des champignons lignivores. Des dégâts très importants causés par cet insecte sur le chêne liège avaient été signalés à Skikda, Jijel, Bejaia, et Annaba (Kerris, 2001 in **A. Laala 2016**).

2-3- Facteurs physiques :

2-3-1- Érosion et sécheresse :

Le terme "sécheresse" désigne le phénomène naturel qui se produit lorsque les précipitations ont été sensiblement inférieures aux niveaux normalement enregistrés et qui entraîne de graves déséquilibres hydrologiques préjudiciables aux systèmes de production des ressources en terres (**UNCCD 1992**).

Durant les dernières décennies, la pluviosité suit différents cycles de durée. Un processus de désertification engendre une aridité croissante qui se traduit par une détérioration des caractéristiques du sol dont résulte une diminution de la matière organique en surface qui conduit à la diminution de la productivité pastorale (**Ministère de l'Environnement, 1999**).

L'effet combiné du réchauffement et des sécheresses a engendré plusieurs cas de déclin forestier ou de dépérissement d'essences. Le dépérissement forestier s'est produit en Algérie notamment impacté le *Cedrus atlantica*, mais également d'autres essences, dont le pin, le chêne et le genévrier (**RED 2020**).

L'érosion est responsable chaque année des pertes de terres qui envasent les barrages ou sont charriées dans la mer et les oueds à raison de 30 millions de m³ /an. Les causes du phénomène érosif sont à chercher au niveau de l'agressivité du climat méditerranéen, du déboisement et de la mauvaise gestion des terres agricoles de montagne (**FOSA 2000**).



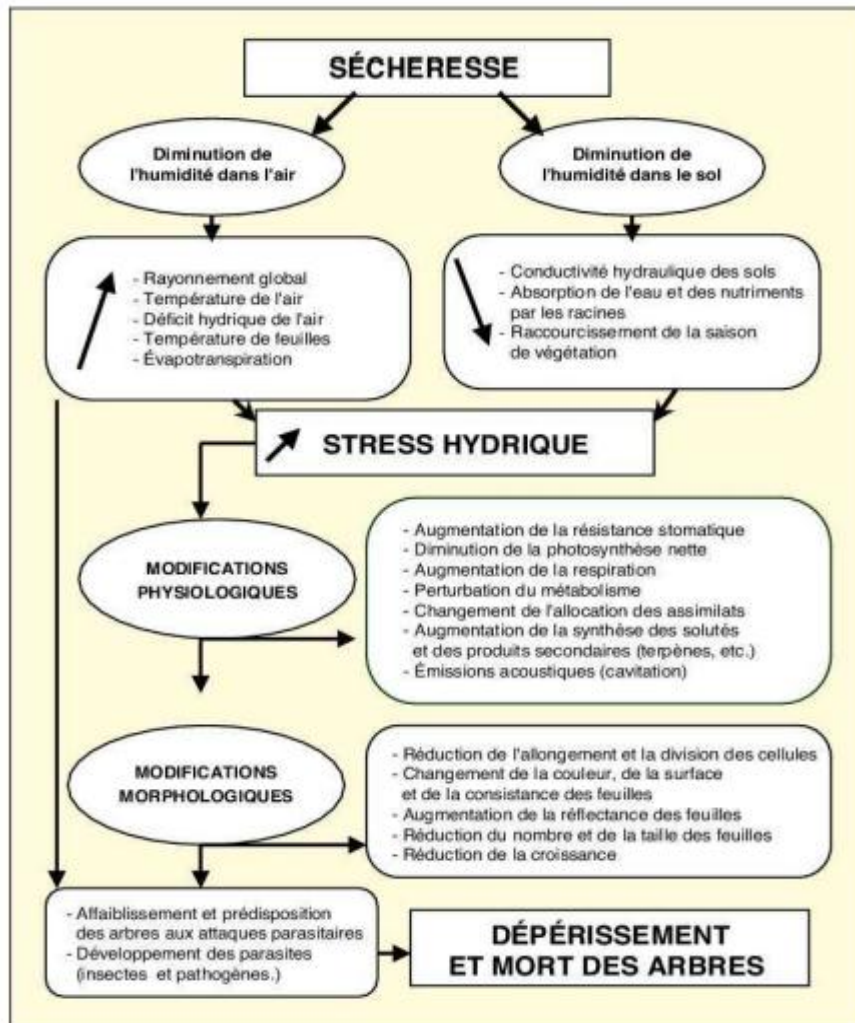
- **Figure n° (13)** : Dépérissement par sécheresse dans la région de Sdamas chergui.

L'érosion des sols affecte gravement les forêts méditerranéennes où les sols sont pauvres et peu épais, particulièrement dans les zones montagneuses après des événements de perturbation (incendies, vents de tempêtes et épidémies de nuisibles) (De Rigo et al., 2016 in **RED 2020**).

Dans un milieu où la végétation a un recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent engendre des sols grossiers et caillouteux peu propices à la recolonisation par la végétation. Ceci provoque une perte de sol de 150 à 300 t/ha/an, dans les steppes défrichées. L'érosion hydrique est due aux pluies

torrentielles. Cette action désagrégé les sols peu épais et diminué leur fertilité (**Ministère de l'Environnement, 1999**).

La sécheresse est, donc, parmi les risques majeurs qui guettent l'Algérie, elle est directement mise en cause dans la problématique de désertification (**H. Belkaid 2016**).



- **Figure n° (14)** : Relation entre la sécheresse, le stress hydrique et le dépérissement des arbres forestiers (abdendi, 2003 In **H. Belkaid 2016**).

2-3-2- La désertification :

La définition de la désertification dans l'article 1 de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (**UNCCD 1992**) est la suivante : « C'est 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 est aujourd'hui un problème des plus préoccupants. Sur les 238 millions d'ha de l'Algérie, 200 millions d'ha sont occupés par la zone saharienne où les infrastructures socio-économiques sont soumises à un ensablement résultant d'un développement souvent incohérent et

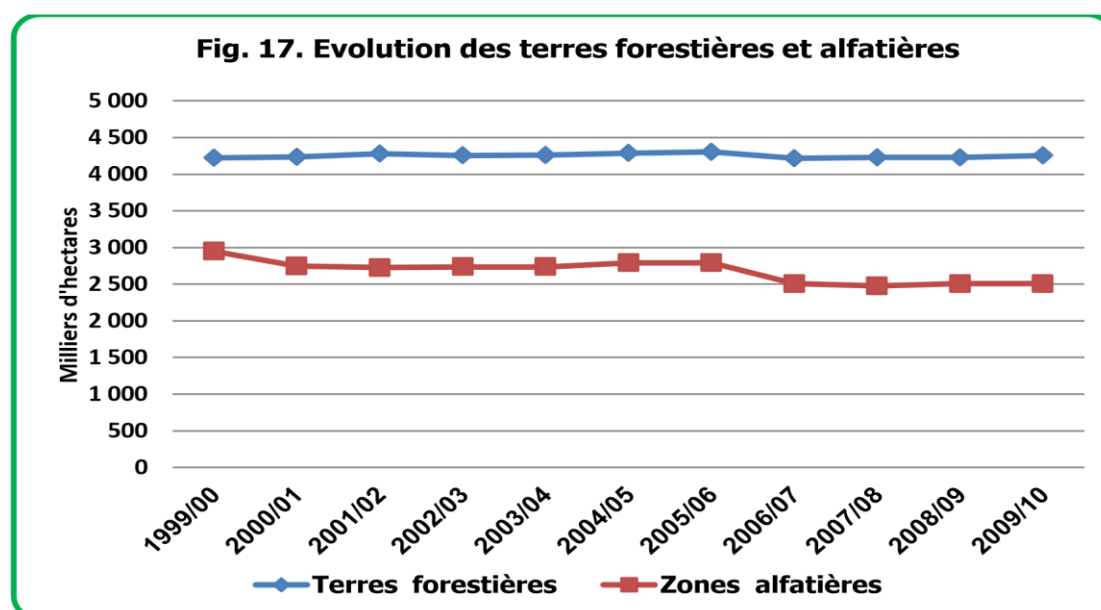
d'une exploitation anarchique des ressources de ces milieux sensibles. Sur les 38 millions d'ha du nord du pays, 20 millions d'ha forment la steppe, zone aride et semi-aride très sensible aux processus de désertification, caractérisée par un surpâturage chronique

. Les 20 millions d'ha de la région steppique ont pu être classés de la façon suivante (**FOSA 2000**) :

- Zone désertifiée 487 902 ha.
- Zone très sensible 2 215 035 ha.
- Zone sensible 5 061 388 ha.
- Zone moyennement sensible 3 677 680 ha.
- Zone peu ou pas sensible 2 379 170 ha.

3- Dynamique et évolution du forêt Algérien :

L'évolution des superficies forestières montre que la forêt a cessé de gagner du terrain en Algérie. La campagne 2006/2007 a connu une diminution de l'ordre de 86 620 hectares, soit 2% par rapport à la campagne précédente. L'alfa, dont la superficie est estimée à 2,5 millions d'hectares durant la campagne 2009/2010, a subi des variations interannuelles moyennement conséquentes durant la période 2000-2010. A partir de la campagne 2005-2006 l'examen de l'évolution des superficies alfatières indique une tendance à la baisse. En effet, la période 2006-2010 a connu une diminution assez considérable avec une perte de près de 290 000 hectares (**ONS 2012**).



- **Figure n° (15) : Evolution des terres forestières et alfatières (ONS 2012).**

4- Plan national de reboisement :

Le Plan National de Reboisement (PNR) constitue le principal aspect de la politique forestière. Tout le reboisement n'est que de 11% pour les aires sylvoicoles) (A. Arfa 2008). Le PNR a été mis en oeuvre en l'an 2000 pour relever ce taux de 16 à 18% sur une période de 20 ans. La planification de l'ensemble des actions prévues au plan national de reboisement porte sur un objectif de 1 245 900 ha. L'enveloppe financière globale nécessaire à l'exécution de ce programme est de 116 milliards de Dinars soit 1,32 milliards d'Euros. Ce plan vise, principalement, l'aménagement du patrimoine existant, le reboisement industriel pour la production ligneuse, les reboisements de protection au niveau des périmètres des bassins versants pour lutter contre l'érosion, l'extension du barrage vert dans le cadre de la lutte contre la désertification et enfin, les reboisements d'agrément au niveau des centres de vie, notamment au Sahara. Vu les caractéristiques de la forêt algérienne (fragilité, vulnérabilité, faible productivité), celle-ci va jouer surtout un rôle de protection des milieux, de préservation des ressources ; un rôle sur la qualité de l'environnement, sur la recherche et les loisirs. Les forêts participent en amont et en aval à la protection des ressources hydrauliques (sources d'eau, bassins versants, lieu d'implantation des ouvrages hydrauliques,...) (A. Arfa et al., 2006).

Ce plan planifie sur 20 ans et intègre dans sa stratégie une population capable de participer à la gestion du patrimoine compte tenu de la spécificité des aires forestières algériennes qui sont très peuplées. Il comprend aussi des évaluations non seulement de l'apport économique en produits, mais aussi en pâturage, élevage et la mise en valeur des potentiels et des ressources hydriques. Ainsi, le plan national de reboisement donne une dimension nouvelle à la forêt algérienne, tant au plan écologique qu'au plan économique et social (A. Arfa 2008).

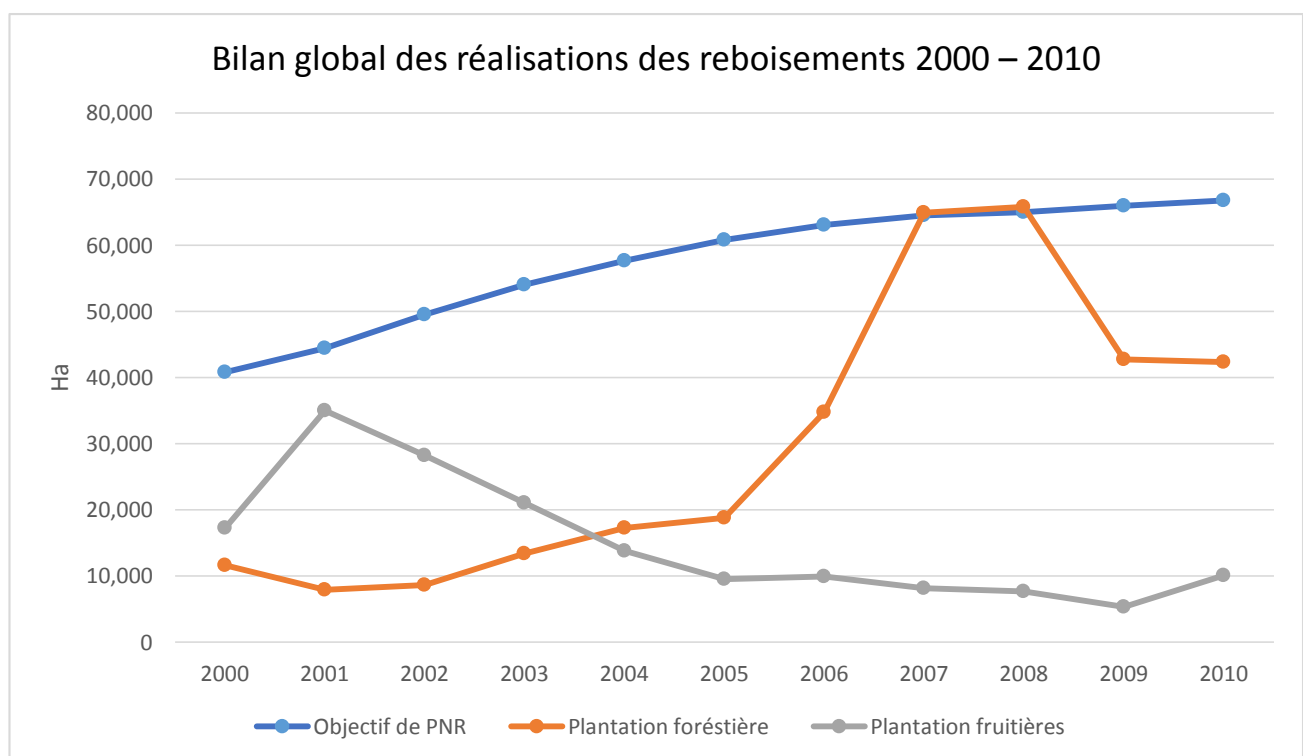
4-1- Le barrage vert :

le reboisement constitue le facteur majeur de développement de la forêt. L'Algérie, pour sa part, a eu la noble expérience d'installer "le barrage vert" et l'idée de cette création appartient aux plus audacieux de la protection de l'environnement. Le "barrage vert" traverse le pays de la frontière tunisienne à la frontière marocaine sur une longueur de 1 200 Km sa largeur varie de 5 à 20 Km. Il suit la bordure septentrionale du Sahara et on pense qu'il adoucira le climat en permettant l'utilisation agro-sylvo-pastorale des régions voisines (D. Louni 1994).

- **Tableau n° (16) :** Récapitulatif des Plantations en Algérie depuis 1962 (A. Arfa et al., 2006).

Année	Sectoriel (ha)	Volontariat (ha)	Barrage vert (ha)	Total (ha)
1962-1965	18744			18744
1965-1967	19734			19734
1967-1969	36099			36099

1970-1973	76000			76000
1974-1977	100310			100310
1962-1977	106706			106706
1978-1979	38768			38768
1980-1984	178616	62314	56314	297244
1985-1989	85660	42717	30595	158972
1990	23697			23697
1991	37056			37056
1992	14300			14300
1993	52545			52545
1994	4485			4485
1995	52950			52950
1996	27578			27578
1997	43878			43878
1998	28920			28920
1999	14860			14860
2000-2005	256000			256000
Total	1216906	105031	86909	1408846



- Figure n° (16) : Bilan global des réalisations des reboisements 2000 – 2010 (DGF, 2011).

CHAPITRE III :

SIG ET

TÉLÉDÉTECTION

1-La télédétection :

1-1- Définition :

- Selon (**CCT 2015**) la télédétection est définie comme suit : « La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. »

- Selon (**R. Desjardins 2000**) : «La télédétection est une série de méthodes et de techniques nécessaires à la saisie, au traitement et à l'interprétation d'objets à la surface terrestre et ce, sans être en contact physique avec eux.»

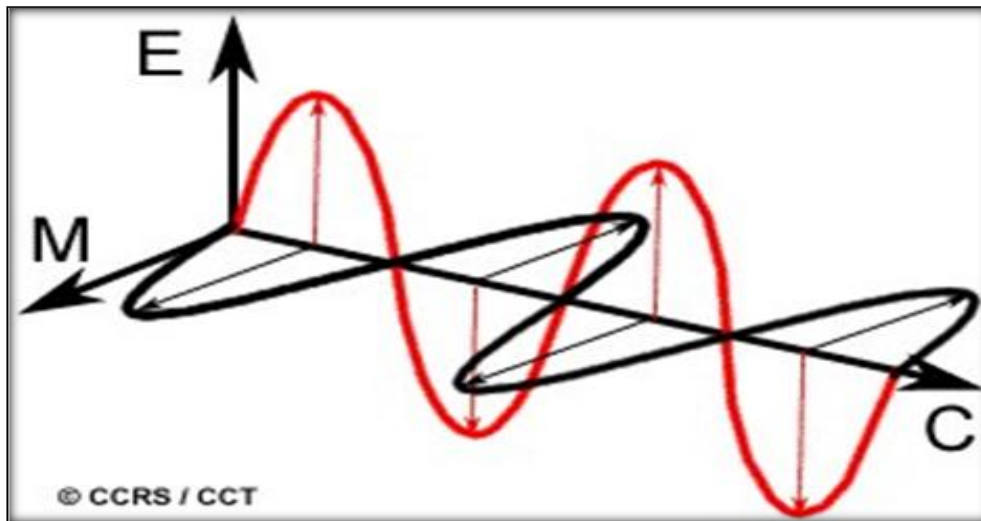
1-2- Le principe de la télédétection :

Pour la télédétection, il nous faut savoir d'abord que la radiation électromagnétique est une forme dynamique d'énergie qui ne se manifeste que dans son interaction avec la matière (base de la théorie électromagnétique du physicien écossais Maxwell) (**R. Desjardins 2000**).

La télédétection utilise les propriétés physiques des objets observés pour acquérir de l'information sur leur nature. Celle-ci est transmise vers le système d'observation à l'aide du rayonnement électromagnétique (désignant une perturbation des champs électriques et magnétiques), comme la lumière qui est une manifestation visible de ce rayonnement. Les ondes électromagnétiques que l'on peut rencontrer dans la nature sont le résultat de la superposition d'ondes sinusoïdales simples caractérisées par une amplitude et une fréquence différente et donc par des longueurs d'ondes propres (Bonn 1992 in (**J. Betbeder 2015**)).

- Le rayonnement électromagnétique :

Le rayonnement électromagnétique est l'ensemble des radiations émises par une source qui peut être soit le soleil, soit la surface terrestre ou océanique ou l'atmosphère, ou bien encore le capteur satellitaire lui-même, sous forme d'ondes électromagnétiques ou de particules. Autrement dit, le rayonnement électromagnétique peut être considéré aussi comme est une sorte de transfert d'énergie qui se manifeste sous forme d'ondes ou de particules (**D. Mokadem 2018**).



- Figure n° (17) : Onde électromagnétique (CCT 2015).

1-3- Les types de télédétection :

On peut distinguer deux types de télédétection, « actif » et « passif » :

1-3-1- Télédétection passive :

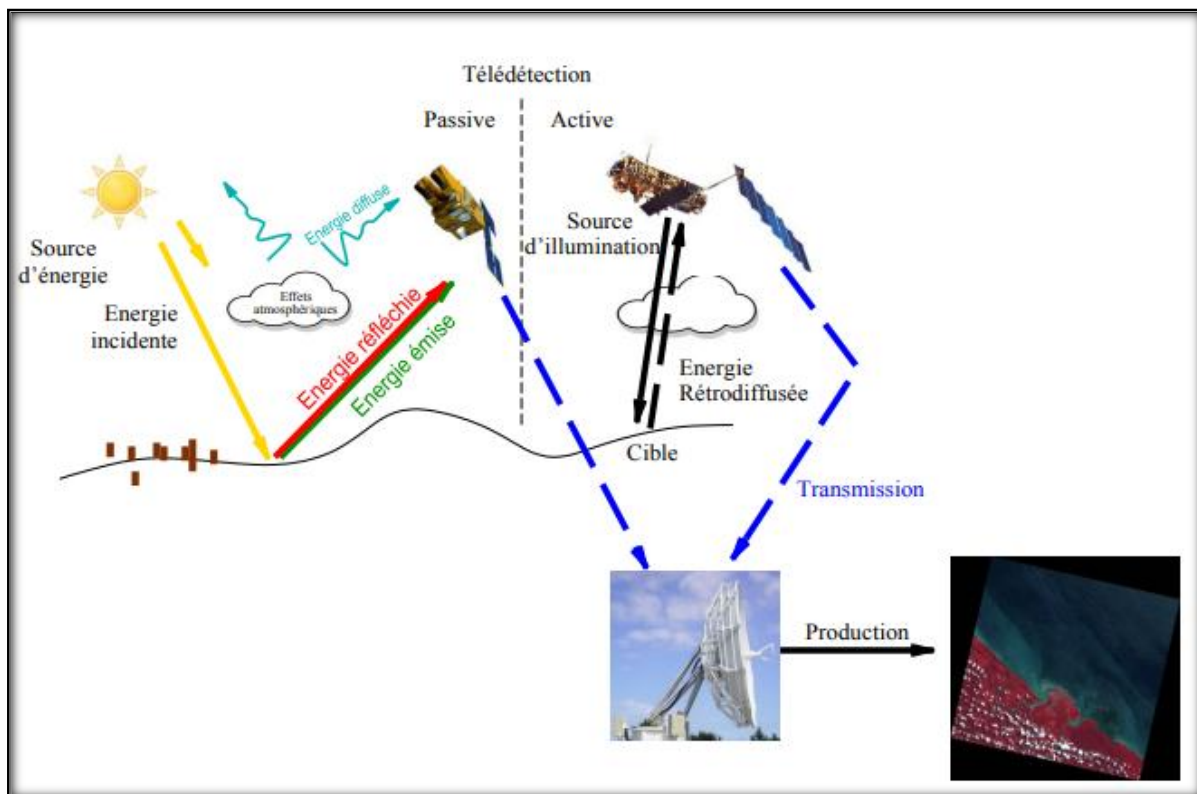
La télédétection est dite passive lorsque la source illuminant la cible est indépendante du capteur. Généralement cette source est le soleil. C'est le cas des satellites SPOT (Satellite pour l'Observation de la Terre), LANDSAT (Land Satellite), METEOSAT (Meteorological Satellite), etc... (K. Soudani 2005).

D'après (D. Mokadem 2018), La disponibilité de la source d'illumination n'est pas suffisante pour acquérir de bonnes images. En fait, les nuages, les fumées des volcans et des feux de forêts par exemple entravent une belle prise de vue par les capteurs passifs. Généralement, la télédétection passive est utilisée dans plusieurs domaines, notamment, la cartographie et l'agriculture.

1-3-2- Télédétection active :

Le mode actif qui, quant à lui, fait intervenir une source d'illumination artificielle et mesure l'énergie rétrodiffusée par l'objet cible. L'imagerie radar utilise cette méthode.

L'interprétation des données est moins intuitive que pour l'imagerie optique et demande des connaissances spécifiques en traitement du signal. En revanche, ce mode d'acquisition, de par les gammes de longueurs d'onde élevées utilisées, présente l'avantage de ne pas être sensible au couvert nuageux (M. Bayouhd 2013).



- Figure n° (18) : Les deux types de télédétection (M. Bayouhd 2013).

1-4- La réponse spectrale de la végétation :

La chlorophylle, une molécule que nous retrouvons à l'intérieur des feuilles, absorbe fortement le rayonnement aux longueurs d'onde du rouge et du bleu, mais réfléchit le vert. Les feuilles, qui contiennent un maximum de chlorophylle en été, sont donc plus vertes pendant cette saison. En automne, les feuilles qui contiennent alors moins de chlorophylle, absorbent moins de rouge, et paraissent donc rouges ou jaunes. La structure interne des feuilles saines agit comme un excellent réflecteur diffus pour les longueurs d'onde du proche infrarouge. Le ratio proche infrarouge/rouge révèle de nombreuses informations sur la végétation et il est utilisé à des fins de surveillance dans ce domaine. Il est possible d'identifier les plantes grâce à leurs propriétés de réflexion (S.Aicha et H.Imane 2018).

En ce qui concerne la végétation saine, la chlorophylle absorbe l'énergie d'une longueur d'onde d'environ $0,45\mu\text{m}$ (bleu) et à $0,67\mu\text{m}$ (rouge) et a une réflexion plus importante à environ $0,55\mu\text{m}$ (vert) dans la gamme spectrale visible. C'est pourquoi nous percevons la végétation saine comme étant de couleur verte. Généralement, les bandes spectrales du rouge ($0,6-0,7\mu\text{m}$) et du proche infrarouge ($0,7-1,5\mu\text{m}$) sont les plus couramment utilisées pour étudier l'activité photosynthétique et chlorophyllienne de la végétation, leur densité, le rendement des cultures et la répartition spatiale des espèces (Xie et al., 2008 in C. Ben Khalfallah (2019)).

1-5- Les domaines d'application de la télédétection :

A) - Océanographie : En océanographie, la télédétection offre l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateaux). Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie (températures de surface de l'océan) ; pour les études côtières, ce sont les satellites de télédétection terrestre, équipés de capteurs à haute résolution, qui sont les plus utiles. Des satellites spécialisés à vocation océanographique ont volé dans un passé récent (Nimbus, Seasat) ou volent depuis le début des années 90 (ERS-1 de l'Agence Spatiale Européenne, TOPEX-Poseidon). Les types de capteurs utilisés pour l'océanographie sont très variés (**C. Kergomard**).

B) - Climatologie et météorologie : en climatologie et en météorologie, la télédétection sert enfin à identifier des phénomènes tels que les fronts chauds ou froids, les courants-jets et le développement de dépressions intenses qui engendrent parfois des tornades, des ouragans, des cyclones ou des typhons (**R. Desjardins 2000**).

C) – Agriculture : La télédétection offre une méthode sûre et efficace de cueillette d'information dans le but de cartographier le type et de calculer la superficie des cultures. En plus d'offrir une vue synoptique, la télédétection peut fournir de l'information sur la structure et la santé de la végétation. La réflectance spectrale d'un champ varie selon le stade phénologique (stade de croissance), le type de plantes et leur état de santé. Les micro-ondes sont sensibles à l'alignement, la structure et la quantité d'eau présente dans les plantes et dans le sol, et peuvent fournir de l'information complémentaire aux données optiques (**CCT 2015**).

