

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

UNIVERSITE de TLEMCEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de
La Terre et de l'Univers

Département des Ressources Forestière

Aménagement et gestion forestier

MEMOIRE

Présentée par

ZIANI Amel

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En FORESTERIE

Thème

**Contribution à la cartographie du couvert végétal
de la région de Tiaret-Tissemsilt.**

Soutenu le /07/2021, devant le jury composé de:

Présidente	Mme RABAH FISSA Amina	M.A.A.	Université de TLEMCEM
Encadreur	Mr BENABDALLAH MOHAMMED ALI	M.C.A.	Université de TLEMCEM
Examinatrice	Mme KORSO LAMIA	M.A.A.	Université de TLEMCEM

ملخص: تتميز منطقة تيارت - تيسمسيلت الواقعة في شمال الجزائر بثرائها الحرجي ، لا سيما بوجود غابات الصنوبر الحلبي وغابات الأرز الأطلس ، في حالة منتزه ثنيت الحد الوطني. من أجل معرفة حالة الغطاء النباتي في هذه المنطقة ، قمنا بتنفيذ هذا العمل الذي يتمثل في إجراء دراسة خرائط للغطاء النباتي الموجود حاليًا في هذه المنطقة. يتطلب تنفيذ الجزء الخرائطي استخدام أدوات الاستشعار عن بعد بالكمبيوتر بناءً على تحديد مؤشر الغطاء النباتي (N.D.V.I) أتاح تصنيف هذا المؤشر تحديد 04 فئات فيما يتعلق بكثافة الغطاء النباتي "الفئة 1 (-1-0) N.D.V.I (منخفضة جدًا (11.25%) ؛ الفئة 2 (0-0.1) N.D.V.I (منخفضة (57.10%) ؛ Class3 (0.1-0.5) N.D.V.I متوسط (25.66%) ؛ فئة 4 (0.5-1) N.D.V.I قوي (5.99%)". تم إعداد قائمة جرد شجرية للحصول على فكرة عن كثافة التكوينات الحرجية الرئيسية التي لها غطاء حرجي كبير إلى حد ما. تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها على أهمية طبقة الغطاء النباتي الكثيف وتظهر أن منطقة دراستنا بها كثافة عالية من الأشجار (332 جذع / هكتار) مع جزول الصنوبر الحلبي (ولاية تيارت) و (262 جذع / هكتار) في أرز أطلس ، منتزه ثنيت الحد الوطني (ولاية تيسمسيلت). يبلغ متوسط كثافة الأشجار في هاتين المنطقتين الحرجيتين 297 شجرة / هكتار. من خلال تحليل تقرير الحريق فيما يتعلق بحالة غطاء المصنع ، تمكنا من إظهار أن الخسارة السنوية للغطاء النباتي تبلغ 0.43% في المتوسط لمدة 4 سنوات (2017-2020). وهذا يؤكد حالة تدهور الغطاء النباتي ، ومن هنا تأتي الحاجة إلى تنفيذ خطة تنمية DFCI من أجل حماية هذه الغابات من الحرائق. أخيرًا ، تُظهر خرائط دليل الغطاء النباتي التي تم إنشاؤها في إطار هذه الدراسة فعالية أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، والتي يطلبها بشدة العاملون في مجال الغابات في سياق تطوير وإدارة ورصد الظواهر مثل حرائق الغابات. الكلمات المفتاحية: رسم الخرائط ، غطاء النبات ، الاستشعار عن بعد ، مؤشر NDVI ، جرد الأشجار ، حرائق الغابات.

Résumé : La région de Tiaret-Tissemsilt qui se situe dans le Nord Algérien, est caractérisée par sa richesse forestière, notamment par la présence des forêts de pin d'Alep et de cèdre d'atlas cas du parc national de Thniet El-had. Afin de connaître l'état du couvert végétal forestier de cette région, nous avons effectué ce travail qui consiste à faire une étude cartographique sur le couvert végétal existant actuellement dans cette zone. La réalisation de la partie cartographique, nécessite l'application des outils informatiques de télédétection basée sur la détermination de l'indice de végétation (N.D.V.I). La classification de cet indice a permis de déterminer 04 classes en relation avec la densité du couvert végétal « Classe 1 (-1-0) N.D.V.I Très faible (11,25%) ; Classe2 (0-0.1) N.D.V.I Faible(57,10%) ; Classe3 (0.1-0.5) N.D.V.I Moyen (25,66%) ; Classe 4 (0.5-1) N.D.V.I Fort (5,99%) ». Un inventaire dendrométrique a été mis en place pour avoir une idée sur la densité des principales formations forestières qui présentent un couvert forestier assez important. Les résultats obtenus confirment l'importance de la classe du couvert végétal dense et montrent que notre zone d'étude présente une densité importante des arbres (332 tiges/ha) à FD. Guezoul de pin d'Alep (Wilaya de Tiaret) et (262 tiges/ha) à FD. de cèdre d'Atlas, parc national de Thniet El-Had (Wilaya de Tissemsilt). La densité moyenne des arbres concernant ces deux zones forestières est de 297 arbres/ha. Par une analyse du bilan d'incendie en relation avec l'état du couvert végétal nous avons pu montrer que la perte annuelle du couvert végétal est de 0.43% en moyenne pour une période de 4ans (2017-2020). Cela confirme l'état de dégradation du couvert végétal, d'où la nécessité de réaliser un plan d'aménagement de D.F.C.I a fin de protéger ces forêts contre les incendies. Enfin, les cartes d'indice de végétation établies dans le cadre de cette étude, montre l'efficacité des outils télédétection et S.I.G, qui sont très exigés par les forestiers dans le cadre d'aménagement, de gestion et de suivi des phénomènes comme les feux de forêts.

Mots clés : Cartographie, Couvert végétal, Télédétection, N.D.V.I, Inventaire dendrométrique, Incendies de forêts, Tiaret-Tissemsilt.

Summary: The Tiaret-Tissemsilt region, which is located in northern Algeria, is characterized by its forest richness, in particular by the presence of Aleppo pine and Atlas cedar forests, in the case of Thniet El-had national park. In order to know the state of the forest plant cover in this region, we carried out this work which consists in carrying out a cartographic study on the plant cover currently existing in this area. Carrying out the cartographic part requires the application of computer remote sensing tools based on the determination of the vegetation index (N.D.V.I). The classification of this index made it possible to determine 04 classes in relation to the density of the vegetation cover "Class 1 (-1-0) N.D.V.I Very low (11.25%); Class2 (0-0.1) N.D.V.I Low (57.10%); Class3 (0.1-0.5) N.D.V.I Medium (25.66%); Class 4 (0.5-1) N.D.V.I Strong (5.99%)". A dendrometric inventory was set up to get an idea of the density of the main forest formations which have a fairly large forest cover. The results obtained confirm the importance of the dense vegetation cover class and show that our study area has a high density of trees (332 stems / ha) with FD. Aleppo pine guezoul (Wilaya de Tiaret) and (262 stems / ha) in FD. of Atlas cedar, Thniet El-Had National Park (Wilaya of Tissemsilt). The average tree density for these two forest areas is 297 trees / ha. By an analysis of the fire report in relation to the state of the plant cover we were able to show that the annual loss of plant cover is 0.43% on average for a period of 4 years (2017-2020). This confirms the state of degradation of the plant cover, hence the need to carry out a development plan of D.F.C.I in order to protect these forests against fires. Finally, the vegetation index maps established within the framework of this study, show the effectiveness of remote sensing and GIS tools, which are highly demanded by foresters in the context of development, management and monitoring of phenomena such as forest fires.

