



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Ecologie et environnement

Master: Biodiversité et écologie végétale

Thème

Contribution à l'étude des changements du couvert végétale dans un écosystème forestière cas de la commune de Lardjem wilaya de Tissemsilt.

Soutenu devant le jury composé de

Présenté par : KOURAK KAddour

Membres de Jury :

Président: Mr. BENKHATTOU ABDELKADER.....MCB Université TIARET

Encadreur : Mr. LAHOUEL NOUREDDINE..... MCB Université TIARET

Examineur: Mr. ABID MOHAMED..... MCA Université TIARET

Examineur: Mme. REGAGBA ZINEB.....Pr Université TIARET

Remerciements

A tous ceux qui ont apporté leur contribution à ce modeste travail

Mr. LAHOUEL NOUREDDINE qui a assuré mon encadrement et pour
Ses précieux conseils.

Mr BENKHATTOU ABDELKADER qui me fait l'honneur de Présider le jury et
D'examiner mon travail.

Mr. ABID MOHAMED et Mme. REGAGBA pour m'avoir accepté d'examiner
mon travail.

Je remercie aussi toutes les personnes qui m'ont aidé de près
Ou de loin à l'élaboration de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce travail d'abord

A mes **parents** que je n'ai jamais eu à exprimer mon amour

A mes frères **RBEH et ABDELMALEK** Qu'ils toujours en Courage

A tous les personnes que j'ai autant aimé

mes collègues **NOURDDINE et FATHI.**

Mes amis et surtout **MOSTAPHA et NASSEUR**

A **BAKAR** qui m'a toute donner



Liste des figures

Figure 1: Déroulement des phases initiales d'une série dynamique impliquant des stades distincts (recolonisation d'un sol nu)	6
Figure 2: Phases de sécheresse.....	7
Figure 3: L'impact d'insectes phytophages	8
Figure 4: Processus érosifs.....	8
Figure 5: Le surpâturage	9
Figure 6: Surexploitation et défrichage	10
Figure 7: Les incendies.....	11
Figure 8: Situation géographique de la zone d'étude	14
Figure 9: Description de milieu physique	16
Figure 10: Peuplement naturel de Pin d'Alep.....	17
Figure 11: Thuya de Berbérie	17
Figure 12: Matorral à chêne vert.....	18
Figure 13: Evolution des moyennes des précipitations annuelles (1976-2006).....	21
Figure 14: Carte pluviométrique de la Wilaya de Tissemsilt (DRE, 2008).....	22
Figure 15: Diagramme ombrothermique de la station de référence (1976-2006).....	25
Figure 16: Climagramme d'Emberger pour la période 1976-2006	26
Figure 17: Image Landsat 7du 12-09-2012de La commune de Lardjam	30
Figure 18: Image Sentinel2 08-03-2015 de La commune de Lardjam.....	30
Figure19: Image Sentinel2 16-10-2020 de La commune de Lardjam.....	30
Figure 20: Représentation graphique de la superficie des classes d'altitudes.....	35
Figure 21: Carte des altitudes de la commune de Lardjem.....	36
Figure 22: Représentation graphique de la superficie des classes de pente.....	37
Figure 23: Carte des pentes de la commune de Lardjem	38
Figure 24: Représentations graphiques de la superficie des classes d'exposition.....	39
Figure 25: Carte des expositions de la commune de Lardjem	40
Figure 26: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2012.....	41
Figure 27: Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2012.....	42

Figure 28: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2014.....	43
Figure29: Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2014.....	44
Figure 30: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2012.....	45
Figure 31: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2014.....	46
Figure 32: Meilleure régénération du Thuya de Berbérie	47
Figure 33: Meilleure reprise sur le versant Nord	47
Figure 34: Indice de végétation de la commune de Lardjam en 2015.....	48
Figure 35: Superficies des classes de l'indice de végétation en 2015.....	49
Figure 36: Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2020.....	50
Figure37: Superficies des classes de l'indice de végétation 2020	51
Figure38: Différence de NDVI en 2020-2015	52
Figure39: Superficie des classes de l'indice de végétation en 2020-2015	53

Liste des tableaux

Table 1: Caractéristiques climatiques de la zone d'étude	20
Table 2: Répartition mensuelle de la température	23
Table 3: Répartition mensuelle de vent.....	24
Table 4: Humidité relative moyenne mensuelle	24
Table 5: Valeurs de l'indice d'aridité de De Martonne et bioclimat correspondant.....	27
Table 6: Les caractéristiques des images satellitaires utilisées	29
Table 7: Les statistiques des classes d'altitude.....	35
Table 8: Les statistiques des classes de pente	37
Table 9: Les statistiques des classes des expositions.....	39
Table 10: Les statistiques des classes de végétation en 2012.....	41
Table 11: Les statistiques des classes de végétation en 2014.....	43
Table 12: Les statistiques des classes de végétation en 2015.....	45
Table 13: Les statistiques des classes de végétation en 2020.....	46
Table 14: Les statistiques des classes de végétation en 2012.....	49
Table 15: Les statistiques des classes de végétation en 2014.....	51
Table 16: Les statistiques des classes de végétation en 2015-2020	53

Liste des abréviations

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

DPAT : Direction de Planification et d'Aménagement des Territoires

TPF : tranchés pare-feu

BNEDER : Bureau National des Etudes et d'Expertise Rural

DRE : Direction des Ressources en Eau

ENVI : Environnement for Visualing Images

ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus

MNT : Modèle Numérique de Terrain

NDVI: Normalized Differenced Vegetation Index

PIR : La réflectance dans le canal proche infrarouge.

R : La réflectance dans le canal rouge

PNDA : programme nationale de développement Agricole

PER2 : deuxièmes projet Emploi Rural

PPDRI : projet de proximité et de développement Rural Intégré

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abreviations

Table des Matières

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : Dynamique de la végétation

Introduction.....	4
1-Dynamique de la végétation.....	4
1.1- Notion de succession	4
1.2- Séries évolutives.....	6
2- Dynamique et perturbations de la végétation du massif	7
2.1- Facteurs de perturbation.....	7
2.1.1-Causes naturelles	7
2.1.2- Facteurs anthropique.....	9
Conclusion	12

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique	14
2. Description de milieu physique	15
2.1. Reliefs	15
2.2. Géologie	15
2.3. Hydrologie.....	16
2.4. Couvert végétal.....	17
3. Etude socio-économique	18
4. Les infrastructures forestières	19
4.1. Réseau des pistes	19
4.2. Tranchés pare-feu	19

4.3. Postes vigies	19
4.4. Ressources hydriques mobilisables	20
5. Caractéristiques climatiques.....	20
5.1. Précipitations	21
5.2. Températures	23
5.3. Le vent.....	23
5.4. Humidité relative de l'air	24
5.5. Synthèse climatique	24
5.5.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	24
5.5.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER	25
5.5.3. Indice xérothermique d'EMBERGER	27

CHAPITRE III: Matériel et méthodes

1. Matériels utilisés.....	29
1.1. Les images satellitaires	29
1.2. Model Numérique de Terrain	31
1.3. Les logiciels de traitement.....	31
1.3.1. ENVI 4.5	31
2. Approches méthodologiques.....	32
2.1. Traitement des données topographiques.....	32
2.2. Carte des altitudes.....	32
2.3. Carte des pentes	32
2.4. Carte des expositions	32
2. Traitements et analyses des images satellitaires	33

CHAPITRE IV: Résultats et discussion

1. Résultats des paramètres topographiques.....	35
1.1. Carte des altitudes.....	35
1.2. Carte des pentes.....	37
1.3. Carte des expositions.....	39
2.Résultats des indices de végétation.....	41
2.1. Indice de végétation en 2012.....	41
2.2. Indice de végétation en 2014.....	43
3. Résultats de la régénération forestière dans la zone incendie en 2012.....	45
3.1. État de la régénération 2012.....	45
3.2.État de la régénération en 2014.....	46
4.Indice de végétation en 2015.....	48
5.Indice de végétation en 2020.....	50
6.État de la zone en 2015-2020.....	52
Conclusion générale.....	57

Références bibliographiques.

Résumé

Introduction Générale

Les forêts méditerranéennes possèdent une valeur patrimoniale très élevée. Elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle qu'il convient de conserver au mieux dans l'optique d'une gestion durable de ce patrimoine biologiques et ces ressources potentielles (**Quézel et Médail, 2003**).

Appartient aux forêts méditerranéennes, la forêt Algérienne avec sa diversité biologique, présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays. Sa situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (**IKermoud, 2000**).

En effet, la persistance des facteurs destructifs tels que les incendies, le surpâturage et les défrichements, ne fait qu'accentuer le processus de dégradation du système forestier en place et la perte de sa diversité biologique.

L'Algérie est caractérisée par des écosystèmes forestiers très diversifiés et fragiles, incombant à sa position géographique et aux variations importantes de son climat. Les forêts et maquis couvrent 4.1 millions d'hectares de la superficie du pays. Il s'y ajoute les nappes d'alfa qui couvrent 2.6 millions d'hectares. (**Ghazi, 2012**)

Les formations forestières algériennes se composent principalement d'essences méditerranéennes et endémiques du Maghreb ou de l'Algérie, ainsi que d'essences introduites tel que l'eucalyptus. Ces écosystèmes sont aujourd'hui exposés aux effets de l'érosion, de la désertification et à la pression de l'homme. (**Meddour, 2010**).

L'Algérie du Nord possède un véritable potentiel forestier qu'il est possible de mettre en valeur aussi bien pour la production de ressources ligneuses destinées au développement industriel et économique du pays que pour la protection de l'environnement et mêmes à des fins sociales à proximité des centres densément peuplés. Mais, en dépit des différents plans de développement, la forêt algérienne ne semble pas aujourd'hui être en condition de production et donc ne peut satisfaire les besoins de la société, vue les besoins énorme en matières première ligneuses liées à l'accroissement de la population, aux exigences de l'élévation de son niveau de vie, au développent industriel et économique du Pays et principalement du fait du profond délabrement de ces forêts (**Letreuch-Belarouci, 1995**).

Comme la plupart des forêts Algérienne, la forêt de Lardjem est aujourd'hui, généralement dégradée dans son ensemble, il est devenu indispensable de trouver des méthodes de conservation et de protection de patrimoine végétal. Ces dernières ne pouvant se faire qu'avec une meilleure connaissance de l'état actuelle et la composition floristique des écosystèmes forestiers. C'est dans cette dernière perspective que nous proposons, dans ce présent travail, d'étudier la dynamique de la végétation de ce massif forestier, on analysant sa diversité biologique et les pressions qui pèsent sur elle.

*Chapitre I: dynamique de la
végétation*

I.1-Introduction:

Les ressources naturelles subissent des pressions anthropiques croissantes qui entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité (**Roche, 1998**). Les processus naturels de succession des végétations sont alors perturbés par l'activité anthropique (**Vink, 1983 in Bamba et al. 2008**).

Le paysage, composé d'un ensemble d'écosystèmes en interaction, est dynamique. La dynamique paysagère pourrait ainsi être mise en évidence et quantifiée 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**). De par cette relation, le paysage sera directement lié à la biodiversité et illustrera la confrontation qui existe entre la société et son milieu (**Burel et Baudry, 2003**).

1-Dynamique de végétation :

Taux dans leur composition que dans leur structure, 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 (**Lacoste et Salanon, 2001**).

1.1- Notion de succession :

Une caractéristique fondamentale des systèmes écologiques est leur dynamisme. Une observation même superficielle nous montre qu'un sol nu se couvre peu à peu de végétation et qu'un champ abandonné est progressivement envahi par des herbes, vivaces, puis par des arbustes et enfin par des arbres (**Guinochet, 1973**). Donc la dynamique naturelle des groupements végétaux va généralement des structures simples vers des structures complexes (**Miles, 1979**).

Ce phénomène de colonisation d'un milieu par les êtres vivants et de changement de flore au cours du temps est désigné sous le nom de « succession ». Les modèles de successions végétales ont été élaborés par Clements (1916) sous l'angle des changements qui s'opèrent dans le système

Chapitre I: Dynamique de la végétation

écologique depuis un état initial jusqu'au stade ultime dit «climacique » (**Marage, 2004**). Ce processus de succession, traduit donc en fait une évolution générale de l'écosystème stationnel, dans sa structure et sa fonctionnement, et équivaut finalement à une succession écologique globale, répondent à deux possibilités (**Lacoste et Salanon, 2001**) :

- **Les successions primaires** : les successions dites primaires ont pour origine l'implantation des organismes dans un biotope vierge, c'est-à-dire par colonisation progressive d'un substrat brut (sans sol constitué), au cours d'une « phase pionnière ». Elles concernent aussi les stations antérieurement occupés par des organismes, mais ayant fait par la suite l'objet d'une dégradation (érosion par exemple), avec remise à nu de la roche mère.
- **Les successions secondaires** : correspondent à un processus de reconstitution d'une végétation préexistante après sa destruction totale ou partielle, donc à partir d'un stade quelconque de la dynamique supposée naturelle, mais sur sol déjà constitué. Elles concernent des stations ayant subi antérieurement l'influence des facteurs perturbateurs.

1.2- Séries évolutives :

L'évolution de la végétation représente dans un territoire donné, à travers le phénomène de succession, un processus à la fois ordonné et orienté, donc à caractère prévisible par une série de stades correspondant un échelonnement graduel des communautés. Le passage d'un stade à l'autre implique plusieurs phases (**Lacoste et Salanon, 2001**). (**Figure N°01**)

Immigration (1)

Extinction A (1)

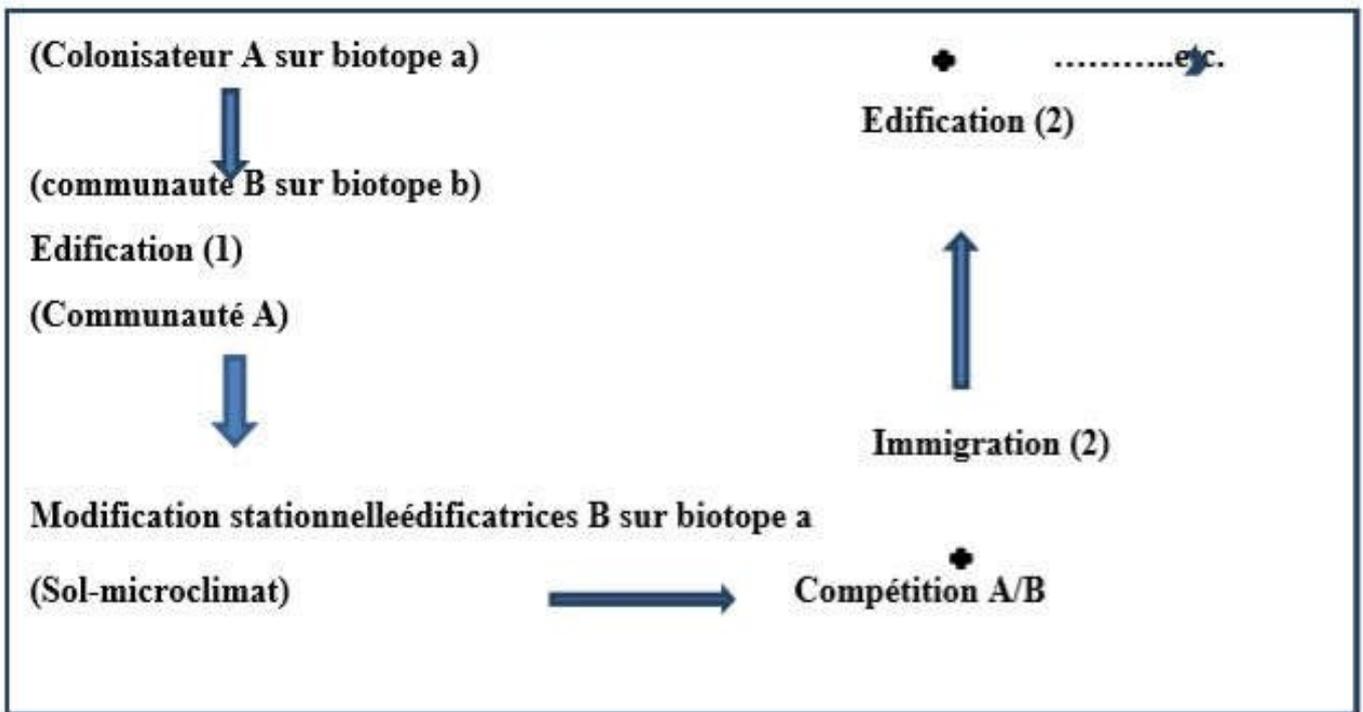


Figure N°01 : Déroulement des phases initiales d'une série dynamique impliquant des stades distincts (recolonisation d'un sol nu). (**Lacoste et Salanon ,2001**).

Les séries dynamiques sont donc constitué par l'enchaînement et la combinaison de différent stades ou de différents groupement jusqu'à l'état de maturité et d'équilibre. Elles sont donc formées de groupements initiaux ou pionniers, de groupements intermédiaires et d'un groupement final (climacique ou permanent). La série est progressive si elles tendent vers le groupement climacique, elle est régressive si elle s'en éloigne (**Guinochet, 1973**).