D) – Foresterie : La foresterie peut bénéficier de nombreuses applications internationales et domestiques de la télédétection. Mentionnons parmi celles-ci : le développement continu, la biodiversité, les titres et cadastres des terres, la surveillance du déboisement, la gestion du reboisement, les opérations de coupes commerciales, la cartographie et la protection des côtes et bassins versants et la surveillance biophysique (estimation d'habitats sauvages) (**CCT 2015**).

E) - Suivi de l'environnement et des changements planétaires : La télédétection est un outil puissant pour mettre en place des systèmes d'alerte précoce et la définition par les politiques et décideurs de stratégies adéquates dans le cadre d'un développement durable. En effet, les satellites permettent d'observer la Terre en couvrant à coûts modérés de très grandes surfaces de façon répétitive, homogène et systématique ; ce qui serait impossible à faire sur le terrain. Aujourd'hui, toute une gamme de satellites, à haute, moyenne et basse résolution, permet de surveiller notre environnement, faire des comparaisons dans le temps et dans l'espace et modéliser le fonctionnement des écosystèmes (**G. Begni et al., 2005**).

- Exemple de la désertification :

Un système de télédétection peut être utilisé dans différents contextes, notamment dans le cadre de la lutte contre la désertification pour laquelle il joue un rôle important. En effet, il permet un suivi et une surveillance à long terme de l'environnement, la détection des zones à risques, la détermination des facteurs de désertification, l'aide à la prise de mesures adéquates de gestion environnementale par les décideurs et à l'évaluation de leurs impacts (**G. Begni et al., 2005**).

F) - Urbanisme et Cadastre : Couverture du sol, urbanisation, contrôle des autorisations (piscines, zones bâties...) (**S.Aicha et H.Imane 2018**).

G) - L'exploration de ressources non renouvelables (minéraux, pétrole, gaz naturel).

H) - La surveillance militaire et reconnaissance (politique stratégique, évaluation tactique) (**D. Mokadem 2018**).

1-6- Apport de la télédétection :

On peut résumer l'apport de la télédétection comme suit d'après (**A. REKIS 2012**) :

- Les données de télédétection sont homogènes et continues sur de grandes surfaces.
- Elle offre une vision riche d'informations (multi spectrale).
- Elle permet d'accéder à des zones dites « inaccessible » pour des questions de topographie, de climat et de catastrophes naturelles.
- Acquisitions de données en temps voulu.
- Elle autorise des observations très rapprochées dans le temps d'un même endroit.
- Les images sont sous forme numérique, ce qui facilite considérablement leur intégration dans les bases de données des SIG.
- Les programmes satellitaires sont maintenant suffisamment nombreux et fiables pour garantir aux utilisateurs une constitué dans la fourniture d'images.

1-7- Les applications de télédétection et les études menées sur les ressources forestières :

La télédétection utilisée largement dans le domaine forestier, Gestion des forêts et les ressources forestières, et elle a de plusieurs applications.

D'après le (Centre Canadien de la Télédétection 2008 **in T. Mellal (2014)**), les applications de la télédétection sont comme suit :

- La mise à jour du couvert forestier.
- La surveillance de la diminution des ressources forestières.
- La mesure des propriétés biophysiques des forêts.
- La collecte d'informations sur les récoltes forestières.
- La mise à jour des inventaires pour la demande de coupe.
- Les types de forêts et l'identification des espèces.
- La densité de végétation.
- Les mesures de biomasse.
- La surveillance de la qualité et la santé des forêts.
- Surveillance de la diversité des forêts de la Terre.
- L'identification des dommages subit par les forêts.
- La cartographie des zones en feu ou brûlées.

1-8- Des études basées sur la télédétection :

- "Etude spatio-temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga, Approche cartographique par télédétection". Thème de Magister à l'Université Joseph Fourier-Grenoble 1, présenté par REKIS Abdelkrim en 2012.

- L'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques et la télédétection pour étudié la dégradation du sol et l'ensablement dans une zone aride la région de NAËMA. Présenté par Abdelkrim BENSALD.

- Une autre étude présentée par Meriam BAYOUDH a (2013) sous le titre : "Apprentissage de connaissances structurelles à partir d'images satellitaires et de données exogènes pour la cartographie dynamique de l'environnement Amazonien." Qui identifier, caractériser et suivre dynamique socio environnementale de la région Amazonien.

- Quantification de la diversité floristique des groupements végétaux et l'analyse de la Dynamique de végétation du couvert forestier dans la région de Tiaret, basé sur une méthode cartographique et une analyse numérique, dans un travail présenté par AZZAOUI Mohamed Essalah en (2017) a université IBN KHALDOUN TIARET.

2-Les Systèmes d'Informations Géographiques :

Un système d'information géographique nous permet de visualiser, de questionner, d'analyser et d'interpréter les données afin de comprendre les relations, les modèles et les tendances grâce à ses diverses capacités, telles que la capacité de superposer plusieurs couches de données dans un mode vertical qui est la technique la plus nécessaire et la plus commune du traitement des données géographiques. Ainsi que, les opérateurs sur les attributs descriptifs qui transforment les valeurs existantes en de nouvelles valeurs comme : la classification d'image, l'agrégation, le changement d'échelle. etc., et les opérations de transformation des informations qui produisent de nouvelles informations à partir des données géographiques existantes (Bouzekri, 2013 in **M. Boultif 2018**).

2-1- Définition :

Les Systèmes d'Informations Géographiques ont été définis dans nombreuses recherches et littératures antérieures, nous mentionnons ce qui suit :

- D'après (**N. Polombo 2007**), SIG signifie d'abord "système d'informations". En tant que tel, il irrigue le système organisationnel et transporte l'information aux acteurs du système décisionnel.

Un Système d'Informations Géographiques est un ensemble de matériels, logiciels et données permettant de stocker, manipuler, transmettre, consulter des informations localisées ; c'est – ce devrait être - un élément du système d'information général. Les logiciels sont spécifiques aux traitements de données graphiques et alphanumériques : SIG, systèmes de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR), dessin assisté par ordinateur (DAO), cartographie, ... Les données, graphiques et alphanumériques, peuvent être créées et modifiées par différents services internes et/ou achetés auprès de fournisseurs externes.

- Le Systèmes d'information géographique selon (**CERTU 2008**), est défini comme un ensemble organisé intégrant le matériel, le logiciel et les données géographiques nécessaires pour permettre la saisie, le stockage, l'actualisation, la manipulation, l'analyse et la visualisation de toutes les formes d'informations géo-référencées.

- Le CNIG (Conseil National de l'Information Géographique) définit en 1992, le SIG comme un "ensemble coordonné d'opérations généralement informatisées, destinées à transcrire et utiliser un ensemble d'informations (géographiques) sur un même territoire. Ce dispositif vise particulièrement à combiner au mieux les différentes ressources accessibles : base de données, savoir-faire, capacité de traitement selon les applications qui lui sont demandées" (**M. Koehl 2004**).

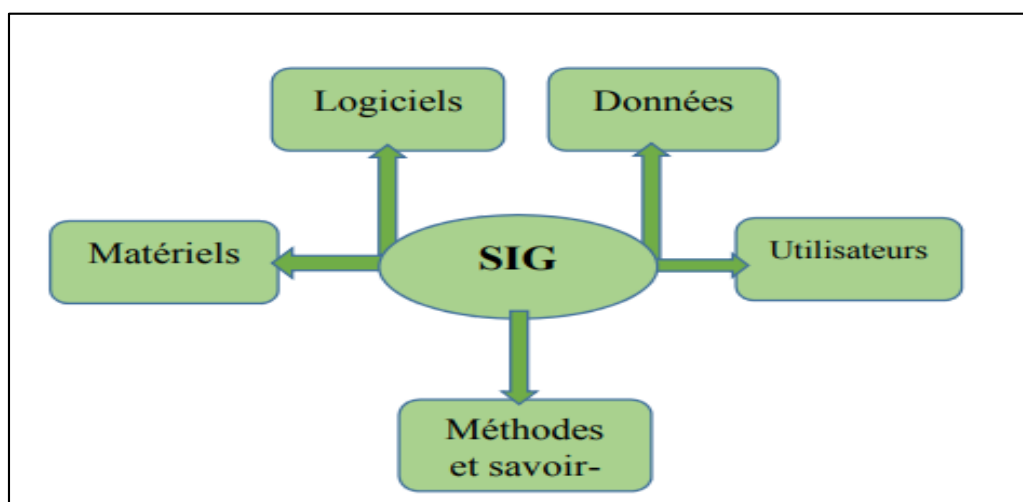
Donc les systèmes d'informations géographiques sont utilisés dans nombreux domaines car ils se caractérisent selon (**J. Ledig 2003**) par :

- Leur capacité de gestion de quantités importantes de données.
- Leur capacité d'accueil de données d'origines différentes.
- Leur ouverture vers d'autres systèmes, les possibilités de communication.
- Leur capacité de génération d'information nouvelle (par requêtes par exemple).
- La simplicité et la multiplicité des possibilités d'accès à l'information.
- La simplicité d'interrogation du système (langage de requête adapté à tout utilisateur).
- Leur rapidité dans l'exécution des tâches. ,
- La gestion flexible de l'accès à L'information suivant des niveaux différents (simple consultation, possibilité de modification, pas d'accès, confidentialité de L'information...)

2-2- Les composantes d'un Système d'information géographique SIG :

Un SIG permet de stocker, de vérifier, d'inventorier les données quand on les reçoit, et de les retrouver, les exploiter, les analyser et les mettre à jour quand on en a besoin. Un SIG est un outil analytique qui permet d'identifier des relations spatiales entre des cartes (**M. Jappiot 2000**).

Ainsi, selon les définitions précédentes, nous pouvons diviser les composants des (SIG) en cinq parties importantes sont :



- **Figure n° (19) : Les composants de SIG (M. Khaznadar 2016).**

2-2-1- Les matériels informatiques :

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome (**M. Khaznadar 2016**).

2-2-2- Le logiciel :

Le logiciel est construit autour de modules spécialisés dans la saisie, l'édition, l'analyse spatiale, la cartographie, le catalogage... Actuellement, il existe plusieurs systèmes commerciaux disponibles sur différents supports informatiques qui fonctionnent, pour la plupart, dans les deux modes (vectoriel et matriciel) et offrent des fonctionnalités plus ou moins puissantes : moteur topologique, interpolation, gestion de réseaux... (**F. Gourmelon 2003**).

Parmi les SIG, on distingue généralement les logiciels professionnels fournissant des fonctions de traitements avancées (ex: ArcInfo, Intergraph MGE, Geomedia, Smallworld, Lamps), les logiciels "bureautique" moins sophistiqués mais plus simples d'emploi (ex: MapInfo, ArcView, Geoconcept), les composants et les extensions dédiés par exemple à la publication de données sur le Web (ex : Geoconcept explorer, ArcIMS) et, plus récemment, les serveurs de base de données (ex : Oracle Spatial, Data Blade Informix, Spatial Data Engine d'ESRI) (**B. Bucher 2002**).

2-2-3- Les données :

D'après (**D. Urbani 2006**), Les données constituent la partie la plus importante des SIG. Les données géographiques peuvent être importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur.

2-2-4- Le savoir-faire et méthodologie :

Un SIG fait appel aux connaissances, savoirs, savoir-faire de nombreux domaines : géographie, cartographie, analyse des données et des processus (analyse Merise, Unified Modeling Language), informatique, statistique, urbanisme, hydrologie... Cette approche pluridisciplinaire impose la collaboration d'experts appartenant à des domaines très différents (**D. Urbani 2006**).

2-2-5- Les utilisateurs :

Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur internet, la communauté des utilisateurs du SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG (**M. Khaznadar 2016**).

2-3- Les fonctions des SIG :

Pour pouvoir réaliser les différentes opérations que l'on attend de lui, le système d'information géographique possède différentes fonctionnalités, Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage.

Mais avant de réaliser ces opérations, il faut décider du type d'informations qui seront utiles, c'est à dire de la manière dont on va se représenter ou modéliser l'espace géographique sur lequel on va travailler, dont on va s'en faire une abstraction. Abstraction, Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage, ces caractéristiques d'un SIG sont souvent commodément agrégées sous le sigle "5 A " (M. Deshayes, J.P. Chery 2000) et d'après (M. Boultif 2018) les "5 A" sont :

- L'acquisition : pour la collecte des données grâce à des fonctions de saisie des données sous forme numérique.
- L'archivage : grâce à un système de gestion de bases de données (SGBD).
- L'analyse : par des fonctions de manipulation, croisement et transformation des données spatiales au moyen de requêtes dans le SGBD.
- L'affichage : pour la restitution des résultats par des fonctions de mise en forme et de visualisation.
- L'abstraction : par des fonctions rendant compte de la modélisation de la réalité.

2-4- Domaines d'application :

Les domaines d'application des SIG concernent l'ensemble des activités où interviennent des données localisées : la protection de l'environnement, la gestion des ressources, l'aménagement du territoire, les études d'impact, le suivi de phénomènes dynamiques (Maguire *et al.*, 1991 in **F. Gourmelon 2003**). Pendant longtemps, les SIG ont été assimilés aux systèmes de CAO (conception assistée par ordinateur) et de DAO (dessin assisté par ordinateur), alors que leurs fonctionnalités sont beaucoup plus diverses. En effet, ils sont utilisés d'une part pour traiter ensemble plusieurs aspects d'un même espace, abordés antérieurement à l'aide de sources incompatibles, et d'autre part pour expliciter les relations et les organisations spatiales quels que soient les objets impliqués (Cheylan *et al.*, 1993 in **F. Gourmelon 2003**).

- La modélisation en hydrologie de surface.
- Géomarketing.
- Implantations de dépôts et de magasins.
- Aménagement du territoire, implantation d'équipements collectifs
- Géologie (prospection minière).
- Biologie (études du déplacement des populations animales).

- Télécom (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).
- Environnement : l'étude des fléaux et des risques naturels tel que la sécheresse et la désertification

2-5- Les applications des SIG en foresterie :

A l'heure actuelle, les systèmes d'informations géographiques sont l'un des outils les plus importants et le premier choix dans l'étude et la gestion des ressources forestières. Parmi ces domaines, nous mentionnons les suivants :

- L'étude de la dynamique de végétation et l'évolution des forêts.
- Suivi de l'état sanitaire des forêts (exemple de dépérissement).
- La lutte contre les feux et les incendies des forêts.
- Suivi du processus de désertification et l'érosion.
- L'étude d'impact des constructions ; maison forestière, point d'eau, Banquètes, etc.
- La gestion des ressources humaines et matérielles.
- La gestion des réseaux de communication qui jouent un rôle important dans Les interventions relevant de la lutte contre le défrichement et l'exploitation illégale du bois et des ressources forestières.
- L'inventaire, gestion des ressources forestières et sylviculture

CHAPITRE IV:

ZONE D'ÉTUDE

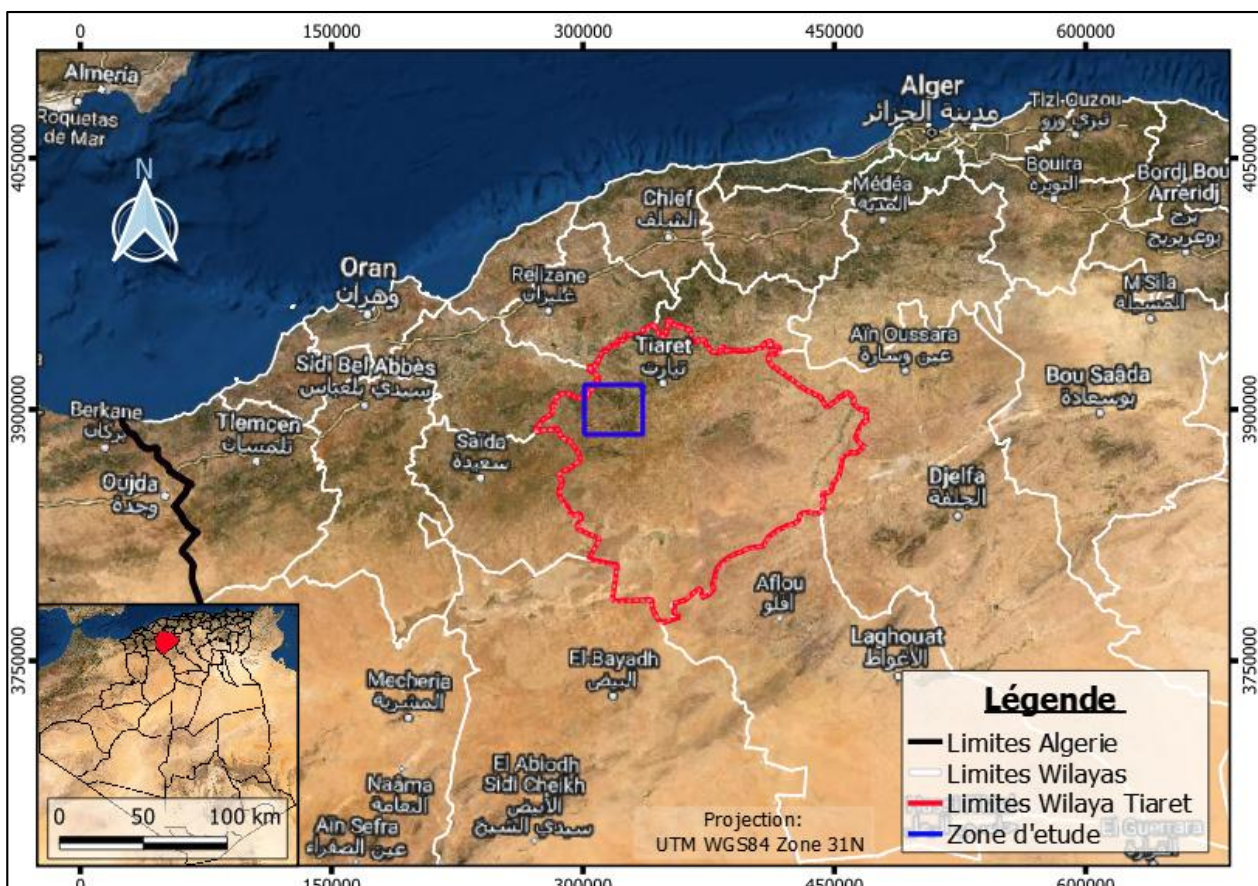
1- Contexte générale :

La Wilaya de Tiaret, située dans le Nord-Ouest de l'Algérie (220 km) à l'Ouest de la capitale Alger, (182 km) à l'Est de Oran. Elle présente sur le plan physique trois grandes zones distinctes :

- Au nord : une zone montagneuse de l'Atlas tellien (tell que Djbel Gezoul)
- Au centre : les hauts plateaux.
- Au sud : des espaces semi arides (la steppe).

La Wilaya de Tiaret s'étend sur une superficie de (20112,52 km²). Elle est délimitée au nord par les Wilayas de Tissemsilet et Relizane ; au sud par les deux Wilayas El-Bayadh et Laghouat ; Djelfa à l'Est ; et Mascara et Saida à l'Ouest.

La Wilaya recèle d'importantes potentialités naturelles et notamment (745605,62Ha) de terres agricoles, (1007303,57 Ha) de zones steppiques (parcours steppiques/Alfa) et d'une zone forestière de (154200,09 Ha forêt/reboisement/maquis), et d'autre (104136,74 Ha) des parcours et urbains et plans d'eau. Elle est dominée par le système «céréales- élevage » et qui joue un rôle essentiel de la production agricole et de la croissance économique de cette région

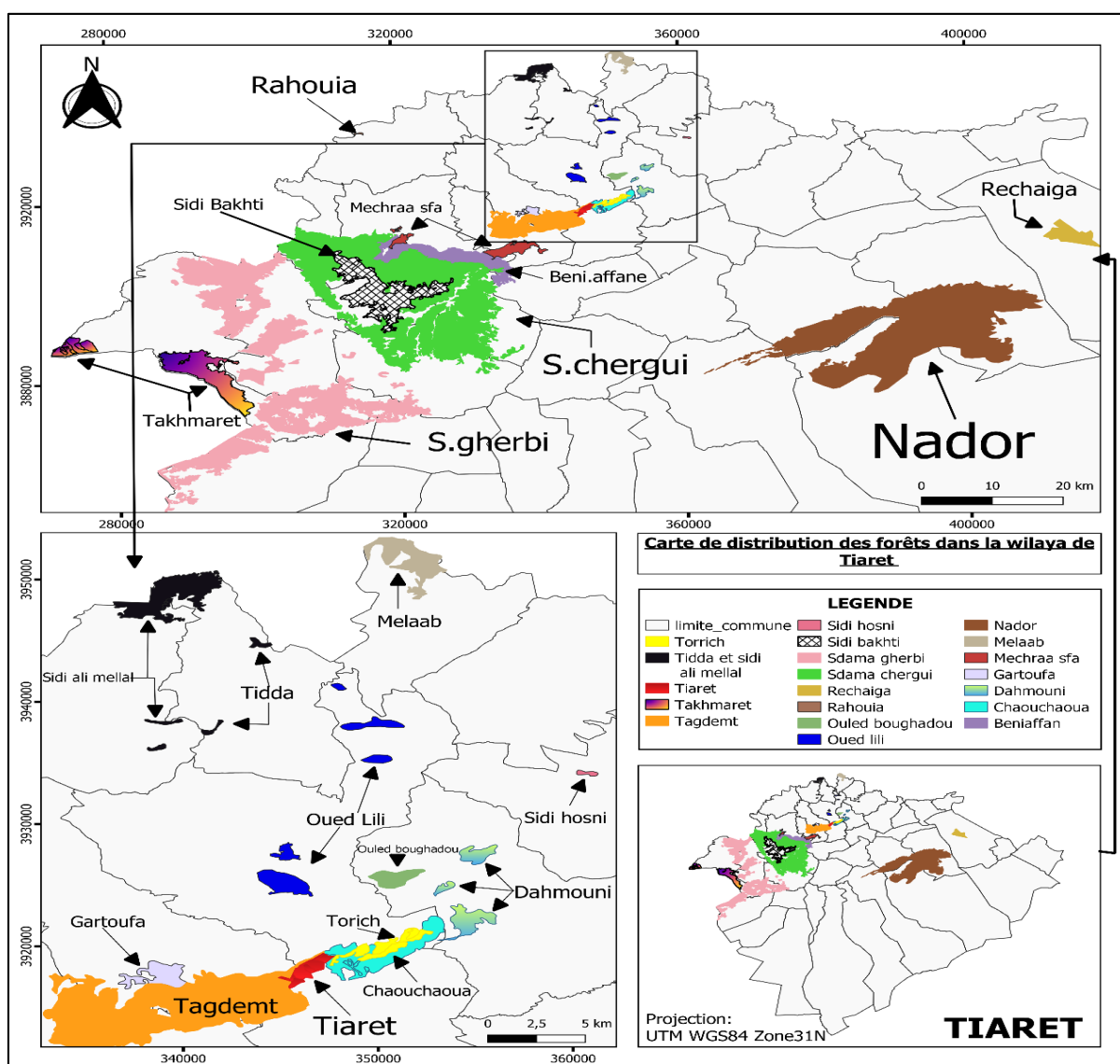


- Figure n° (20) : Carte de situation de la Wilaya de Tiaret.

Au niveau de cette Wilaya quatre sous zones ont été inventoriées par le Bureau National d'études pour le développement rural (B.N.E.D.E.R in B. Nouar 2016) :

- Massif forestiers des Sdamas Chergui
- Massif forestiers des Sdamas Gharbi-Nord
- Massif forestiers des Sdamas Gharbi-Sud
- Djebel Nador

Les forêts des Sdamas d'une superficie de (82 000 Ha) chevauchent sur le territoire de deux Wilayas, Tiaret et Mascara. Les 2 massifs sont situés à l'ouest de la wilaya de Tiaret de l'Algérie occidentale et occupe les monts de Frenda. Ils s'étendent sur (44 000 Ha) pour les Sdamas Chergui et (38 000 Ha) pour les Sdamas Gharbi.



- Figure n° (21) : Carte de distribution des forêts dans la Wilaya de Tiaret.

1.1- Situation administrative :

La forêt des Sdamas dépend à trois daïras (Medroussa, Frenda et Mechraâ Sfa). S'étendant sur les communes de Frenda, Medroussa, Sidi-Bakhti, Djillali Ben Amer, une partie Mechraâ Sfa ; et une petite partie dépend daïra de Tighenif (la wilaya Mascara). Elle est gérée par la Conservation de Tiaret Circonscriptions de Medroussa et Frenda.

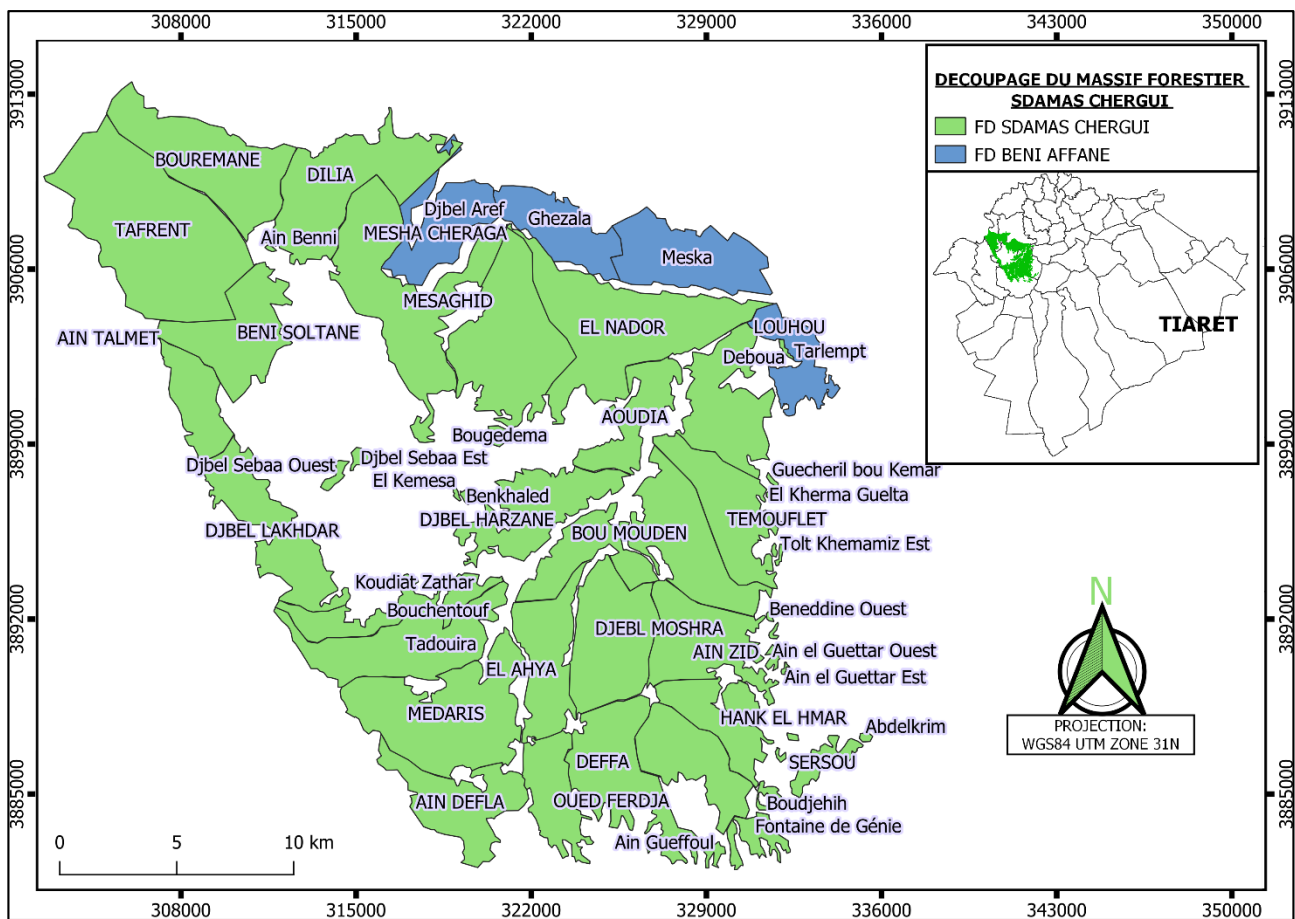
1.2- Situation géographique :

La forêt des Sdamas Chergui fait partie des monts de Frenda. Elle est située dans la zone Nord-Ouest de la wilaya de Tiaret. Elle se localise à travers les coordonnées géographiques suivantes :

- Nord-Ouest : (0.8453423225473689, 35.35121177342395)
- Nord-Est : (1.1605126106333064, 35.29686940199619)
- Sud-Ouest : (1.0024616124933194, 35.08809668542334)
- Sud-Est : (1.122624576360507, 35.07966833736669)

[X : Latitude, Y : Longitude] Projection : WGS84

La forêt des Sdamas Chergui est subdivisée en 49 cantons, elle est délimitée Au Nord-Est dans les cantons (Dilia, Mesaghid, Mesha-cheraga, El-nadour, Louhou) par la forêt domaniale d'Ouled-Beni-Affane. Elle s'étend vers l'ouest de la wilaya de Tiaret jusqu'au canton de Bouremane et Tafrent limité par la wilaya de Mascara (l'Oued Tat). Au Sud par la route nationale N°14 qui relie Frenda à Tiaret **Figure n° (22)**.