Keywords: Cartography, Vegetation cover, Remote sensing, N.D.V.I, Dendrometric inventory, Forest fires, Tiaret-Tissemsilt.

Remerciements

Mes remerciements vont tout particulièrement

À Mr. BENABDELLAH Mohammed Ali, Maître de conférences à l'université de Tlemcen qui a bien voulu assurer mon encadrement. Je le remercie infiniment pour sa patience avec moi, ses conseils et ses orientations, qui m'ont aidé pour mener à bien ce travail.

Je remercie également les membres du jury qui ont accepté d'examiner mon travail et m'ont apporté leur jugement d'experts :

Mme RABAH FISSA Amina Maître assistant à l'université de Tlemcen autant que présidente de jury.

Mme KORSO LAMIA Maître assistant à l'université de Tlemcen, qui a accepté d'examiner ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à tous mes enseignants qui ont participé à ma formation pendant toutes mes années d'étude.

Je remercie également les membres de la conservation des forêts de la wilaya de Tiaret, spécialement le chef de service de protection « GUITTOUN Yamina Nabila » et le chef bureau de gestion « NOUAR Belgacem » ; Ainsi les membres de la conservation des forêts de la Wilaya de Tissemsilt, plus particulièrement le chef du bureau « MEZIANE Boualem », sans oublier de remercier Mr. ZADEK Abdenour, Sami MOKADEM et Boualem BALKAID, agents du parc national de Theniet El-Had.

Enfin, un remerciement particulier s'adresse à Mr ZAOUI Mostafa pour son aide apporté dans la partie SIG et télédétection de notre mémoire de master.

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes parents. C'est Très difficile d'exprimer mes sentiments envers eux par des simples mots ; je voulais les remercier énormément pour leur amour, affection, encouragements et sacrifices.

Que Dieu les garde.

Mes dédicaces vont également aux ingénieurs, surtout NOUAR Belgacem et Zadek Abdenour, Sami Mokadem qui ont beaucoup m'aidé à réaliser mon travail sur le terrain.

À mes sœurs, Nezha, Aïcha, Dalila Bent alnabi, Souad Chaïma gabi Khadija et surtout mon neveu Adem et mes nièces Amel, Alaa et Malak.

Spécialement à mon oncle Mohamed, Nasser et Hamza.

À mes amies de ma promotion de Master 2 : Ressource forestières : Fatima FEKIH, Ahlem, Fatima MESSAIDIA, Djalila, Moufida et Sihame.

À Mes proches amis : Amel, Asma, Sara, Fadila et Mohamed

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
• CHAPITRE I: LA TELEDETECTION.....	04
1. Définition de la télédétection.....	04
2. Historique de l'outil de télédétection.....	04
3. Les domaines d'application de la télédétection.....	05
4. Les bases de la télédétection.....	06
4.1. Le rayonnement électromagnétique.....	06
4.2.1. La réponse spectrale.....	09
4.2.2. La résolution spatiale.....	11
5. Système de télédétection spatiale utilisé.....	11
5.1. Images satellitaires.....	11
5.2. Les Satellites Landsat.....	11
5.3. Composition colorée Rouge-vert-bleu (RVB).....	13
5.4. La classification d'image satellitaire.....	14
5.4.1. Les méthodes de classification non assistées.....	14
5.4.2. Les méthodes de classification assistées (supervisée).....	14
5.5. Interprétation des images.....	15
• CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	17
1. Situation géographique.....	17
1.1 Tiaret	17
1.2 Tissemsilte.....	18
2. Relief.....	18
2.1 Tiaret.....	19
2.2 Tissemsilte	20
3. Géologie	21

3.1 Tiaret.....	21
3.1 Tissemsilte	22
4. Le Sol.....	22
4.2 Tissemsilte.....	23
5. hydrologie.....	23
5.1.Tiaret.....	23
5.2Tissemsilte.....	24
6. la flore.....	25
6.1Tiaret.....	25
6.2 Tissemsilte	25
7. La faune.....	25
8. Le climat.....	26
8.1La température.....	26
8.2 Précipitations.....	28
8.3 Le vent.....	29
9. Diagramme Ombrothermique.....	30
10. Climagramme pluviothermique.....	31

• CHAPITR III: MATÉRIEL ET METHODE

1.Méthode d'élaboration de la carte du couvert végétal.....	36
1.1.Travail au bureau:(partie cartographique).....	36
1.1.1 Approche méthodologie que pour la cartographie de végétal.....	36
1.1.2. Données et matériels utilisés.....	36
1.1.2.1. Micro-ordinateur.....	37
1.1.2.2 .Logiciels informatiques.....	37
1.1.2.2.1 .LeslogicielsS.I.G:Mapinfo8.0-Vertical Mapper (VM3.0).....	37
1.1.2.2.2 .Logiciel Google Earth.....	38
1.1.2.2.3. ENVI4.7.....	38
1.1.3. Traitementdel'imagesatellitairereparlelogicielE.N.V.I.....	39
1.1.3.1. Acquisition de l'image satellitaire.....	40
1.1.3.2.Composition colorée.....	40
1.1.3.3. Extraction de l'image.....	41
1.1.3.4. Détermination de l'indice« N.D.V.I».....	41

1.1.3.5. Classification de l’N.D. V.I.....	42
1.2. Travail sur le terrain.....	42
1.2.1 Installation des placettes.....	43
1.2.2. Mesures dendrométriques.....	44
1.2.2.1 Mesure de la Circonférence à 1.30 m.....	44
1.2.2.2. Mesure de la hauteur des arbres.....	45

• **CHAPITRIV: RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

1. Résultats et interprétations.....	48
1.1 Carte de l’indice de végétation de la Wilaya de Tiaret.....	48
1.2 Carte de l’indice de végétation de la Wilaya de Tissemsilt.....	53
1.3 Couvert végétal de la région de Tiaret-Tissemsilt.....	56
1.4 Données de terrain.....	58
1.4.1 Hauteur moyenne des arbres.....	59
1.4.2 Circonférence moyenne des arbres.....	60
1.4.3 La densité des arbres.....	61
1.5. Le couvert végétal et les incendie de foret	63
Conclusion générale	65