2- Dynamique et perturbations de la végétation du massif :

La végétation du massif forestier est exposée à divers pressions d'origine anthropique. Ces pressions entraînent une modification plus ou moins rapide d'un tapis végétale à la fois qualitative, par la menace d'espèces à caractère patrimonial, et quantitative, par la réduction de la surface forestière.

2.1- facteurs de perturbation :

Le processus naturel de succession végétale peut être à tout moment entrecoupé de phases régressives provoquant un retour vers des stades antérieurs, donc moins évolués, de la série dynamique. Ces phases régressives sont liées à l'apparition des facteurs de perturbations naturelles et anthropiques.

2.1.1- Causes naturelles :

La régression peut avoir une origine :

- Climatique liée principalement aux phases de sécheresse prononcée.
- Géomorphologie résultant d'une intensification des processus érosifs (souvent en rapport avec une variation climatique).
- Biologique comme l'impact de certaines populations animales, comme celles d'insectes phytophages (chenilles processionnaires).

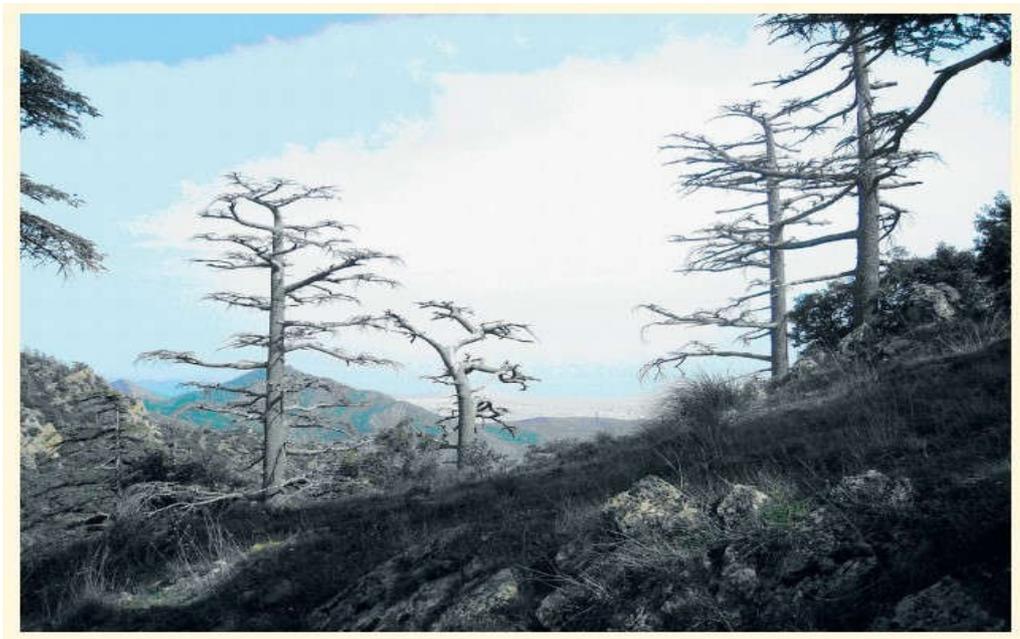


Figure №02 : Phases de sécheresse (Kherchouche. D ,2010).



Figure N°03 : L'impact d'insectes phytophages (Julie Riviere ,1987)



Figure N°04 : Processus érosifs (Sabah Touahir ,2017)

2.1.2- Facteurs anthropique :

Le facteur anthropique représente le facteur majeur de perturbation et de régression des séries dynamiques. La régression vers des stades antérieurs de l'évolution est soit d'une manière brutale (défrichements et coupes incendies), soit d'une manière progressive (érosion graduelle accentuation de la pression de pâturage).

❖ Surpâturage :

Un autre facteur majeur de la dégradation de l'écosystème forestier est celui du, qui se traduit par une réduction considérable du taux de recouvrement du sol et empêchent la régénération naturelle de la végétation, ce qui contribue à la dénudation des sols.



Figure N°05 : Le surpâturage (SENOUSSID, 2011)

❖ Surexploitation et défrichement :

Les mauvaises pratiques agricoles, comme le défrichement et l'exploitation irrationnelle du bois sont autant des causes de la réduction des ressources biologiques, dont la dégradation des habitats en constitue la plus importante.

Les coupes de bois pour des fins domestiques (chauffage) et commerciales (charbonnière, construction), le défrichement de la végétation naturelle pour des utilisations agricoles, le prélèvement des plantes médicinales, aromatiques, conduisent à long terme à la dégradation de l'écosystème forestier.

L'intensité et la continuité d'action du facteur perturbateur, quelles que soit sa nature et son origine, entraînent souvent de graves perturbations du fonctionnement de l'écosystème forestier (absence de régénération, perturbation du cycle de l'eau, érosion du sol.....).



Figure N°06 : Surexploitation et défrichement (Antona. M, 2000)

❖ Les incendies :

Les incendies constituent une menace permanente pour l'écosystème forestier. Ils représentent une importante cause de destruction des formations végétales climacique relictuels, ainsi que les formations ligneuses dégradées (matorrals)

En effet, lorsque l'incendie devient trop fréquent, les forêts n'ont plus le temps de se régénérer et sont tout d'abord remplacées par les formations végétales arbustives dégradées. Progressivement, s'installent des successions régressives pouvant atteindre le stade ultime de dégradation, dépourvues de végétation ligneuse et laissant le sol à nu par renouvellement systématique du feu



Figure N°07 : Les incendies (Ouahiba Meddour, 2013)

Conclusion

Le paysage végétal n'est pas stable, son évolution et dégradation sont lié directement avec les facteurs externes soit naturels ou artificiel, ces facteurs avec les potentialités intrinsèques des végétaux jouent le rôle majeur dans la détermination de la dynamique des couvertures végétales. L'étude de la dynamique de la couverture végétale est très importante, vu aux rôles qu'elle fournit aux écosystèmes.

Le couvert végétal est un facteur déterminant dans la plupart des Cycles biogéochimiques dans la biosphère et le premier absorbeur de flux d'énergie reçu par le soleil, en plus il joue un rôle dans la régulation climatique.

Chapitre II: Présentation de la Zone d'étude

1. Situation géographique

La présente étude a été menée dans la commune de Lardjem à l'Ouest de la wilaya de Tissemsilt, cette commune s'étend sur une superficie totale de 26600 ha. Elle se trouve entre les coordonnées 35° 53' 55", 35° 40' 25" latitude Nord et 1° 22' 43.24", 1° 36' 33.35" longitude Est. Elle est limitée au nord par la commune de Larbaa, au sud par les communes de Sidi Lantri et Maacem, à l'Est par les communes de BourdjBounaama, Sidi Abed et Tamellaht, à l'Ouest par la wilaya de Relizane et au Sud-ouest par la commune de Melaab. La superficie forestière dans cette commune est 17683,6605 ha soit un taux de déboisement de 66,48%.

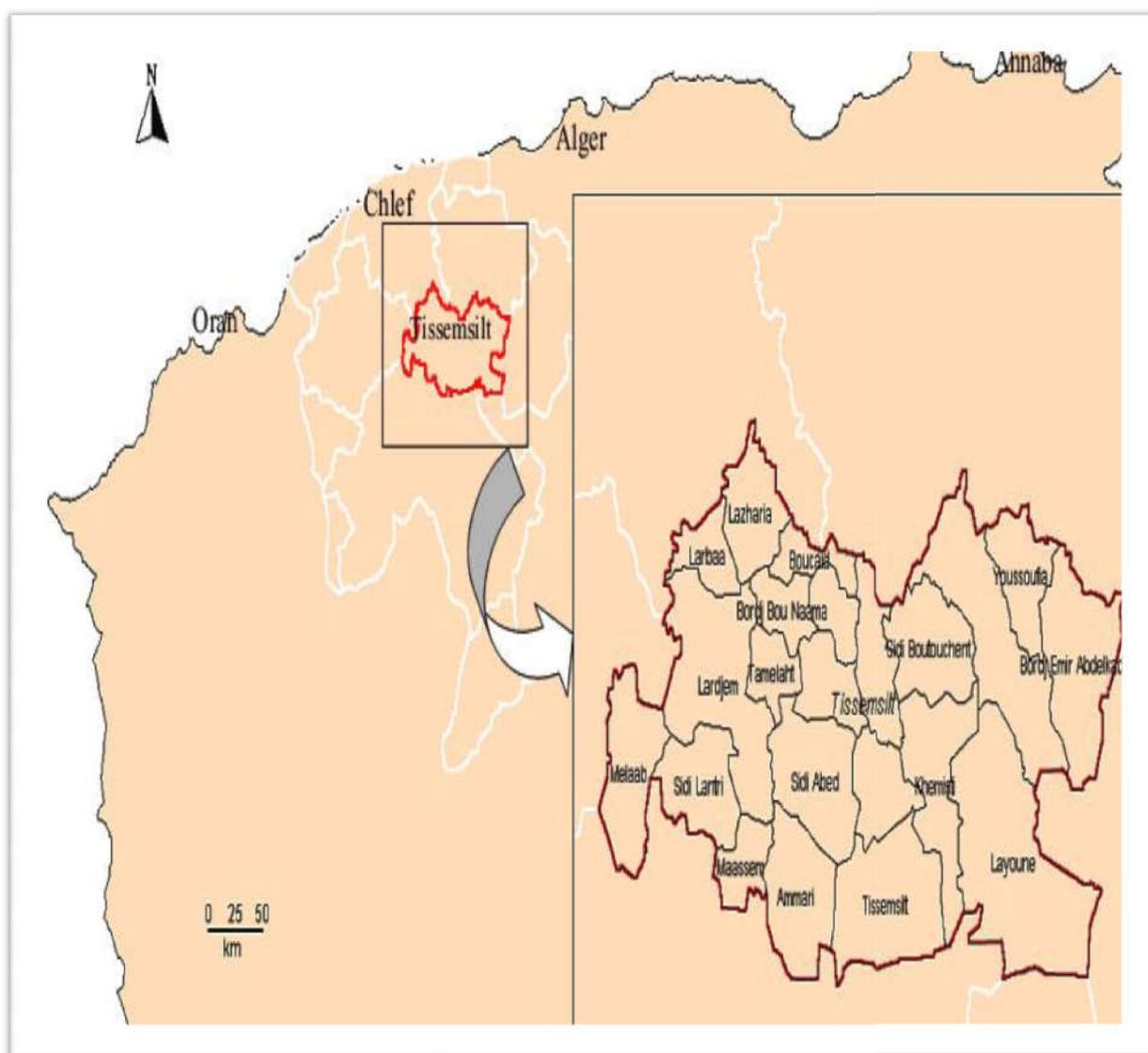


Figure N°08: Situation géographique de la zone d'étude (TIR El hadj, 2015)

2. Description de milieu physique

2.1. Reliefs

La zone d'étude est constituée par un alignement de Collines d'altitude moyenne de 737m ; le point culminant à 1155m alors que le point le plus bas est à 420m, les sommets assez plats et érodés prennent la direction OEST/ EST

Le relief accidenté avec des versants raides et entaillés par des ravins, les pentes sont généralement supérieures à 10 %.

Cette zone se caractérise par des escarpements, lorsqu'elle organise le paysage en escaliers. Une chose qui pose le problème d'érosion hydrique qui est considérable en hiver.

2.2. Géologie

La zone d'étude se caractérise par des formations géologiques variées correspondant à des faciès géologiques différents appartenant aux secondaires jurassique et crétacée en générale, les terrains sont des formations carbonatées dans l'ensemble reposant souvent en discordance sur les argiles.

Au nord des informations géologiques de crétacé et juracé à alternance des couches calcaires et marnes crayeuses et des grès tendres et argile dolomite.

Au sud la région se caractérise par une série de formations géologiques de crétacé, juracé, miocène

Et des alluvions modernes à alternance des membres du calcaire et des conglomérats, et des grès argileux de miocène, les dépôts alluvionnaires sont très importants au bas des versants.

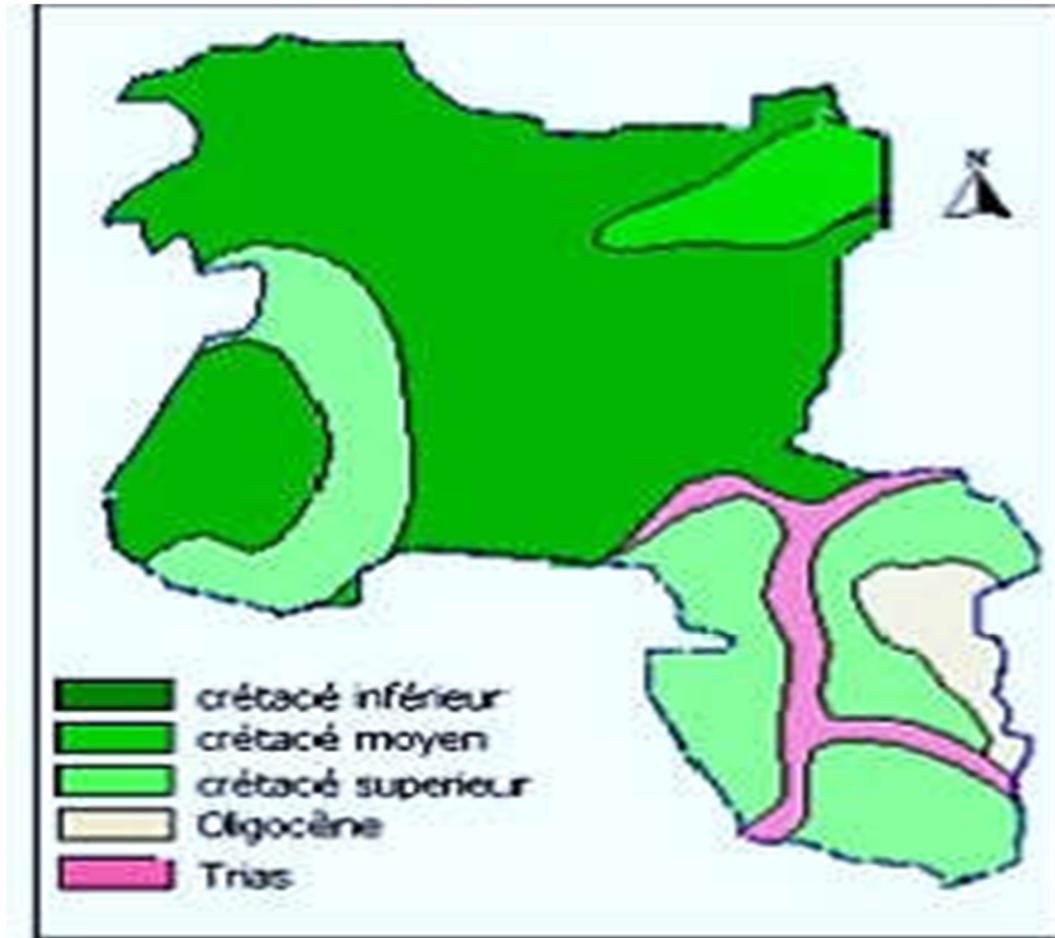


Figure №09: Description de milieu physique (TIR El hadj, 2015)

2.3. Hydrologie

De par la position de la commune de Lardjem dominée par les monts de l'Ouarsenis, la majeure partie est caractérisée par des terrains accidentés.

L'ensemble de la superficie du territoire de la commune de Lardjem est drainé par les versants longeant Oued Tamallaht au nord et Oued Malah au sud qui se déverse dans l'oued Lardjem.

L'érosion est accentuée sur le versant nord (ou la pente excède les 20 %). Pendant la saison estivale et suite à la contrainte climatique de la région (forte évaporation et faible précipitation) le débit des cours d'eau devient insignifiant mais les crues d'hivers donnent un débit acceptable pris en considération.

2.4. Couvert végétal

Le milieu floristique de la zone d'étude est constitué par des formations forestières variées, on trouve principalement le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui est l'espèce la plus dominante avec 7185,5 ha. Sur les versants avec des conditions favorables de sol et d'humidité, cette essence forme un peuplement dense. Il Ya aussi le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) qui couvre avec l'olivier sauvage (*Olea europea*)

Une superficie de 285 ha, le chêne vert (*Quercus ilex*) avec 23 ha. D'autres espèces arbustives s'y trouvent aussi comme l'Arbousier commun (*Arbustus unedo*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*).

Dans les zones où les conditions sont moins favorables, la forêt est transformée en un maquis clair (5975,485 ha) composé d'une strate buissonnante et herbacée constituée de formations mixtes ou individualisées dont le calycotome (*Calycotum spinosa*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) et le Diss (*Ampelodesma mauritanica*).