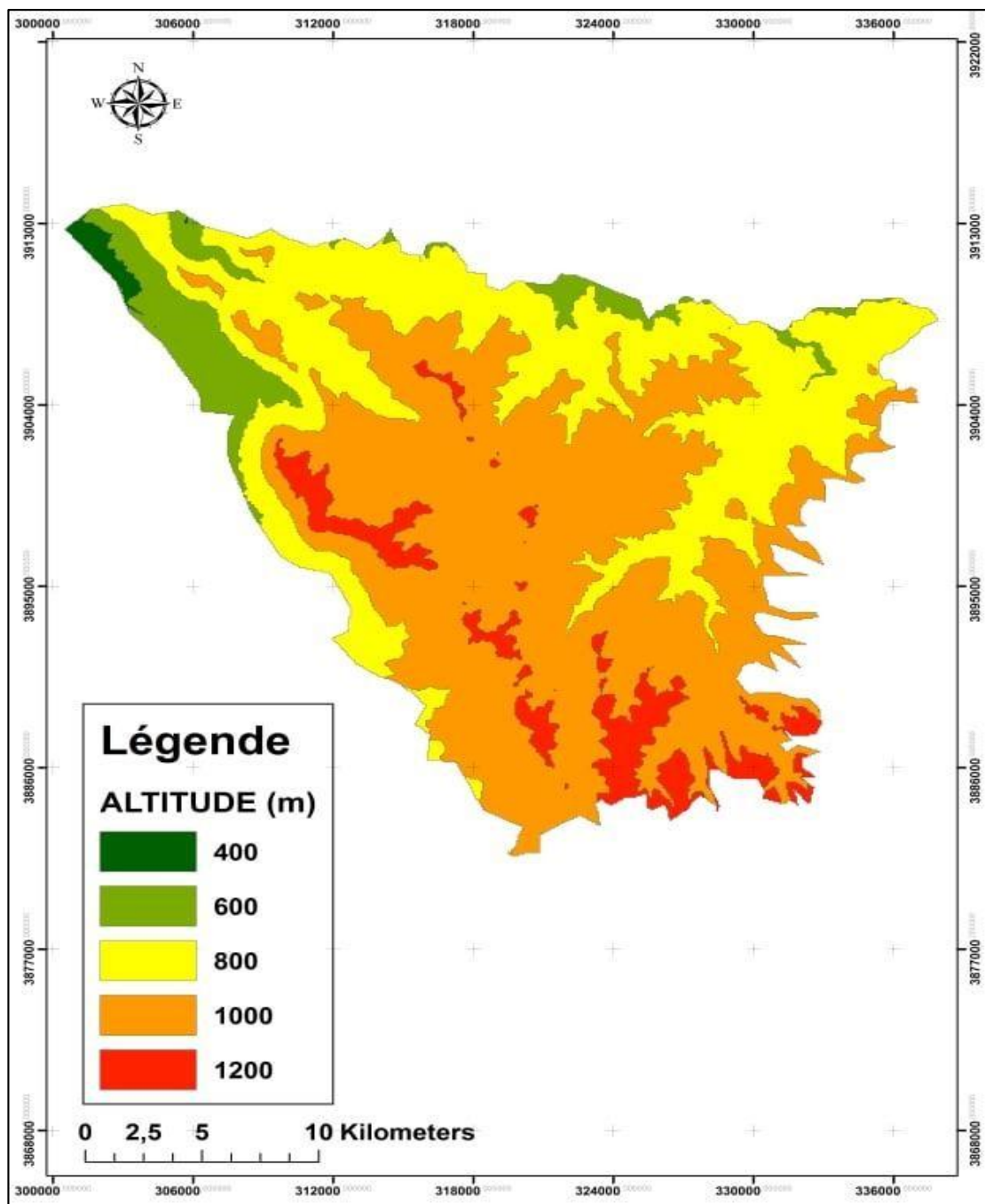


- Figure n° (22) : Carte de découpage en cantons du massif des Sdamas Chergui (CFT 2022).

2- Description du milieu physique :

2.1- Relief et pente :

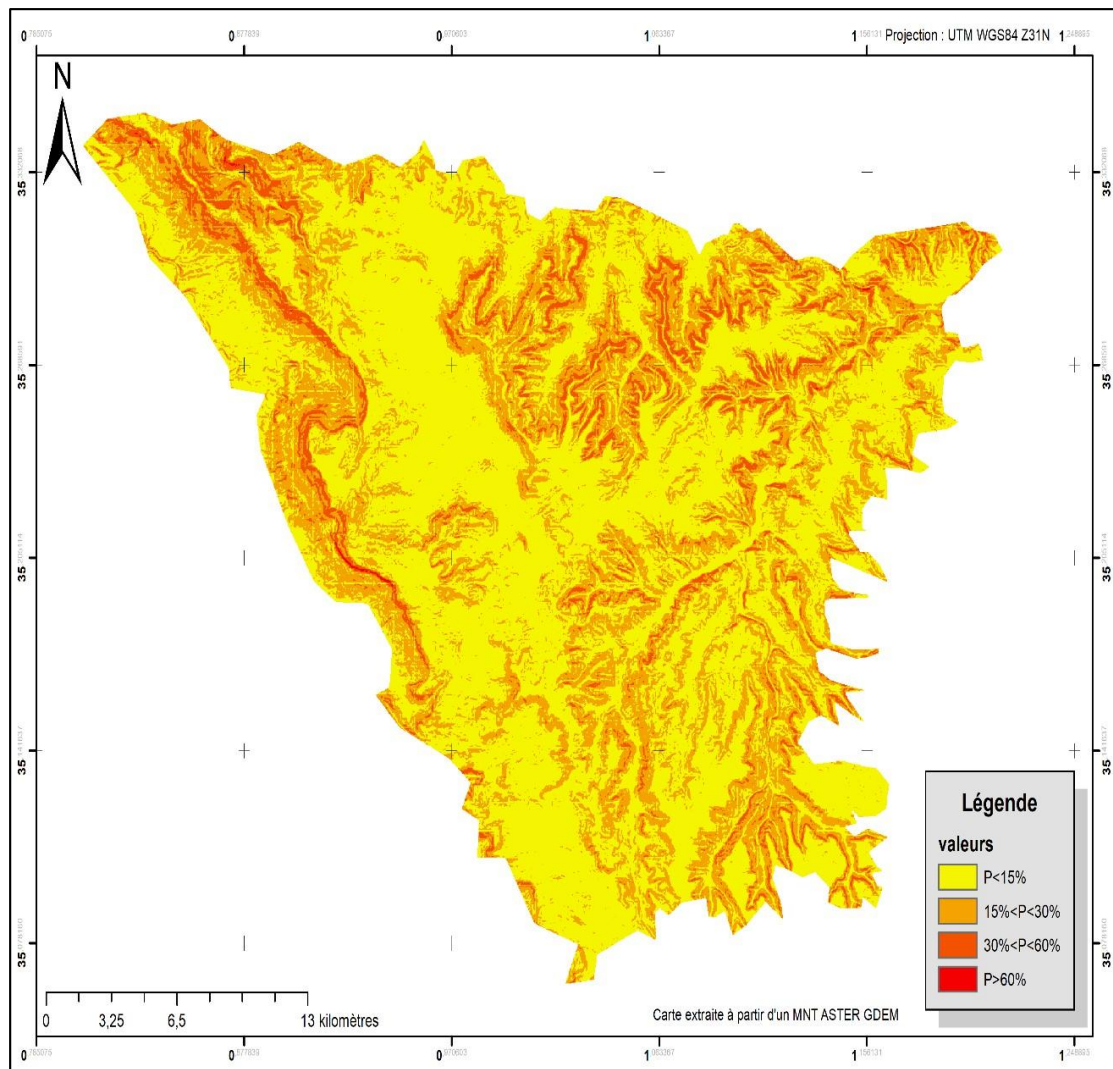
Le massif montagneux des monts des Sdamas constitue le dernier contrefort de l'atlas tellien. Il culmine à (1 244 m) d'altitude au niveau du djebel Ledjdar situé au Sud-est de la forêt. Ce massif montagneux dont les altitudes varient entre (800 m) et (1 250 m) est lacéré par un réseau hydrographique bien encaissé de direction Nord-Sud. Les altitudes diminuent progressivement en allant du Sud Est vers le Nord-Ouest. D'une manière générale on a un relief peu accidenté dans la partie Est et vallonné dans le centre et le Sud. Les versants sont convexo-concave, avec parfois une longue concavité basale. La partie Ouest et Nord-ouest est très accidentée et présente des versants à pentes fortes, et des abrupts qui dépassent parfois les dix mètres (10 m) de hauteur due essentiellement à la géologie gros bancs de calcaires et de dolomies (PAWT, in Azzaoui 2017).



- Figure n° (23) : La carte des altitudes du massif forestier des Sdamas Chergui (CFT 2016 in kouadria 2019).

- Tableau n° (17) : Les classes de pentes (CFT 2016 in Kouadria 2019).

Pentes	0% < P < 15 %	15 % < P < 30 %	30% < P < 60	P > 60%.
Classes de pente	Classe de faible pente	Classe de moyenne pente	Classe de forte pente	Classe de pente très forte
Taux	30.31 %	33.41%	32.08 %	4.18 %



- **Figure n° (24) : Carte des pentes du massif des Sdamas Chergui (kouadria 2019).**

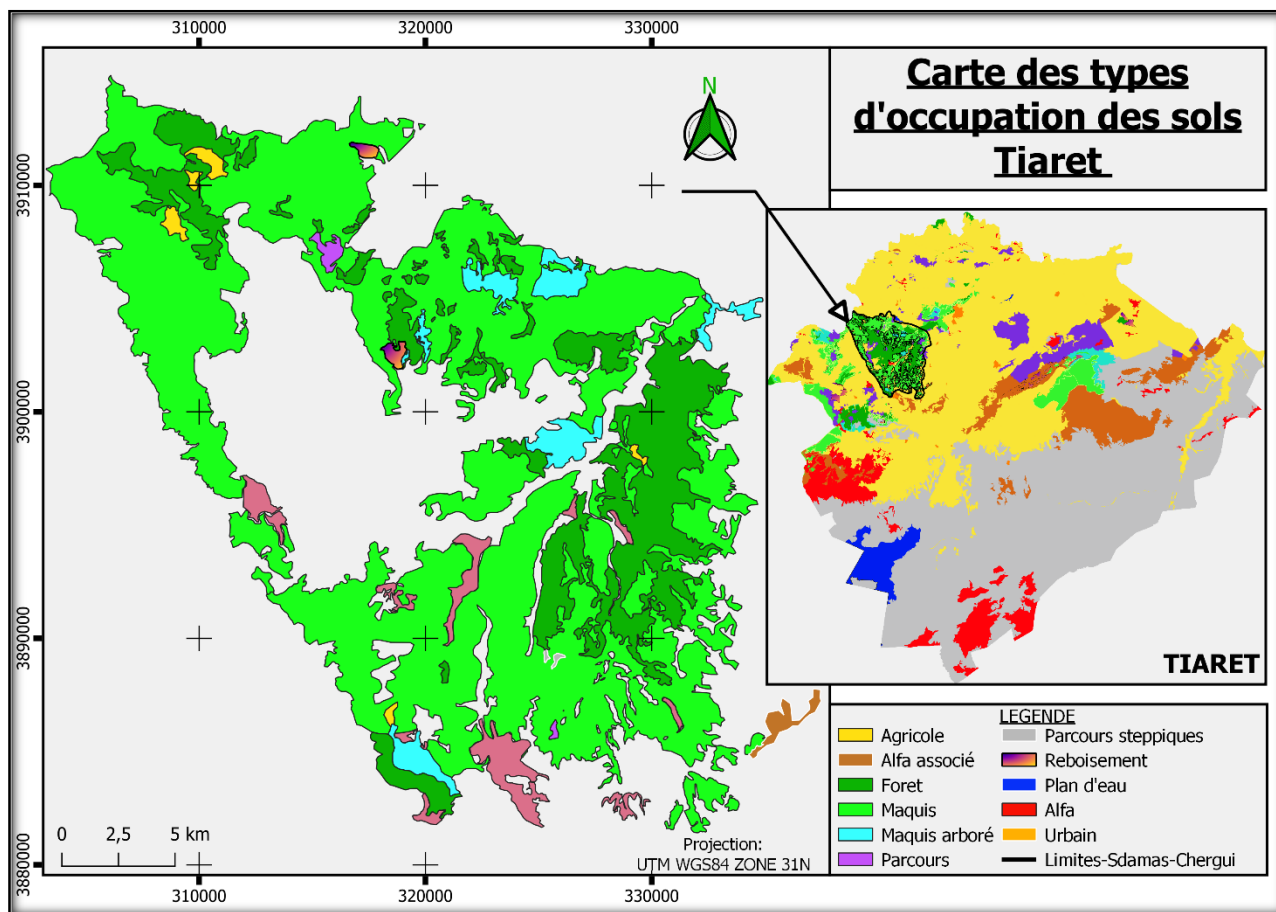
2.2- Occupation des sols :

La zone d'étude Sdamas Chergui est un massif forestier, une lecture de la carte d'occupation des sols **Figure n° (25)** fait ressortir une dominance des formations forestières qui sont représentés par :

Des forêts arborées de pin d'Alep pure d'une superficie environ (8180 Ha), la grande occupation de pin d'Alep pure est localisée dans le côté Est de la forêt, moyennement dans le côté Ouest.

La formation arborée est entourée par les maquis qui couvrent une superficie très important de ce massif environ (32470 Ha) entrecoupé par des maquis arboré. (133 Ha) des reboisements, les (3220 Ha) restants sont des terrains agricoles et des parcours.

Le massif des Sdamas est entouré complètement par des terrains agricoles qui expriment la vocation agro-pastorale de la wilaya de Tiaret (le système céréales- élevage).



- Figure n° (25) : Carte d'occupation des sols de région (Sdamas Chergui) (IFN 2008).

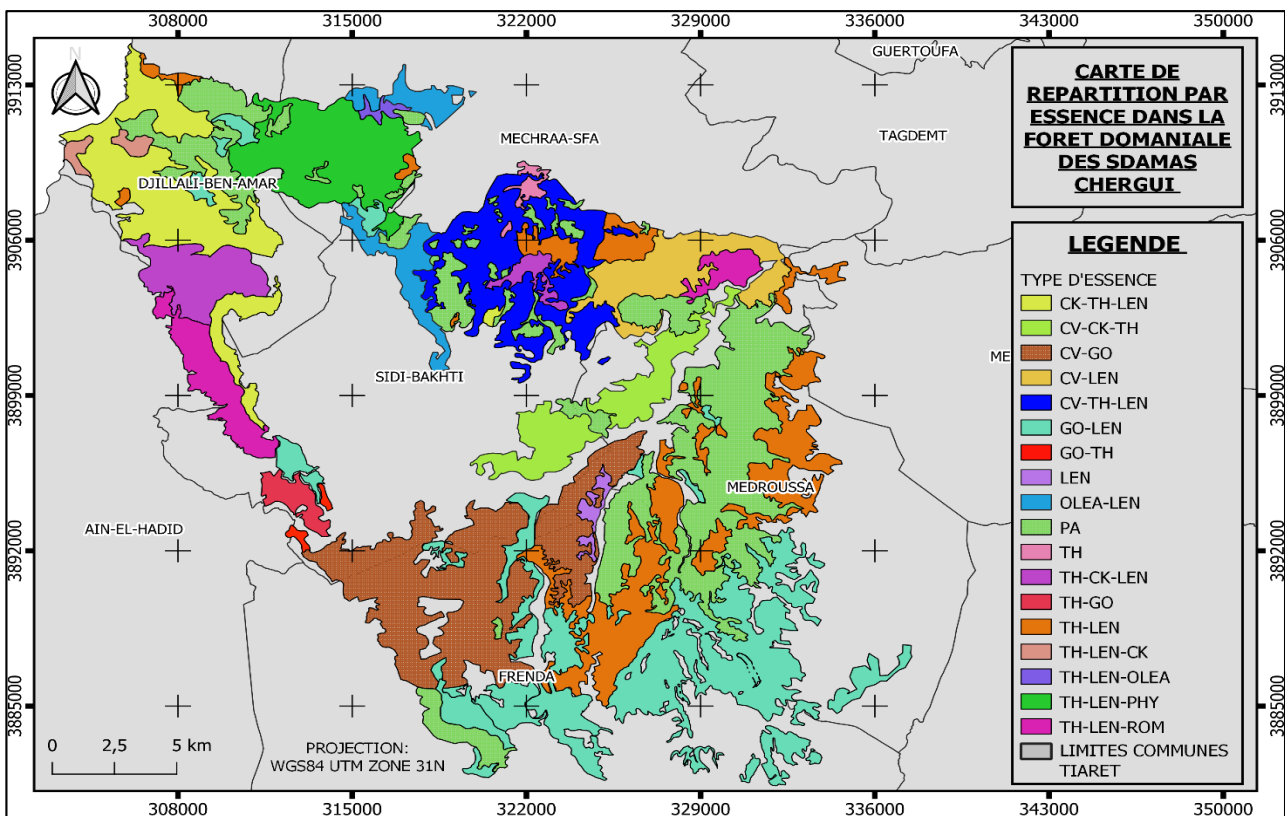
2.3- Le couvert végétal :

D'après le bureau national d'inventaire forestier (BNEF), La végétation naturelle supérieure du massif des Sdamas Chergui se manifeste principalement par la forêt centrale qui est constitué essentiellement de peuplement pin d'Alep pure à Age moyen d'une superficie totale environ (8312 Ha), (133 Ha sont des reboisements jeunes).

Le reste de végétation naturelle supérieure est présenté sous forme des maquis, c'est des peuplements mélange de deux espèces ou plus avec des différents superficies :

- Tableau n° (18) : Les superficies des peuplements forestiers des Sdamas Chergui (IFN 2008)

PEUP	SUP	PEUP	SUP	PEUP	SUP
PA	8312	CV-LEN	1597	CV-TH-LEN	2988
OLEA-LEN	1167	GO-TH	78	GO-LEN	5117
CK-TH-LEN	3429			TH-LEN-ROM	1377
LEN	191	CV-CK-TH	1715	TH-LEN-PHY	2562
CV-GO	5276	TH	159	TH-LEN-OLEA	103
TH-LEN	4670	TH-GO	362	TH-LEN-CK	1676



- Figure n° (26) : Carte de végétation de la zone d'étude (Sdamas Chergui) (IFN 2008).

2.4- La Lithologie :

La lithologie de la région d'étude des Sdamas Chergui est caractérisée principalement par 4 types des sols sont **Figure n° (27) :**

- Les Conglomérats.
- Les Croutes calcaires et Alluvions et sables.
- Les sols Calcaires et Dolomites dures.
- Les Marnes.
- Les Calcaires friables.

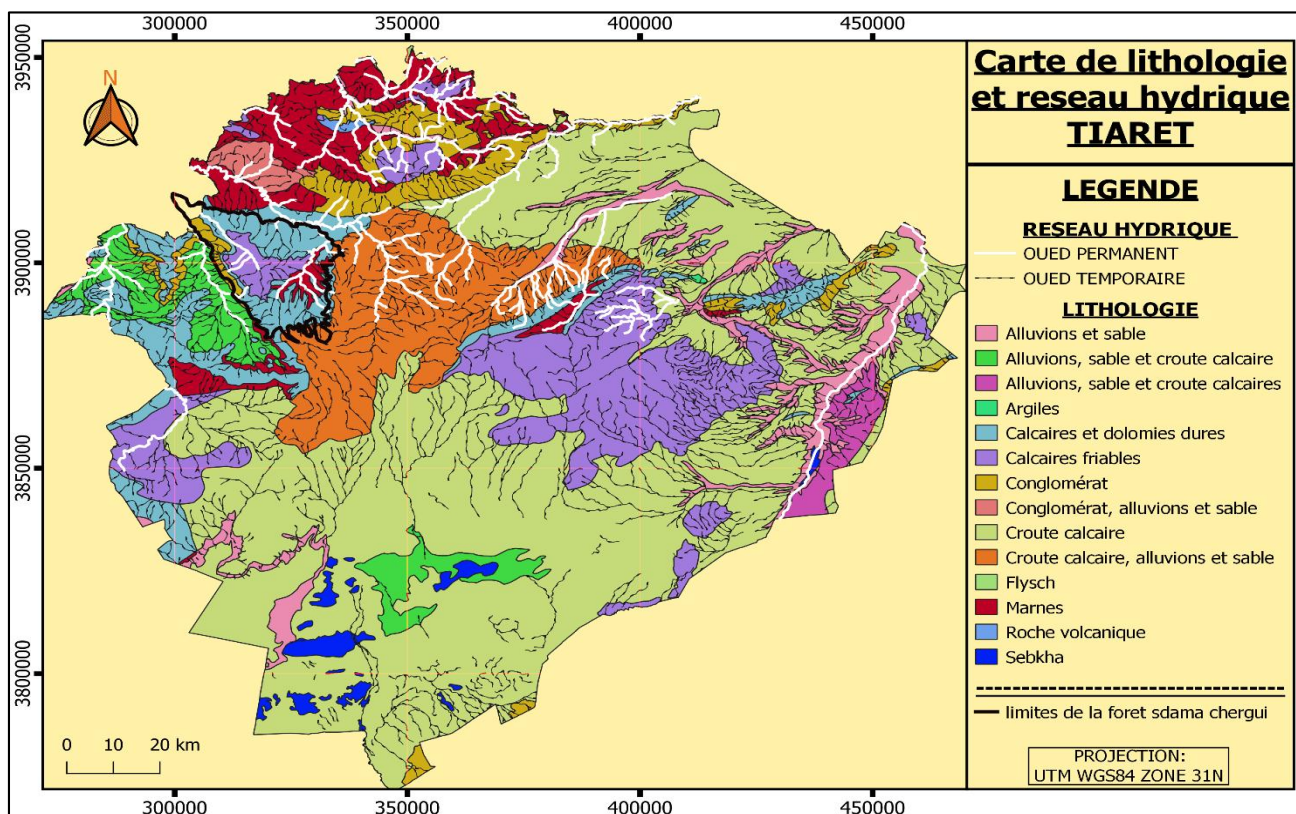
Elle est caractérisée par la dominance des sols calcaires et dolomites dures occupés par les maquis, des sols marnes occupés par la forêt centrale de pin d'Alep.

2.5- Hydrographie :

La forêt des Sdamas est drainée par un réseau hydrographique dense, bien hiérarchisé et très encaissé. Cet ensemble d'Oueds collectent les eaux de pluies et des sources et les acheminent plus en aval vers Oued Mina. Oued Louhou et Oued Medroussa sont les deux principaux Oueds qui traversent la forêt du Sud vers le Nord. Ils sont à écoulement permanent et présentent trois niveaux d'écoulement, le chenal d'étiage, le lit apparent et le lit majeur qui n'est inondé que durant les crues

exceptionnelles. Ils présentent aussi des vallées en forme de U, comme dans tout le bassin méditerranéen, l'écoulement dans nos Oueds se réduit à un mince filet d'eau qui coule le long du chenal d'étiage, durant la saison sèche (GTZ in Azzaoui 2017).

L'Oued Louhou qui en premier lieu, coule du Sud vers le Nord, change de direction et se dirige vers le Nord- Est, avant de se jeter dans l'Oued Mina en amont du barrage de Bakhadda. L'Oued Medroussa qui coule du Sud au Nord dans la partie Sud, change de Nom et de direction, dans la partie Nord, devient l'Oued Yassel et se dirige vers le Nord-Ouest pour aller se jeter lui aussi dans l'Oued Mina, mais en aval du barrage de Bakhadda (Azzaoui 2017).