La liste des figures

Fig. 1 : les spectres électromagnétiques utilisés par la Télédétection (GIRARD et GIRARD, 1999).....	08
Fig. 2 :Les types des capteurs actif et passif.....	09
Fig. 3 : Signatures spectrales de quelque objet : neige, végétation, sol et eau (Lhomme, 201.....	10
Fig. 4 : Les satellites LANDSAT TM (Thematic Mapper), Thematic Mapper Plus (ETM+) et OLI (Operational Land Imager) (Web 3).....	12
Fig. 5 :Localisation de la région d'étude(Tiaret-Tissemsilt) sur l'image Google earth.....	17
Fig. 6 : Carte de situation géographique de la wilaya de Tiaret (Web1).....	18
Fig. 7 :Découpage administrative de la conservation des forêts de Tissemsilt (C.F.Tissemsilt).....	19
Fig. 8 :Représentation du relief dans la Wilaya de Tiaret à partir du M.N.T -Map info-VM-(ZIANI2021).....	20
Fig. 9 : Représentation du relief dans la Wilaya de Tissemsilt à partir du M.N.T -Map info-VM-(ZIANI2021).....	21
Fig. 10 :Variation des températures dans la Wilaya de Tissemsilt.....	27
Fig. 11 :Variation des températures dans la Wilaya de Tiaret.....	28
Fig. 12 :Variation des précipitations mensuelles dans la région d'étude.....	29
Fig. 13 :Variation mensuelle des vitesses du vent dans la région d'étude.....	30
Fig. 14 : Diagramme Ombrothermique de la station de Tiaret	31
Fig.15 :DiagrammeOmbrothermique de la stationde Tissemsilt.....	31
Fig. 16 :Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2)des stations :Tiaret et Tissemsilt.....	34
Fig. 17 : Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(VM), utilisé dans l'étude cartographie	37
Fig. 18 : Délimitation de la région d'étude (Tiaret-Tissemsilt)sur Google earth.....	38
Fig. 19 :Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT8O.L.I.	39
Fig. 20 : Les images Landsat 8 O.L.I de la région d'étude «Tiaret-Tissemsilt ». (Path195;Row035) (Mars année 2018).....	40

Fig. 21: Le matériel utilisé sur terrain(Cliché ZIANI, Mai 2021).....	43
Fig. 22: Installation des placettes à l'aide d'une roulette et des jalons (Cliché ZIANI,2021).....	44
Fig. 23 : Mesure de la circonférence des arbres à l'aide d'un ruban mètre (Cliché ZIANI,2021)...	44
Fig. 24 : Mesure de la hauteur des arbres :a: Mesure de la hauteur des arbres de cèdre (Cliché ZIANI,2021).....	46
Fig. 25: Carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la Wilaya de Tiaret.....	48
Fig. 26: Carte du couvert végétal de la Wilaya de Tiaret (Image classifiée par l'E.N.V.I.....	50
Fig. 27 : Représentation graphique de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Wilaya de Tiaret).....	51
Fig.28: Pourcentage de la superficie des classes –N.D.V.I-Mars 2018(Wilaya de Tiaret).....	52
Fig. 29 : Carte de l'indice de végétation (N.D.V.I, année2018)de la Wilaya de Tissemsilt.....	53
Fig. 30: Carte du couvert végétal de la Wilaya de Tissemsilt (Image classifiée par l'E.N.V.I).....	54
Fig. 31 : Représentation graphique de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018(Wilaya de Tissemsilt).....	55
Fig. 32 : Pourcentage de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Wilaya de Tissemsilt).....	55
Fig. 33: Représentation graphique des superficies des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Région de Tiaret-Tissemsilt).....	57
Fig. 34 : Pourcentage des superficies des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Région de Tiaret-Tissemsilt).....	57
Fig. 35: Variation de hauteur moyenne au niveau de FD. Guezoul (Tiaret)et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt).....	60
Fig. 36 : Variation de la circonférence moyenne au niveau de FD. Guezoul (Tiaret) et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt).....	60
Fig. 37: Variation de densité des arbres au niveau de FD .Guezoul (Tiaret)et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt)	61
Fig. 38: Etat du couvert végétal du pin d'Alep de la forêt de Guezoul (Wilaya de Tiaret).....	62
Fig. 39: Etat du couvert végétal de cèdre d'atlas dans le parc national de Thniet El-had(Wilaya de Tissemsilt).....	62

Fig. 40: Représentation graphique du couvert végétal forestier et les superficies incendiées ,au cours delapériode2017-2020 (WilayadeTiaretet Tissemsilte.....64

La liste des tableaux

Tab. 1: Bandes multi-spectrales dusatelliteLandsat8 OLI: opérationnel.....	13
Tab. 2: Les caractéristiques de la station de référence.....	26
Tab. 3 : Les températures moyennes mensuelles et annuelles de la région d'étude « 2000-2015 »..	27
Tab. 4 : Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles durant la période (2000-2015).....	28
Tab. 5 : Répartition mensuelle des vitesses du vent dans la région d'étude.....	30
Tab. 6: Valeurs du Quotient pluviothermi que d'EMBERGER (Q2).....	32
Tab. 7: Longueurs d'ondes et couleurs affectées pour cheque bande spectrale.....	41
Tab. 8 : Superficie des classes de l'indice de végétation N.D.V.I, Mars 2018 (Wilaya de Tiaret)...	51
Tab. 9 : Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I, Mars 2018» de la Wilaya de Tissemsilt).....	54
Tab. 10 : Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I, Mars 2018» de la région de Tiaret-Tissemsilt).....	56
Tab. 11 : Caractéristiques dendrométriques de la forêt de pin d'Alep de Guezoul dans la Wilaya de Tiaret).....	59
Tab. 12 : Caractéristiques dendrométriques de la forêt de cèdre d'atlas au niveau duparcnational de Thniet El-had (Wilaya de Tissemsilt).....	59
Tab. 13 : Couvert végétal forestier en relation avec les superficies incendiées et le taux de perte annuel du couvert forestier, période 2017-2020 (Région Tiaret- Tissemsilt).....	63

Liste d'abréviations

- ✓ C.F :Conservation des forêts de la willaya de Tissemsilt
- ✓ C.F.T: conservation des forêts de la willaya de Tiaret
- ✓ D.R.E : Direction des ressources d'eau.
- ✓ C.I.T.T.A : Comité interministériel de terminologie pour la télédétection aérospatiale, 1988).
- ✓ F.A.O, 2000, Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. FAO, Rome, 50p.
- ✓ N.D.V.I : Normalized Difference Vegetation Index (Indice de végétation par différence normalisé)

**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, le couvert végétal revêt un caractère particulièrement important ; en effet, les forêts constituent un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des zones rurales et du pays d'une manière globale. La végétation naturelle joue un rôle très important dans la protection des terrains et des bassins versants contre l'érosion, la lutte contre la désertification, l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement (F.A.O, 2000).