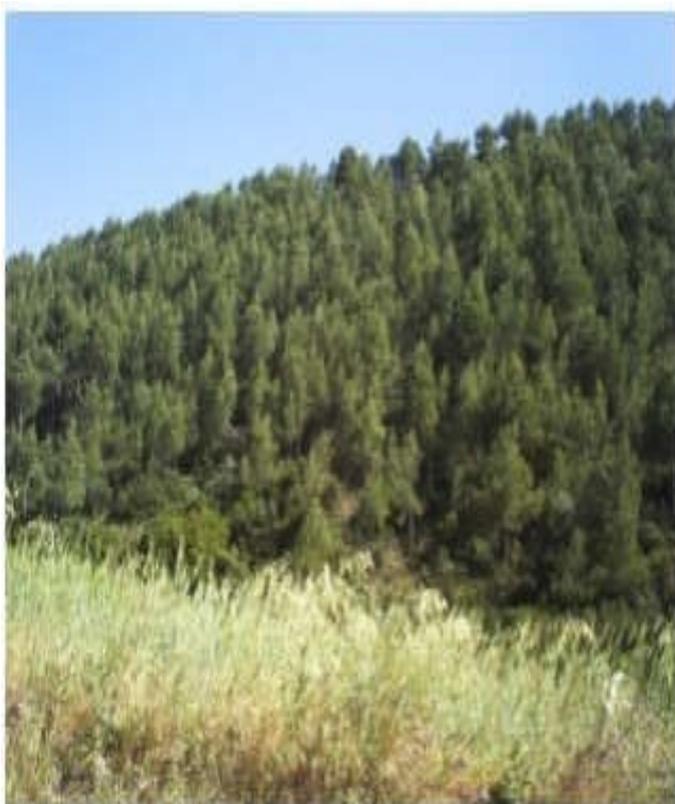


Figure N°10:peuplement naturelle de pin d'Alep
(TIR EL hadj, 2015)



Figure N°11 : Thuya de Berbérie
(TIR EL hadj, 2015)



Figure N°12 : Matorral à chêne vert (SEDJAR Amina , 2011)

3. Etude socio-économique

Selon les services de DPAT (Direction de Planification et d'Aménagement des Territoires), La commune de Lardjem compte 26266 Habitants dont 14436 Habitants se trouvent en chef-lieu de commune, 5523 Habitants dans les agglomérations secondaires et 6307 Habitants dans les zones éparses.

D'après les services de DPAT (Direction de Planification et d'Aménagement des Territoires), la population a connu un retour progressif vers les zones rurales ces dernières années par rapport aux années 90. Ceci est dû aux programmes de développement rural local (PER2, PNDA, PPDRI), qui visent dans leur totalité la revitalisation du monde rural et la stabilisation de la population rurale des zones éparses.

4. Les infrastructures forestières

4.1. Réseau des pistes

Une piste forestière est une route constituée de terre damée et/ou empierrée qui traverse une forêt ou au moins un espace naturel boisé.

Les pistes constituent un équipement très important pour la protection des forêts contre les incendies. Reliées au réseau routier, elles doivent permettre les déplacements et la lutte à l'intérieur d'un massif forestier ou en périphérie, et cela en toute sécurité.

Notre zone d'étude est dotée d'un réseau de pistes de l'ordre de 154.5 km pour une superficie forestière totale de 17683,6605 ha, soit une densité moyenne de 0.87 km pour 100 ha. On est loin de la norme théorique de 02 km pour 100 ha (**BNEDER, 2009**), et même les pistes existantes nécessitent un aménagement. Donc il est nécessaire de réaliser le reste du volume qui est de l'ordre de 199.17 km, et les pistes existants doivent subir un aménagement et entretien

4.2. Tranchés pare-feu

Les tranchés pare-feu (TPF) au sens strict sont des discontinuités linéaires destinées à compartimenter l'espace forestier et à contenir l'incendie dans les massifs isolés ainsi créés. La végétation y est absente ou réduite à une strate herbacée rase. Ces pare-feu sont établis au bulldozer ou de façon manuelle et possèdent une largeur de 50 m pour permettre les déplacements et les interventions des équipes de lutte, tout en assurant leur sécurité.

La superficie du réseau pare-feu dans la commune de Lardjem est de 493 ha pour une superficie forestière totale de 17683,6605 ha, soit une densité moyenne de 2.78 ha par 100 ha de forêt. Cette valeur répond effectivement à la norme théorique de 2,5 ha pour 100 ha de forêt (**BNEDER, 2009**), mais depuis la réalisation de ces tranchés aucune intervention d'aménagement n'a été effectuée jusqu'à ce jour, ce qui diminue considérablement leur efficacité.

4.3. Postes vigies

Les postes de vigies (tours de guet) sont des tours utilisées pour la surveillance des forêts, prioritairement durant la période de risque maximal (entre juillet et fin octobre). Ils constituent le premier et le principal moyen de détection et d'alerte en cas d'incendie. Selon Meddour-Sahar (2014), la première alerte est donnée effectivement par les guetteurs des postes de vigie (41,31 % des feux).

Les postes de vigies doivent être situés sur des points hauts dégagés, permettant d'avoir une bonne visibilité de l'ensemble du territoire. Leur nombre peut être variable, notamment en fonction du relief qui peut limiter

Chapitre II: présentation de la zone d'étude

Fortement la visibilité, mais l'essentiel est d'assurer la meilleure couverture possible du territoire. Ces postes vigies doivent être protégés du feu (débroussaillage, système d'arrosage).

La zone d'étude dispose de deux postes vigies pour une superficie forestière de 17683,6605 ha, soit un poste de vigie pour 8841.83 ha de forêt. On n'est pas loin de la norme théorique qui est de un poste de vigie pour 7000 ha de forêt. (BNEDER, 2009).

4.4. Ressources hydriques mobilisables

La conservation des forêts de Tissemsilt indique l'existence de 10 points d'eau au niveau de la commune Lardjem, soit une densité de 0,57 point d'eau pour 1000 ha de forêt. Cette valeur est en deçà de la norme théorique d'un point d'eau (citerne en béton d'une capacité minimale de 50 m³) pour 1000 ha de forêt (BNEDER, 2009).

5. Caractéristiques climatiques

Le climat, par ses différents facteurs (température, pluviométrie, vent), joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive dans la régénération, le développement et la répartition géographique des végétaux.

Pour identifier le climat de la zone d'étude, et comme elle est dépourvue de station météorologique, l'analyse des facteurs climatiques est basée sur les données de la station pluviométrique de Tissemsilt, gérée par les services de l'ANRH, elle porte le code (01.10.06), et se trouve dans les environs immédiats de la zone d'étude. Ce poste pluviométrique présente les caractéristiques suivantes :

Tableau N° 01 : Caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Code de poste pluviométrique	Nom de poste pluviométrique	Coordonnées Lambert		Altitude (m)
		X (m)	Y (m)	
01.10.06	TISSEMSILT	419900	256800	858

5.1. Précipitations

L'analyse des précipitations et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont utiles. Ces précipitations constituent un facteur abiotique d'importance significative sur la régénération des plantes.

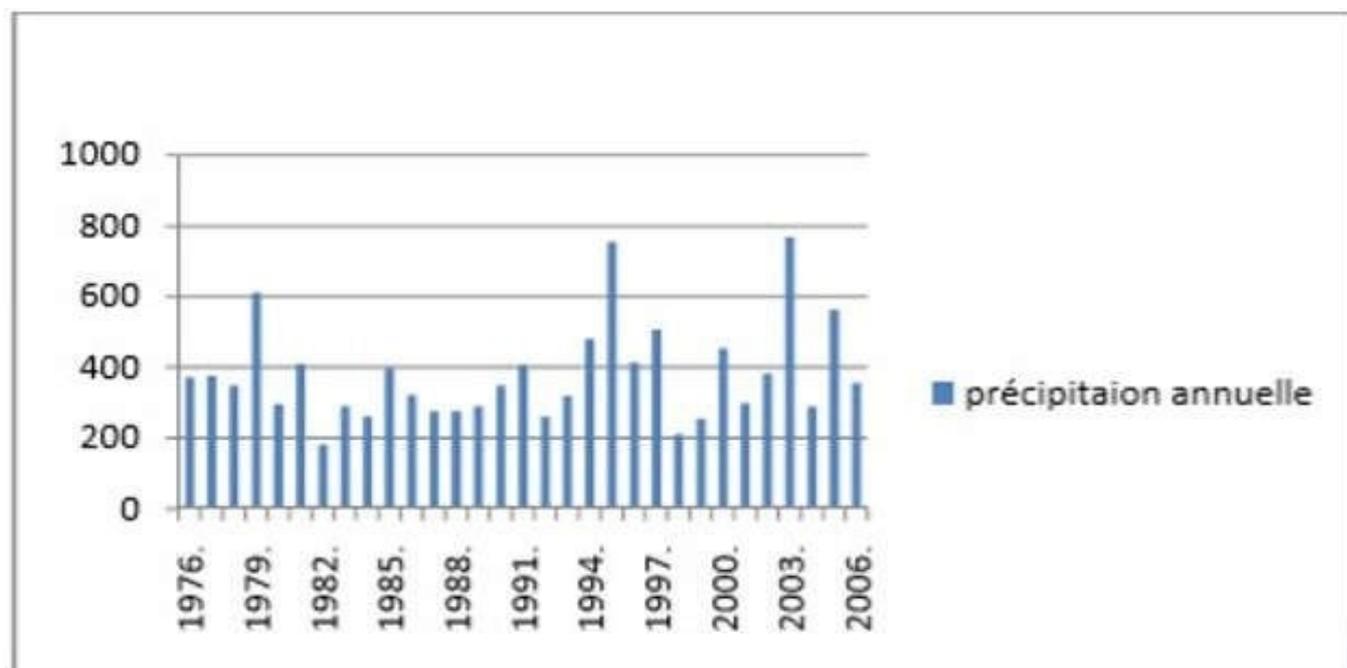


Figure N°13 : Evolution des moyennes des précipitations annuelles (1976-2006).

L'analyse de ces données confirme la position de la zone d'étude sur la carte pluviométrique de la Wilaya de Tissemsilt. (figure14)

L'analyse des moyennes de précipitations mensuelles présentées dans **la figure13**, montre une moyenne de 32,03 mm/mois. Selon cette moyenne, l'année hydrologique est caractérisé par deux périodes distinctes :

- Une période humide et pluvieuse, répartie sur sept mois à partir d'octobre jusqu'au mois d'avril, en atteignant son maximum en mois de janvier (48,3 mm), totalisant 294 mm, soit 76,48% des précipitations de toute l'année.

- Une période sèche de cinq mois, de mai jusqu'à septembre, où la zone d'étude ne reçoit en moyenne que 90,4mm, soit 23,52% de la pluie moyenne annuelle, avec un minimum enregistré au mois de juillet (5,3 mm).

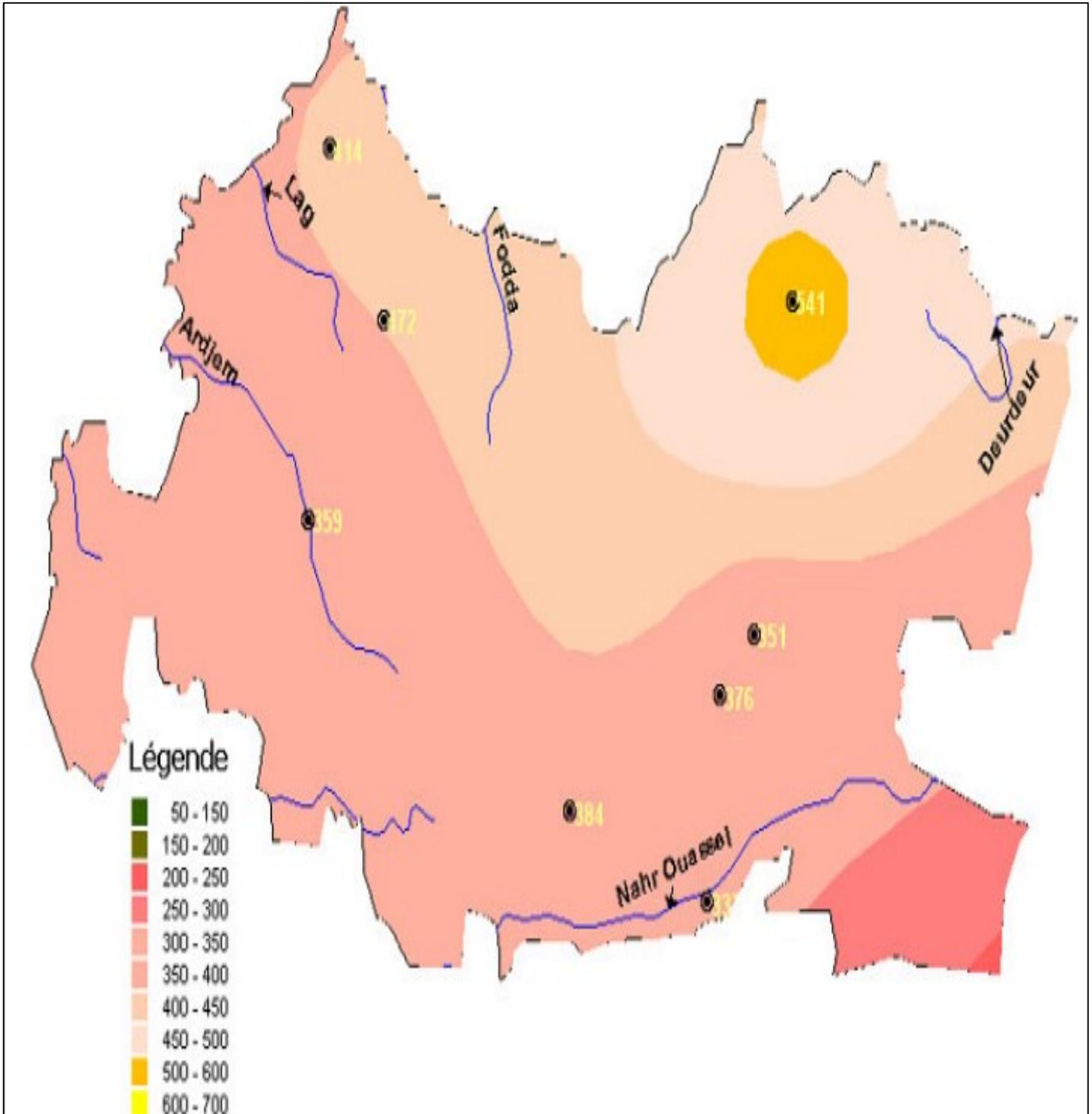


Figure № 14 : Carte pluviométrique de la Wilaya de Tissemsilt (DRE, 2008).

5.2. Températures

La température est un des éléments fondamentaux dans la détermination du caractère climatique d'une région, et aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes. Il affectant directement les processus biologiques et chimiques dans la biosphère. Les données existantes sont celles de **P. SELTZER**(1946) et celles qui ont été utilisées dans l'étude **BNEDER** (2009)

Tableau N° 02 : Répartition mensuelle de la température.

mois T°	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moyenne interannuelle
T.max	12.1	12.8	15.3	17.7	21	27.5	32.2	31.1	27.7	21.7	16.0	12.8	20.7
T.min	5.4	6	7.2	9.3	11.8	17.2	21.2	20.2	17.4	13	8.7	6.8	12
T.moy	8.3	9	10.8	13	15.9	22	26.3	25.1	21.7	16.7	11.9	9.2	15.8

Les températures moyennes mensuelles sont, de novembre à avril, inférieures à la moyenne annuelle et sont supérieures à cette moyenne de mai à octobre, divisant ainsi l'année en deux saisons : l'une froide et l'autre chaude.

Au cours de la saison froide, on relève les moyennes les plus basses pendant les trois mois de décembre, janvier et février, avec un minimum en janvier.

Au cours de la saison chaude, on relève les moyennes les plus élevées avec un maximum enregistré en juillet.

5.3. Le vent

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction Ouest, Nord-Ouest dans la période allant du mois d'Octobre au mois de Mai, et Est, Sud-Est de Juin à Septembre. Ces vents généralement modérés, leur vitesse moyenne mensuelle variant entre 2,5 à 3,6m/s.

Chapitre II: présentation de la zone d'étude

Tableau N° 03 : Répartition mensuelle de vent

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	année
Vent m/s	2,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7	3,4	3,2	3,2	3,5	3,6	3,5

5.4. Humidité relative de l'air

Il s'agit de l'humidité de l'air, mesurée par hygromètre placé dans un abri. Le tableau 07 donne les moyennes mensuelles de l'humidité relative.

Tableau N° 04: Humidité relative moyenne mensuelle.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	année
Hum moy %	67	55	54	47	44	39	29	37	44	53	62	68	50

La moyenne annuelle de l'humidité relative est de 50%, elle atteint son minimum en mois de juillet (inférieure à 30%). Tandis que son maximum est enregistré durant le mois de Décembre et de Janvier avec une moyenne supérieur à 65%.

5.5. Synthèse climatique

5.5.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Selon Ozenda (1982), c'est un diagramme qui permet d'avoir une idée sur les périodes sèches et humides d'une région donnée. Un mois est sec lorsque sa pluviométrie totale en mm égale ou inférieure au double de sa température moyenne en °C.

Selon le diagramme ombrothermique, la période sèche s'étale sur 5 mois qui va de mai jusqu'au fin de septembre et la période humide du mois de octobre jusqu'à avril (TIR AL hadj, 2015).