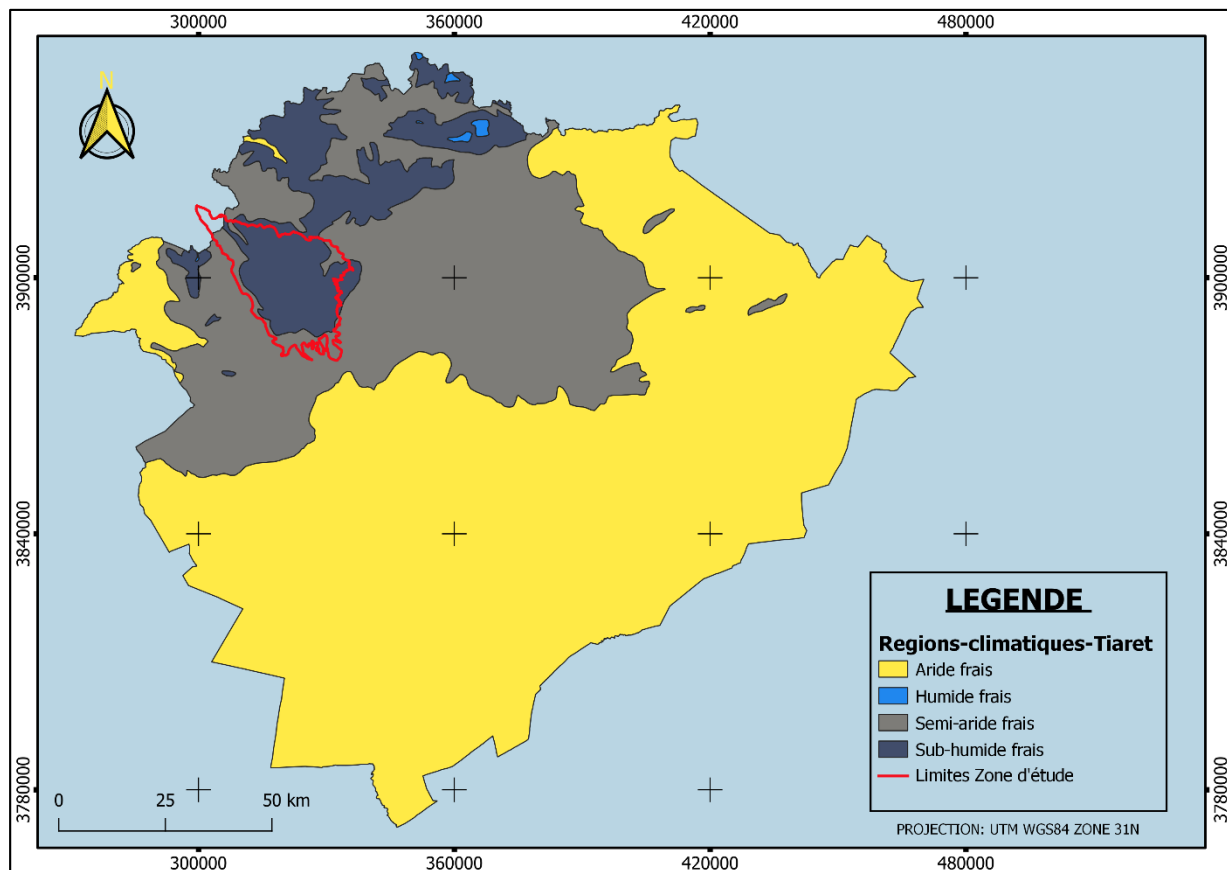
- **Figure n° (27) :** Carte de lithologie et réseau hydrographique de la zone d'étude (Sdamas Chergui) (Bouacha 2013).

3- Etude climatique :

Les phénomènes climatiques sont actuellement la préoccupation majeure des scientifiques de tous les pays. La recherche de la moindre variation permet de prédire l'avenir de toute zone étudiée vis-à-vis des changements climatiques (Boulenouar 2016).

Selon (M.Achir 2016) Dans la classification des climats, les facteurs essentiels considérés sont : la température, les précipitations, le nombre de jours de pluie, l'état hygrométrique, le brouillard et la rosée. Ces données météorologiques ne sont pas toujours utilisées isolément. Elles sont combinées entre elles de façon à faire apparaître les périodes ayant une influence (favorable ou défavorable)

sur la végétation, c'est-à-dire : les périodes chaudes, les périodes froides, les périodes sèches, les périodes humides.



- Figure n° (28) : Carte des étages bioclimatiques de la région de Tiaret (Bouacha 2013).

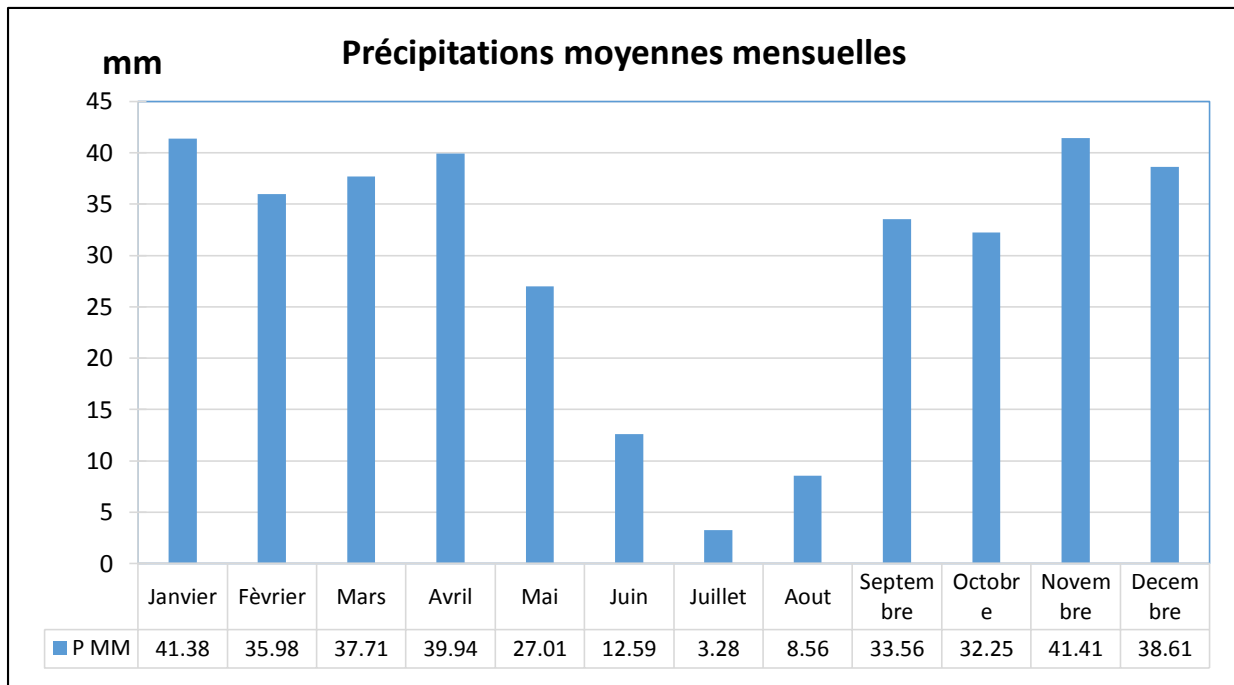
3.1- Les précipitations :

Djeballi 1978 définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat. En effet, elle conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part (Azzaoui 2017).

En Algérie la variation des pluies est d'origine orographique, les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude. Elle diminue de l'est vers l'ouest et du nord vers le sud. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 28,6 mm (I. Brahim 2017). Les séries des données pluviométriques enregistrer à la période 1987 jusqu'à 2021. Nous avons permis de pouvoir affirmer que la tranche pluviométrique de la région est fortement faible et mal répartie.

3.1.1- Précipitations moyennes mensuelles :

La Figure n° (29) représente les précipitations mensuelles durant la période (1987-2021), selon le graphique observé le mois le plus pluvieux est (novembre) avec une pluviométrie moyenne de (41,41 mm), et (juillet) s'avère le mois le plus sec avec une pluviométrie de (3,28 mm).

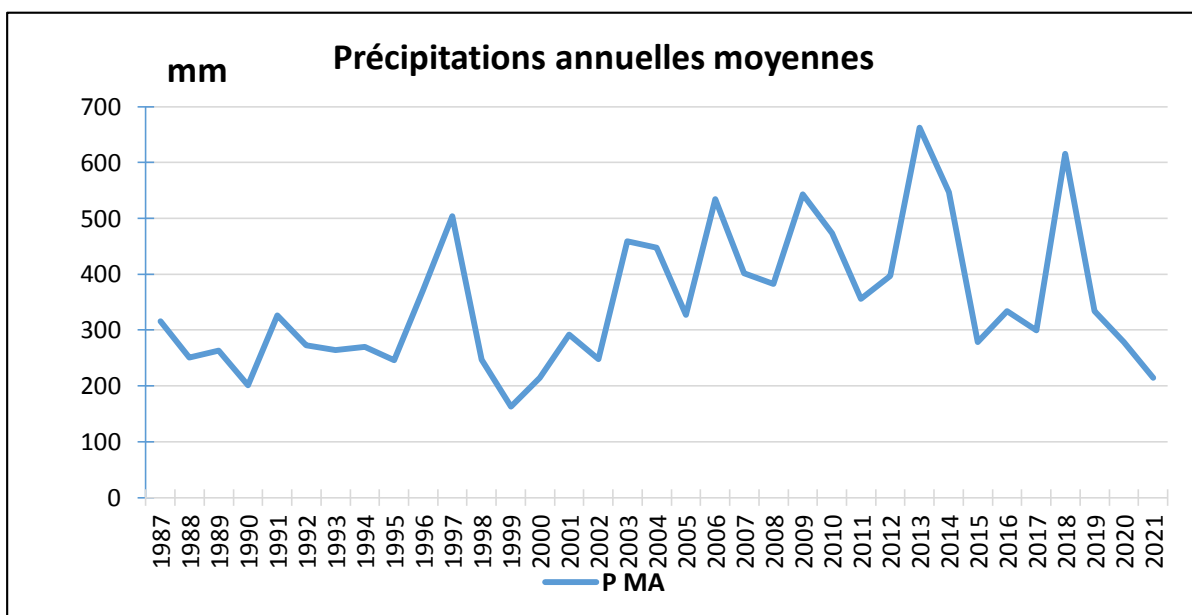


- **Figure n° (29):** Précipitations moyennes mensuelles durant la période(1987-2021)(Master web 2)

3.1.2- Précipitations annuelles moyennes :

Selon les donnes, la moyenne pluviométrique annuelle calculée au cours de cette période (1987 à 2021) est égale à (352,3 mm).

D'après l'analyse de graphique et les données des précipitations pour chaque année, on constate que Les années les plus arrosées sont : 2013 avec une pluviométrie de (662,19 mm) et 2018 avec une pluviométrie jusqu'à (615,19 mm). Les années les plus sèches sont : l'année 1999 avec une précipitation de (162,57 mm) ainsi que l'année 1990 avec une somme de (201,45 mm).



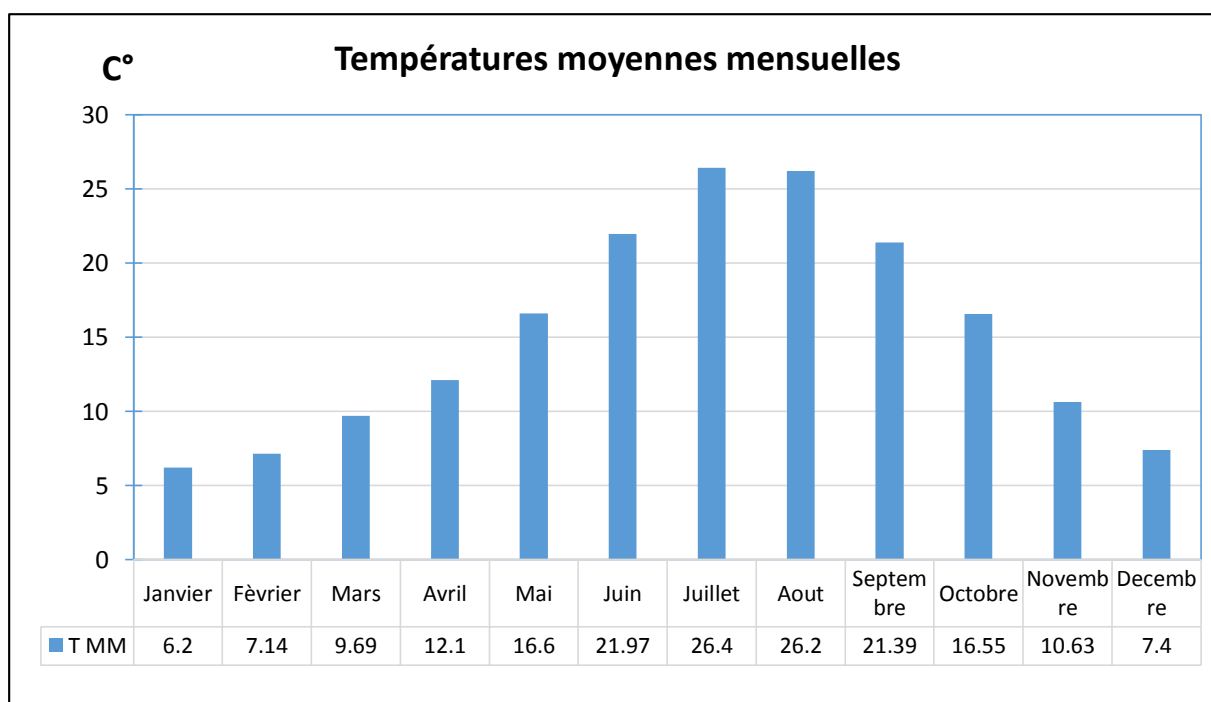
- **Figure n° (30) :** Précipitations annuelles moyennes durant la période (1987-2021). (Master web 2)

3.2- La température :

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. Chaque espèce présente un seuil minima ou maxima qui lui permet de se maintenir en vie. Au-delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromise (**Bentouati 2006**).

3.2.1-Température moyenne mensuelle :

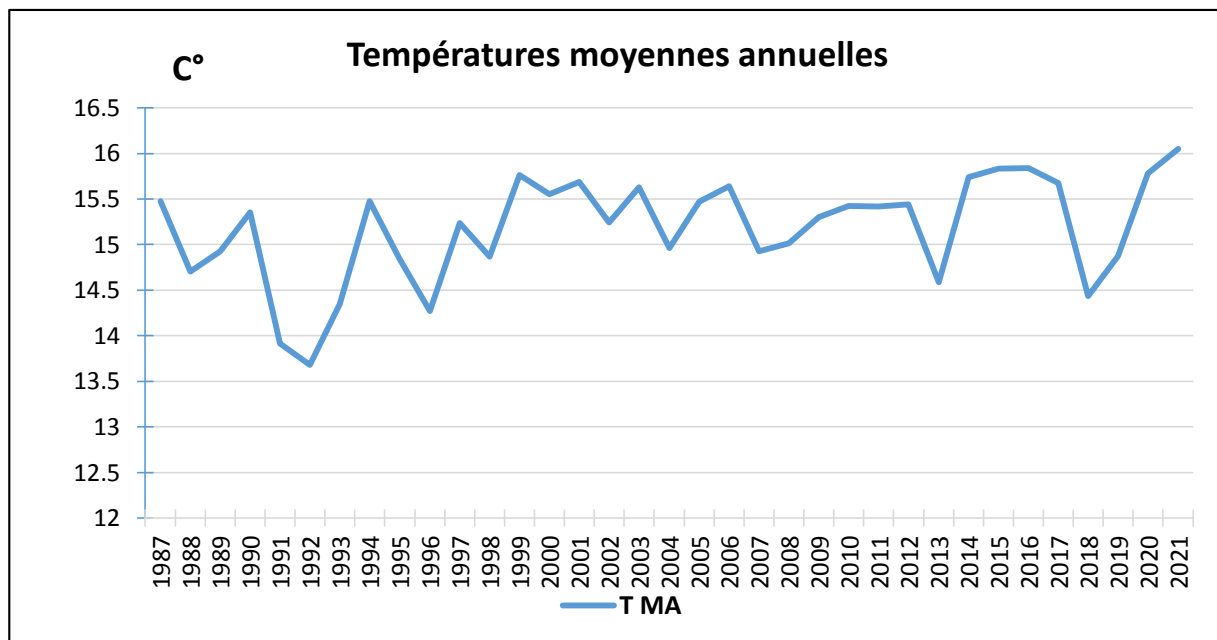
Le graphique nous donne les températures mensuelles moyennes, L'analyse montre bien que la température suit la loi de Gauss, Il s'avère que la plus basse température est (6,2 c°) au cours du mois de (Janvier), et le maximum observé dans le mois de (juillet) avec une température de (26,37 C°).



- **Figure n° (31) :** Températures mensuelles moyennes de la période (1987 à 2021) (**Master web 2**).

3.2.2- Température moyenne annuelle :

La température moyenne annuelle de la période (1987 à 2021) est de l'ordre de (15,18 c°), En remarques que l'année (2021) est la plus chaude avec la moyenne annuelle (16,05 c°), par contre l'année (1992) marque la température la plus basse avec une moyenne annuelle (13,68 c°).



- **Figure n° (32)** : Températures moyennes annuelles de la période (1987 à 2021) (Master web 2).

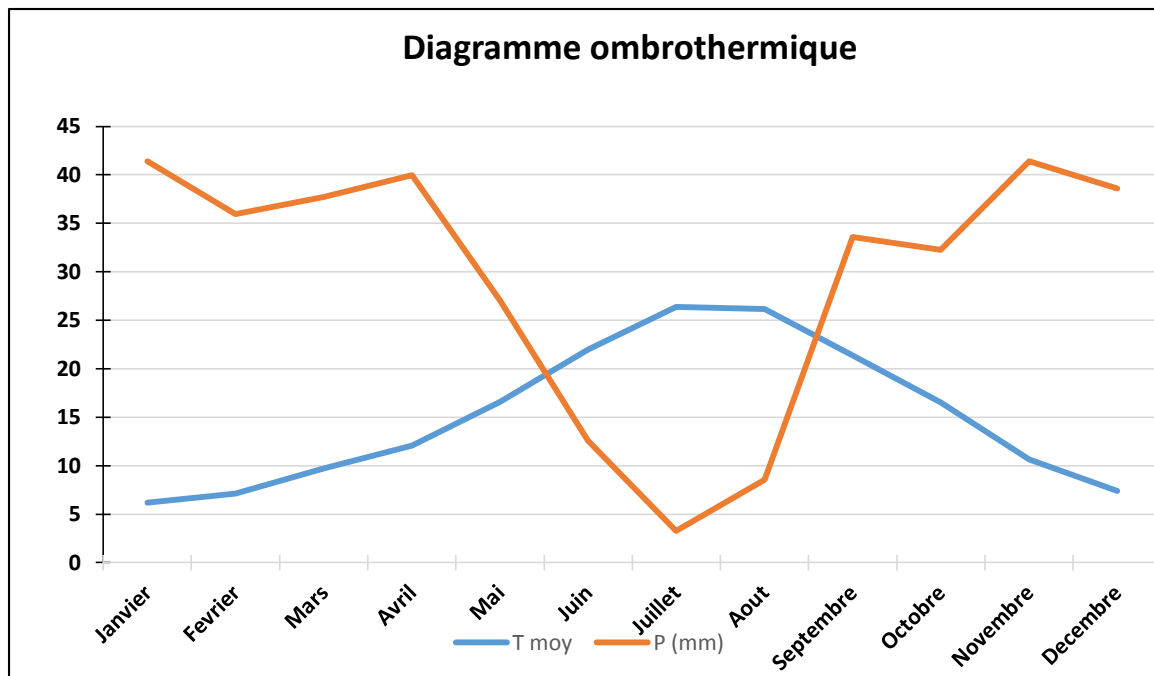
3-3- Le vent :

Les vents dominants sont ceux du nord-ouest en Hiver. Ils sont généralement très froids et humides. La saison sèche est caractérisée par des vents chauds et secs provenant des zones sud (Azzaoui et al., 2017).

3-4- Diagramme Ombrothermique de Gaussin :

La définition du mois sec d'après Bagnouls et Gaussen (1954) est celle où le total des moyennes des précipitations en mm égal ou inférieur au double de la moyenne mensuelle des températures ($M+m$) / 2 (en °c), $p \leq 2t$.

La détermination de la période sèche est déduite directement de la courbe Ombrothermique : elle est de l'ordre de 03 mois durant la période de 1987 à 2021, de début de juin à début de septembre.



-Figure n°(33)Diagramme Ombrothermique pour la période allant de 1987 à 2021(Master web 2).

3-5- Quotient et Climagramme d'EMBERGER :

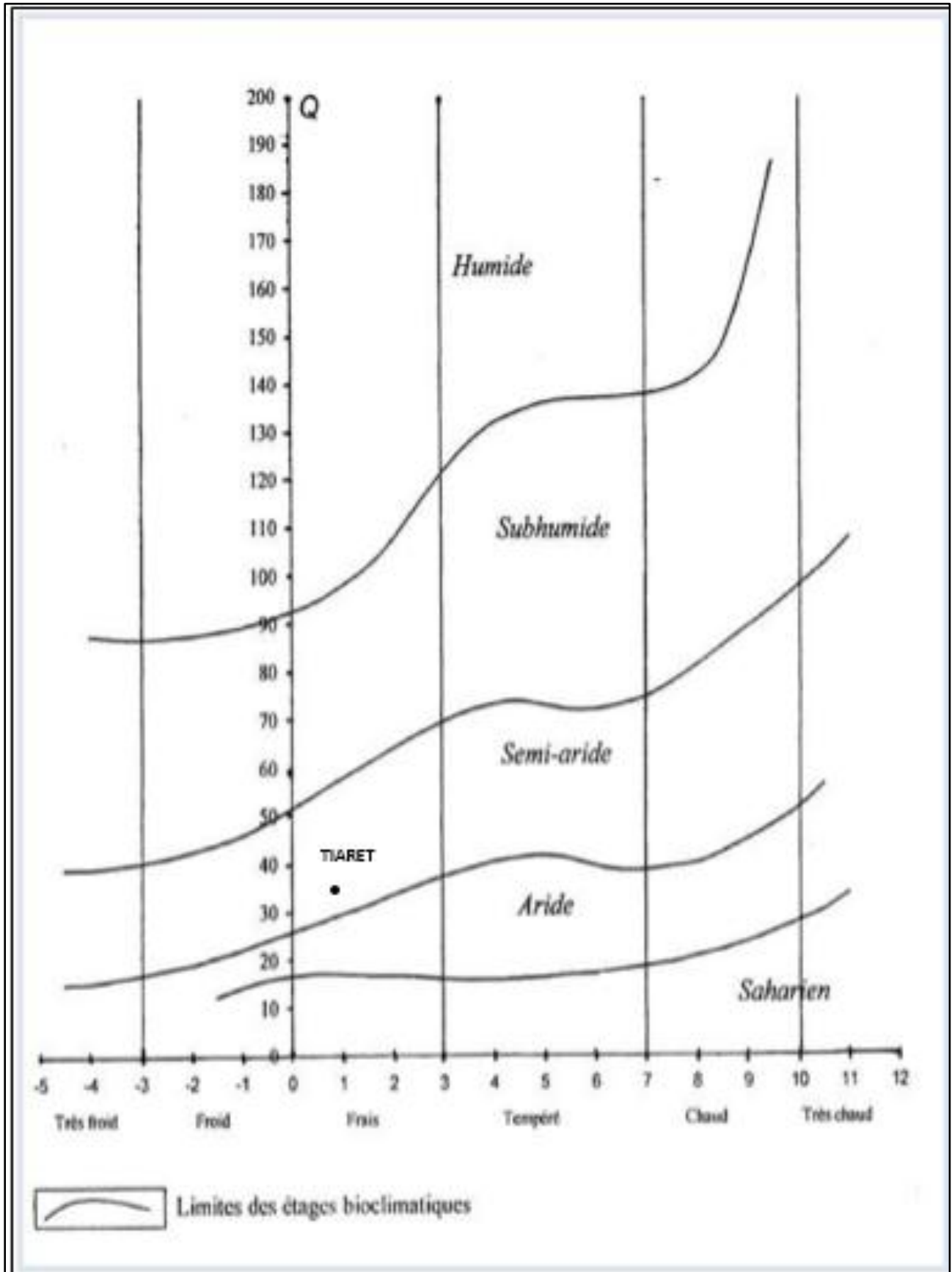
Emberger (1930 et 1955) a établi un quotient pluviométrique le « Q2 » qui est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique d'une région, elle est spécifique au climat méditerranéen C'est le calcul d'indice d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et de la température. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord. Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = 2000P/M^2 \cdot m^2$$

- ✓ P : Moyenne des précipitations annuelles en mm
- ✓ M : Maxima du mois le plus chaud en ° K
- ✓ m : minima du mois le plus froid en ° K

$$(1K = T^{\circ} + 273)$$

- Q2 est égale à (35.29), donc l'étage bioclimatique est Semi-aride à hiver frais.



- Figure n° (34) : Climagramme d'Emberger pour la période allant de 1987 à 2021.

CHAPITRE V:

MÉTHODOLOGIE.

Objectif :

L'objectif fixé dans notre travail est d'établir et d'analyser des cartes à l'aide de la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique pour l'interprétation du milieu forestière et la surveillance de la dynamique de végétation et les changements paysagers en milieu semi-aride cas massif des Sdamas chergui dans la wilaya de Tiaret.