Actuellement, le couvert forestier global en Algérie est d'environ 4,1 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 16,4% pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % pour toute l'Algérie. Néanmoins, seuls 1.3 million d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. À l'instar des pays du pourtour méditerranéen, l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier. Parmi toutes les agressions que subit la forêt méditerranéenne en général et la forêt algérienne en particulier, l'incendie est le plus dévastateur. Par sa destruction massive des peuplements, il dégrade les sols, déforme les paysages et compromet la pérennité de la forêt. En Algérie, La surface parcourue annuellement par le feu varie entre 20 000 et 30 000 hectares. Il en résulte de très lourdes charges pour la société toute entière, pour l'Etat et les collectivités locales en particulier (MISSOUMI ET TADJEROUNI., 2003).

La région de Tiaret-Tissemsilt, fait partie du domaine forestier national algérien avec une superficie totale de 2331900 ha. Cette zone forestière renferme un tapis végétal naturel à base de pin d'Alep et de chêne vert ; le cèdre d'Atlas caractérise les forêts de la zone de Tissemsilt.

Dans ce travail de mémoire nous avons essayé de faire une étude cartographique sur le couvert végétal forestier existant actuellement dans la région de Tiaret-Tissemsilt afin de mieux gérer l'espace naturelle de cette zone forestière par excellence.

D'après, **JAZIRI (2011)** La cartographie est la représentation simplifiée, plane et scientifique d'une partie de la surface terrestre, selon une échelle bien déterminée. Aujourd'hui les techniques d'observations de la terre, d'analyses et de cartographie ont beaucoup évolué et ont cédé la place à l'événement d'un nouvel outil de la géomatique qui est la télédétection et le système d'information géographique S.I.G (**HADDOUCHE, 1998**).

Pour la réalisation de cette partie cartographique et afin de faciliter cette tâche, nous avons utilisé l'outil de télédétection pour l'établissement des différentes cartes de l'indice de végétation N.D.V.I. En plus de la cartographie, un inventaire dendrométrique a été fait au niveau de la zone d'étude pour déterminer la densité des arbres au sein des formations forestières les plus importantes dans la zone d'étude.

Cette étude a été abordée comme suit : le premier chapitre est réservé pour une synthèse bibliographique sur la télédétection. La présentation de la zone d'étude est abordée dans le deuxième chapitre. Le troisième chapitre a porté sur la méthodologie et le matériel utilisé pour la cartographie du couvert végétal de la région d'étude (Tiaret-Tissemsilt) ; ainsi que la réalisation d'un inventaire dendrométrique. Le quatrième chapitre est consacré pour les résultats et l'interprétation.

Chapitre I

La télédétection

Chapitre I : La télédétection

1. Définition de la télédétection

Apparu en 1971, le terme «télédétection» vient du grec tele, qui signifie «éloigné», et du latin, qui signifie «découvrir» Plusieurs définitions de la télédétection sont données. Nous notons :

Un ensemble de connaissances et de technologies pour déterminer les caractéristiques physiques et biologiques de l'objet par mesure à distance sans contact substantiel avec l'objet (**C.I.T.T.A, 1988**).

La télédétection est définie comme un ensemble de technologies mises en œuvre à partir d'avions, de ballons ou de satellites, conçues pour étudier la surface de la terre ou d'autres planètes, ou utiliser des satellites pour étudier les caractéristiques des ondes électromagnétiques émises, réfléchies ou diffractées par différents objets observés dans l'atmosphère (**SCANVIC, 1983**).

La télédétection est une méthode pour comprendre les objets et étudier leurs caractéristiques spectrales. Cela se fait en étudiant les caractéristiques des ondes électromagnétiques réfléchies ou émises par ces objets. Il est basé sur le principe que chaque objet absorbe, émet, diffuse et réfléchit le rayonnement qui lui est propre, et il peut être enregistré et analysé (**DESHAYES et al. 1990**).

La télédétection utilisera les mesures et les images recueillies à partir de la plateforme aéroportée pour observer, analyser, interpréter et gérer toutes les connaissances et technologies de l'environnement, de l'espace, de la terre ou de l'océan. Le principe est d'obtenir des informations à distance sans contact direct avec l'objet détecté (**GIRARD et GIRARD, 1999**).

2. Historique de l'outil de télédétection

La télédétection est un ensemble de technologies et de procédures utilisées pour obtenir des informations sur des objets ou des zones éloignées, sans contact physique ; par réflexion des rayonnements.

Le jour de la première photographie aérienne apparue, la télédétection est devenue possible (SCANVIC, 1983 ; DUBUSQ, 1989 ; BONN ET ROCHON, 1993).

GASPARD a déclaré en 1858 que le ballon captif qui avait été converti d'une cabine en une pièce sombre a déclaré, "NADAR" a pris la première photographie aérienne.

BATUT(1886) a testé le vecteur de cap à partir de la batterie de cerf-volant ; Il a réussi à obtenir une photo de plus de 100 m. **AMAUL(1906)** a photographié la fusée et **NEUBRONNER** a photographié le pigeon voyageur modéré en 1909.

Pendant la première Guerre mondiale, la technologie de la photographie aérienne a prospéré, avec plus de 10000 photos par jour. Les développements technologiques expliqués par les photos sont étroitement liés à la recherche de renseignements à des fins militaires.

Depuis le début du XXe siècle, le développement du domaine de l'aviation a pu sillonner et obtenir un profil environnemental initialement restreint.

Dans le même temps, de nombreux capteurs ont développé un film en couleur et ce en 1985 avec la sortie du premier film en couleur vendu par Kodak.

La photographie aérienne est le plus ancien support utilisé, donnant lieu à une interprétation photographique (photo-interprétation). Il a toujours apporté une vision globale de notre environnement, mais sans réduire le spectre de couleur perceptible (zone visible). Rayonnement infrarouge (domaine invisible) découvert par **HARSHEL** en 1800. Il n'a été utilisé pour la première fois qu'en 1960. Pour étudier la végétation et détecter les maladies des plantes il a été lancé les premiers satellites météorologiques Tiros- 1 en 1960 et le satellite Tiros -1 qui a été équipé d'une caméra TV pour surveiller la couverture nuageuse.

3. Les domaines d'application de la télédétection

Généralement, trois grands domaines ont bénéficié de l'outil télédétection (**KERGOMARD, 2004**):

- L'étude de l'atmosphère (météorologie et climatologie) .L'importance de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale et très fréquemment

répétée de la planète entière ; par contre la résolution spatiale n'est pas primordiale pour les applications météorologiques.

- L'océanographie : la télédétection donne l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels comme les bateaux. Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie comme les températures de surface de l'océan par exemple.