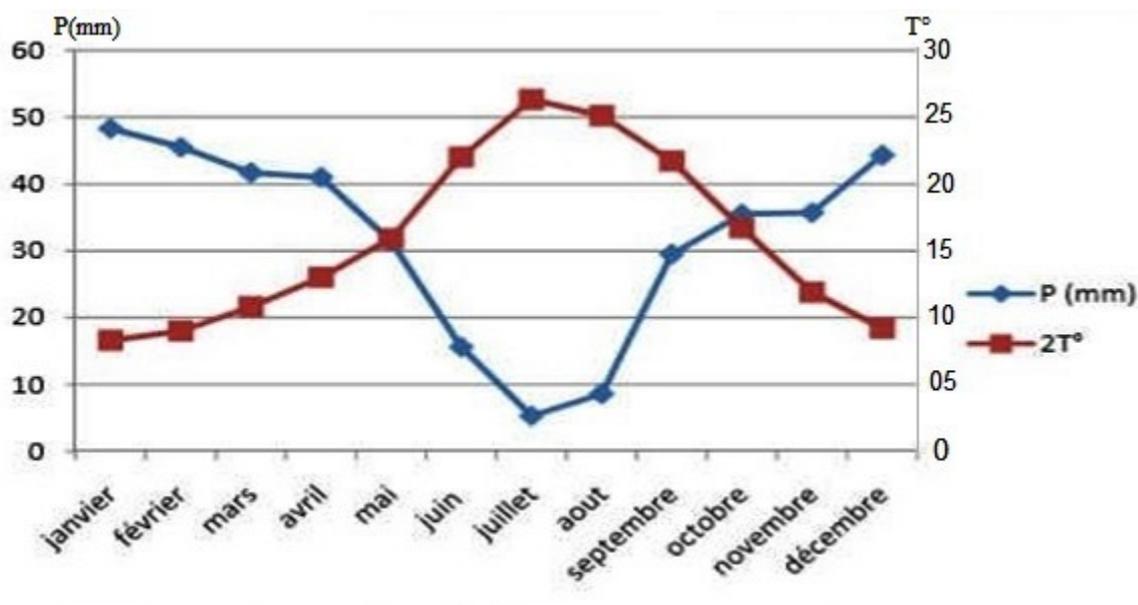


Figure №15: Diagramme ombrothermique de la station de référence (1976-2006).

5.5.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat. Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixtes. À ce titre, EMBERGER a bien précisé que, sur le diagramme, les limites sont tracées là où le changement de la végétation est observé (De Granville, 1978).

Pour déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons utilisé le Climagramme pluviométrique de Sauvage (1963). Le quotient d'EMBERGER (1939) est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient Q2 a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)}$$

M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm

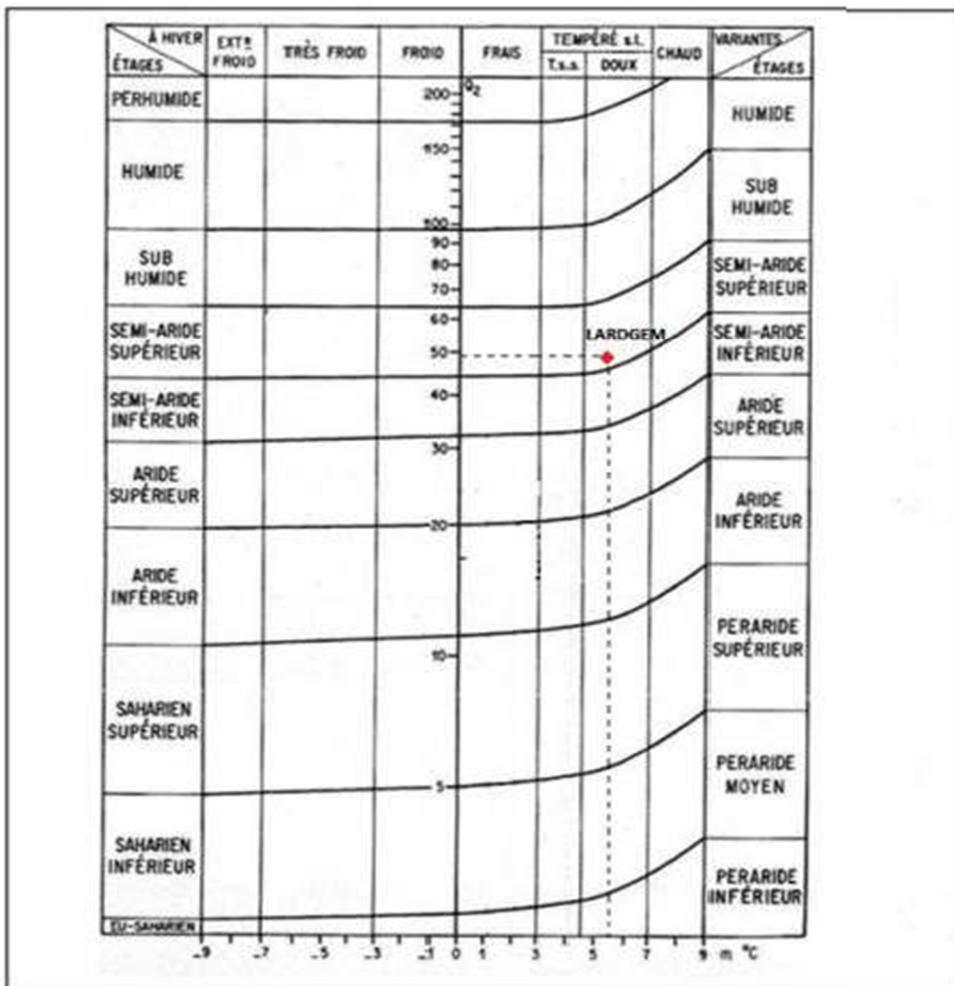


Figure № 16 : Climagramme d'Emberger pour la période 1976-2006(TIR EL hadj, 2015).

5.5.3. Indice xérothermique d'EMBERGER

Les climatologues définissent l'indice xérothermique comme étant l'indice de sécheresse par rapport aux critères thermiques. Cet indice (Is) permet en complément du régime pluviométrique, de mieux caractériser le climat méditerranéen. Il est exprimé par la formule suivante :

$$IS = \frac{P}{M}$$

P : Total des moyennes des précipitations estivales (en mm)

M : Moyenne des maxima thermiques de la période estivale (°C).

L'indice xérothermique d'Emberger est estimé à 0.65 pour la zone d'étude.

Plus cet indice est inférieur à 1, plus il représente un facteur limitant pour le développement de la végétation. Ainsi, nous constatons une période estivale très chaude dans la zone d'étude.

5.5.4. Indice d'aridité de De Martonne

DE Martonne (1926) a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprimé par la relation suivante : $I = P / (T+10)$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

Il est d'autant plus grand que le climat est humide. Pour notre station, cet indice est égal à 14,90.

Tableau N° 05 : Valeurs de l'indice d'aridité de De Martonne et bioclimat correspondant (**De Martonne in Meddour, 2010**).

Valeur de l'indice	Type de bioclimat	Valeur de l'indice	Type de bioclimat
0 - 5	Hyperaride	20 - 30	Subhumide
5 - 10	Aride	30 - 55	Humide
10 - 20	Semi-aride	> 55	Perhumide

D'après le tableau 05, la zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride. Ce qui confirme cette situation dans le Climagramme d'Emberger.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Matériels utilisés

1.1. Les images satellitaires

L'image satellitaire est un document contenant diverses informations relatives à des objets tels que le sol et la végétation, dans ce sens le traitement effectué est tel que l'information propre à l'occupation des sols et à la végétation puisse être mise en évidence.

Lors de cette étude, nous avons travaillé avec des images satellitaires différentes (Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI/TIRS) et Sentinel2.

La saison à laquelle les images satellites ont été prises n'est pas trop éloignée dans le temps. Elle remonte à la période de l'automne (septembre-octobre). Le choix de l'acquisition des images en cette période est mieux adapté à la démarche envisagée. Cette démarche se fonde essentiellement sur l'analyse de l'indice de végétation sensible à la présence de la végétation annuelle. Selon **Haddouche (2009)**, le contraste entre végétation annuelle et végétation pérenne et sempervirente, en saison sèche, est le plus fort et donc le plus détectable.

La résolution spatiale des images utilisé est 30 m et 10 m. En effet cette résolution est jugée acceptable pour la méthodologie adoptée dans cette étude.

Tableau N° 06:Les caractéristiques des images satellitaires utilisées.

ID image	Capteur	Date D'acquisition	Résolution	Nombre de bande	Taille de L'image (km)
LE71970352012256EDC00	Landsat 7 EMT+	12/09/2012	30m	08	185*185
LC81970352014253LGN00	Landsat 8 OLI/TIRS	10/09/2014	30m	11	185*185
S2A_OPERMSI_L1C_TL_EPA	Sentinel2	16/10/2015	10 m	12	452*535
T31SCV202000308T104021	Sentinel2	08/03/2020	10 m	12	529*519



Figure №17 : Image Landsat 7 du 12-09-2012 de La commune de Lardjem

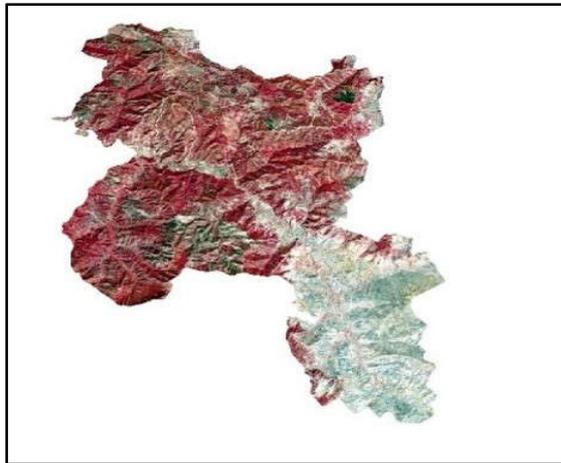


Figure №18 : Image Sentinel2 du 16-10-2015 de La commune de Lardjem



Figure №19 : Image Sentinel2 du 08-03-2020 de La commune de Lardjem

1.2. Model Numérique de Terrain

Un modèle numérique de terrain (MNT), est une carte indiquant la forme brute du terrain, sans construction ni végétation. Il correspond donc à une schématisation de la région étudiée. Autrement dit, un MNT est une représentation imagée de l'aspect topographique d'une zone, en fonction des différentes classes d'altitudes.

Le MNT permet une description de la topographie du terrain et constitue une base de donnée altimétrique à partir de laquelle on peut dériver une multitude de produits : les courbes de niveau, les cartes de pentes, d'exposition ou d'inter visibilité, les vues en perspective (3D)...etc

Le MNT est utilisé pour l'extraction des paramètres géomorphologiques de la zone d'étude (altitudes, pentes et expositions).

1.3. Les logiciels de traitement

1.3.1. ENVI 4.5

ENVI (Environnement For Visualing Images) est un logiciel permettant la lecture et le traitement des images et données numériques et plus précisément les images satellitaires.

Celui-ci dispose, en effet, en un seul package d'un ensemble d'outils particulièrement avancés, faciles d'utilisation et interactifs: analyse spectrale, correction géométrique et géoréférencement, analyse topographique ...etc. Ce logiciel a la particularité d'être le plus utilisé est recommandé grâce notamment au fait qu'il supporte un grand nombre de formats de fichier, de toutes tailles. Il dispose aussi de son propre format, mais le plus important est que le résultat du travail sous ENVI facilite le travail sous d'autres logiciels de cartographie par la suite.

2. Approches méthodologiques

2.1. Traitement des données topographiques

Le MNT a fait l'objet d'un traitement approprié afin d'avoir une description topographique détaillée de la zone d'étude.

Des produits topographiques représentant la carte des altitudes, la carte des pentes et la carte des expositions sont calculés à partir du MNT (Aster) en utilisant un logiciel approprié (Envi 4.5, ©ITT).

2.2. Carte des altitudes

L'altitude, troisième coordonnée de la position d'un lieu, n'est pas représentée directement sur la carte à deux dimensions car une projection cartographique ne traduit pas l'altitude. La représentation de l'altitude sur la carte nécessite l'utilisation de signes conventionnels spécifiques (**Delvaux et Nys, 2002**). Les altitudes de la surface terrestre permettent de déterminer ses formes de reliefs. La carte des altitudes de la zone d'étude est produite à partir du MNT puis vectorisée pour calculer la superficie de chaque classe.

2.3. Carte des pentes

La pente est l'inclinaison d'une surface exprimée en degrés ou en pourcentage par rapport au plan de l'horizon. Le changement de pente est une réalité terrain qui a une grande importance surtout pour les études écologiques. La carte des pentes de la zone d'étude est produite à partir du MNT puis vectorisée pour ressortir la superficie de chaque classe.

Les pentes sont regroupées en trois grandes classes selon la topographie de la zone d'étude :

- Pentes faibles (0-12,5 %)
- Pentes moyennes (12,5-25 %)
- Pentes fortes (> 25 %).

2.4. Carte des expositions

Les cartes d'aspects ou d'exposition ont neuf (09) classes (N, NE, E, SE, S, SW, W et NW en plus d'une classe pour le relief plat.). Mais pour des raisons d'illustration et de commodité, la classe des régions plates (très insignifiante) sans orientation est incluse dans la classe Nord.

La carte des expositions de la commune de Lardjem est produite à partir du MNT puis vectorisée pour estimer la superficie de chaque classe. Les classes des expositions ont été fusionnées en quatre principales directions : orientations Nord, Est, Sud et Ouest par rapport à la direction du Nord géographique. (TIR EL hadj, 2015)

3. Traitements et analyses des images satellitaires :

Dans cette étude, l'objectif principal défini est d'évaluer l'état de la couverture Végétale dans l'ensemble de la forêt de la commune de Lardjem en général.

Pour cela, nous avons utilisé un fichier vecteur pour l'extraction des fenêtres de la zone d'étude pour l'ensemble des images satellitaires (2012, 2014 et 2015, 2020).

La démarche méthodologique adoptée repose essentiellement sur l'analyse et l'interprétation du NDVI qui est le rapport de la différence entre la réflectance dans le proche infrarouge et dans le rouge, sur la somme des deux. Il est donné par la formulation suivante :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR}-\text{R}}{\text{PIR}+\text{R}}$$

PIR : La réflectance dans le canal proche infrarouge.

R : La réflectance dans le canal rouge.

Cet indice met en évidence l'activité chlorophyllienne de la végétation, car il utilise la bande infrarouge du spectre électromagnétique où la végétation réfléchit l'énergie incidente qui est par la suite enregistrée par le capteur du satellite (Martin et Chuvieco, 1993).

Les valeurs du NDVI sont comprises entre (-1 et +1), les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge.

Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0.

Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement supérieures à (0,1). Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses.

Dans cette étude, le NDVI est généré pour chaque date de prise de vue (2012, 2014 et 2015, 2020).

Vu le cas de la pandémie (COVID 19), notre travail a été réalisé qu'au bureau ; ces résultats doivent être confirmés par les sorties sur terrain.

Chapitre IV: Résultats et Discussions

1. Résultats des paramètres topographiques

1.1. Carte des altitudes

La vectorisation des classes d'altitude pour calculer leurs superficies a permis d'avoir les résultats présentés dans le **tableau N°07**, et illustrée sous forme graphique dans la **figure N°20**.

D'après ce **tableau N° 07** et la **figure N°20**, on constate que plus de 52% de la superficie globale de la zone d'étude, se trouvent dans la plage d'altitude comprise entre 600 et 799 m, sans dire que les valeurs extrêmes (moins de 500 et plus de 1000 m) ne représentent que 4,23%, et donc plus de 95% de la superficie de la commune de Lardjem à une altitude de 500 à 999 m.

Tableau N°07: Les statistiques des classes d'altitude (TIR EL hadj, 2015).

Classes des altitudes (m)	Superficie (Ha)	Pourcentage
Classe < 500	798,036	2,893184845
Classe 500-599	4301,437	15,59434955
Classe 600-699	7281,378	26,39777213
Classe 700-799	7148,192	25,91492209
Classe 800-899	5240,552	18,99899958
Classe 900-999	2442,707	8,855744444
Plus de 1000	371,003	1,345027363
Totale	27583,305	100

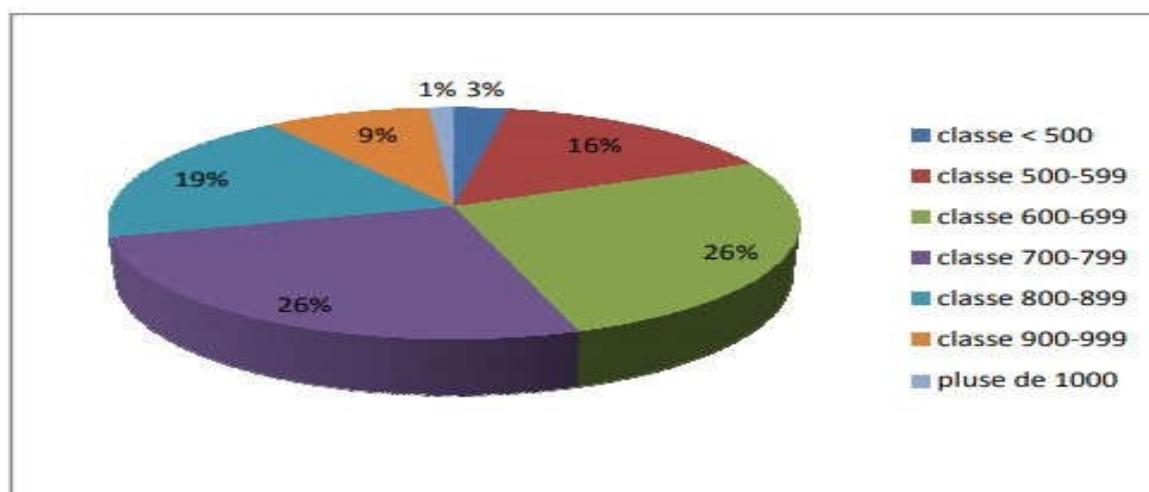


Figure N°20: Représentation graphique de la superficie des classes d'altitudes

chapitre IV : Résultat et Discussions

La carte des altitudes de la zone d'étude produite à partir du MNT est représentée par la (figure №21).