Les données satellitaires utilisées pour réaliser cette étude sont des scènes acquises par les capteurs SENTINEL-2, LANDSAT TM et LANDSAT OLI

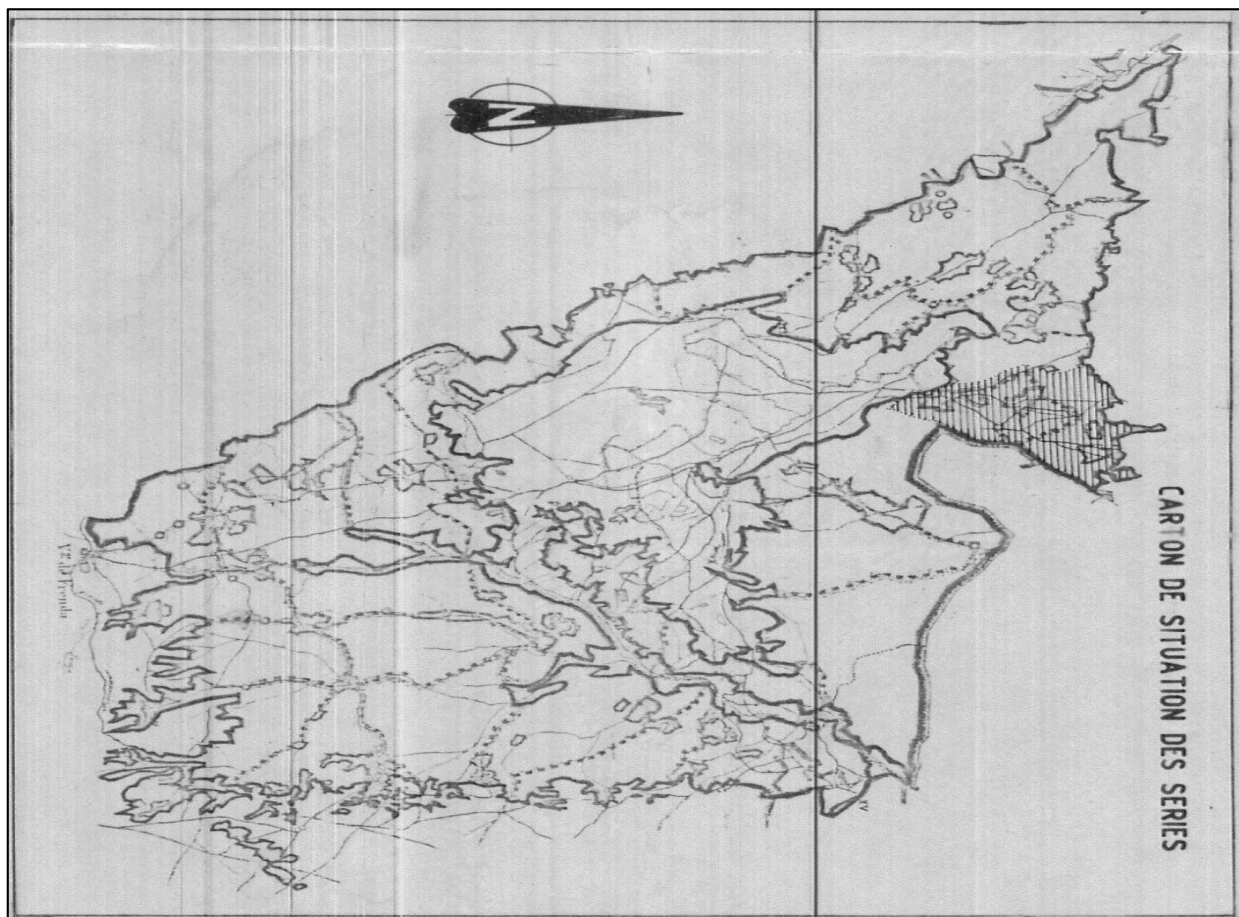
Mise en œuvre de la méthodologie :

Dans le cadre de cette étude Les démarches adoptées sont basées autour de :

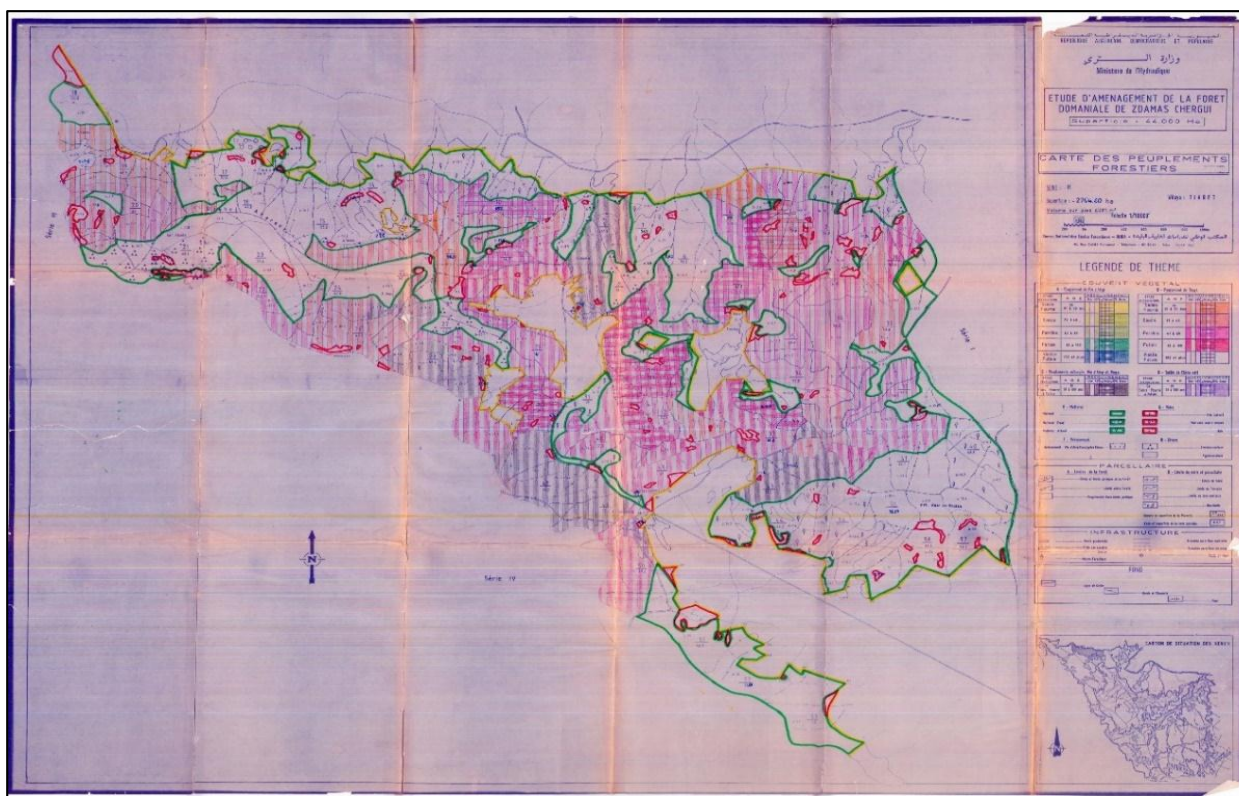
- L'utilisation et l'analyse des données de la télédétection à différentes dates pour la réalisation des cartes d'occupations des sols à partir de 1987 jusqu'à 2021.
- La comparaison entre les cartes et l'analyse du couvert végétale.
- L'identification des changements et la détermination de type d'évolution du couvert végétal durant un intervalle de temps définie.
- Identifier les régions a fortes perturbation et les zones dégradées.

1- Acquisition des données :**1-1- Données de base :**

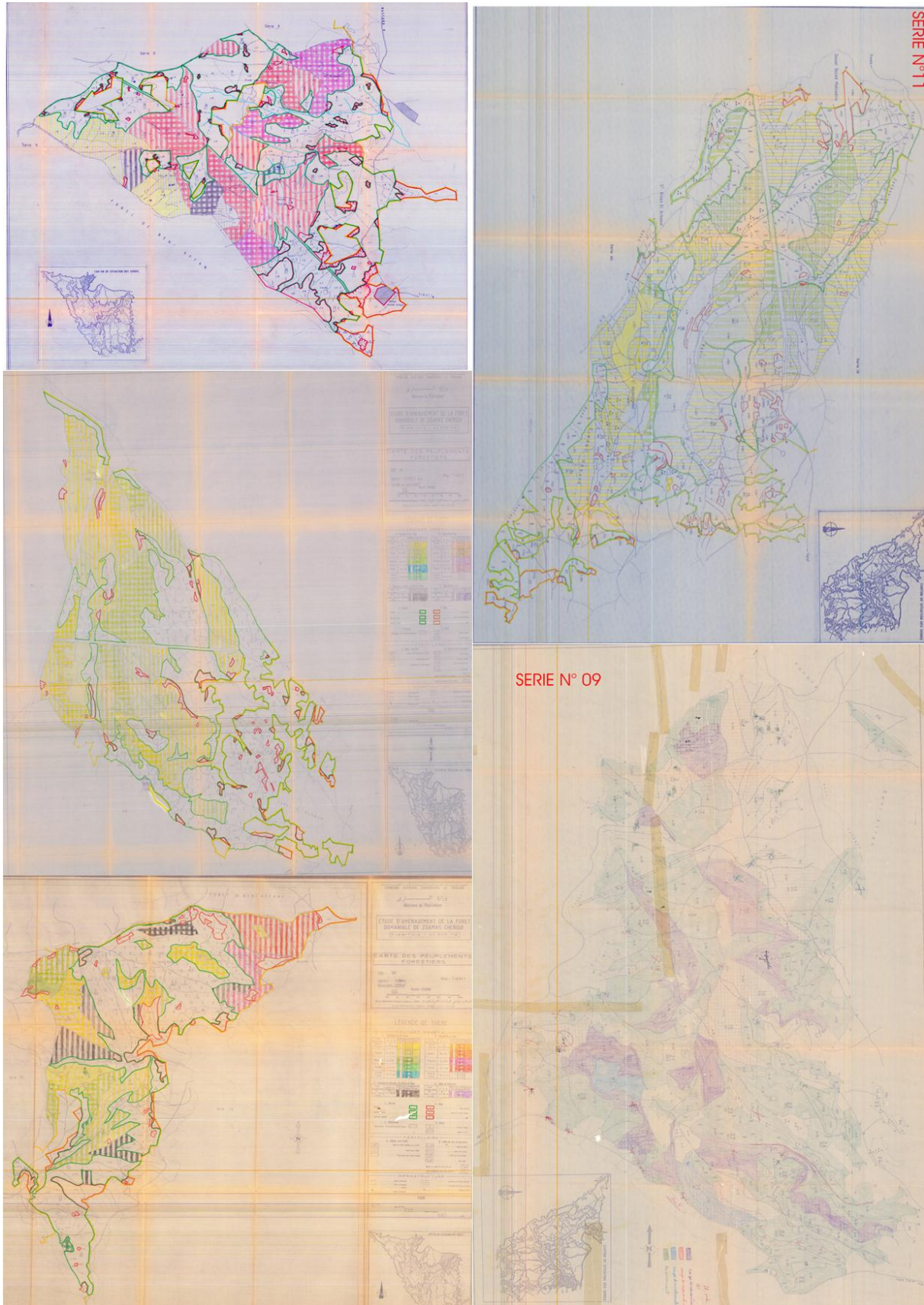
Ce travail est soutenu par des cartes anciennes réalisées par le Bureau National des Etudes Forestières, dans le cadre de « Etude d'Aménagement de la Forêt Domaniale des Sdamas Chergui ». Ces cartes représentent l'état de la forêt des Sdamas chergui durant les années 90 sous le titre de (carte des peuplements forestières), elles traitent plusieurs informations de cette forêt (type de végétation / type des peuplements/Type d'occupation/fond/infrastructures).



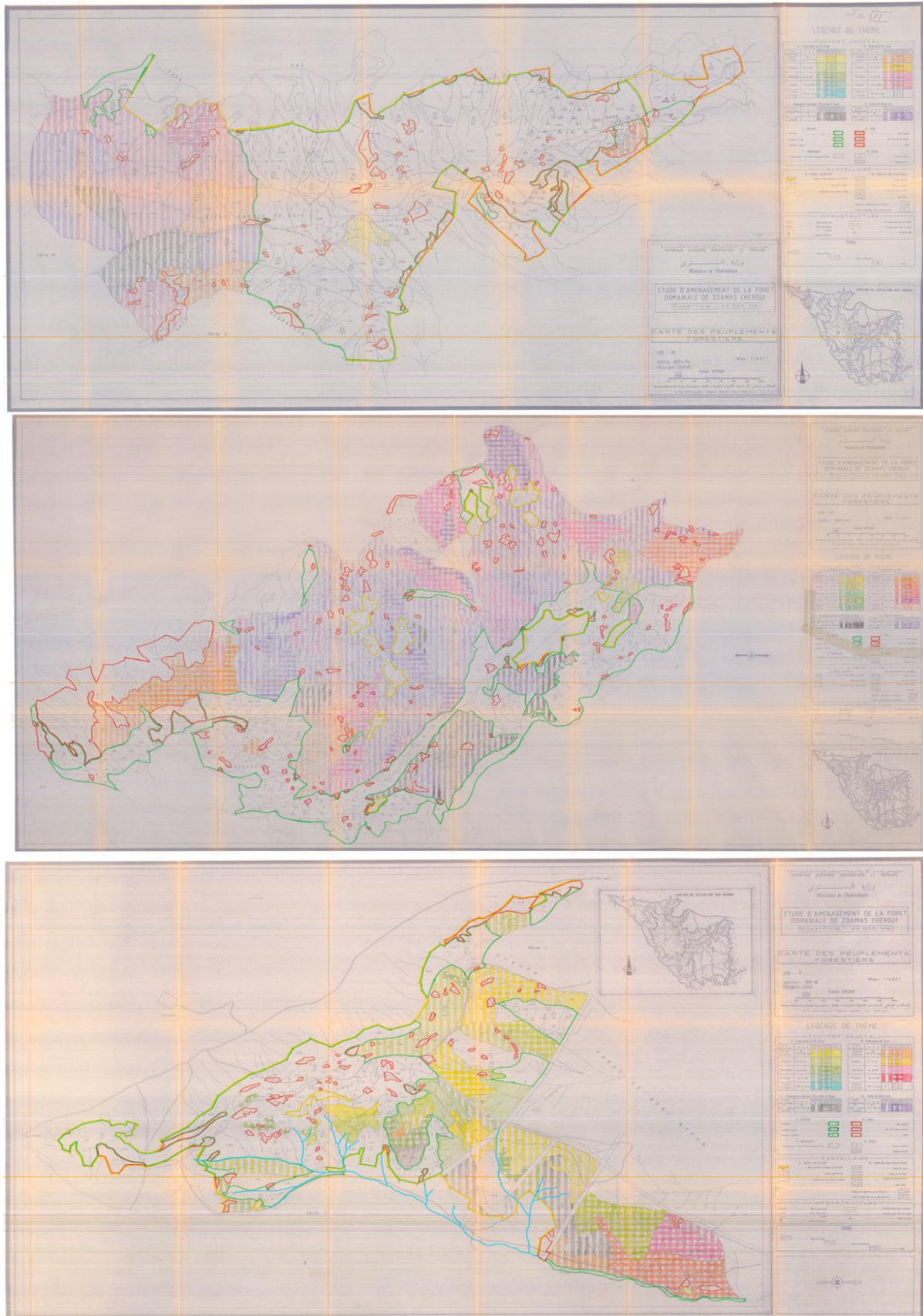
- Figure n° (35) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).



- Figure n° (36) : Carte des peuplements forestiers série n02.



- Figure n° (37) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).



- Figure n° (38) : Carte des peuplements forestiers (ensemble des séries).

1-2- Les images satellitaires :

Nous avons mis en place une méthodologie basée sur les usages de la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) comme moyen d'analyse, dans ce sens, en utilisant une série d'images satellitaires.

Les données utilisées pour la réalisation de ce travail sont des images satellitaires acquises par les capteurs SENTINEL-2, LANDSAT TM et LANDSAT OLI, nous avons choisi celles prises entre l'intervalle de temps des années 1987 jusqu'à 2021 (quatre cartes de végétation années 1990/2000/2010/2022)

1-2-1- SENTINEL-2 :

Est une mission européenne d'imagerie multi spectrale à large bande et à haute résolution. La spécification de la mission complète des deux satellites jumeaux volant sur la même orbite mais déphasés de 180°, est conçue pour donner une fréquence de revisite élevée de 5 jours à l'équateur. SENTINEL-2 transportera une charge utile d'instruments optiques qui échantillonneront 13 bandes spectrales : quatre bandes à 10 m, six bandes à 20 m et trois bandes à 60 m de résolution spatiale. L'orbite large de la fauchée orbitale sera de 290 km (ESA 2015).

Les satellites Sentinel-2 fournissent des images multi spectrales à haute résolution spatiale.

- Tableau n° (19) : Exemple d'un capteur utilisé pour l'extraction des images satellitaires Sentinel-2 (master web 3)

Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A					
Description	<p>Sentinel-2 est une mission d'imagerie multi spectrale à large bande et haute résolution qui soutient les études de surveillance des terres de Copernicus, notamment la surveillance de la végétation, du sol et de la couverture de l'eau, ainsi que l'observation des voies navigables intérieures et des zones côtières.</p> <p>Les données Sentinel-2 L2 sont téléchargées sur scihub. Elles ont été calculées en exécutant sen2cor. ATTENTION: L'ESA n'a pas produit de données L2 pour tous les actifs L1, et la .couverture L2 antérieure n'est pas globale.</p> <p>Les actifs contiennent 12 bandes spectrales UINT16 représentant SR mis à l'échelle par 10000 (contrairement aux données L1, il n'y a pas de B10). Il existe également plusieurs autres bandes spécifiques à L2. Voir le manuel de l'utilisateur de Sentinel-2 pour plus de détails. En outre, trois bandes QA sont présentes, dont l'une (QA60) est une bande à masque binaire contenant des informations sur le masque des nuages. Pour plus de détails.</p> <p>Les nuages peuvent être supprimés en utilisant COPERNICUS/S2_CLOUD_PROBABILITY.</p>				
Bandes	Nom	Echelle	Taille des pixels	Longueur d'onde	Description
	B1	0.0001	60 mètres	443.9nm (S2A) / 442.3nm (S2B)	Aerosols
	B2	0.0001	10 mètres	496.6nm (S2A) / 492.1nm (S2B)	Bleu
	B3	0.0001	10 mètres	560nm (S2A) / 559nm (S2B)	Vert
	B4	0.0001	10 mètres	664.5nm (S2A) / 665nm (S2B)	Rouge
	B5	0.0001	20 mètres	703.9nm (S2A) / 703.8nm (S2B)	Bord rouge 1
	B6	0.0001	20 mètres	740.2nm (S2A) / 739.1nm (S2B)	Bord rouge 2
	B7	0.0001	20 mètres	782.5nm (S2A) / 779.7nm (S2B)	Bord rouge 3
	B8	0.0001	10 mètres	835.1nm (S2A) / 833nm (S2B)	NIR
	B8A	0.0001	20 mètres	864.8nm (S2A) / 864nm (S2B)	Bord rouge 4
	B9	0.0001	60 mètres	945nm (S2A) / 943.2nm (S2B)	Vapeur d'eau
	B11	0.0001	20 mètres	1613.7nm (S2A) / 1610.4nm (S2B)	SWIR 1
B12	0.0001	20 mètres	2202.4nm (S2A) / 2185.7nm (S2B)	SWIR 2	

1-2-2- LANDSAT :

LANDSAT 8 est le dernier satellite de cette série. Le premier (LANDSAT 1, initialement connu sous le nom de ERTS-1) a été lancé en 1972 avec deux imageurs d'observation de la Terre - un Return Beam Vidicon (RBV) et un scanner multi spectral 4 bandes de 80 mètres (MSS).

LANDSAT 2 et LANDSAT 3, lancés respectivement en 1975 et 1978, ont été configurés de manière similaire. En 1984, LANDSAT 4 a été lancé avec le MSS et un nouvel instrument appelé Thematic Mapper (TM). Les améliorations apportées à l'instrument comprennent une meilleure résolution au sol (30 m) et 3 nouveaux canaux/bandes. En plus d'utiliser un instrument mis à jour, LANDSAT 4 a fait appel au engin spatial modulaire multi mission (MMS), qui a remplacé l'engin spatial basé sur Nimbus, utilisé pour LANDSAT 1 à 3. LANDSAT 5, une copie de LANDSAT 4, a été lancé en 1984 et a retourné des données scientifiquement viables pendant 28 ans, soit 23 ans de plus que sa durée de vie nominale de 5 ans. LANDSAT 6, équipé d'une bande panchromatique supplémentaire de 15 mètres (Pan), n'a pas réussi à atteindre son orbite en 1998. (Pan), n'a pas réussi à atteindre son orbite en 1993. LANDSAT 7 a été lancé en 1999 et a fonctionné nominalement jusqu'à ce que le correcteur de lignes de balayage (SLC) du capteur Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), le correcteur de ligne de balayage (SLC) du capteur est tombé en panne en mai 2003 (I. Vaughn 2019).

- **Tableau n° (20) :** Exemple d'un capteur utilisé pour l'extraction des images satellitaires LANDSAT-8 (**master web 3**)

USGS Landsat 8 Collection 1 Tier 1 and Real-Time data OLI Raw Scene	
Description	<p>Landsat 8 Collection 1 Niveau 1 et données en temps réel Valeurs OLI DN, représentant la luminance au niveau du capteur mise à l'échelle et calibrée.</p> <p>-Les scènes Landsat avec la meilleure qualité de données disponible sont placées dans le niveau 1 et sont considérées comme adaptées à l'analyse du traitement des séries chronologiques. Le niveau 1 comprend des données traitées de terrain de précision de niveau 1 (L1TP) qui ont une radiométrie bien caractérisée et sont inter-étalonnées entre les différents capteurs Landsat. La géolocalisation des scènes de niveau 1 sera cohérente et dans les tolérances prescrites [erreur quadratique moyenne ≤ 12 m (RMSE)]. Toutes les données Landsat de niveau 1 peuvent être considérées comme cohérentes et inter-calibrées (quel que soit le capteur) sur l'ensemble de la collection.</p> <p>-La collection T1_RT contient à la fois des actifs de niveau 1 et en temps réel (RT). Les données Landsat 7 ETM+ et Landsat 8 OLI/TIRS nouvellement acquises sont traitées lors de la liaison descendante, mais utilisent les éphémérides prévues, les</p>

paramètres initiaux du mode pare-chocs ou les paramètres initiaux du modèle de ligne de visée TIRS. Les données sont placées dans le niveau en temps réel et mises à disposition pour un téléchargement immédiat. Une fois que les données ont été retraitées avec des éphémérides définitives, des paramètres de mode pare-chocs mis à jour et des paramètres TIRS affinés, les produits sont transférés vers le niveau 1 ou le niveau 2 et supprimés du niveau en temps réel. Le délai de transition de Real-Time vers Tier 1 ou Tier 2 est compris entre 14 et 26 jours.

	Nom	Taille des pixels	Longueur d'onde	Description
Bandes	B1	30 mètres	0.43 - 0.45 μm	Aérosol côtier
	B2	30 mètres	0.45 - 0.51 μm	Bleu
	B3	30 mètres	0.53 - 0.59 μm	Vert
	B4	30 mètres	0.64 - 0.67 μm	Rouge
	B5	30 mètres	0.85 - 0.88 μm	Proche infrarouge
	B6	30 mètres	1.57 - 1.65 μm	Infrarouge à ondes courtes 1
	B7	30 mètres	2.11 - 2.29 μm	Infrarouge à ondes courtes 2
	B8	15 mètres	0.52 - 0.90 μm	Bande 8 Panchromatique
	B9	15 mètres	1.36 - 1.38 μm	Cirrus
	BQA	30 mètres		Masque de contrôle qualité Landsat Collection 1

2- traitement des données :

Nous avons utilisé une plateforme d'analyse et traitement développée par Google pour le domaine de télédétection géo-spatiale basée sur le Cloud, appelée Google Earth Engine (GEE).

- Google Earth Engine :

Google Earth Engine est une plate-forme d'analyse géospatiale basée sur le Cloud, qui permet aux utilisateurs de visualiser et d'analyser les images satellite de notre planète. Les scientifiques et les organismes à but non lucratif utilisent Google Earth Engine pour la recherche en télédétection, la prédiction des épidémies, la gestion des ressources naturelles et d'autres activités.

Google Earth Engine regroupe plus de 40 ans d'images satellite anciennes et actuelles, ainsi que les outils et la puissance de calcul nécessaires pour analyser et exploiter cet immense entrepôt de

données. Cette plate-forme à l'échelle planétaire est dédiée à l'analyse des données environnementales.

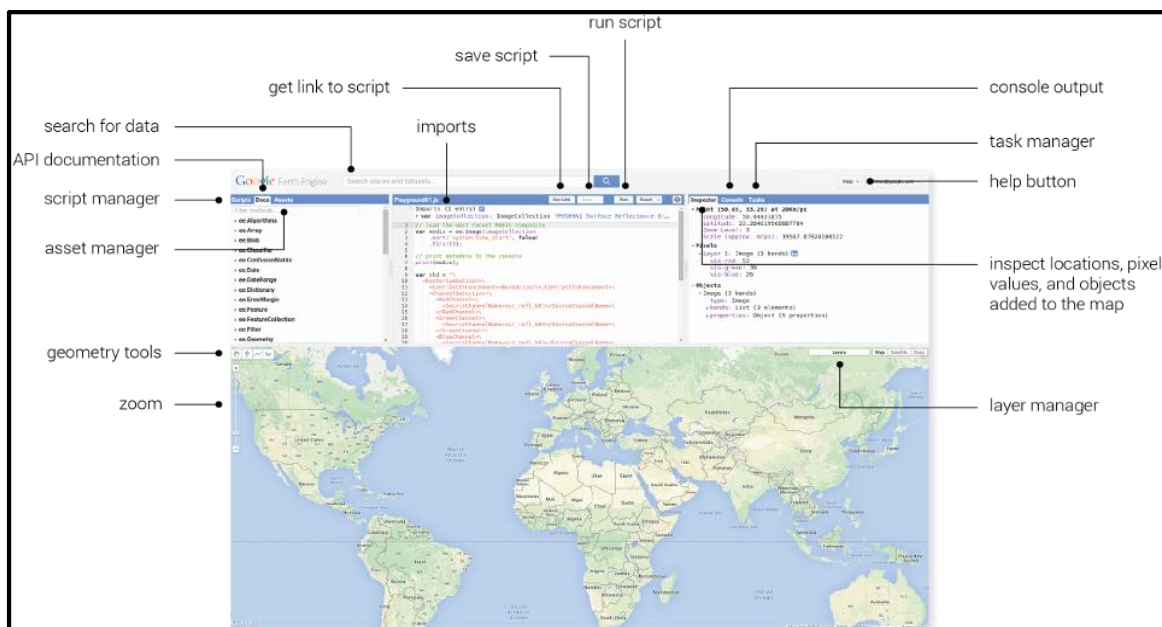
Earth Engine est un catalogue de données public, une infrastructure de calcul, des API géo-spatiales et un serveur d'applications interactif.

Elle constitue un outil extrêmement précieux pour les étudiants qui souhaitent approfondir leurs connaissances par la disponibilité des archives de données publiques d'Earth Engine, qui comprennent d'images historiques et d'ensembles de données scientifiques, mis à jour et enrichis quotidiennement dans trois domaines :

- Climat et météo : Température superficielle, Climat, Atmosphérique et Temps.

- Imagerie : Landsat, Sentinelle, MODIS et Imagerie haute résolution.

- Géophysique : Terrain, Couverture terrestre, Terres cultivées et Autres données géophysiques y compris les images nocturnes du système de balayage linéaire opérationnel du programme de satellite météorologique de la Défense (DMSP-OLS) (**master web 2**).



- Figure n° (39) : Interface de la plateforme (GEE) (master web 3).

- Le logiciel utilisé (QGIS) :

La mise en page des cartes a été faite à l'aide de logiciel (QGIS).

QGIS est un logiciel SIG libre qui a débuté en mai 2002 et s'est établi en tant que projet sur Source Forge en juin 2002. Ce logiciel SIG est un choix accessible et viable pour toute personne ayant un ordinateur (qui est traditionnellement des logiciels propriétaires assez coûteux). QGIS est utilisable sur la majorité des Unix, macOS et Windows. QGIS utilise la bibliothèque logicielle Qt (<https://www.qt.io>) et le langage C++, ce qui se traduit par une interface graphique simple et

réactive. QGIS gère un grand nombre de formats raster et vecteur, avec le support de nouveaux formats facilité par l'architecture basée sur les extensions. QGIS est distribué sous la licence GNU GPL (General Public License) (QGIS Project 2020).

2-1- identification des parcelles d'entraînement :

Pour obtenir des résultats de référence nous avons besoin de collecter des informations et des observations de la végétation et les paysages, nous avons rédigé une fiche technique détaillée, ces travaux restent indispensables pour La détermination des zones d'entraînement et la confirmation des résultats obtenus.