- Les applications terrestres de la télédétection sont extrêmement variées et le champ des utilisations ne cesse de s'élargir (la cartographie, la géologie et la prospection minière, mais aussi la surveillance des cultures ou du couvert forestier, l'urbanisme, l'aménagement, la génie civil, etc. ..).

- Enfin il faut souligner que le traitement de l'imagerie satellitaire numérique est une discipline en constant développement. En effet, la baisse du coût du matériel informatique a entraîné une augmentation rapide du nombre des utilisateurs.

4. Les bases de la télédétection

La télédétection étant un moyen d'observation de la Terre, il n'est possible d'étudier que le rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi par les objets au sol. Il regroupe toutes les techniques de collecte, de traitement et d'interprétation des informations contenues dans ces rayonnements.

La télédétection est basée sur le principe de base selon lequel une correspondance biunivoque peut être établie entre le rayonnement mesuré et les caractéristiques des objets (**FOURNIER et al.,1976 ; MEDERBAL,1983**).

4.1 Le rayonnement électromagnétique

Les éléments de base de la télédétection sont des appareils d'enregistrement électromagnétiques ou «capteurs» portés par des plates-formes ou des «vecteurs», et un ensemble d'appareils qui garantissent que les informations collectées sont converties en données qui peuvent être facilement assimilées pour l'interprétation.

En enregistrant la luminosité reflétée par la terre, le capteur peut obtenir des données sur l'objet de recherche dans la bande de données de longueur d'onde. Celles-ci dépendent non seulement des caractéristiques de la surface réfléchissante, mais aussi des facteurs atmosphériques et de la géométrie du système "capteur cible solaire".

Les capteurs sont de types :

a- Les capteurs actifs : sont à la fois émetteurs et récepteurs (les radars, les lasers...)

b- Les capteurs passifs : sont uniquement récepteurs (les radiomètres, caméras...)

Les vecteurs sont de quatre sortes :

- Ceux qui opèrent à quelques mètres du sol : grues, ou véhicules qui supportent des radiomètres ou appareils photographique.
- Ceux qui opèrent entre la dizaine de mètre et la dizaine de kilomètre : avions, hélicoptères et ballons.
- Ceux qui opèrent entre la dizaine et la centaine de kilomètres : ballons stratosphériques.
- Ceux qui opèrent entre 200 et 40.000 Km : satellites.

Le spectre électromagnétique doit être compris comme se référant à la courbe de distribution de l'énergie diffusée par la surface (réflectivité en lumière visible et proche infrarouge, émissivité dans le thermique) avec la longueur d'onde.

Les principales zones employées dans la mesure de la télédétection sont :

1- Les ondes non visibles

- Ultraviolet (0,35-0,40 μ m)
- Proche infrarouge (0,70-0,90 μ m)

2- Les ondes visibles :

- Visible (0,40-0,70 μ m)

L'œil humain ne peut voir que la synthèse des trois bandes suivantes :

- 0,40-0,50 μ m (bleu)
- 0,50-0,60 μ m (vert-jaune)
- 0,60-0,70 μ m (rouge)

La technologie de télédétection diffère les unes des autres en termes de type de vecteur (avion ou satellite), de méthode d'acquisition (analogique ou numérique), de résolution spatiale, de plage spectrale utilisée et de surface observée.

L'atmosphère permet uniquement au rayonnement solaire de traverser un nombre limité de bandes spectrales appelées fenêtres atmosphériques. Si l'atmosphère est relativement transparente en lumière visible et possède une grande fenêtre, cela signifie que cette partie du spectre n'est pas utilisée en télédétection.

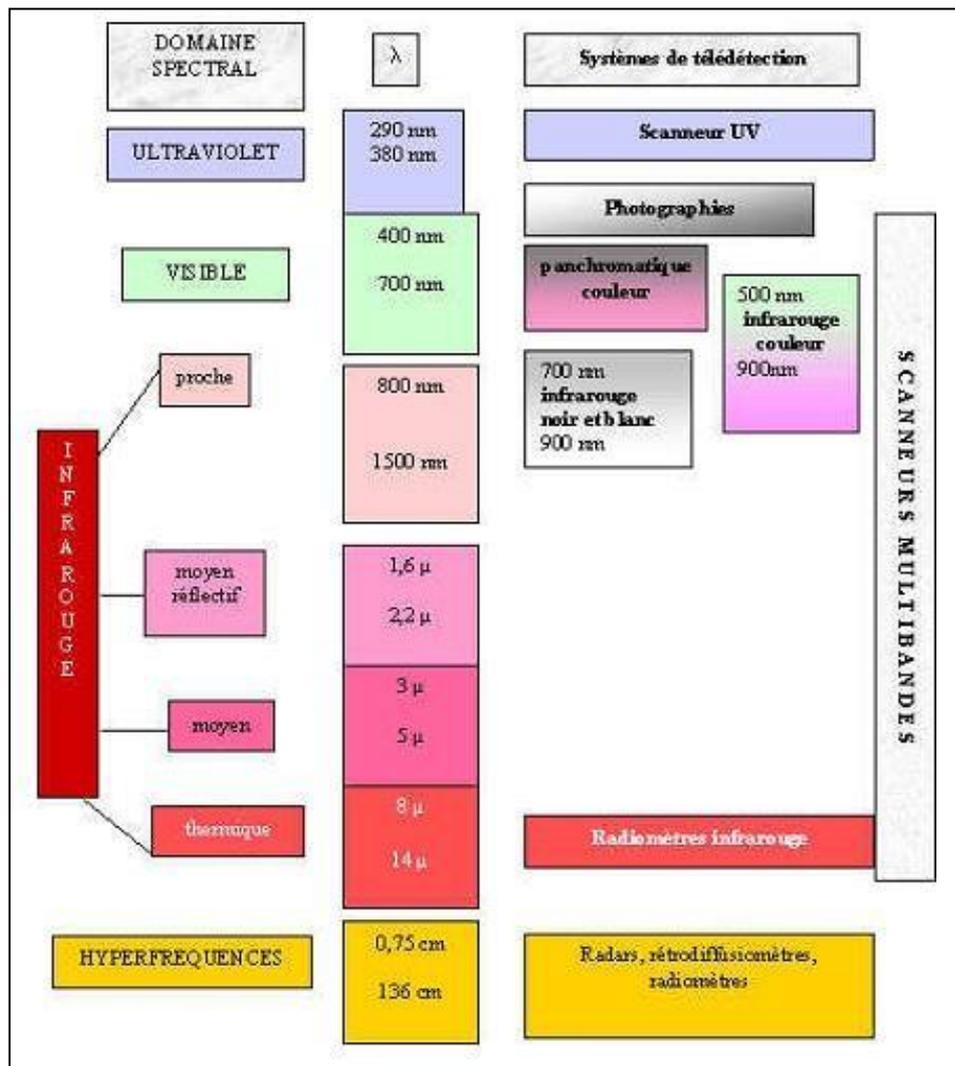


Fig.1: les spectres électromagnétiques utilisés par la Télédétection (GIRARD et GIRARD, 1999)