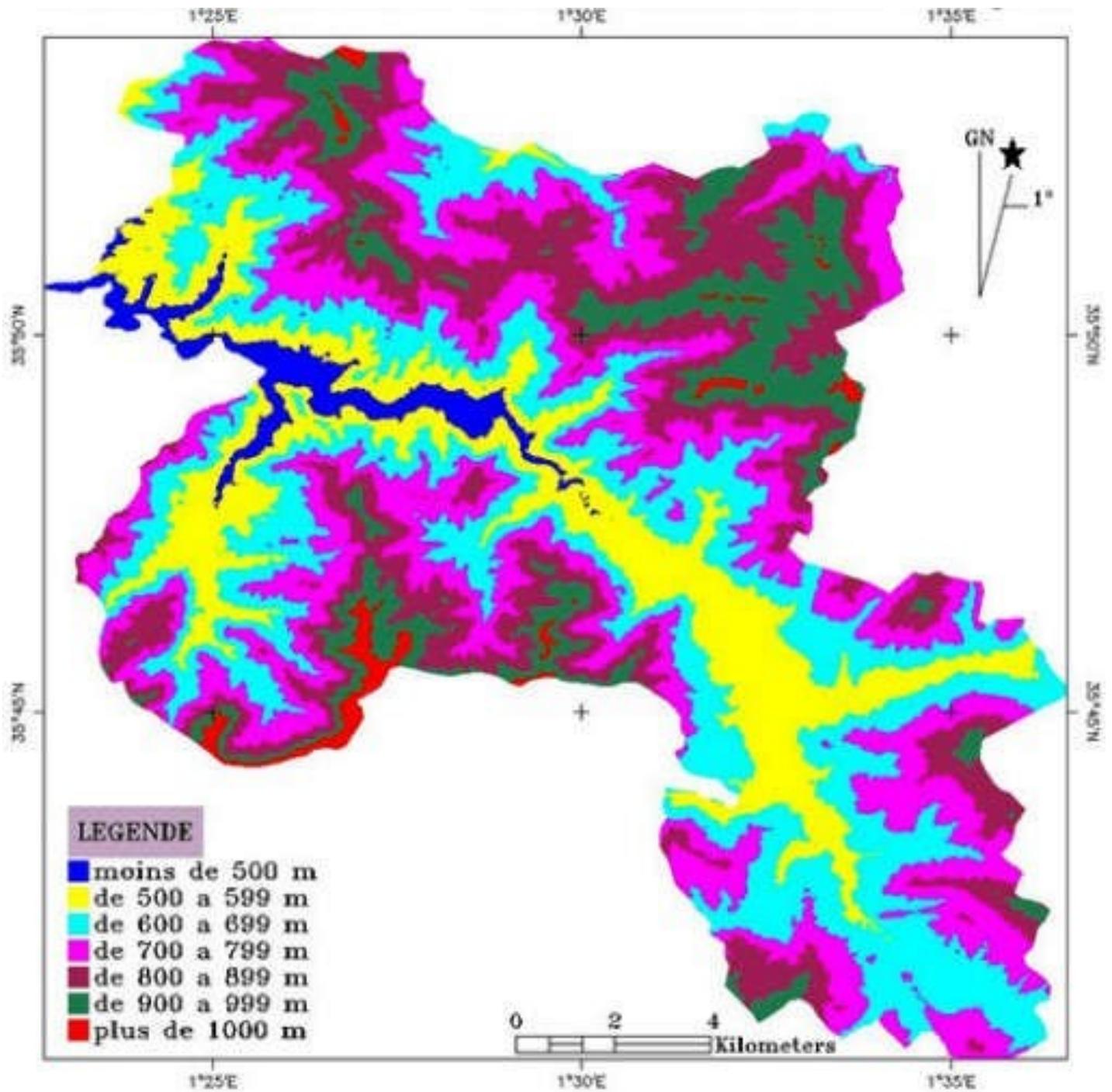


Figure №21: Carte des altitudes de la commune de Lardjem (TIR EL hadj, 2015).

1.2. Cartes des pentes

La vectorisation des classes des pentes pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau 08**.

D'après le **tableau 08**, on remarque que la majeure partie de la zone d'étude (plus de 43%) est de pente moyenne (12,5% – 25%). Les terrains accidentés où la pente excède les 25% viennent en deuxième place avec 31%. Alors que les terrains horizontaux ou à pente faible (moins de 12,5%) représentent 25,13% (**Figure N°22**)

Tableau N° 08 : Les statistiques des classes de pente (TIR EL hadj, 2015).

Classes de pente	Superficie (ha)	Pourcentage
< 12,5%	6932,818	25,13426411
de 12,5% à 25%	12060,305	43,72347451
> 25%	8590,012	31,14226139
totale	27583,135	100

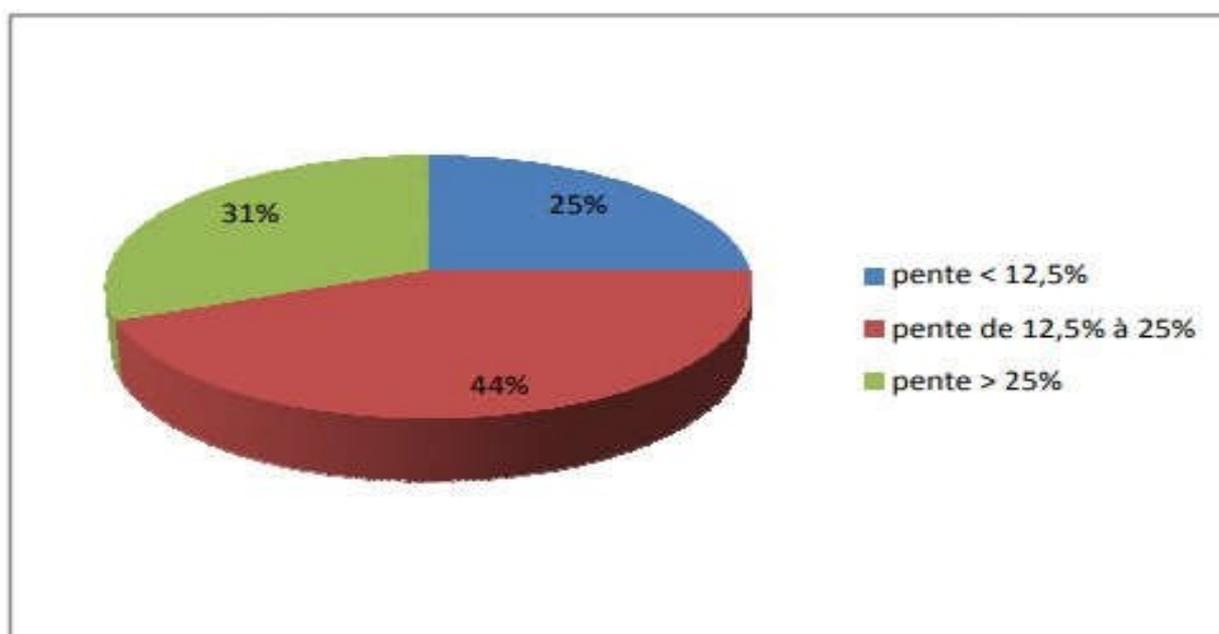


Figure N°22: Représentation graphique de la superficie des classes de pente.

chapitre IV : Résultat et Discussions

La carte des pentes de la zone d'étude produite à partir du MNT est représentée par la (Figure №23).

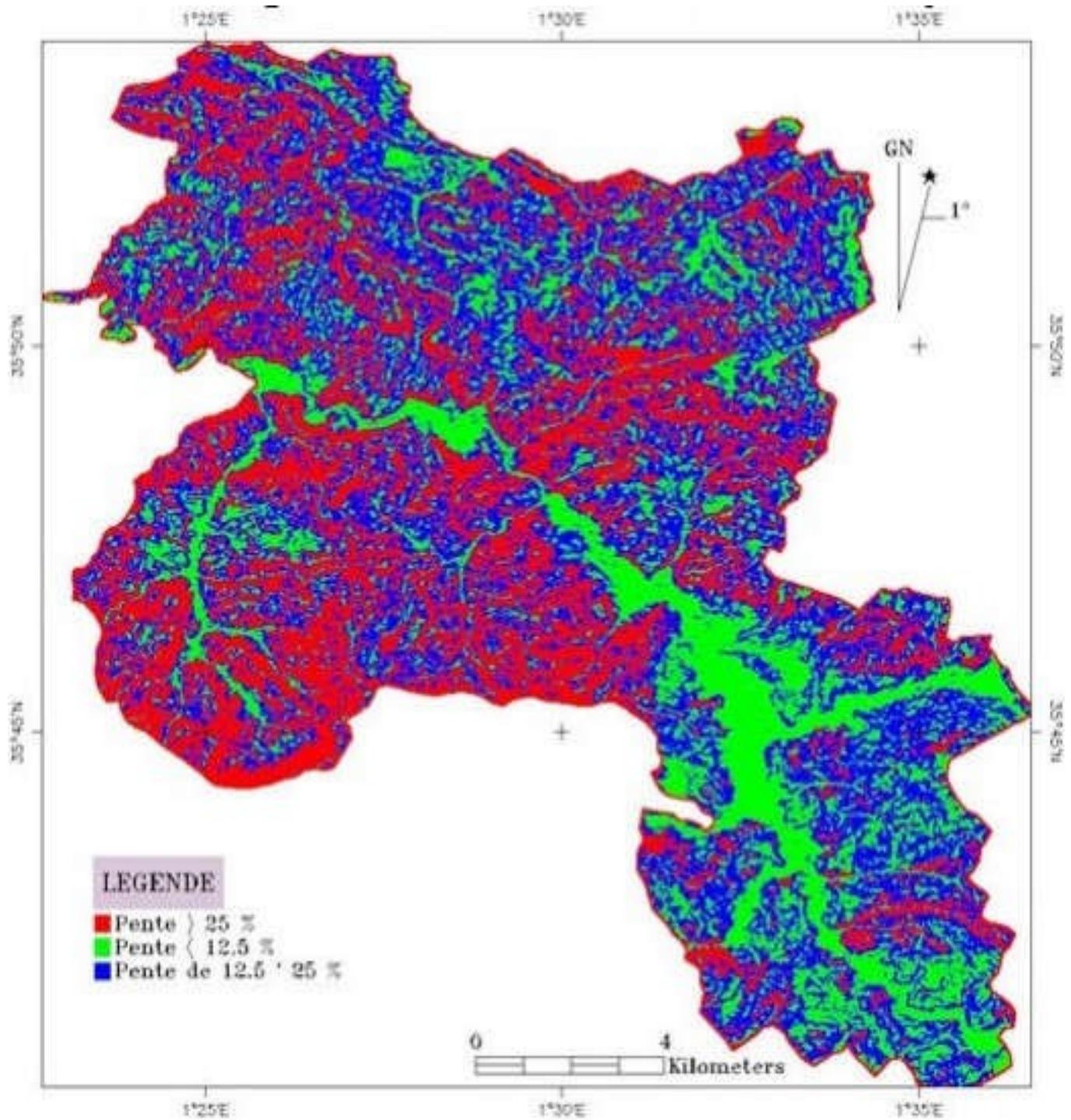


Figure № 23: Carte des pentes de la commune de Lardjem (TIR EL hadj, 2015).

1.3. Carte des expositions

La vectorisation des classes des pentes pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés Dans le **tableau N° 09** et illustré par la **figure N°24**.

D'après la **figure N° 24** et le **tableau N° 09** , on constate que 32,7% de la superficie de la zone d'étude à une exposition Nord, suivi par l'exposition Sud qui représente 31,33%, puis l'exposition Ouest avec 18,55% , alors que l'exposition Est ne représente que 17,4%. Donc et d'une façon globale la zone d'étude à un alignement Est-Ouest.

Tableau N° 09:Les statistiques des classes des expositions (TIR EL hadj, 2015).

Orientation	Superficie (ha)	Pourcentage
Nord	9020,387	32,70177981
Est	4801,757	17,40790059
Sud	8644,751	31,33997951
Ouest	5116,885	18,55034009
Totale	27583,78	100

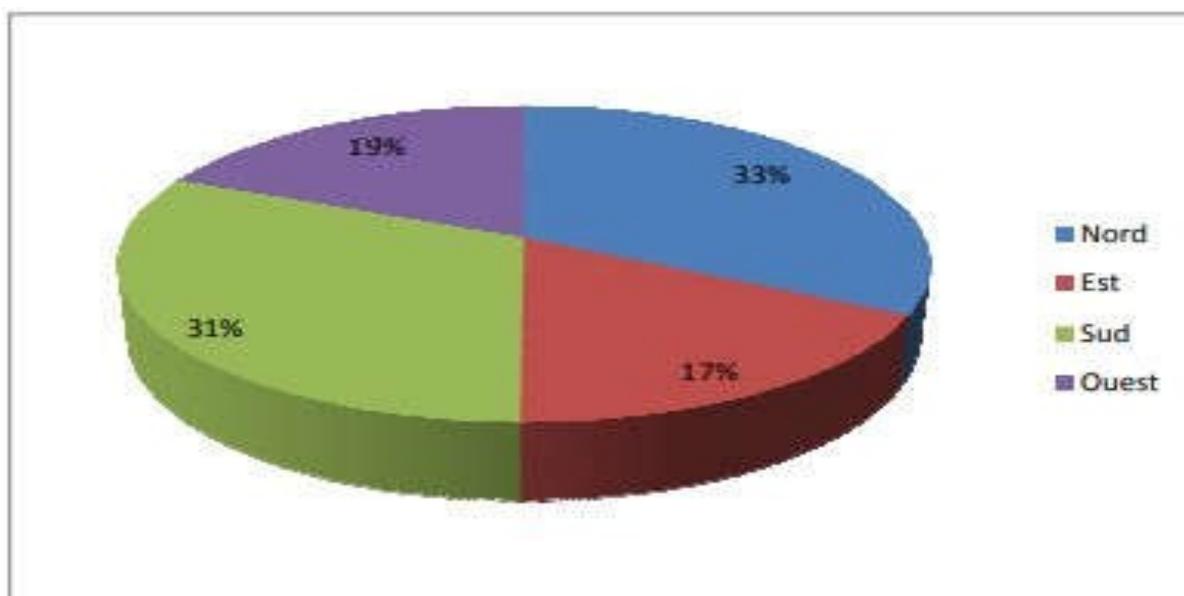


Figure N° 24 : Représentations graphiques de la superficie des classes d'exposition

chapitre IV : Résultat et Discussions

La carte des pentes de la zone d'étude produite à partir du MNT est représentée par la (Figure №25).