L'enquête de terrain a été effectuée en juin 2022, Pour chaque parcelle enquêtée, plusieurs informations sont systématiquement collectées. En plus des photos prises, L'échantillonnage est basé sur le changement du paysage et de la végétation, à chaque changement paysager nous enregistrons les coordonnées de la placette, Ensuite, nous écrivons tous qui est caractéristique et observable, les relevés recueillis un ensemble des données :

- Les Coordonnées géographiques du point central de la parcelle par une application androïde de GPS (UTM geomape).
- Type d'occupation (forêt / maquis arboré / maquis / sol nu / agriculture).
- Type de la strate végétale (arborée / arbustive / herbacée).
- Type des peuplements (peuplement pure / peuplement mélange)
- Les types des essences végétales.
- Les espèces dominantes en recouvrement dans chaque strate.
- Caractéristiques topographiques (Pente et exposition).
- Des remarques et des observations générales (anthropisation / défrichement / pâturage / dépérissement / incendies / reboisement jeune / régénération naturelle / pratique agricole / érosion / type de sol).

2-2- Classification des images :

Pour une bonne analyse d'une image, L'étude de la dynamique de végétation axée sur la représentation des principales unités de végétation sur cette image. C'est pourquoi nous basons sur la classification qui nous permet l'analyse quantitative par laquelle une étiquette peut être assignée aux pixels à partir de leurs caractéristiques spectrales, pour obtenir des cartes objectives et représentatives du terrain de la zone étudiée.

Selon (Abbassi, 2009), La classification consiste à regrouper, dans une même entité ou classe, tous les pixels similaires sur la base d'une ressemblance de propriétés (attributs), tout en respectant leur position spatiale. La règle de décision de l'appartenance d'un pixel à une classe donnée est établie à travers un modèle décisionnel. Ainsi, à partir d'un espace multidimensionnel représentatif de l'image, une nouvelle représentation de l'information télédéetectée, désignée par «carte thématique» est obtenue et sera évaluée par rapport à la réalité de terrain. Les approches de classification peuvent être supervisées ou non supervisées.

2-2-1- La classification supervisée (dirigée) :

Lors de l'utilisation d'une méthode de classification supervisée, l'analyste identifie des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur les connaissances de l'analyste, sa familiarité avec les régions géographiques et les types de surfaces présents dans l'image. L'analyste supervise donc la classification d'un ensemble spécifique de classes. Les informations numériques pour chacune des bandes et pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour que l'ordinateur puisse définir les classes et ensuite reconnaître des régions aux propriétés similaires à chaque classe. L'ordinateur utilise un programme spécial ou algorithme afin de déterminer la "signature" numérique de chacune des classes. Plusieurs algorithmes différents sont possibles. Une fois que l'ordinateur a établi la signature spectrale de chaque classe à la classe avec laquelle il a le plus d'affinités. Une classification supervisée commence donc par l'identification des classes d'information qui sont ensuite utilisées pour définir les classes spectrales qui les représentent (CCT 2015).

2-2-2- La classification non supervisée (non dirigée) :

Selon (CCT 2015), La classification non supervisée procède de la façon contraire. Les classes spectrales sont formées en premier, basées sur l'information numérique des données seulement. Ces classes sont ensuite associées, par un analyste, à des classes d'information utile (si possible). Des programmes appelés algorithmes de classification sont utilisés pour déterminer les groupes statistiques naturels ou les structures des données. Habituellement, l'analyste spécifie le nombre de groupes ou classes qui seront formés avec les données. De plus, l'analyste peut spécifier certains paramètres relatifs à la distance entre les classes et la variance à l'intérieur même d'une classe. Le résultat final de ce processus de classification itératif peut créer des classes que l'analyste voudra combiner, ou des classes qui devraient être séparées de nouveau. Chacune de ces étapes nécessite une nouvelle application de l'algorithme. L'intervention humaine n'est donc pas totalement exempte

de la classification non supervisée. Cependant, cette méthode ne commence pas avec un ensemble prédéterminé de classes comme pour la classification supervisée.

Pour réaliser la classification Un ensemble d'algorithmes est utilisé :

2-2-3- L'algorithme du k-means :

K-means est une méthode qui a été développée par MacQueen en 1967 (MacQueen, 1967). Elle vise à partitionner un ensemble de données en K classes homogènes, K est le nombre de classes voulue ou fixé a priori (**A. Bokhabrine 2019**).

K-Means effectue la division des objets en K grappes (cluster) fixé aléatoirement à priori dont chacun d'eux représenté par son centroïde qui est une moyenne (habituellement pondérée) des points situés à l'intérieur du cluster, cette approche ne fonctionne convenablement qu'avec les attributs numériques et le résultat final peut être négativement affecté par la présence de bruits. Chaque point est assigné au cluster dont le centroïde est le plus proche. L'algorithme k-means est un algorithme facile à implémenter il est applicable à tout type de données mais aussi il présente des limites tel que la sensibilité à la présence de bruit ou encore les résultats finaux qui dépendent fortement des choix des paramètres lors de l'initialisation (k, mesure de distance) (**A. Ararbi, F. Aouakli 2021**).

La version de base de ce l'algorithme selon (**A. Bokhabrine 2019**) :

- **Entrée** : K le nombre de classes voulues ou fixé a priori
- **Début** :
 - Choisir aléatoirement les centres de classes
 - Répéter :
 - * Affecter chaque objet à la classe dont le centre est le plus proche
 - * Recalculer le centre de chaque classe 40
 - Jusqu'à (convergence)
- **Sortie** : Une partition des individus en K classes.

2-2-4- La méthode du maximum de vraisemblance :

Dans l'étude, nous avons utilisé la méthode de classification dirigée par maximum de vraisemblance. D'après (**C. Oarda et al., 2014**), dans le domaine de l'inférence statistique, la méthode du maximum de vraisemblance (MV) est l'une des méthodes les plus utilisées ; ses propriétés sont efficaces, en particulier dans le cadre asymptotique. Dans ce qui suit, x désignera

indifféremment une observation de X ou les réalisations d'un échantillon $x = (x_1, \dots, x_n)$, sauf mention expresse du contraire.

2-2-5- Machines à vecteurs de support (SVM) :

L'algorithme des machines à vecteurs de support a été développé dans les années 90 par Vapnik. Il a initialement été développé comme un algorithme de classification binaire supervisée. Il s'avère particulièrement efficace de par le fait qu'il peut traiter des problèmes mettant en jeu de grands nombres de descripteurs, qu'il assure une solution unique (pas de problèmes de minimum local comme pour les réseaux de neurones) et il a fourni de bons résultats sur des problèmes réels (**P. Mahé 2003**).

Cet algorithme est une généralisation des classifieurs linéaires. Il cherche à trouver la frontière de séparation entre classes qui maximise la distance entre la frontière et les exemples, d'où son nom. Il se base sur la transformation de l'espace des données afin de rendre les classes linéairement séparables, sans connaissance a priori de la transformation à appliquer, au moyen de fonctions « noyau » (**M. Bayouhd 2013**).

3- Validation :

3-1- Matrice de confusion :

Dans le cadre d'une classification supervisée disposant de références spatiales, la matrice de confusion est un outil permettant de mesurer la qualité et pertinence du système de classification utilisé. La matrice de confusion est un outil permettant de mesurer la concordance entre un ensemble d'éléments observés et un ensemble d'éléments de référence. Ici les éléments observés correspondent aux pixels issus de la classification et les éléments de référence à nos échantillons de vérification (**A. Masse 2013**).

3-2- L'indice de Kappa (k) :

L'indice de kappa sera utilisé dans ce travail comme une démarche pour calculer la précision de nos classifications.

L'accord entre des jugements est défini comme la conformité de deux ou plusieurs informations qui se rapportent au même objet. Cette notion implique l'existence d'une liaison entre les variables, exige des variables de même nature et un appariement des jugements (**B. Branger 2009**). Selon (**cohen 1960**), Le coefficient (k) est simplement la proportion de désaccords attendus par hasard qui ne se produisent pas, ou alternativement, c'est la proportion d'accord après que l'accord aléatoire soit éliminé de la considération :

$$K = P_0 - P_c / 1 - P_c$$

CHAPITRE VI :
RÉSULTAT ET
DISCUSSION.

1- Description du couvert végétal de la forêt des Sdamas :

La campagne de sorties effectués a permis de caractériser les principales formations végétales présente au niveau de la forêt des Sdamas :

1-1- Forêt :

Cette classe représente la strate arborée (formation bois), ces formations sont très localisées, elles sont caractérisées essentiellement par le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et est souvent associé le chêne vert (*Quercus ilex*) et Thuya (*Tetraclinis articulata*). Ce type de formation se diffère en termes de l'âge :

1. Peuplement Agé : Des peuplements âgés non exploités (futaies).
2. Peuplement jeune : résultat d'une nouvelle action de reboisement ou un repeuplement.



- **Figure n° (40)** : Formation « Forêt P » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-2- Maquis arbore :

Cette formation est un mélange entre deux strates arborée et arbustive dominante. Elle est remarquée par l'abondance de Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), (*Phyllirea*, genévrier oxycedre) (*Juniperus oxycedrus*) comme arbustives associées avec la strate arborée, Pin d'Alep, Thuya, chêne zeen (*Quercus canariensis*) et de chêne vert.



- **Figure n° (41)** : Formation « Maquis Arboré » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-3- Maquis denses :

Les maquis denses de la région constituent la formation d'arbustes et de buissons complexe, La densité du peuplement correspond au nombre de tiges présentes sur une surface donnée qui est élevée dans ce cas. Ils sont caractérisés par la dominance de Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), Genévrier (*Juniperus oxycedrus*), Phillyrea, le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), avec les grandes graminées Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*) et Alfa (*Stipa tenacissima* L).



- **Figure n° (42)** : Formation « Maquis Dense » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-4- Maquis clair :

La présente classe est un cortège floristique diversifié en espèces de la strate arbustive et sous arbustive adaptées aux conditions du milieu.

La densité du maquis claire est plus faible que chez le maquis dense, ils sont composés essentiellement de : Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), Genévrier (*Juniperus oxycedrus*), le Romarin, Phillyrea, chêne vert, Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), Alfa (*Stipa tenacissima*) et aussi la présence de l'asphodèle (*Asphodèlus ramosus*).



- **Figure n° (43)** : Formation « Maquis Claire » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-5- L'agriculture :

C'est principalement la céréaliculture distribuée aléatoirement dans la forêt, elle avoisine généralement les chenaux d'oueds alluvionnés et les marges des autres formations forestières.



- **Figure n° (44)** : Formation « Agriculture » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-6- Les parcours :

Ce sont des terres et des espaces caractérisés par la présence de la végétation herbacée. Ce sont des plantes vivaces, ou plante pérennes, sont des plantes peuvent vivre plusieurs années. Elles subsistent l'hiver sous forme d'organes spécialisés souterrains protégés du froid et chargés en réserve (racines, bulbes, rhizomes) tel que l'Asphodèle (*Asphodelus cerasiferus*) et l'alfa (*Stipa tenacissima L.*).



- **Figure n° (45)** : Formation « Parcours » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

1-7- Sols nus :

Des parcelles et des espaces ou la végétation est absente, les surfaces non cultivées, les sols jachères et les affleurements rocheux



- **Figure n° (46)** : Formation « Sol nu » dans la forêt Sdamas chergui année 2022.

2- Validation de la classification par L'indice de Kappa (k) :

L'indice de kappa sera utilisé dans ce travail comme une démarche pour valider et calculer la précision des résultats de nos classifications.

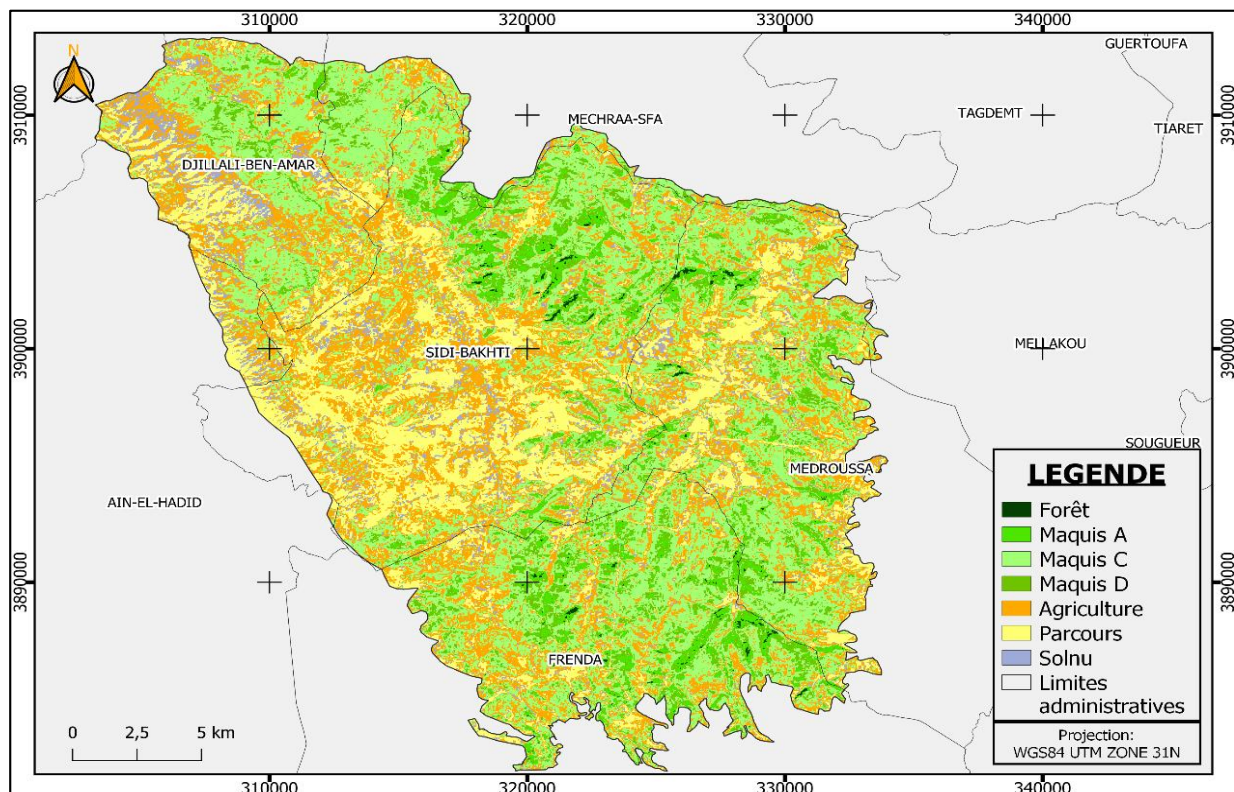
Dans ce cas les valeurs de l'indice de kappa (k) estimées sont : 1 (100%) pour toutes les années (1990, 2000, 2010 et 2022), on peut donc dire qu'il y a une très bonne correspondance entre les résultats et l'observation de sortie sur terrain et la classification des données cartographiques.

3- Les Cartes de végétation :

L'étude chronologique sur la zone d'étude nous permettrons d'apprécier les changements paysagers et structurels afin de caractériser l'évolution et la dynamique de couvert végétale dans le massif des Sdamas.

Pour atteindre cet objectif quatre cartes de végétation d'ordre chronologique ont été élaborées pour l'ensemble de la période d'observation (1990, 2000, 2010, 2022).

3-1- Carte de végétation 2022 :



- **Figure n° (47) :** Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2022.

Une lecture préliminaire de la carte de végétation fait montre une dominance des formations dégradées qui représentent la classe maquis claire distribué dans toutes les régions du massif fortement dans la partie nord-ouest et du sud avec un totale de (18867,32 ha) 41.2% de la surface totale. C'est la formation qui forme la structure basique générale de la forêt, Ils forment les marges

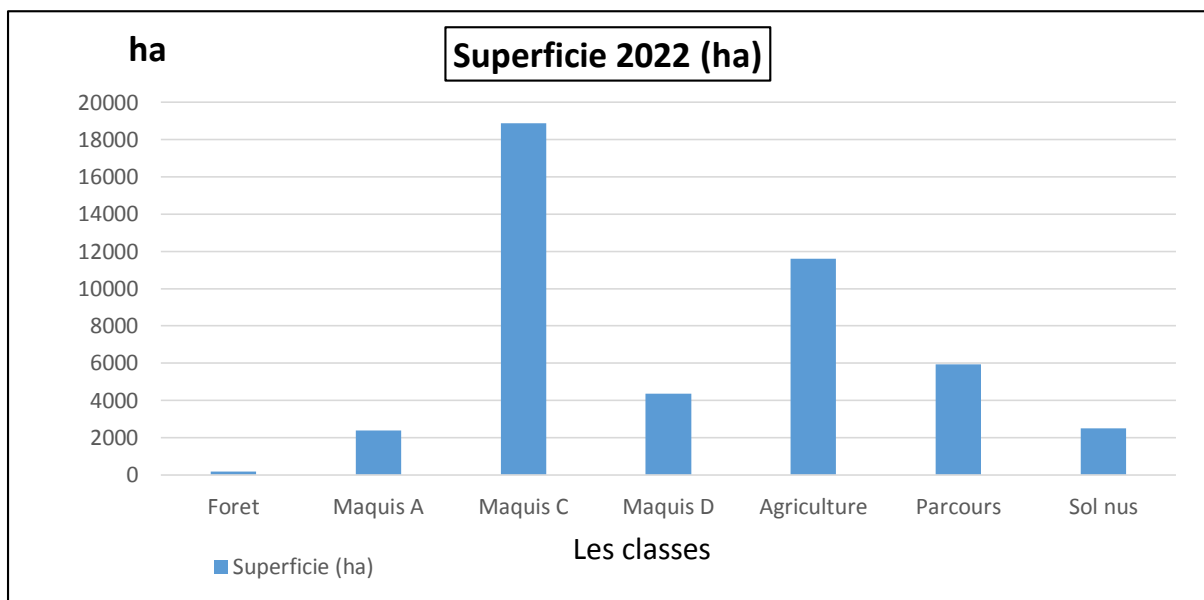
et les bordures vers les autres formations forestières. Elle entoure intérieurement les forêts P et les maquis arborés et denses selon un gardien (Plus on allant vers le centre, plus la densité est élevée, plus la densité et élevée plus l'apparition des bois (formations arborée) est élevée, jusqu'à atteindre le centre de la forêt proprement dite.

L'agriculture est répartie aléatoirement au fond et dehors des formations forestiers dans toute les parties du massif, elle est distribuée à partir de Sidi Bakhti (terrains agricoles privés) vers les les extrémités des maquis claires en traversant jusqu'au fond c'est le cas de l'intérieur du massif.

D'ailleurs le même pour le coté extérieur du massifs ou la population augmente soit dans les terrains privées de Céréale culture soit des fermes et principalement la ville de Frenda et Medroussa. La superficie agricole est de 11591.67ha, un 25.31 du total.

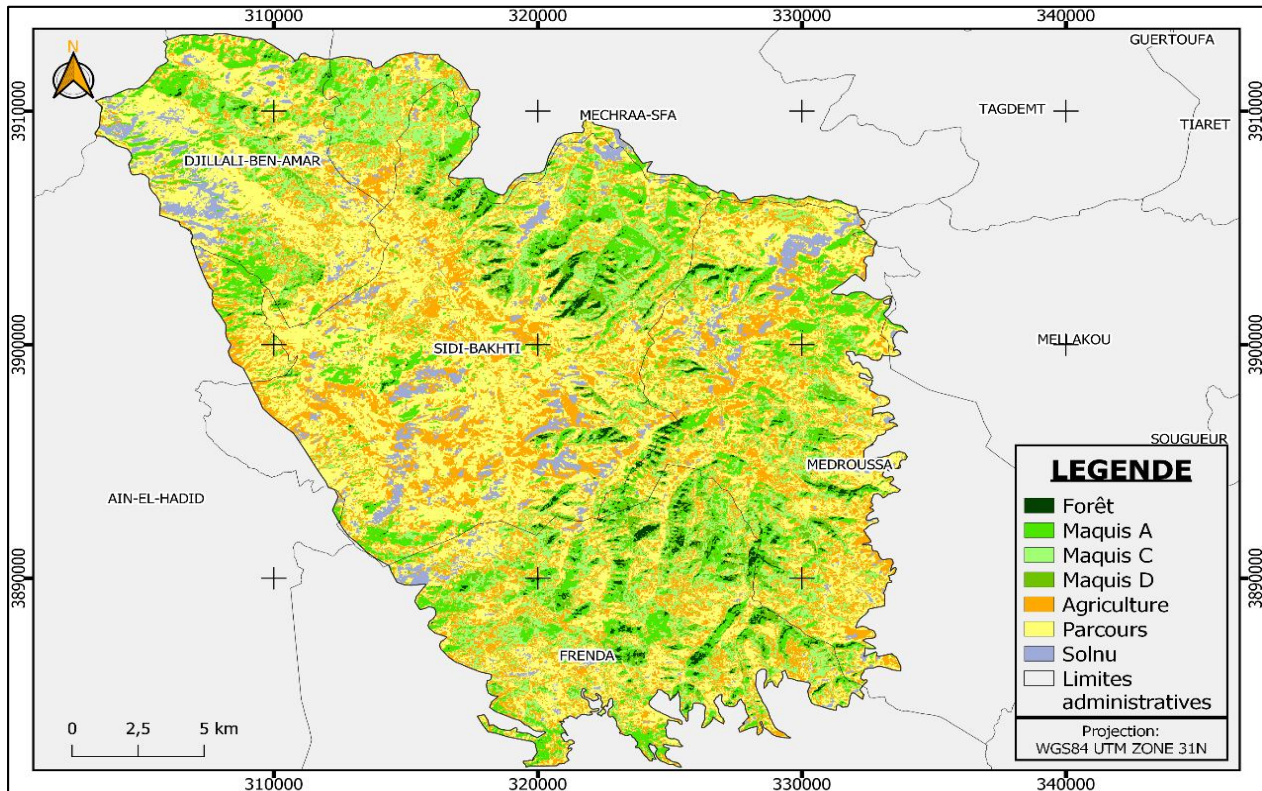
La variation des superficies des parcours est liée essentiellement aux facteurs topographiques (pente) et les type des sols. Ils sont situés dans les oueds (les ripisylves) et les versants.et toujours à côté des terres agricoles avec une superficie de 5926,70 ha contigus par des sols nus (2489,31 ha) dans l'ouest le centre Est du massif.

La forêt proprement dite en 2022 est presque inexistant de 174Ha par rapport à la superficie totale de 45792, c'est la classe la plus réduite en superficie elle est très localisées dans l'Est, au nord-Est près de la forêt de Benni-Affane dans le canton de MESAGHID et MESHACHERAGA, au sud dans les cantons de EL-AHYA, GOUCHGALE et MEDARIS. Ainsi l'absence totale dans les régions Ouest, entouré par des maquis arborés qui occupent 2391Ha et des maquis denses de 4348Ha.



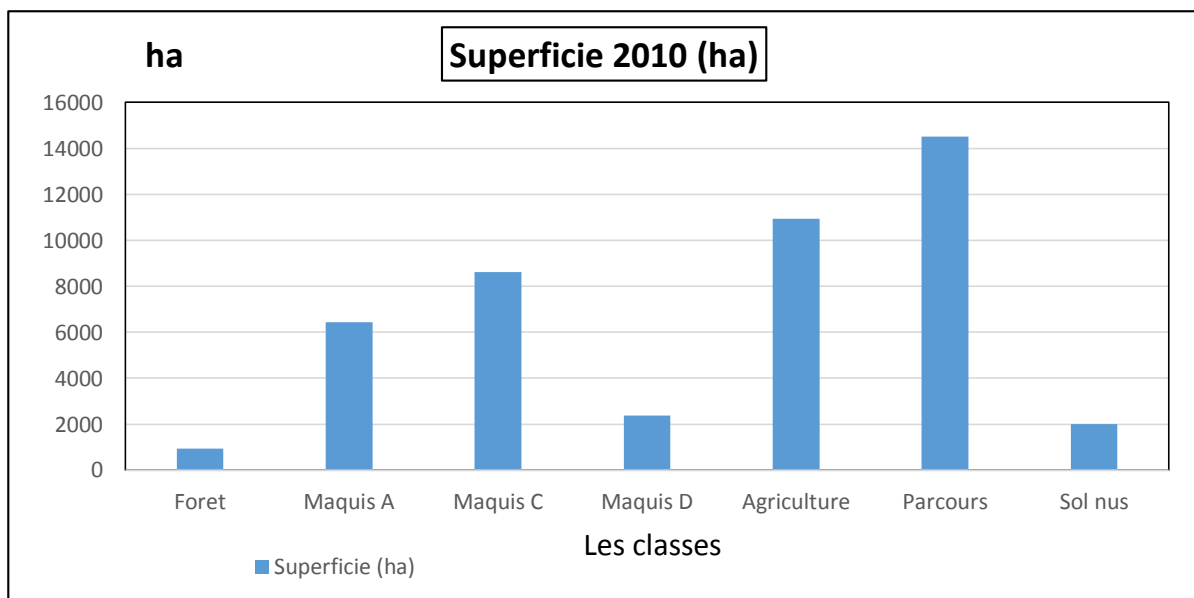
- **Figure n° (48)** : La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2022.