4.1.1. Source d'énergie électromagnétique

Dans le domaine de la télédétection, comme l'ont démontré certaines expériences, les caractéristiques physiques et morphologiques d'un objet dépendent de son comportement spécifique à différentes longueurs d'onde. D'une part, chaque élément à la surface de la terre peut absorber, transmettre ou réfléchir le rayonnement émis par

des sources électromagnétiques naturelles (télédétection passive) ou artificielles (télédétection active).

a -Source naturelles :

Les ressources naturelles sont également appelées sources de chaleur. Un corps noir est un radiateur idéal car il libère toute l'énergie absorbée. Le rayonnement du soleil correspond grosso modo au rayonnement du corps noir. La terre représente également une source d'énergie qui rayonne principalement dans l'infrarouge lointain. Lorsque la température est supérieure à -273°C , tous les objets à la surface de la terre émettent un rayonnement.

b-Source artificielles :

La source artificielle se compose de divers appareils, tels que le laser et le radar. Ils comprennent la génération artificielle de rayonnement et l'enregistrement de signaux réfléchis par la surface cible.

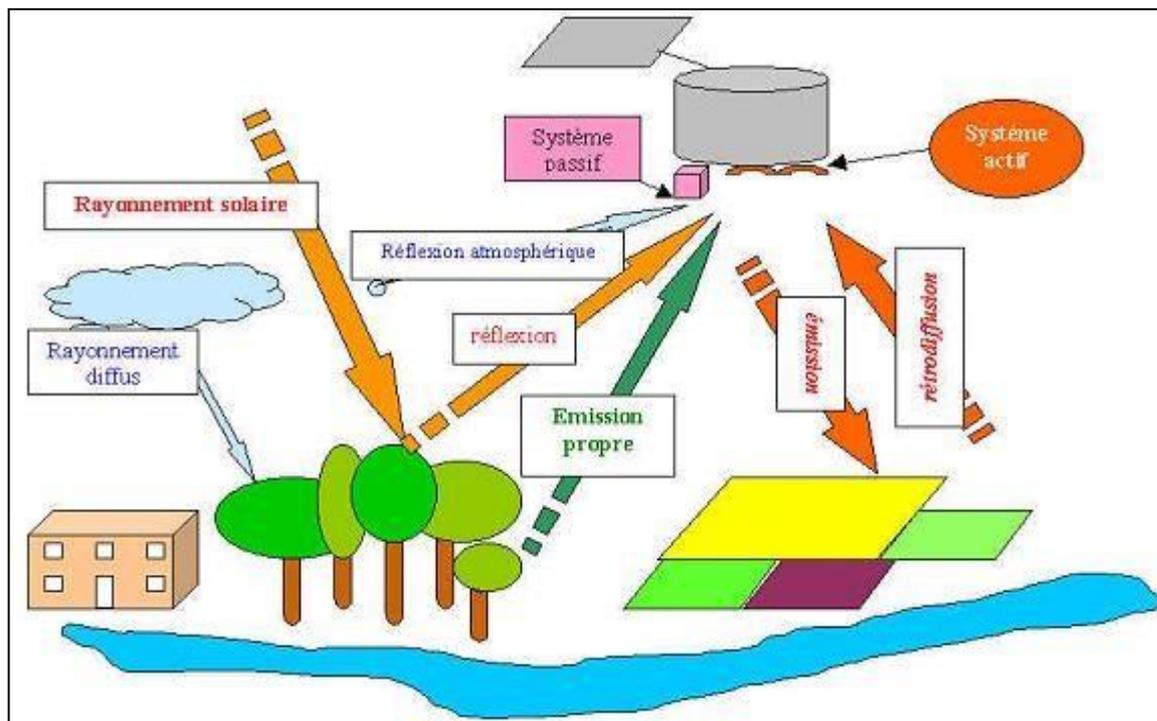


Fig.2 : Les types des capteurs: actif et passif

4.1.2. La réponse spectrale

Au niveau de la cible, le rayonnement électromagnétique est réfléchi, absorbé et transmis dans des proportions variables. C'est l'interaction rayonnement et surface terrestres.

Chaque objet reflète une partie du rayonnement qu'il reçoit. Le rapport de l'énergie réfléchie à l'énergie incidente totale est appelé albédo. En télédétection optique, la réflectance est utilisée pour faire référence à la proportion d'énergie réfléchie dans une direction donnée, en particulier dans la direction du capteur. Donc, le rapport du rayonnement réfléchi au rayonnement incident est appelé réflectance

($\rho\lambda$). De la même façon, on peut définir l'absorption ($\alpha\lambda$) et la transmittance ($\tau\lambda$). Les capteurs utilisés en télédétection mesurent généralement le rayonnement réfléchi et donc la réflectance des objets (**Polidori, 2002**).

La variation de réflectivité (réflectance) avec la longueur d'onde est appelé la signature spectrale. On utilise, donc les différences de signatures spectrales pour différencier les objets localisés au sol (**Lhomme, 2013**). La figure N° 03 : représente les signatures spectrales de quelque objet.