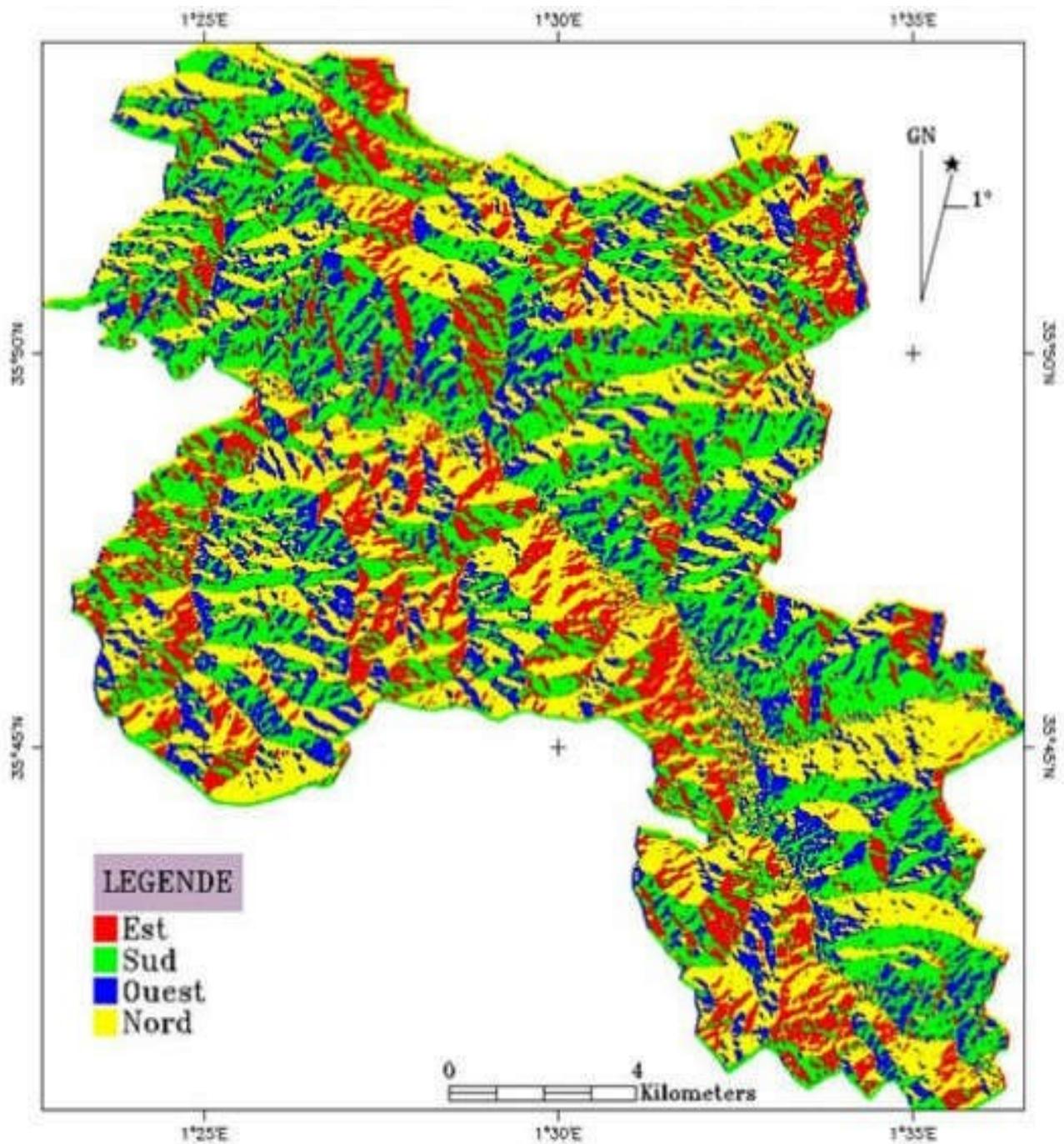


Figure № 25: Carte des expositions de la commune de Lardjem (TIR EL hadj, 2015).

2. Résultats de l'indice de végétation

2.1. Indice de végétation en 2012

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°10**.

D'après La **figure N°26** et le **tableau N°10**, on constate que 30.60 % de la superficie de la zone d'étude en 2012 étant des forêts dégradés, les forêts et les forêts denses représentent respectivement 10.87% et 0.87%, alors que les vides constituent plus de 57.63%.

Tableau N°10: Les statistiques des classes de végétation en 2012(TIR EL hadj, 2015)

Classe	Superficie (ha)	pourcentage
vide	15898,32	57,63618804
Forêts dégradés	8442,72	30,60739735
Forêts	3000,51	10,87775052
Forêts denses	242,37	0,878664091
Totale	27583,92	100

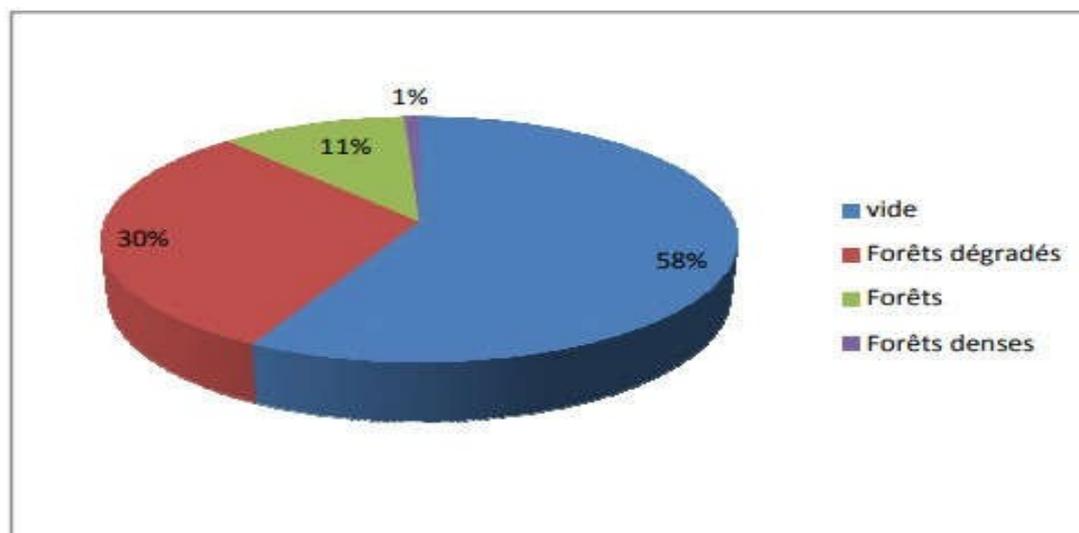


Figure N° 26: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2012

chapitre IV : Résultat et Discussions

L'indice de végétation de la zone d'étude en 2012 produit à partir de l'image Landsat 7 ETM+ est présenté dans la (figure N°27).

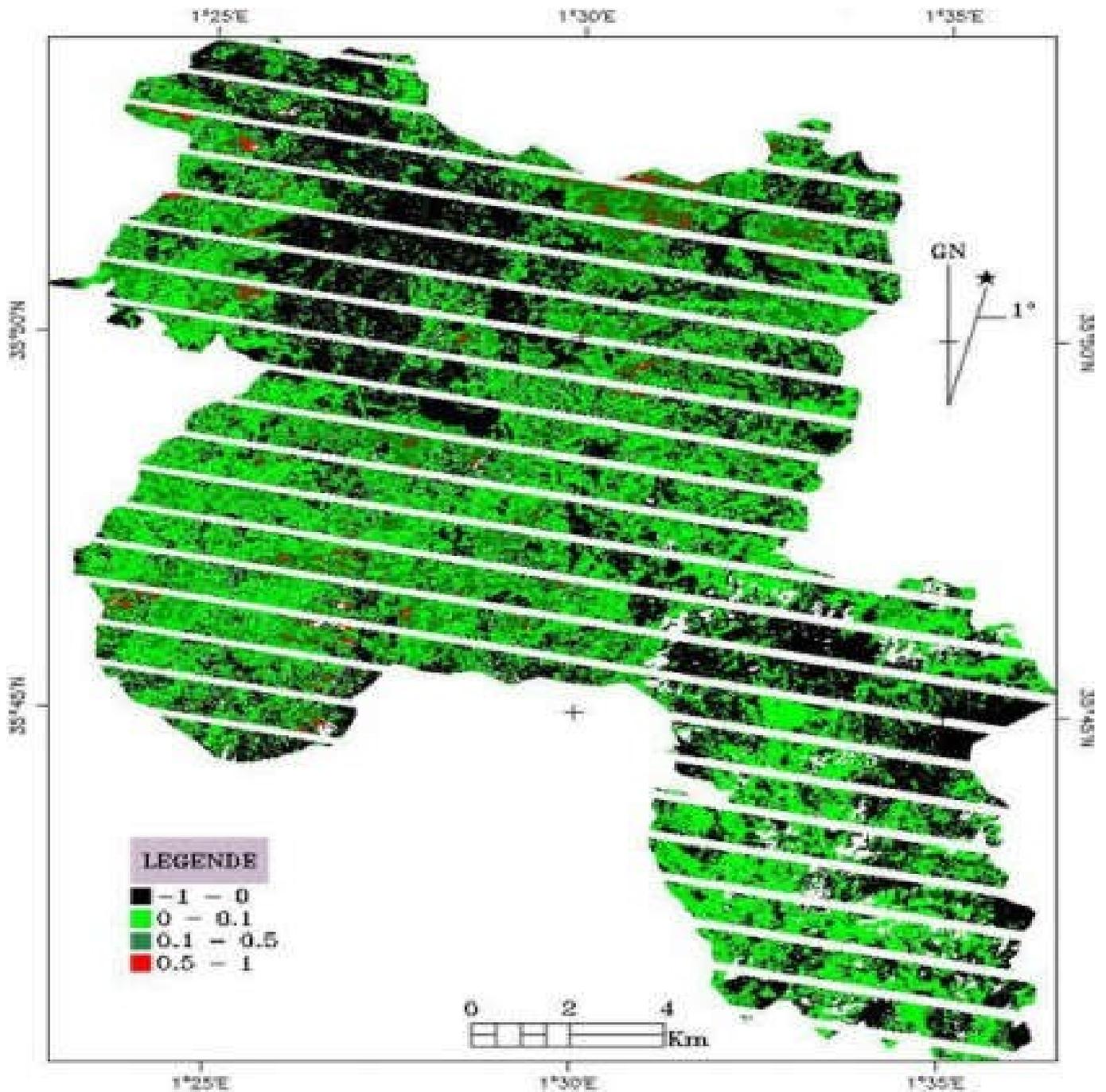


Figure N°27 : Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2012 (TIR EL hadj, 2015)

chapitre IV : Résultat et Discussions

2.2. Indice de végétation en 2014

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°11**.

D'après le **tableau N° 11**, on remarque une autre légère amélioration de la végétation forestière par rapport à l'année 2012. Le pourcentage de forêts dégradées devient 36,14% de la superficie de la zone d'étude au lieu de 30,6% en 2012, les forêts et les forêts denses représentent respectivement 11,99% et 1,05% au lieu de 10,87% et 0,87%, alors que le pourcentage des vides a diminué pour atteindre 50,8%. Les résultats obtenus sont illustrés dans la **figure N°28**.

Tableau N° 11 : Les statistiques des classes de végétation en 2014 (TIR EL hadj, 2015).

Classe	Superficie	pourcentage
vide	14012,87	50,8014545
Forêts dégradés	9970,91	36,1479647
Forêts	3309,66	11,9986514
Forêts denses	290,16	1,05192941
Totale	27583,6	100

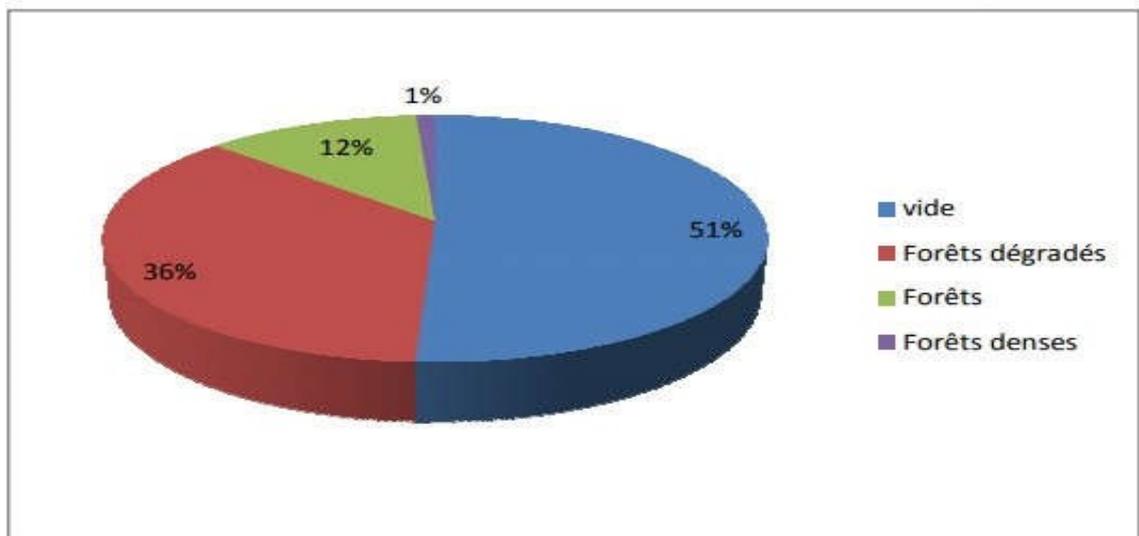


Figure N° 28: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2014.

chapitre IV : Résultat et Discussions

L'indice de végétations de la zone d'étude en 2014 produit à partir de l'image Landsat 8 OLI est présenté dans la (figure N°29).

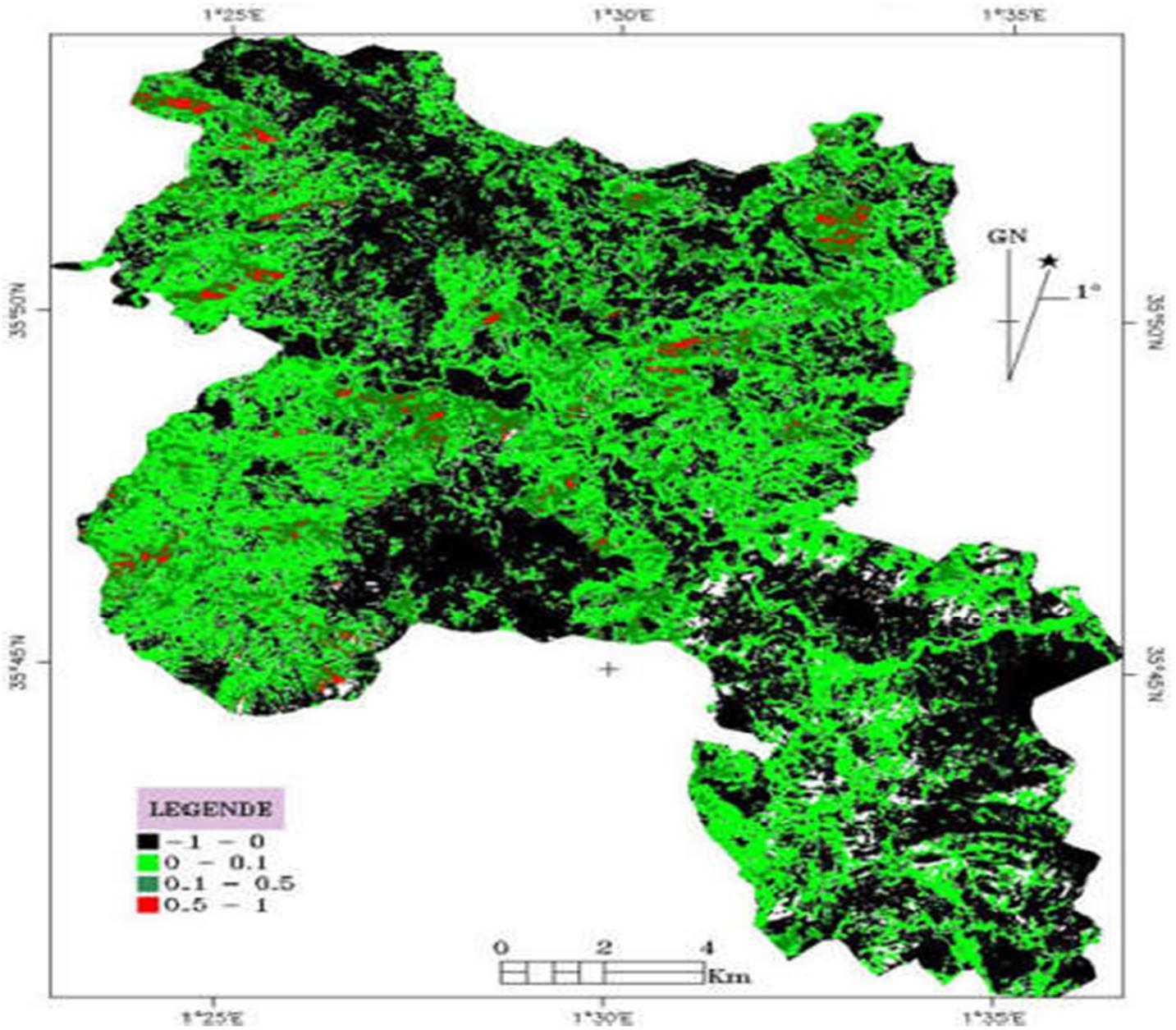


Figure N° 29: Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2014 (TIR EL hadj, 2015).

3. Résultats de la régénération forestière dans la zone incendie en 2012-2014

3.1. État de la régénération en 2012

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°12**.

D'après le **tableau N°12**, on constate que 11,43% de la superficie de la zone était des forêts dégradées, les classes «forêts» et «forêts denses» représentent respectivement 1.6% et 0.09%, alors que les vides constituent plus de 86.86%. Les résultats obtenus sont bien illustrés par la **figure N°30**.

Tableau N°12: Les statistiques des classes de végétation en 2012 (TIR EL hadj, 2015).