3-2 Carte de végétation 2010 :

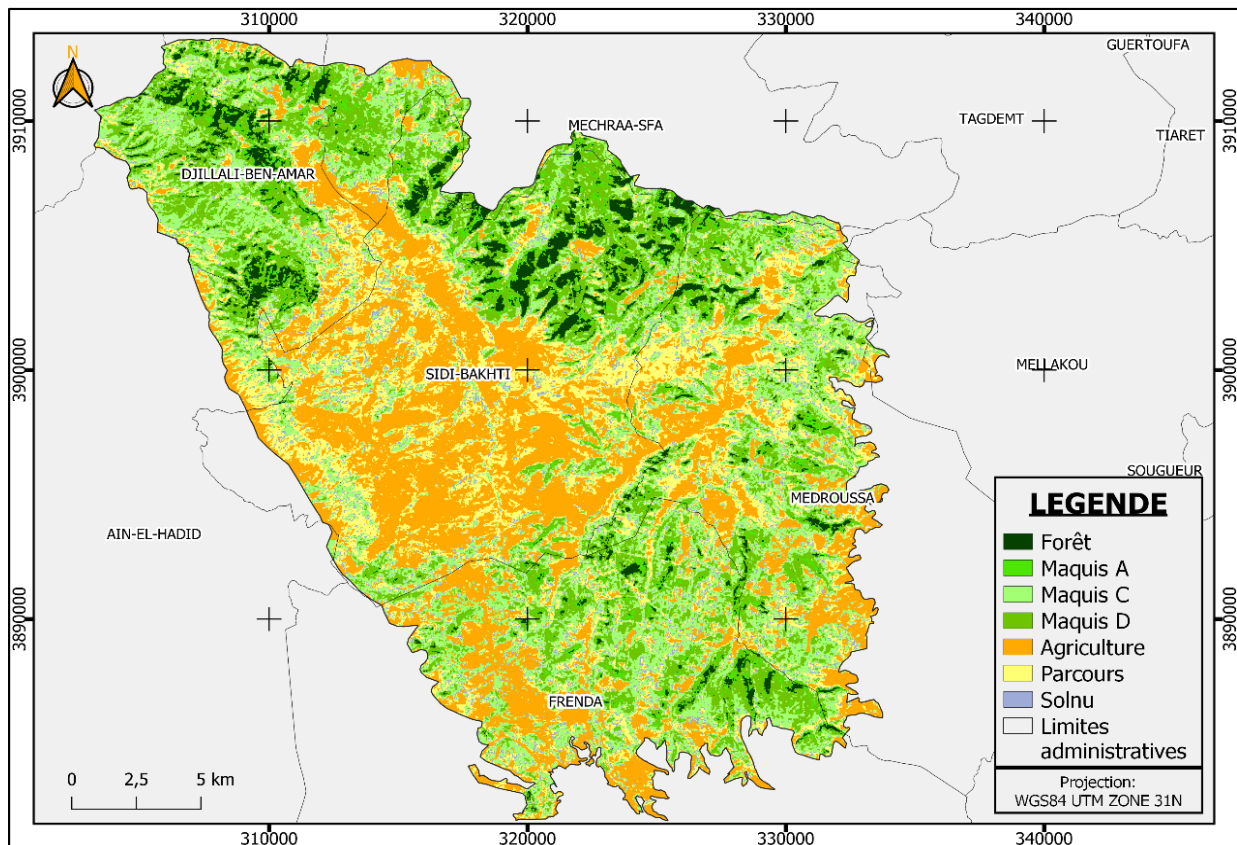


- **Figure n° (49)** : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2010.

La dominance des parcours caractérise la carte de végétation année 2010, une distribution très remarquable dans toutes les régions du massif 14510Ha soit 31% du total suivie par 10933Ha des terres agricoles remarquée par la même répartition spatiale. Les régions centres sont occupées par les formations arborées et arbustives principalement par le maquis claire (8623.45ha) et le maquis arborée (6435.62) ha. La forêt proprement-dite en 2010 s'étale sur une superficie importante de 921Ha par rapport au 2022, sa localisation reste la même dans l'Est du massif ensemble toujours avec le maquis dense et arboré.



- **Figure n° (50)** : La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2010.

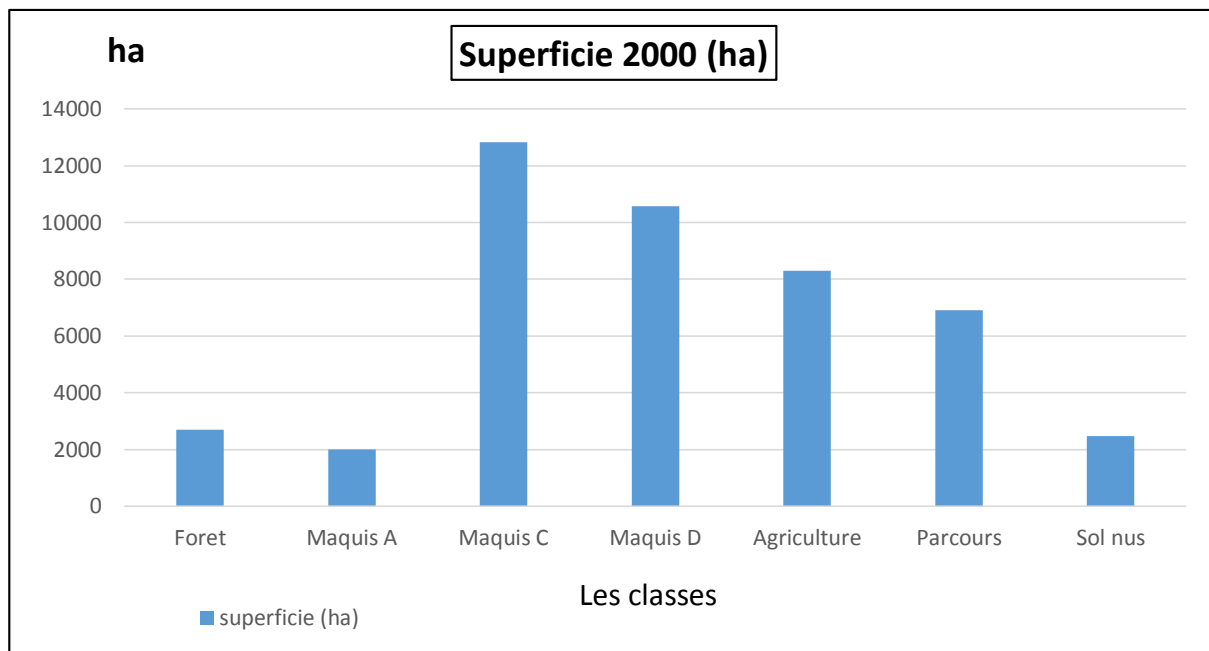
3-3- Carte de végétation 2000 :

- **Figure n° (51) :** Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 2000.

L'état du massif sdamas chergui en 2000 c'était le plus équilibré. L'occupation était presque similaire est équilibrée en fonction des formations arborées et arbustives, (12829.64 ha) (10578.66 ha). Pour les maquis claires, denses et les maquis arborés, aussi bien pour la forêt proprement-dite de (2693.73 ha), la valeur la plus importante par rapport aux autres années étudiées. Nous remarquons qu'elle est bien développée et bien distribuée dans la partie Est dans le même emplacement de la forêt en 2010 et en 2022. juste la superficie d'occupation par la forêt est élevée dans les trois cantons de MESAGHID et MESHACHERAGA et EL-NADOR A proximité de la forêt des BENNI-AFFANE.

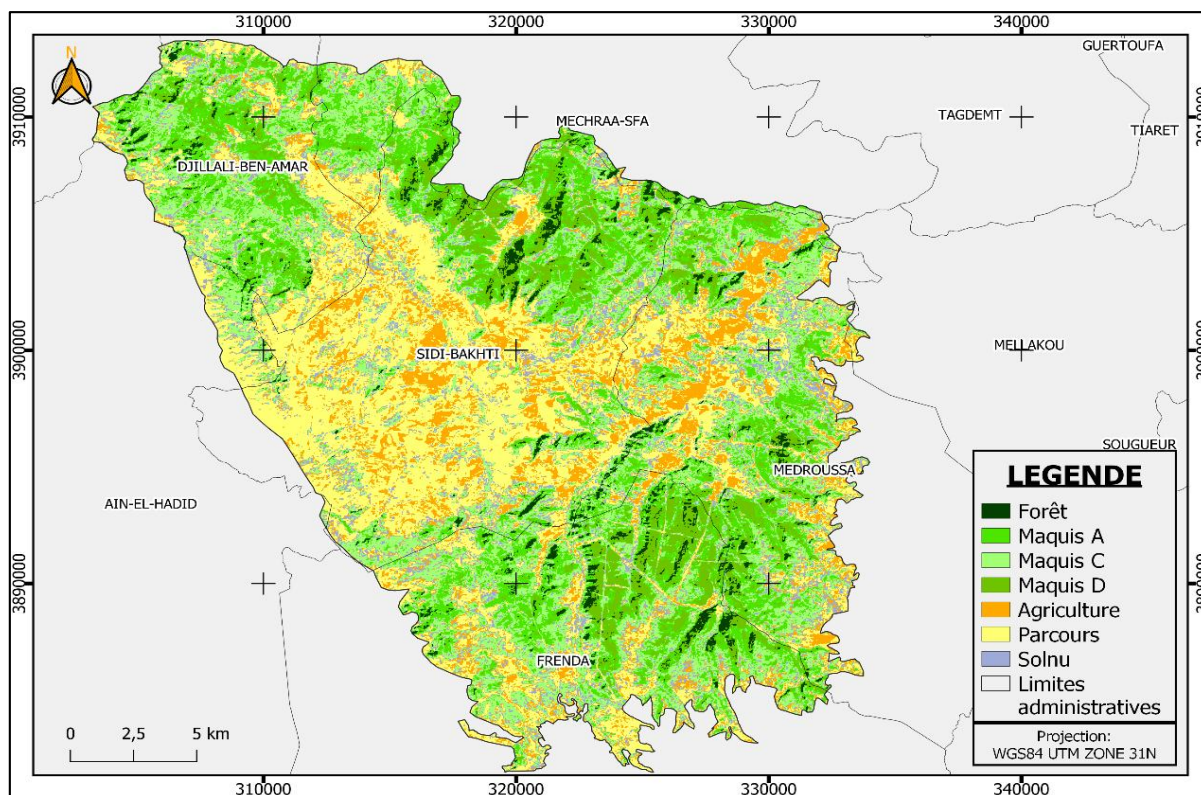
La plus importante remarque extraite de l'analyse de la carte de végétation 2000 c'est que nous avons constaté des forêts proprement-dite dans la partie Ouest du massif Sdamas chergui sachons qu'elle a été quasi inexistant dans les cantons de BOUROUMANE, TAFRENT ET BENI-SOLTANE, elle est présentée avec des superficies importantes par rapport au sud-Est du massif.

Le maquis arboré se manifeste toujours à côté de la forêt P et le maquis dense et il occupe 2003Ha.



- Figure n° (52) : La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2000.

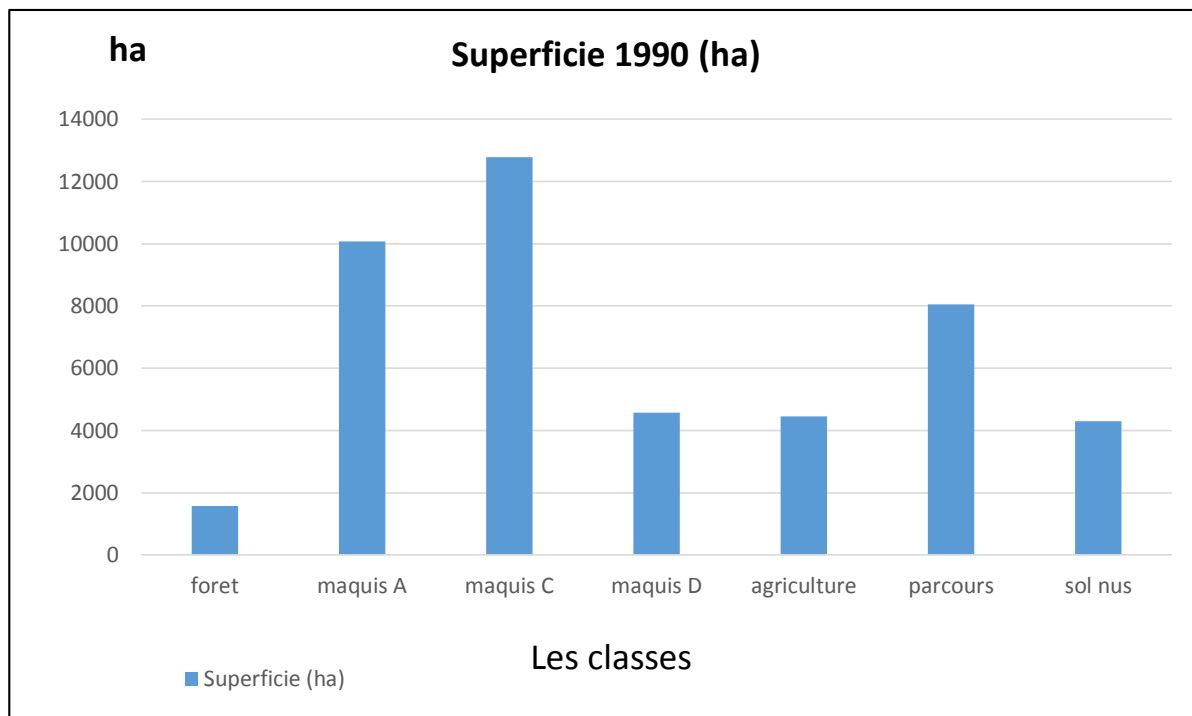
3-4- Carte de végétation 1990 :



- Figure n° (53) : Carte de végétation de la forêt Sdamas Chergui année 1990.

Les résultats obtenus font état de la dominance de la classe représentée par les maquis claires avec une superficie de (12772,68 ha), suivie de la classe maquis arbore avec (10074,47 ha) dans le Sud et du Nord-ouest de la région.

On note une distribution importante dans le centre de la région de la classe parcours avec (8045,79 ha), les régions du Sud et du Nord partiellement occupés de la classe maquis dense et qui s'étendait sur (4571,76 ha), et l'agriculture beaucoup plus dans la partie nord-est avec un totale de superficie (4446,41 ha) et les sols nus (4305,20 ha). La plus faible proportion est celle de la classe forêt qui est également distribuée dans certaines régions du nord et aussi du sud du massif, elle s'étend sur une superficie de (1575,96 ha).

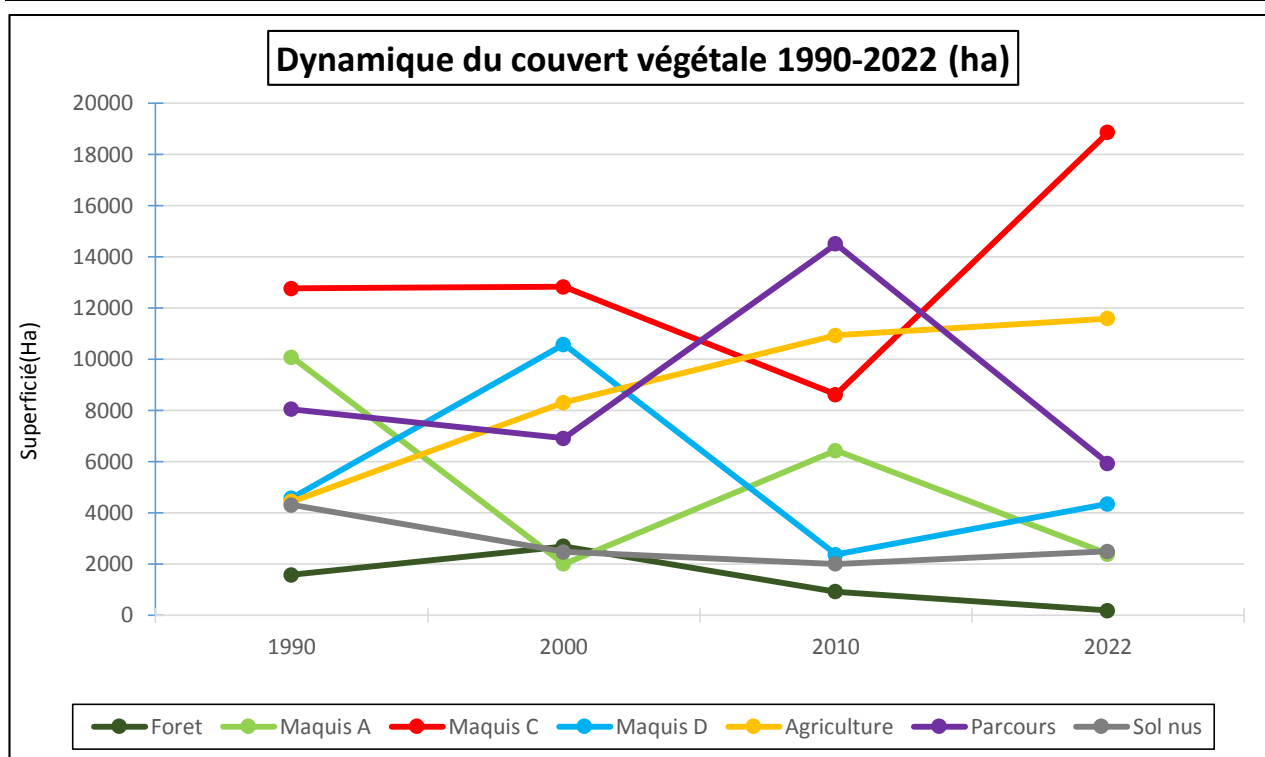


- **Figure n° (54)** : La répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 1990.

4- Changements paysagers et dynamique de la couverture forestière :

La végétation joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression du potentiel biologique. Cependant, le couvert végétal naturel y est soumis à un double stress édaphoclimatique et biologique d'une part et anthropogène d'autre part.

Pour l'analyse diachronique et la détection des changements intervenus nous basons sur l'estimation des superficies de chaque classe d'occupation des sols, mettre en évidence son emprise à différentes dates.



- **Figure n° (55)** : La dynamique du couvert végétale au cours de trente-deux ans.

Il en ressort que le couvert végétal a connu trois phases évolutives distinctes avec un intervalle de dix ans de chaque période.

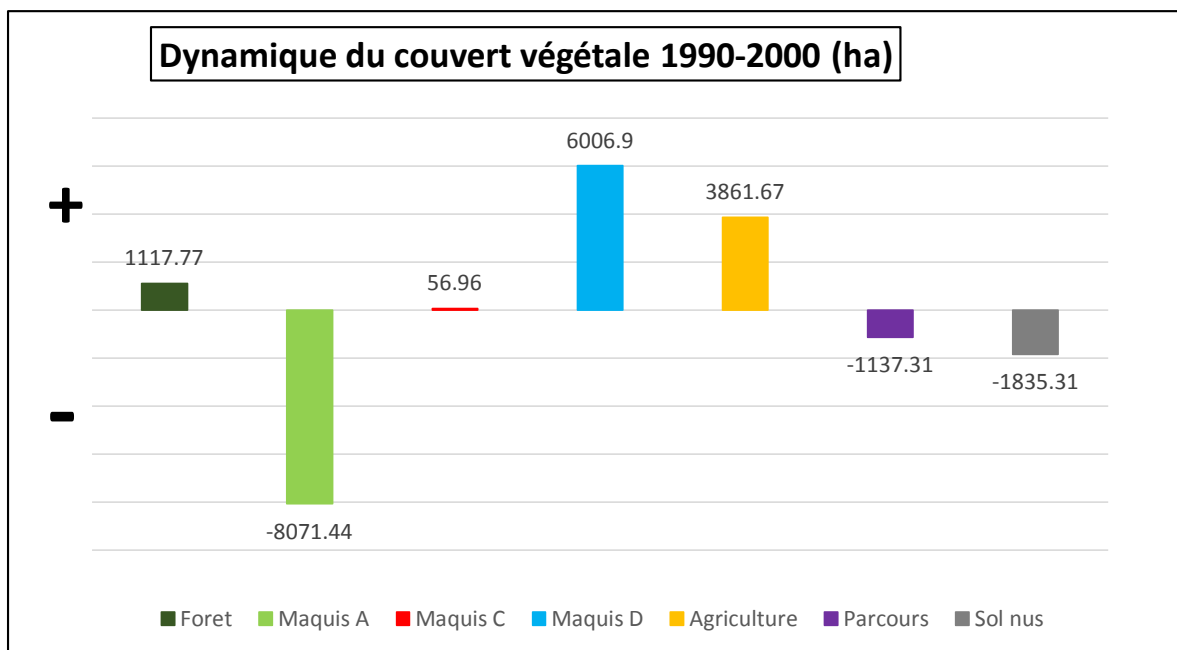
4-1- Dynamique du couvert végétale entre 1990 à 2000 :

Les taux d'accroissement calculés pour la période allant de 1990 à 2000 démontrent une évolution de la classe forêt avec (1115 ha), la classe maquis danse a aussi connu une augmentation avec (131.39%), Ces deux augmentations sont liées à une diminution de maquis arboré avec (-80.11%) soit (8071.44 ha) de leur superficie en 1990. Cette valeur perdue (6010 ha), elle a été convertie en maquis arbore. Ce qui prouve la perte de la formation arborée du maquis arboré à cause de dépérissement par la chenille ou le dépérissement à cause de la sechresse (température élevée en 1994 et les faibles précipitations en 1993 et 1994, donc en peut l'appeler une évolution régressive (modèle inhibition) malgré la superficie du maquis dense a augmenté.

D'autre part, 1120Ha de maquis arbore ont été transformés en classe forêt, bien sûr c'est une succession secondaire (modèle de favorisation), peut-être dû au taux de précipitation élevé en 1996. (1120 de forêt + 6007maquis D = 7127Ha \approx presque la superficie perdue du maquis A (8070Ha).

Pour la diminution de la superficie des sols nus parallèlement avec les parcours nous pouvons l'expliquer par l'augmentation d'exploitation de la superficie forestière et d'autres travaux tels que l'agriculture, qui a augmenté avec (3862 ha), c'est le défrichage et le surpâturage.

Enfin, on constate un autre type de régression qui touche le massif en terme de la superficie des formations arborées et arbustives avec une perte de (900 ha), c'est à cause de défrichement ou le remplacement par les sols nus et les parcours.



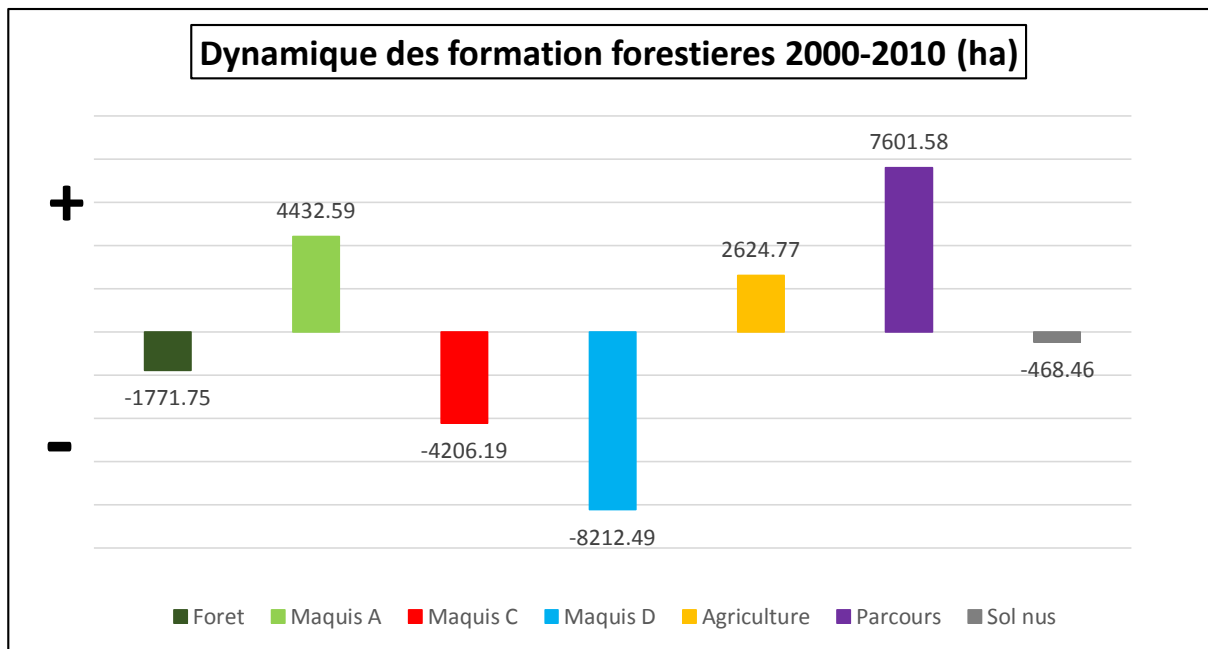
- Figure n° (56) : La dynamique du couvert végétale 1990-2000.

4-2- Dynamique du couvert végétale entre 2000 et 2010 :

Au cours de cette période la forêt a perdu une très grande superficie équivalant à (1770 ha), et se remplacer par trois classes, dont une partie a été changée par maquis arboré, la deuxième par maquis dense et la dernière par maquis claire, cela se passe de côte nord-est à cote de la forêt de Beni Affan, dans les cantons de Msaghid et Machraa Sfa.

Dans la partie Est, la classe forêt était devenue beaucoup plus un maquis arboré à Bouroumane et Benni Soltan. Bien que le maquis dense a perdu la valeur la plus élevée d'environ (8212 ha), a été remplacée par les maquis claire au niveau de tout le massif, notamment dans la partie nord-est et nord-ouest (Dilia).

C'est une succession régressive d'inhibition causée par les incendies et la sécheresse de cette période. Le plus notable c'est la superficie des parcours et l'agriculture à augmenter, ce qu'explique la dynamique de végétation dans cet intervalle que la formation arborée et arbustive a connu une perte de 9760 hectares avec la régression des sols nus 468 hectares (forêt P 9760 + sol nus 468 = 10228Ha) c'est la même valeur augmentée chez les deux classes ; parcours et agriculture (parcours 7600 + agriculture 2625 = 10225Ha).



- **Figure n° (57)** : La dynamique du couvert végétale 2000-2010.

4-3- Dynamique du couvert végétale entre 2010 et 2022 :

La période entre 2010 et 2022 a connue plusieurs scènes de dynamique positive et négative.

La scène la plus agressive et brutale est la diminution de la forêt P (174Ha en 2022) après la disparition de 747Ha de la partie Est, et aussi la disparition totale dans le côté Ouest par rapport au 44000Ha le total du massif. C'est une sécession régressive.

Cette superficie dégradée a été transformée en maquis arborée qui a connue aussi une régression des superficies (plus de 4044Ha) dans le coté Est et presque une disparition totale dans le côté Ouest.

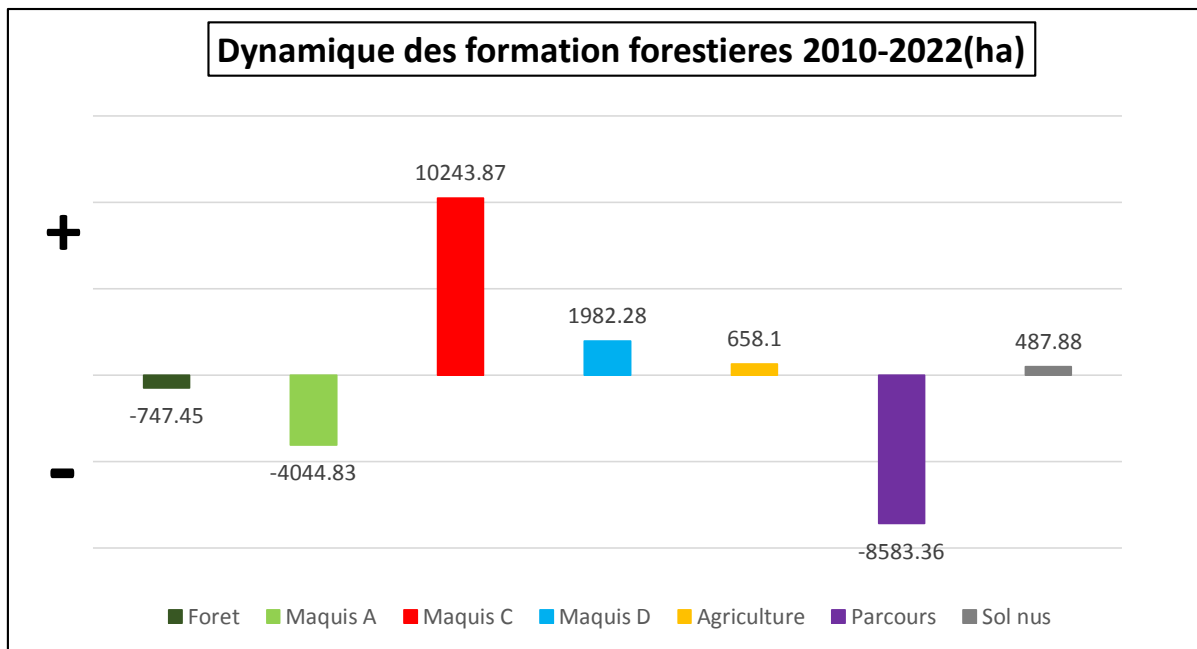
Une partie du maquis A a été devenue des maquis dense.