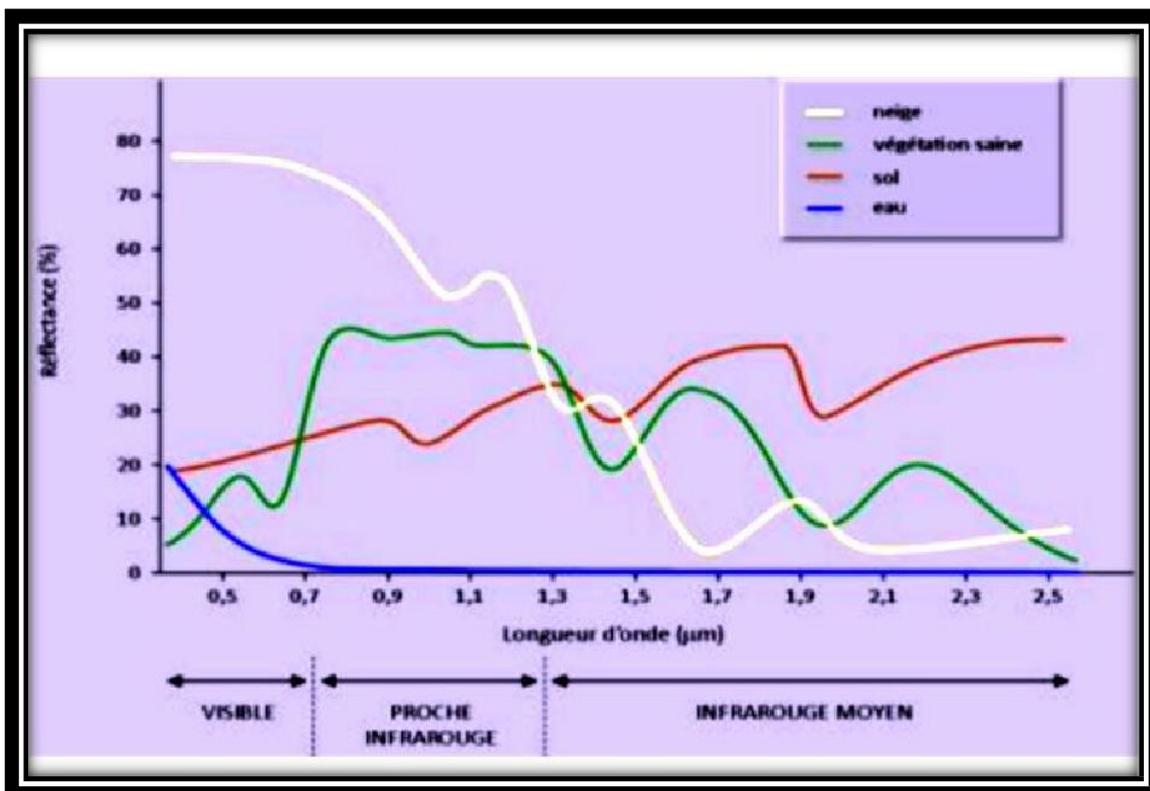


Fig. 3: Signatures spectrales de quelque objets : neige, végétation, sol et eau (**LHOMME, 2013**).

4.2 La résolution spatiale

Le premier fait important sur la compréhension des images satellites est leur résolution spatiale. La résolution spatiale de l'image est la distance minimale entre deux objets adjacents que le capteur peut reconnaître. Les images satellites sont composées de nombreux carrés appelés pixels. Les pixels représentent les plus petites unités qui apparaissent sur les images satellite, ce qui est très important. Les pixels réunis fournissent toutes les informations qui composent l'image entière. Chaque pixel de l'image a une valeur. Cette valeur correspond à l'intensité du rayonnement réfléchi par les objets observés dans la gamme de longueurs d'onde où le capteur est sensible.

5. Système de télédétection spatiale utilisé

5.1 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 telle que l'information propre à l'occupation des sols et à la végétation puisse être mise en évidence. Les images issues du satellite LANDSAT sont les plus utilisées dans les études académiques sur la télédétection.

5.2 Les Satellites Landsat

Les satellites de la série Landsat, portent plusieurs capteurs comme les systèmes TM (Thematic Mapper), Thematic Mapper Plus (ETM+) et plus tard (OLI : Operational Land Imager) avec le capteur infrarouge thermique (TIRS) pour le Landsat 8 .

Les Satellites Landsat précédents : Initialement connu sous le nom de « Satellite 1 » de la technologie des ressources terrestres, Landsat 1 a été lancé en 1972 , puis il a été désactivé en 1978. Les données du satellite

Landsat 1 ont été utilisées pour la reconnaissance de la nouvelle île au large des côtes Canada en 1976, qui a été nommée par la suite île Landsat.

Landsat 2 a été lancé en 1975 en suite, désactivé en 1982. Landsat 3 a été lancé en 1987 puis désactivé en 1983. Landsat 4 a été lancé en 1982 et a cessé d'envoyer des données et des informations spatiales en 1993.

Landsat 5 a été lancé en 1984 pour l'observation de la Terre, servant pendant plus de 29 ans, jusqu'en 2013. Landsat 5 a été utilisé plus longtemps que prévu parce que, Landsat 6 n'a pas pu atteindre l'orbite après le lancement en 1993. Landsat 6 a été le seul Landsat qui a été échoué avant de transmettre des données à la Terre.

Les Landsats actuels : Landsat 7 reste en orbite après avoir été lancé le 15/04/1999. Landsat 8, est le plus récent Landsat, qui a été lancé le 11/02/2013 (Web. 1).

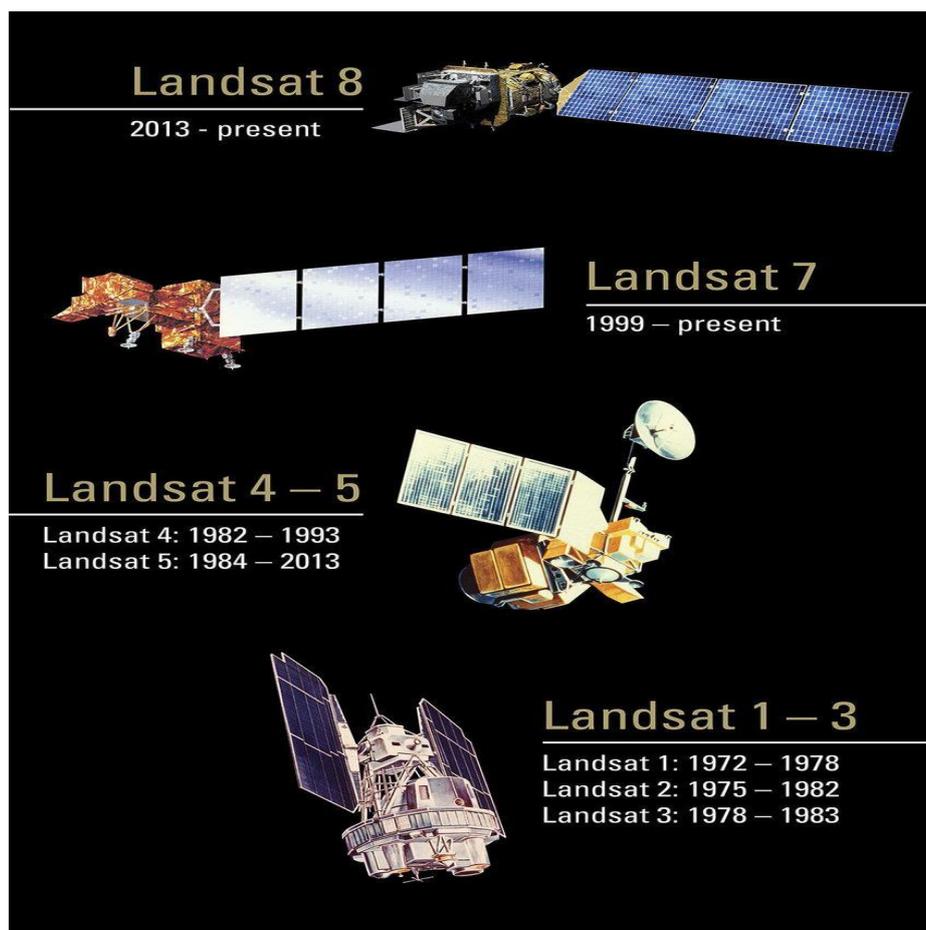


Fig.4: Les satellites LANDSAT TM (Thematic Mapper), Thematic Mapper Plus (ETM+) et OLI (Operational Land Imager)(Web 2).