Classe	Superficie	pourcentage
vide	2084,76	86,8671717
Forêts dégradés	274,32	11,4302858
Forêts	38,52	1,60504013
Forêts denses	2,34	0,09750244
Totale	2399,94	100

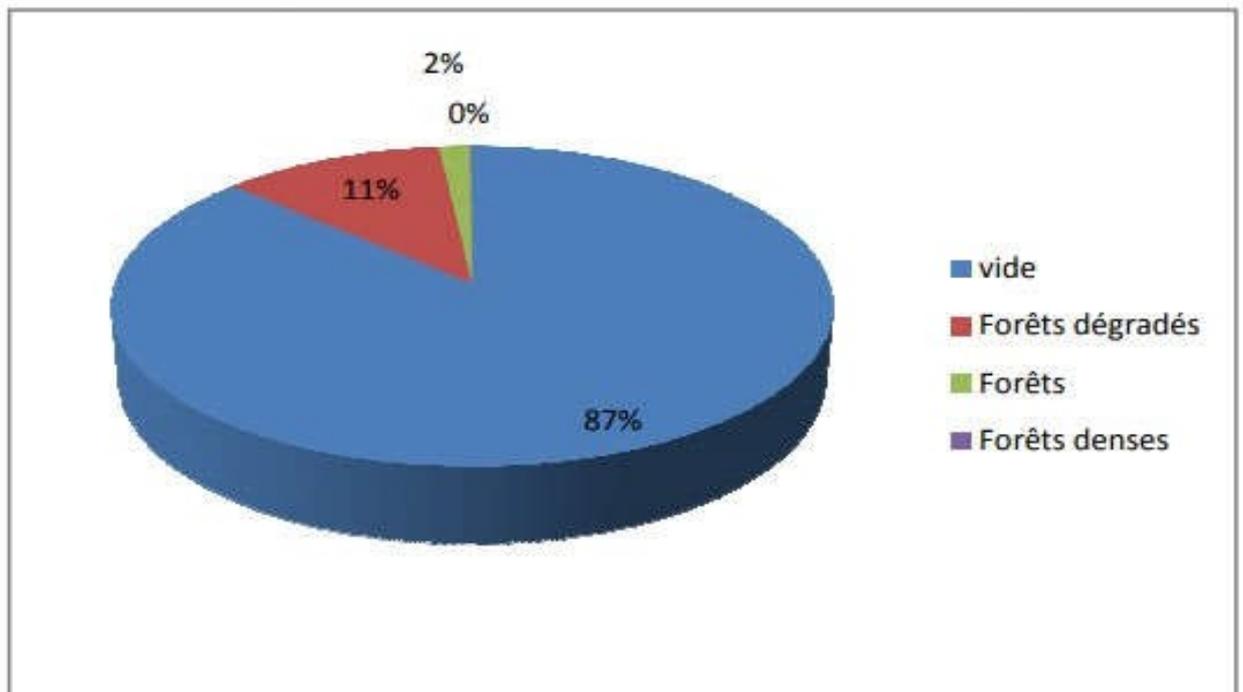


Figure N°30: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2012

3.2. État de la régénération en 2014

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°13**.

D'après ce **tableau N°13**, on remarque une amélioration très Claire de la végétation forestière par rapport à l'année 2012. Le pourcentage de forêts dégradées devient 23,42% de la superficie de la zone au lieu de 11.43% en 2012, les forêts et les forêts denses représentent respectivement 4,64% et 0.17% au lieu de 1.60% et 0.09%, alors que le pourcentage des vides à diminuer pour atteindre 71.75%. Les résultats obtenus sont illustrés dans la **figure N°31**.

Tableau N° 13 : Les statistiques des classes de végétation en 2014 (TIR EL hadj ,2015)

Classe	Superficie	pourcentage
vide	1722,01	71,7537054
Forêts dégradés	562,14	23,4235736
Forêts	111,51	4,64646296
Forêts denses	4,23	0,17625808
Totale	2399,89	100

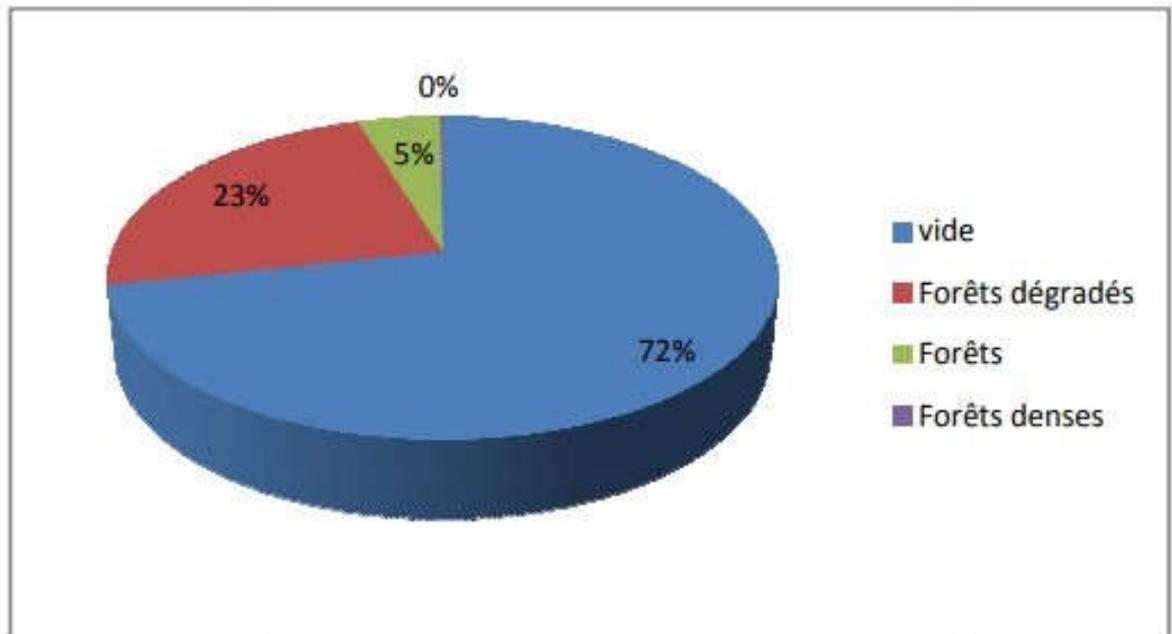


Figure N°31: Représentation graphique de la superficie des classes de végétation en 2014



Figure №32 : Meilleure régénération du Thuya de Berbérie (TIR EL hadj, 2015).



Figure №33 : Meilleure reprise sur le versant Nord (TIR EL hadj, 2015)

4. Indice de la végétation en 2015 :

Après traitement et l'analyse des données de l'image satellitaire de l'année 2015 on a obtenu l'indice de la végétation de la zone d'étude (**Figure N°34**).

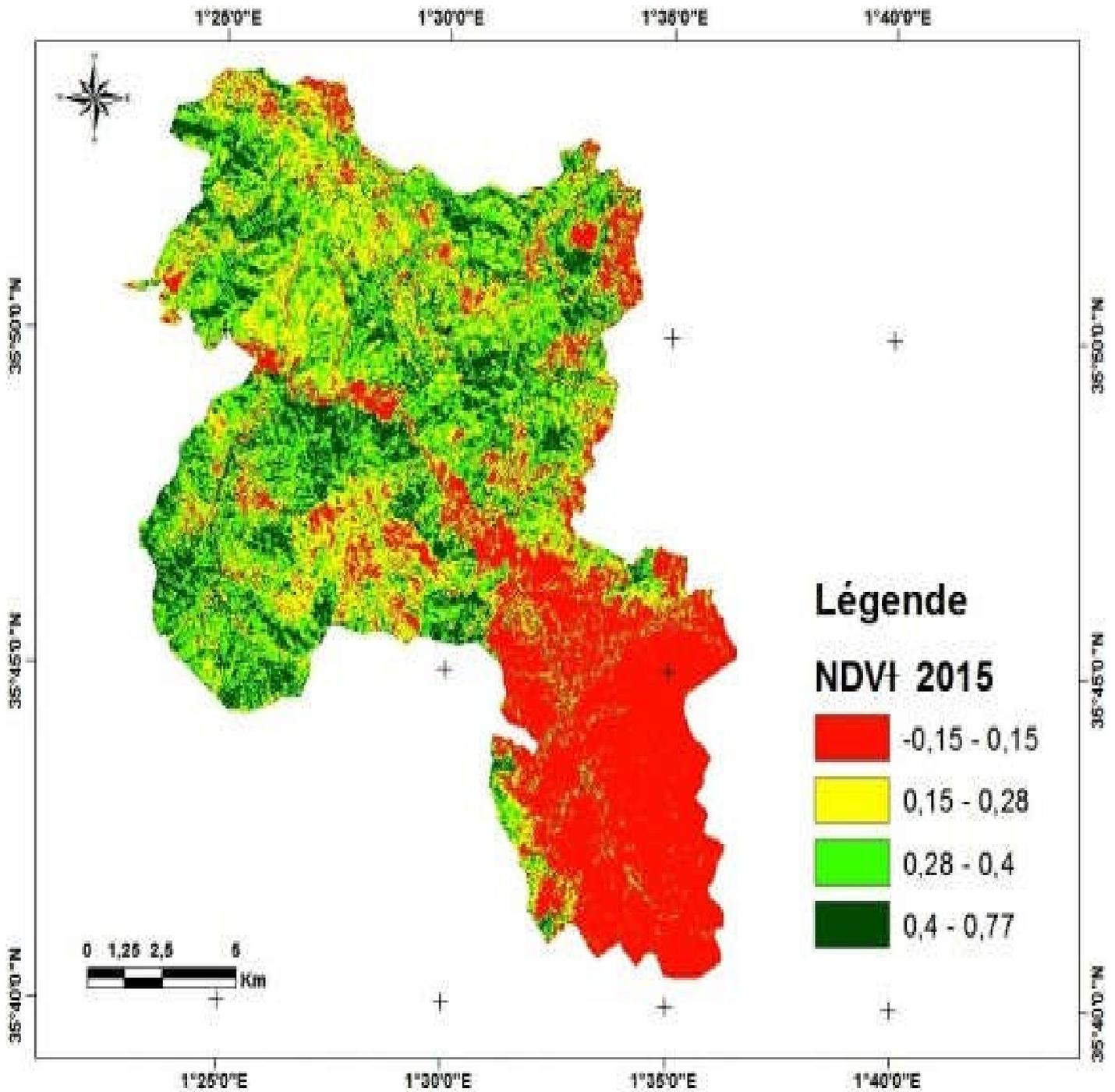


Figure N°34: Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2015.

chapitre IV : Résultat et Discussions

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°14** et la **figure 35**.

Tableau N°14 : les statistiques des classes de végétation en 2015.

classe	Superficie (ha)	pourcentage
vide	882 947	32.034%
Forêts dégradés	656 848	23.831%
Forêts	712 631	25.855%
Forêts denses	503 821	18.279%
Total	275 6247	100%

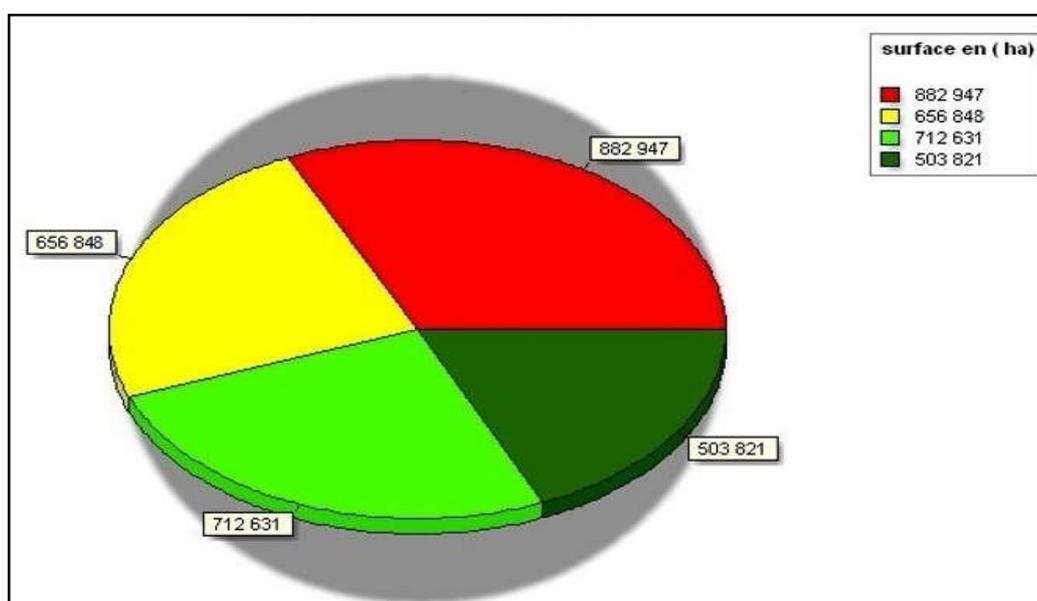


Figure N°35: Superficies des classes de l'indice de végétation en 2015

D'après la **figure N°35** et le **tableau N°14**, on a constaté qu'il y a un changement progressive des classes de la végétation forestière par rapporte à l'année 2014.

Le pourcentage des forêts devient 32.034 % de la superficie de la zone d'étude au lieu de 11.999 % en 2014, celui des forêts denses devient 23.831 % au lieu de 1.051 %, alors que ceux des vides et des forêts dégradées ont diminué pour atteindre 32.034 % et 18,279 %.

5. Indice de la végétation en 2020 :

Après traitement et l'analyse des données de l'image satellitaire de l'année 2020 on a obtenu l'indice de la végétation de la zone d'étude (Figure №36).

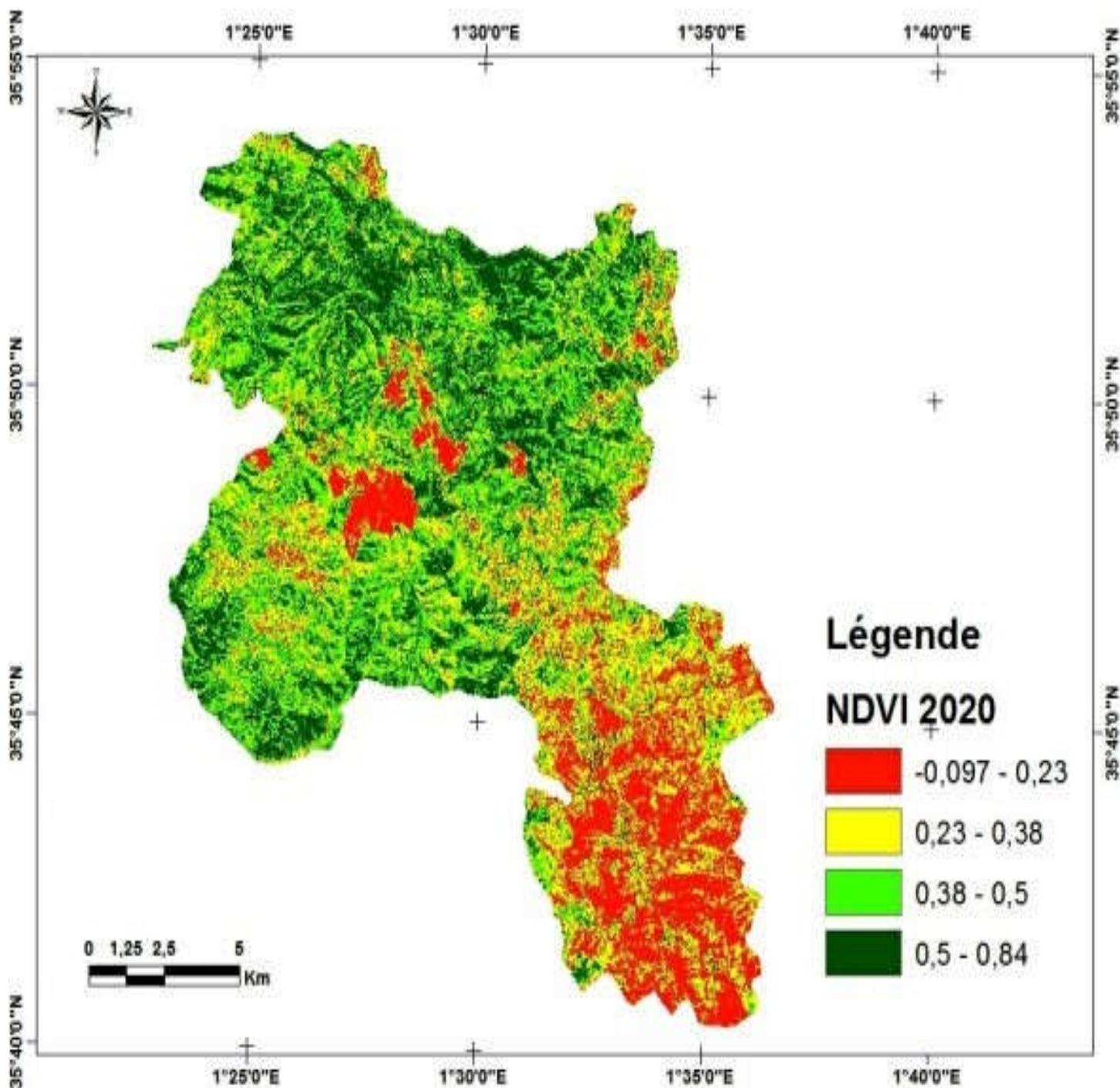


Figure №36 : Indice de végétation de la commune de Lardjem en 2020

chapitre IV : Résultat et Discussions

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°15** et la **figure N°37**.

Tableau N°15: Les statistiques des classes de végétation en 2020.