La formation dominante dans tous les régions dans cette période c'est la classe maquis, on peut voire 2 phénomènes :

Le maquis claire a pu diffuser sur des surfaces étaient des parcours et des terres agricoles de défrichement. C'est le cas de succession progressive.

Pour le deuxième cas la surface des maquis claires a remplacée des surfaces de maquis A et c'est le cas de régression (maquis Arborée vers maquis claire).

L'idée extraite de cette période c'est que les deux formations Arborée/Arbustive ont eu une évolution progressive en matière de surface (+7434Ha) à cause de la diffusion du maquis claire sur des terres de parcours et agriculture.

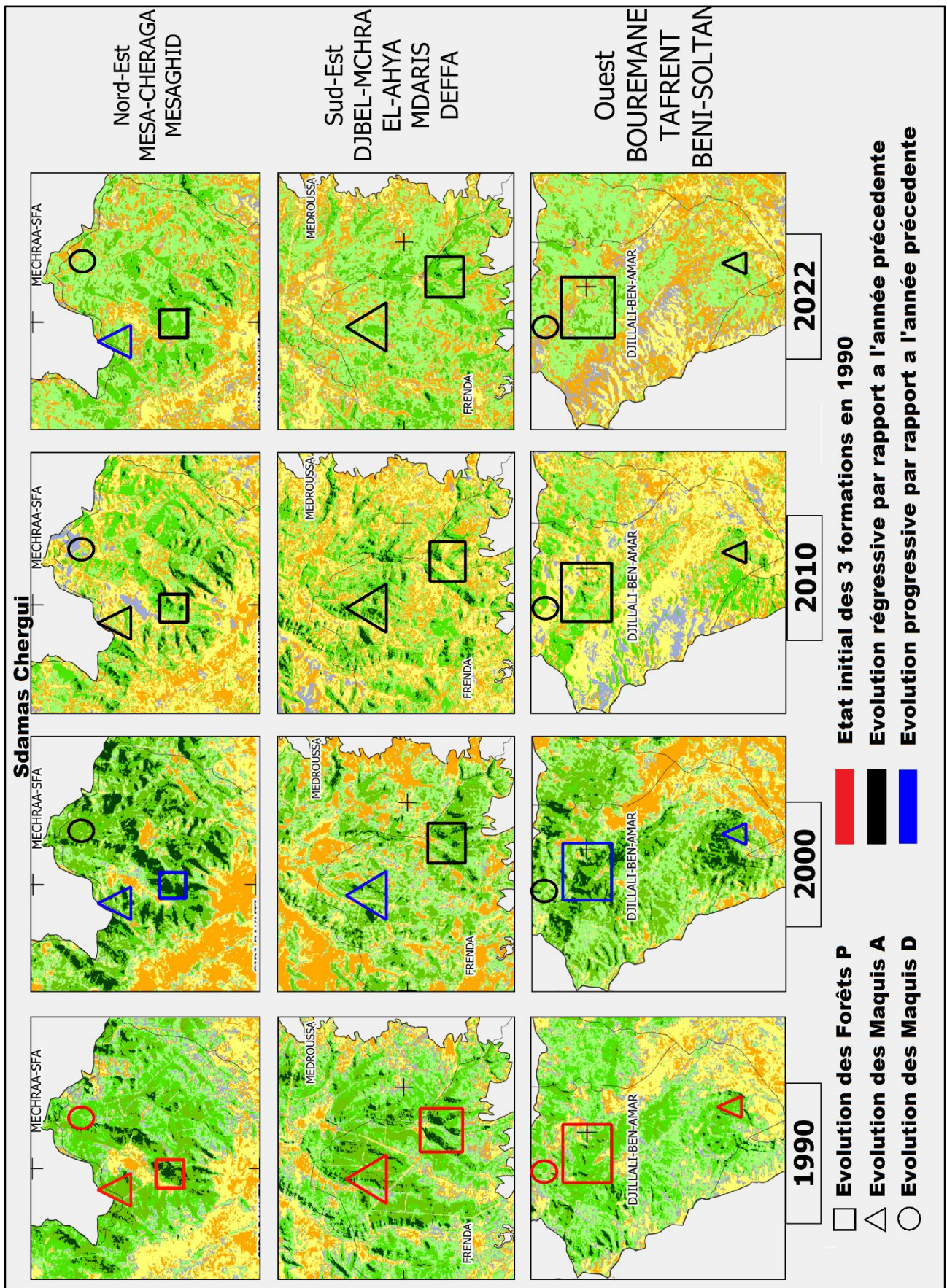


- **Figure n° (58)** : La dynamique du couvert végétale 2010-2022.

5- Conclusion :

Après avoir analysé plusieurs scènes des périodes de dynamique de la forêt Sdamas chergui, qui a connu tous les types d'évolutions progressives et régressives, on peut résumer la dynamique de végétation en deux parties :

- État de stabilité et d'équilibre durant la période 1990 à 2000, du aux problèmes de sécurité dans le pays (la décennie noire), ainsi qu'à l'exode rural vers les villes, et cela explique la faible proportion de terres agricoles dans cette période.
- État de déséquilibre constate au cours de la période 2000 à 2022 après la perte d'environ (2620 ha) de la classe forêt et (6230 ha) des maquis denses, cette dégradation est due au retour de la population locale qui a bénéficié des terres agricole à côté de la forêt, et donc à l'augmentation des labours, le surpâturage et les feux des forêts et c'est ce qu'on appelle l'anthropisation. En ce qui concerne les facteurs naturels, plusieurs changements se sont produits à cause de la sécheresse, et l'attaque des parasites.



-Figure n° (59) : Zones de forte dégradation dans la forêt Sdamas chergui.



- **Figure n° (60)** : Formes de dégradation de la forêt Sdama chergui.

CONCLUSION
GÉNÉRALE :

Conclusion :

La forêt algérienne en générale subite des changements multiples causés principalement par l'anthropisation qui menace la biodiversité et les écosystèmes.

Même situation dans le massif des Sdamas chergui qui est localisé en Algérie occidentale dans la continuité de la chaîne montagneuse de l'atlas tellien. C'est l'un des massifs les plus vastes et importants au niveau de la wilaya de Tiaret.

Comme toutes les forêts méditerranéennes et algériennes fragiles, la forêt des Sdamas chergui est considérée comme un théâtre de plusieurs phénomènes de régressions et de progressions, en raison de l'influence des facteurs naturelles et anthropique (incendie, sécheresse, dépérissement, défrichement).

La connaissance des changements des surfaces et les interactions entre les différents facteurs du milieu, représente un enjeu important pour la surveillance de la végétation et l'évaluation de la dynamiques d'occupation des sols dans le temps et l'espace .

L'utilisation du système d'information (SIG) et les travaux antérieures complétées avec les données du terrain, ont permis d'obtenir quatre cartes représentant l'occupations et la dynamique de végétation dans la forêt des Sdamas chergui entre 1990 et 2022, et ce qui nous aide à savoir les facteurs influençant la végétation et les phénomènes susceptibles de nuire à l'équilibre des écosystèmes dans cette région.

Les résultats de l'analyse diachronique de dynamique forestière indiquent:

- Une succession régressive (inhibition) au niveau du formation Forêt proprement dite.
- Une succession régressive du formation Maquis Arboré.
- Une forte anthropisation au seins de la forêt de (progression l'activité agricole).
- Une succession régressive en terme de formation Arborée/arbustive (la perte de 3213Ha).

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES :

Les références bibliographiques :

A :

- **Abbassi (2009)** : Développement de modèles de fusion et de classification contextuelle d'images satellitaires par la théorie de l'évidence et la théorie du raisonnement plausible et paradoxal. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene. P 6-7.
- **A. Werpin (2003)** : Bulletin de l'AIFM - n°11, au thème "Territoires, forêts et paysages". octobre 2003. P 5.
- **A. Schnitzler, J.C. Génot (2012)** : La France des friches de la ruralité à la féralité, Dynamique forestière et successions. P 25.
- **A. Abdelbaki (2012)** : Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef). P5
- **A. Dakiche** : Stratégie de lutte contre la désertification Cas du barrage vert en Algérie ANRH Oran. P9.
- **A. Missoumi, K. Mederbal, K. Benabdeli (2002)** : Apport des Systèmes d'informations géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts. Exemple de la forêt domaniale de Kounteidat, Algérie 2002 p12.
- **A. Masse (2013)** : Développement et automatisation de méthodes de classification à partir de séries temporelles d'images de télédétection - Application aux changements d'occupation des sols et à l'estimation du bilan carbone. Université Paul Sabatier - III. P 42.
- **A. Ararbi, F. Aouakli (2021)** : Application des techniques de datamining pour la classification automatique des données. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P 16.
- **A.Arfa, M. Benderradji, D. Alatou, K. Benachour (2006)** : Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie 2006 p20.
- **A. Arfa (2008)** : Les incendies de forêt en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Magistère en Ecologie et Environnement. Université Constantine. Juin 2008. P 90. 92.
- **Azzaoui et al. (2017)** : Phytoecological study of tetraclinis articulata in the woodland of beni affene, sdamas chergui (Tiaret, Algeria).

-
- **Azzaoui (2017)** : Dynamique de végétation du couvert forestier dans la région de Tiaret. Université Ibn Khaldoun –Tiaret. P6.
 - **A. Laala (2016)** : Cartographie de la variabilité thermique des écosystèmes forestiers de l'Est algérien. Thèse Doctorat en écologie végétale. Université Constantine 1.
 - **A. Lacoste et R. Salanon, (2001)** : Elément de biogéographie et d'écologie- 2ème éd. Revetaugm. Paris. 318 p.
 - **A. Bokhabrine (2019)** : Vers une plateforme informatique pour l'expérimentation d'outils de classification. Université du Québec. P 39.
 - **A. Haddarah (2013)** : L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise. Le 12 Décembre 2013. Thèse doctorat Procédés Biotechnologiques et Alimentaires. Université de Lorraine (France). P28 P37-38-39-40.
 - **A. Slimani (2011)** : Analyses des réponses des communautés de cordons dunaires littoraux de l'algérois aux contraintes et perturbations. Université de sciences et de la technologie Houari Boumediene USTHB. Alger.
 - **A. Mihi (2012)** : La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne) Diagnostic et perspective de protection. Université Ferhat Abbas-Sétif. P 24.
 - **A. Mouhous (2005)** : Les causes de la dégradation des parcours steppiques. Magister Economie rurale. Institut nationale agronomique Elarrach Alger 2005 p22.
 - **A. REKIS (2012)** : Etude spatio- temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga Approche cartographique par télédétection. Université Mohamed Khider Biskra. 2011/2012. P 24.
 - **A. Sedjar (2012)** : Biodiversité et dynamique de la végétation dans un écosystème forestier - Cas de djebel Boutaleb Magister Biodiversité et gestion des écosystèmes. Université de Sétif.
 - **A. Zegeur, M. Bissar (2020)** : Le caroubier en Algérie : Valorisation et perspectives. Master académique en Sciences alimentaires. Université Mohamed boudiaf de M'sila. P11.

B :

- **B. Khallef, K. Brahamia, O. Abdelrazzek (2021)** : Study of the Dynamics of végétation cover by satellite images : Case of El kala National park (Alegria). P218.
- **B. Branger (2009)** : Accord entre observateurs : indice kappa de Cohen. Octobre 2009. P 1

-
- **BNDER (2009)** : Bureau national d'étude pour le développement rurale : IFN étude d'inventaire forestier national.
 - **B. Khéloufi (1996)** : Aspects physionomico-structuraux de la végétation forestière ligneuse face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie occidentale). Université Djilali liabes de Sidi Bel Abbes. P 160.
 - **Benazza (2017)** : Inventaire et identification des basidiomycètes de la forêt de M'sila. Thèse doctorat. Oran 2017. P23.
 - **B. Bucher (2002)** : L'aide à l'accès à l'information géographique : un environnement de conception coopérative d'utilisations de données géographiques. L'université de Paris 6. P 28.
 - **Bentouati (2006)** : Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès). Université El hadj lakhdar-Batna. P 16.
 - **Boulenouar (2016)** : Contribution à l'étude de l'impact des pratiques agroforestières sur le développement durable de la zone rurale d'Oued Lili (W. de Tiaret). Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. P 35.
 - **B. blanquet(1952)** : Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Montpellier : CNRS. 297 p.
 - **B. Nouar (2016)** : Contribution à l'étude de la diversité floristique et biogéographique des matorrals selon un gradient altitudinal des monts de Tiaret (Algerie). Université Aboubakr Belkaid–Tlemcen. P 11.

C :

- **C. Oarda et al., (2014)** : Estimation par maximum de vraisemblance d'un modèle tronqué et censuré. ISFA. P 11.
- **Calleja, N. (1905)** : Gouvernement général de l'Algérie, Direction de l'agriculture du commerce et de la colonisation Algérie Nord 1905.
- **CCT (2015)** : Notions fondamentales de télédétection. Centre canadien de télédétection. P 5-6, 180, 188, 163.
- **CERTU (2008)** : « Essentiel de la géomatique » Glossaire. Pôle géomatique du ministère P 29-30.

-
- **C. Ben Khalfallah (2019)** : Caractérisation de la dynamique des oasis de Djérid (Tunisie) par télédétection. Université Montpellier ; Université de Tunis El Manar. P 27.
 - **C. Noudjoud (2020)** : Le caroubier : utilisations et intérêt économique. Mémoire master académique en biotechnologies. Université des Frères Mentouri Constantine. P33.
 - **C. Kergomard** : La télédétection aérospatiale : une introduction. Ecole Normale Supérieure Paris. p 6.
 - **Cohen (1960)** : A Coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement. VOL. XX, No. 1. P 40.

D :

- **D. Mokadem (2018)** : Image Mining : application aux images de télédétection. Université djillali liabes SIDI BEL ABBÈS. P 13, 15.
- **D. Nedjraoui, S. Bédrani (2008)** : La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte Alger.
- **D. Nedjraoui (2004)** : Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation Alger.
- **D. Louni (1994)** : Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne, xv n° 7. janvier 1994. p 63.
- **D. Urbani (2006)** : Elaboration d'une approche hybride SMA-SIG pour la définition d'un système d'aide à la décision ; application à la gestion de l'eau. Université de Corse – Pasquale paoli ufr sciences et techniques. P 46, 49.
- **DGF (2018)** : Direction générale des forêts, Les feux de forêts en Algérie analyse et perspectives Alger le 22 octobre 2018.
- **DGF (2011)** : Le plan national de reboisement. Alger. 1 p. [en ligne]. www.dgf.org.dz.

E :

- **ESA (2015)** : Sentinel-2 User Handbook. Standard Document. P 9.

F :

-
- **FAO (2009)** : Vers une définition de la dégradation des forêts : analyse comparative des définitions existantes Rome, Italie 8-10Septembre2009 P1 P13 P23.
 - **FAO (2012)** : Etat actuel des ressources génétiques forestières en Algérie. Rapport national Algérie. Edition 2012. P2, 5, 21.
 - **FAO (2015)** : Évaluation des ressources forestières mondiales : Comment les forêts de la planète changent-elles?, Rome 2015. p 33.
 - **FOSA (2000)** : L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique : Algérie. p7 P10.
 - **FRA (2005)** : FAO évaluation des ressources forestières mondiales Algérie 2005. Rapport national 061. Rome 2005 P18 P17.
 - **FRA (2010)** : Evaluation des ressources forestières mondiales. Rapport national, Algérie. Rome, 2010. P12, 17, 40, P43.
 - **F. Gourmelon (2003)** : La contribution des SIG à la connaissance et à la gestion de l'environnement littoral. Université de Bretagne occidentale. P 23, 24.

G :

- **G. Kerrache** : Caractéristiques et gestion des formations forestières en Algérie. P5.
- **G. Begni et al., (2005)** : La télédétection : un outil pour le suivi et l'évaluation de la désertification. Montpellier : Agropolis international. (Les dossiers thématiques : CSFD, 2).

H :

- **H. Tatar (2012)** : Production forestière, exploitation et valorisation en Algérie. Forêt méditerranéenne t. XXXIII, n° 4, décembre 2012. P 364 -365.
- **H. Belkaid (2016)** : Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie : Cas de la Kabylie maritime Université Nice Sophia Antipolis, 2016. Français 2016. p15 p24.
- **H. Bezzih, H. Malki, A. Aissi (2021)** : Characterising of plant cover evolution in the aurès region (EASTERN ALGERIA) : Using LANDSAT imagery University of Batna Algeria 26/2 (2021) p112 / P121.
- **H. Ouici (2019)** : Analyse et évaluation de la phytodiversité du mont de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie occidentale) Thèse de doctorat en sciences 2019 p10.

I :

- **I. Brahim (2017)** : Cartographie et Répartition du chêne vert dans la forêt de Sdamas Chergui (Commune de Medroussa, Wilaya de Tiaret). Université aboubakr belkaïd – Tlemcen. P 32.

- **I. Vaughn (2019)** : Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. LSDS-1574 Version 5.0. P3.

J :

- **J. Montgolfier (1986)** : Les forêts méditerranéennes et leur aménagement. 2ème partie. Forêt Méditerranéenne, 1986, VIII (1), p 58.

- **J. N. Kassi, D. Soro et M. N. Boraud (2011)** : Successions Post-Culturelles En Forêt Tropicale : Essai de synthèse bibliographique 2011.

- **J. Ledig (2003)** : Opportunité, évaluation économique et méthodologie de mise en œuvre et de développement d'un système d'information géographique dans les collectivités territoriales. Sciences de l'information et de la communication. Université de Metz. P 20.

- **J.C. Génot, A. Schnitzler (2012)** : La France des friches De la ruralité à la féralité. 2012.

- **J.P. Hetier et C. Lilin (1989)** : Elevage et espaces boisés méditerranéens. Forêt méditerranéenne, XI, n° 3. décembre 1989. p 190.

- **J. Betbeder (2015)** : Evaluation des données de télédétection pour l'identification et la caractérisation des continuités écologiques. Géographie. Université Rennes 2, 2015. Français. P 22.

K :

- **K. Soudani (2005)** : Introduction générale à la télédétection partie I : Bases physiques et exemples d'applications aux couverts végétaux (Version 1.0 – Mars 2005). Faculté des Sciences d'Orsay – Université Paris Sud X. p 4, 7.

- **Kouadria (2019)** : Application du SIG et télédétection pour la cartographie de la sensibilité aux feux de forêts de la forêt domaniale des Sdamas Chergui de la Wilaya de Tiaret. Université Ibn Khaldoun –Tiaret. P 24. 42.

L :

- **L. Kadik (2007)** : La Biodiversité en Algérie richesse et conservation. IUCN-MALAGA. 04-08 2007 P27.

M :

- **M. Khaznadar (2016)** : Thèse Doctorat : Etude et cartographie des services écosystémiques du Parc National d'El Kala (Algérie). Université Ferhat Abbas Sétif 1. p 30-31.
- **Ministère de l'Environnement (1999)** : Rapport sur l'état de l'environnement 2000 ; l'écosystème steppique.
- **M. Deshayes, J.P. Chery (2000)** : SIG, définitions et contraintes de mise en place. Forêt Méditerranéenne, XXI n° 1. P 67.
- **M. Jappiot (2000)** : Evaluation et cartographie du risque d'incendie de forêt à l'aide d'un SIG. Exemple d'un massif forestier du sud de la France. Forêt Méditerranéenne, XXI n° 1. P 100.
- **M.Achir (2016)** : Etude de l'impact des changements climatiques sur la dynamique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans la région steppique de Tiaret (Algérie occidentale). Université Djillali liabes de Sidi bel abbes. P 33.
- **M. Koehl (2004)** : SIG, une histoire de définitions... . Revue XYZ, N° 101. P 62.
- **MATET (2009)** : 4ème rapport national ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme. Sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national P 16.
- **MATET (2015)**: 5ème rapport national ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme. Sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national, P 26.
- **MEEF (2015)** : Ministère de l'environnement, des eaux et forêts direction, nationale des eaux et forêts Conakry, Novembre 2015 : Annuaire des statistiques forestières 2004 – 2013. P2.
- **M. Bayoudh (2013)** : Apprentissage de connaissances structurelles à partir d'images satellitaires et de données exogènes pour la cartographie dynamique de l'environnement Amazonien. L'université des Antilles et de la Guyane. P 11-12, 17.
- **M. Boultif (2018)** : SIG et Modélisation pour la Cartographie des Zones Vulnérables à la Sécheresse et à La Désertification dans un Ecosystème Méditerranéen Semi-Aride : Application dans la Zone d'El Hodna. Université Mustapha Benboulaïd, Batna 2. P 97-98-99.

N :

-
- **N. Benaradji, D. Benmansour, M. Bouazza (2007)** : La flore des monts d'Ain Fezza dans l'Ouest algérien, biodiversité et dynamique. Sciences & Technologie. Vol. N° 26.)
 - **N. Polombo (2007)** : Information géographique et sig dans les conseils généraux : outil et méthode pour la prospective territoriale. XLIII^e colloque de l'ASRDLF Grenoble-Chambéry.

O :

- **O. Maire (2011)** : Les successions écologiques Cours : Développement et évolution des écosystèmes.
- **ONS (2012)** : Statistiques sur l'environnement - Par - La Direction Technique Chargée des Statistiques Régionales et de la Cartographie.
- **O. Tente, J. Oloukoi, I. Tok (2019)** : Dynamique spatiale et structure du paysage dans la commune de Zè, Bénin. OSFACO 2019, Cotonou, Bénin P3.
- **Ouelmouhoub (2005)** : Gestion multi-usage et conservation de patrimoine forestier : cas des subéraies du parc nationale d'EL Kala (Algérie). Centre internationale de hautes études agronomiques méditerranéennes (CIHEAM). P 32-33
- **Ouldache E.H (2020)** : Le barrage vert : Bilan physique et perspectives, Laboratoire National de recherche en Foresterie. École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA)- Kasdi Merbah, El-Harrach Novembre 2020 P7.

P :

- **P. Mahé (2003)** : Noyaux pour graphes et Support Vector Machines pour le criblage virtuel de molécules. P 17.

Q :

- **Quézel (1999)** : Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes : son évolution éventuelle d'ici trente ans. 1999 p7 p5.
- **Quézel et Barbéro (1990)** : Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation de changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. (QUATRE "LEÇONS" SUR LA FORET MEDITERRANEENNE).
- **QGIS Project (2020)** : QGIS User Guide Version 3.4. 15mars, 2020. P 3.

R :

- **R. Delgado, V. Garófano, J. Vicente, E. Rojas (2022)** : LAND USE/COVER change analysis in the mediterranean région : A Regional case study of forest evolution in castelló (spain) over 50 years P3.

- **RED (2020)** : Rapport sur l'état de l'Environnement et du Développement en Méditerranée P92.

- **R. Desjardins (2000)** : La Télédétection : Perspective analytique. Université du Québec à Montréal. P 46, 50, 68.

- **R. Meaille (1988)** : Les Systèmes d'Information Géographique : structure, mise en œuvre et utilisation dans différentes études. Université de Nice. P 19.

S :

- **S. Paula., M. Arianoutsou, D. Kazanis., C. Tavsanoğlu, F. Lloret, C. Buhk, (2009)** : Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. Ecological Archives E090-094.

- **S. Meddour et al., (2008)** : Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). Les Notes d'analyse du (CIHEAM) n° 39 – Septembre 2008.

- **S. Meddour (2012)** : Armando González-Cabán⁴, Rachid Meddour³, and Arezki Derridj Wildfire Management Policies in Alegria : Présent and Future Needs. Mexico City, P385 P386 P387.

- **S. Meddour et C. Bouisset (2013)** : Les grands incendies de forêt en Algérie : problèmes humains et politiques publiques dans la gestion des risques, Méditerranée, 121. 2013.

- **Sabir, Qarro, Naimi (2021)** : Effets du pâturage sur le couvert végétal et la qualité des sols dans les parcours des zones arides 2021.

- **S.Aicha et H.Imane (2018)** : Cartographie et analyse spatiale de la dynamique de l'occupation du sol dans la commune de Mohammadia. Université Abdelhamid Ibn Badis. P8.

- **Sahi L et al., (2016)** : La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie [Troisième partie] Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie. P104. 107.

- **S. Mekideche. L Brakchi-Ouakour. L. Kadik (2018)** : Impact des perturbations anthropiques sur la diversité végétale de la subéraie de Chréa, au Nord de l'Algérie 1er juillet 2018. P11.

T :

-
- **T. Mellal (2014)** : Utilisation d'un système d'information géographique (SIG) pour la création d'une base de données phytoécologique. Commune de Tircine, daïra d'Ouled brahim Wilaya de Saida. Université abou bakr belkaid tlemcen. P 5, 12.
 - **T. Hamel. *, S. Sadou., R. Seridi, S. Boukhdir, A. Boulemtafes. (2018)** : Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'edough (Nord-est algérien) Ethnopharmacologia, n°59, mars 2018 Annaba Algérie P75.
 - Tomaselli R., (1976)** : La dégradation du maquis méditerranéen. Notes techniques du MAB. P 35-71.
 - T. Curt (2020)** : Aissa Aini, Sylvain Dupire : Article Fire Activity in Mediterranean Forests (The Algerian Case). 30 Septembre 2020. P01.

U :

- **UNCCD (1992)** : Convention des nations unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique 1992.
- **UICN (2013)** : Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume 2.1 : les écosystèmes forestiers. Paris, France.

Y :

- **Y. Ouadou (2017)** : Contribution à l'étude de la durabilité du bois Algérien cas : Chêne zeen, Chêne afarès et Pin maritime. Université Bougara de boumerdes. P 11

Site web :

- **Master web 1** : <https://www.aps.dz/algerie/79802-patrimoine-forestier-national-une-superficie-estimee-a-plus-de-4-millions-d-hectares>. Direction générale des forêts algériennes. Consulté le : 05 Mai 2022.
- **Master web 2** : <https://fr.tutempo.net>. Consulté le : Avril 2022
- **Master web 3** : earthengine.google.com. Google Earth Engine. Consulté le : 20 Mai 2022.