Classe	Superficie (ha)	Pourcentage
vide	528189	19.163%
Forêts dégradés	697981	25.323%
Forêts	777223	28.189%
Forêts denses	752854	27.314%
Total	2756247	100%

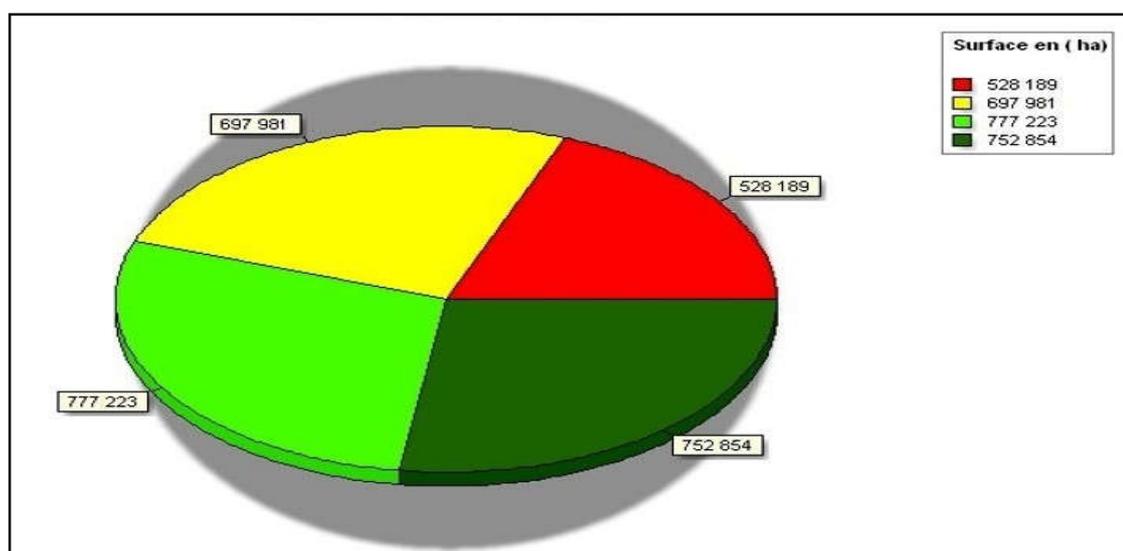


Figure N°37: Superficies des classes de l'indice de végétation 2020.

D'après la **figure N°37** et le **tableau N°15**, on a constaté que la superficie des vides a diminué pour atteindre un pourcentage de 19,163% et celle des forêts denses a augmenté représentant jusqu'au 27,314%, alors que les forêts dégradées et les forêts représentent respectivement 28,189 % et 25,323%, de la superficie totale de la zone d'étude en 2020.

6. État de la végétation en 2015-2020

La différence de NDVI de la végétations de la zone d'étude entre 2020 et 2015 est illustrée par la (Figure N°38)

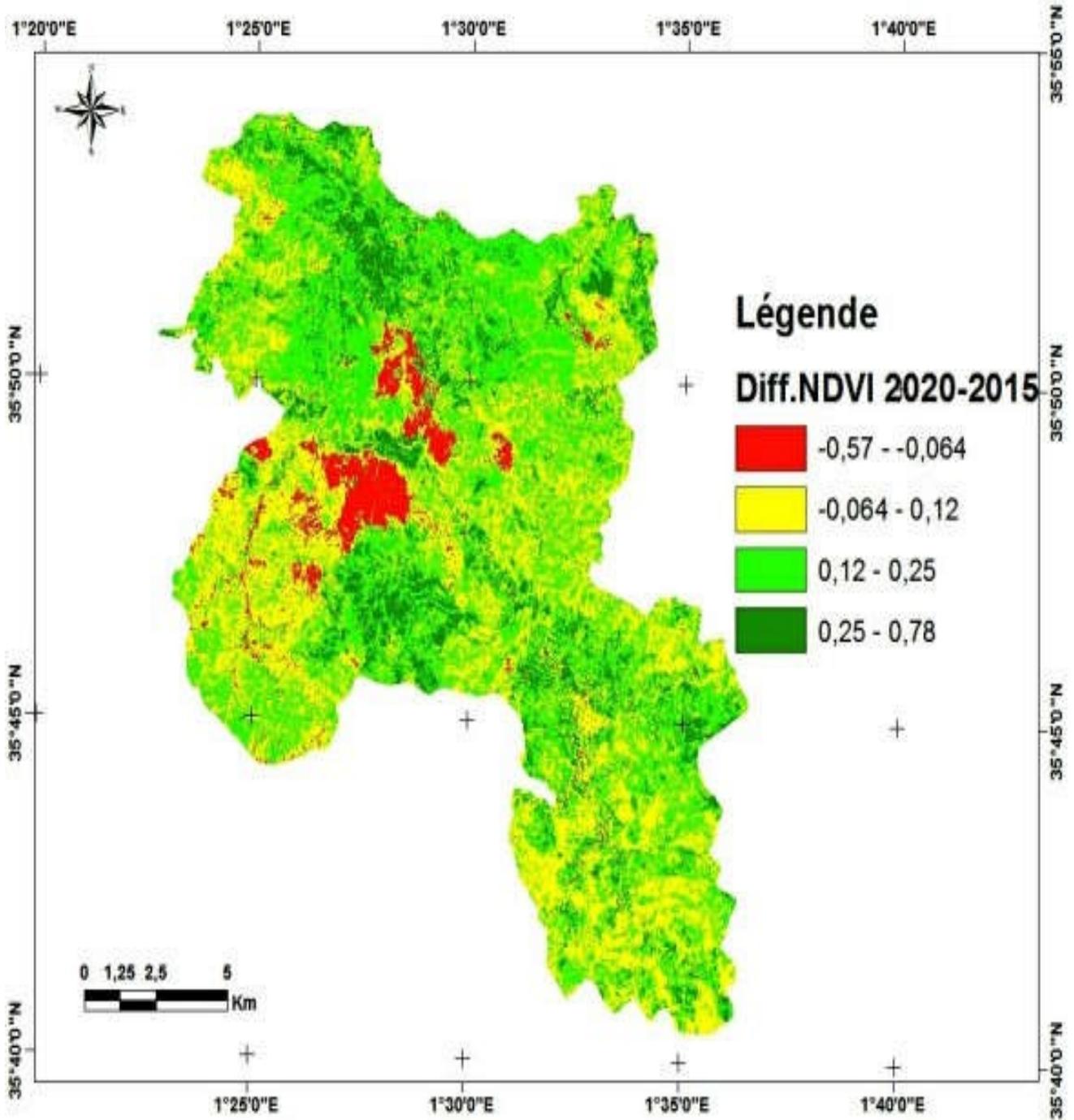


Figure N°38 : Différence de NDVI en 2020-2015

chapitre IV : Résultat et Discussions

La vectorisation des classes de l'indice de végétation pour calculer leurs superficies a permis d'obtenir les résultats présentés dans le **tableau N°16** et la **figure N°39**.

Tableau N°16: Les statistiques des classes de végétation en 2015-2020

classe	Superficie (ha)	pourcentage
vide	120 052	4.355%
Forêts dégradés	109 2656	39.642%
Forêts	1184303	42.967%
Forêts denses	359232	13.023%
Total	2756247	100%

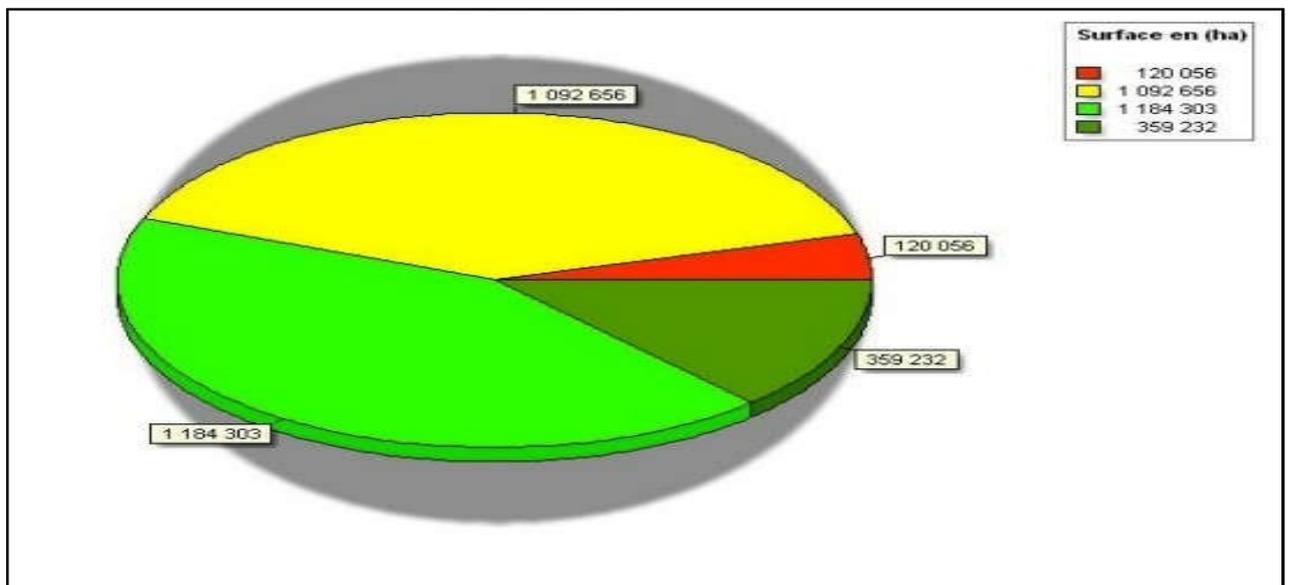


Figure N°39: Superficie des classes de l'indice de végétation en 2020-2015

D'après le **tableau N°16** et **figure N°39**, on remarque un changement très clair de la végétation forestière. Le pourcentage de forêt devient 42,967% de la superficie de la zone au lieu de 25,855% en 2015, les forêts dégradées représentent respectivement 39,642% au lieu de 23,831%, le pourcentage des vides et des forêts denses à diminuer pour atteindre 4,355% et 13,023 %.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

L'analyse de la diversité floristique de l'écosystème forestier de la commune de Lardjam par l'utilisation des différentes cartes des paramètres topographiques (altitude, pente, exposition) et l'indice de végétation (NDVI) de la zone d'étude, ainsi que la dynamique de la végétation, sont l'objet de cette étude.

La présente étude, basée sur l'utilisation de l'outil géomatique a permis d'avoir une vision sur l'état de la forêt de la commune de Lardjem (Wilaya de Tissemsilt) entre 2012 et 2020

L'image de 2012 montre une légère amélioration de la végétation dans la zone d'étude.

Le pourcentage de forêts dégradées devient 30,6% de la superficie de la zone d'étude. Les forêts et les forêts denses représentent respectivement 10,87% et 0,87% .alors que le pourcentage des vides a diminué pour atteindre 57,63%.**(TIR EL hadj, 2015)**

Même constat pour l'image de 2014 où une légère amélioration de la végétation forestière par rapport à l'année 2012 est constatée. Le pourcentage des forêts dégradées devient 36,14% de la superficie de la zone d'étude au lieu de 30,6% en 2012. Les classes « forêts » et « forêts denses » représentent respectivement 11,99% et 1,05% au lieu de 10,87% et 0,87%, alors que le pourcentage des vides a diminué encore plus pour atteindre 50,8%.**(TIR EL hadj, 2015)**.

Pour L'image de 2020 on remarque qu'il y a une amélioration de la végétation par rapport à l'année 2015. Le pourcentage de forêts dégradées devient 25,323%% de la superficie de la zone d'étude au lieu de 23,831% en 2015. Les forêts et les forêts denses représentent respectivement 28,189% et 27,314% au lieu de 25,855% et 18,279%, alors que le pourcentage des vides a diminué pour atteindre 19,163% au lieu de 32,034%.

Le paysage végétal de la commune de Lardjam n'est pas stable, son évolution et dégradation sont liés directement avec les facteurs externes soit naturels (sécheresse, érosion, les insectes phytophages...) ou artificiel (surpâturage, les incendies, surexploitation...).

D'après les résultats de cette étude on remarque un changement très clair de couvert végétal dans l'écosystème forestier de la zone d'étude vers un état progressif durant les dernières années.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- **BNEDER., 2009.** Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse nationale, Alger. 85p.
- **BAMBA I., MAMA A., NEUBA D. et KOFFI K.J., 2008** - Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). Sciences et Natures, Vol. 5 (1) : 49 – 60.
- **BOGAERT J. et MAHAMANE A., 2005** - Ecologie du paysage : cibler la configuration et l'échelle spatiale. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin (7) 1: 39-68.
- **BUREL F. et BAUDRY J., 2003** - Ecologie du paysage ; Concepts, méthodes et applications. Paris, France : Tec et Doc. 359 pp.
- **GHAZI Z., 2012** –séminaire sure la mise en place d'un dispositif de formation au développement Rural
- **GUINOCHET M., 1973** – La Phytosociologie- Masson éd., Paris, 227 p.
- **Haddouche D., 2009.** La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Nâama. Thèse doc., Univ Tlemcen., Algérie 259 p.
- **IKERMOUD M., 2000** – Evaluation des ressources forestière nationales. Alger, DGF, 39p.
- **LACOSTE A. et SALANON R., 2001** -Elément de biogéographie et d'écologie- 2ème éd. Revetaugm. Paris. 318 p.
- **Letreuch –Belarouci ; 1995** –Destrubution des Aptitudes Technologie du Bois de chêne vert et Possibilites de valorisation these de doctorat en foresterie.Univ Telemcen 2010.
- **MEDDOUR R., 2010**– Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et préforestier de la Kabylie Djurdjureenne. ThèdeDoct., Univ. Mouloud Mammeri, TiziOuazou, 397 p + annexes.
- **MARAGE D., 2004** - Structure et fonctionnement du peuplement ligneux dans le TrochiscanthoAbietetum. Essai de caractérisation des phases sylvigénétiques et sylviculturales. Application dans le bassinversant de Gap-Chaudun (05). ENGREF, Nancy, Rapport final, Convention ONF/ENGREF, 19 p.
- **Meddour-Sahar O., 2014.** Les feux de forêts en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Thèse Doc. Univ Tizi Ouzou. 256p
- **MERIKHI R., 1995** – Contribution à l'étude la végétation de monts du Hodna ; étude phytosociologique du massif du Boutaleb. Thèse de magister. Univ. F.Abbas, Sétif, 179 p.
- **MILE J., 1979** – Vegetation dynamics. Chapman and Hall éd. Lendon, 80 p.
- **Martin M. P et Chuvieco E., 1993.** Mapping and evaluation of burned land from multitemporal analysis of AVHRR NDVI images. Proceedings of International Workshop on Satellite Technology and GIS for Mediterranean Forest Mapping and Fire Management, Tesseloniki, Greece, 4-6 November 1993: 71-83
- **QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003** -Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranée. Elsevie éd. 513 p +annexes.
- **ROCHE P., 1998** - Dynamique de la biodiversité et action de l'homme. Rapport ENV-SRAE – 94233, Paris, France. 6 pp.
- **SELTESER P., 1946** .Le climat del' Algerie.Trav. Inst .Météorl .phsGlob, Alger, Vol.219p

ان تغير الغطاء النباتي في الأوساط الغابية يرتبط مباشرة بعدة عوامل منها الطبيعية ومنها من يسببها الانسان بنشاطاته المختلفة. ان دراسة ومتابعة مختلف تغيرات الغطاء النباتي يتطلب استعمال الوسائل الحديثة؛ ولعل تقنية الاستشعار عن بعد هي أمثل طريقة في هذا العمل فمننا بدراسة تقنية لمنطقة لرجام ولاية تسمسليت باستعمال الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية تحليل صور 2015 و2020 أثبت تطور ملحوظ في انخفاض الفراغات بنسبة 4.355 %

الكلمات المفتاحية: لرجام –تسمسليت– مؤشر الغطاء النباتي -نظام المعلومات الجغرافية

Résumé

Le changement de couvert végétal dans les écosystèmes forestiers liés directement à des factures naturel ou des factures anthropiques.

L'étude et le suivi des changements subis au niveau des massifs forestiers nécessitent l'utilisation des techniques nouvelles pour gérer l'espace. L'outil « télédétection » reste une voie incontournable. Ainsi, une étude technique a été menée sur la forêt de Lardjem dans la wilaya de Tissemsilt en utilisant la télédétection et les SIG.

L'image de l'année 2015 et celle de 2020 montrent une légère amélioration traduite par une évolution progressive. Les vides ont diminués pour atteindre 4.355%.

Mots clés : lardjam – Tissemsilt–Indice de végétation–SIG

Summary

The change of plant cover in the forest ecosystem read directly to natural bills or anthropique bills.

The study and monitoring of changes at the level of forest require the use of new techniques to manage space. Tool remains an inescapable way. As a technical study was led on the forest of Lardjem in the wilaya of Tissemsilt by using remote sensing and SIG.

The image of 2015 and 2020 show a slight improvement reflects a gradual evolution. Gaps were reduced to 4.355%.

Key words: Lardjam–Tissemsilt– Vegetation index–SIG