Le LANDSAT 8 O.L.I opérationnel, offre une image de neuf bandes spectrales avec une résolution spatiale de 30 mètre pour les bandes de (1 à 7) et neuf 9. La bande huit 8 qui est (panchromatique) à une résolution spatiale de 15 mètre (Tab. 1). Deux bandes nouvelles sont offertes par le capteur O.L.I opérationnel : la bande 1 (ultraviolet) est utile pour les études des aérosols et la cartographie côtière. Ainsi, la bande neuf 09 qui est utile pour les études des cirrus et des nuages.

Selon **BARET et GUYOT, (1991)**, le capteur Landsat 8 OLI, comporte les bandes multi-spectrales suivantes (Tab. 1) :

Tab.1: Bandes multi-spectrales du satellite Landsat 8 O L I:opérationnel.

N° de bande	Bande spectrale (en microns)	Résolution	Application
1	0,433-0,453 μm	30 m	Band 1 détecte les bleus profonds et violettes (bleu côtière aérosol bande profonde), suivi de fines particules comme la poussière et la fumée.
2	0,450-0,515 μm (bleu)	30 m	Différenciation sol/végétaux, zones côtières / bathymétrie/urbains
3	0.525–0.600 μm (vert)	30 m	Végétation : Cartographie de la végétation vert (mesure le sommet et réflectance) ; identification des traite culturels urbains
4	0.630–0.680 μm (rouge)	30 m	Différenciation des espèces végétales : (discrimination entre les espèces de la plante à feuille ou sans feuille ; absorption de chlorophylle; des traite culturels urbains)
5	0.845–0.885 μm (proche IR)	30 m	Identification des types de végétation et des plantes ; santé et contenu de la masse biologique (Biomasse), délimitation des étendues d'eau, humidité dans le sol
6	1.560–1.660 μm (IR de courte longueur d'onde)	30 m	Discrimination entre la neige et les nuages ; Sensible à l'humidité dans le sol et les plantes.
7	2.100–2.300 μm (IR de courte longueur d'onde 2)	30 m	Lithologie ; Discrimination entre les minéraux et les types de roches ; sensible, au taux d'humidité dans la végétation
8	0.500–0.680 μm (Panchromatique)	15 m	Il fonctionne exactement comme un film noir et blanc: au lieu de recueillir des couleurs visibles séparément, il les combine en un seul canal. Application de l'amélioration de la netteté.
9	1.360–1.390 μm (Cirrus)	30 m	Cirrus infrarouge à ondes courtes sont recueillies, permettant aux scientifiques de mesurer la qualité de l'eau et d'améliorer la détection des hauts, des nuages minces (nuages cirrus - haut, vaporeux "prêles").

5.3 Composition colorés Rouge-vert-bleu (RVB)

Le bleu, le vert et le rouge sont les couleurs primaires du spectre visible. Ces trois couleurs peuvent être combinées dans différentes proportions pour obtenir toutes les autres couleurs (jaune, orange, violet, etc.). Le capteur ETS du satellite Landsat enregistre 7 bandes spectrales, dont le rouge, le vert, le bleu et le proche infrarouge. Si la valeur de la bande rouge est affectée au rouge, la bande bleue au bleu et la bande

verte au vert, alors la combinaison de ces trois bandes fournira une image en vraies couleurs. Dans ce type d'image composite, une végétation proche de l'infrarouge très lumineuse deviendra rouge et le vert, le rouge et l'eau avec peu de réflexion PIR deviendront noirs. Le sol apparaît blanc car il réfléchit beaucoup en vert, rouge et PIR. Les informations fournies par un seul canal ne permettent pas toujours de donner des détails satisfaisants, qui peuvent refléter fidèlement les informations qui devraient émerger des données de télédétection.

À cette fin, il faut ajouter des couleurs primaires supplémentaires (R.V.B) à chaque image de différents canaux pour obtenir une image en trois couleurs, qui devrait être aussi proche que possible de la situation réelle avec un maximum d'informations. Les longueurs d'ondes et couleurs affectées pour chaque bande dans le cas de l'image Landsat8 OLI, sont comme suit :

Bande 5 (OLI5) → Rouge (Red)

Bande 4 (OLI4) → Vert (Green)

Bande 3 (OLI2) → Bleu (Blue)

5.4 La classification d'image satellitaire

Les méthodes de classification des images satellitaires peuvent être divisées en deux groupes :

5.4.1. Les méthodes de classifications non assistées

Elle consiste à classer les données selon leurs caractéristiques spectrales sans aucune information préalable sur la nature de l'objet à classer. Les interprètes interviennent pour fixer plusieurs groupes, seuil ... La méthode la plus courante est la classification hiérarchique ascendante (CAH) ou la classification à partir du centre mobile.

5.4.2 Les méthodes de classification assistées (supervisée)

Cette méthode repose sur une bonne connaissance du terrain. Le but de ces opérations est de remplacer l'analyse visuelle des données d'image par des techniques quantitatives, et ce pour automatiser l'identification des éléments dans une scène (BLANC et al., 2000 ; SAMSON et al., 2000). Les données sont classées par l'objet de référence qui est sélectionné par l'interpréteur d'échantillonnage des classes. Elle

peut être définie à partir du compte numérique sur l'histogramme multidimensionnel (méthode hypercube, cross graph en anglais) ou à partir des polygones d'apprentissage géo-tagués sur l'image (méthode du maximum de vraisemblance).

5.5. Interprétation des images

L'interprétation des images satellites est basée sur le même principe de l'interprétation des photographies aériennes. Elle consiste en une analyse qui prend en considération les paramètres de la texture, la structure et la forme. L'interprétation définitive de l'image satellitaire consiste à délimiter des aires ayant la même teinte appelées (zones isophènes); Le découpage obtenu correspond à des thèmes que le thématicien est sensé dégager par analogie avec des documents caractérisant la même zone comme les cartes, les documents, etc... Toutefois la légende définitive de la carte n'est établie qu'après vérification et confirmation sur le terrain.

Chapitre II

**Présentation de la zone
d'étude**

1. Situation géographique

Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la région de Tiaret-Tissemsilt se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre $0^{\circ} 44' 06''$ à $2^{\circ} 21' 50''$ de longitude Est et $34^{\circ} 35' 26''$ à $36^{\circ} 00' 36''$ de latitude Nord.



Fig.5: Localisation de la région d'étude (Tiaret-Tissemsilt) sur l'image Google earth

1.1 Tiaret

Dans cette région la Wilaya de Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle située entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord. Elle est délimitée (**Site officiel de la wilaya, 2014**)

- au Nord par les wilayas de Relizane, Cheleff et Tissemsilt,
- à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida,

- à l'Est par la wilaya de Djelfa,
- au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad

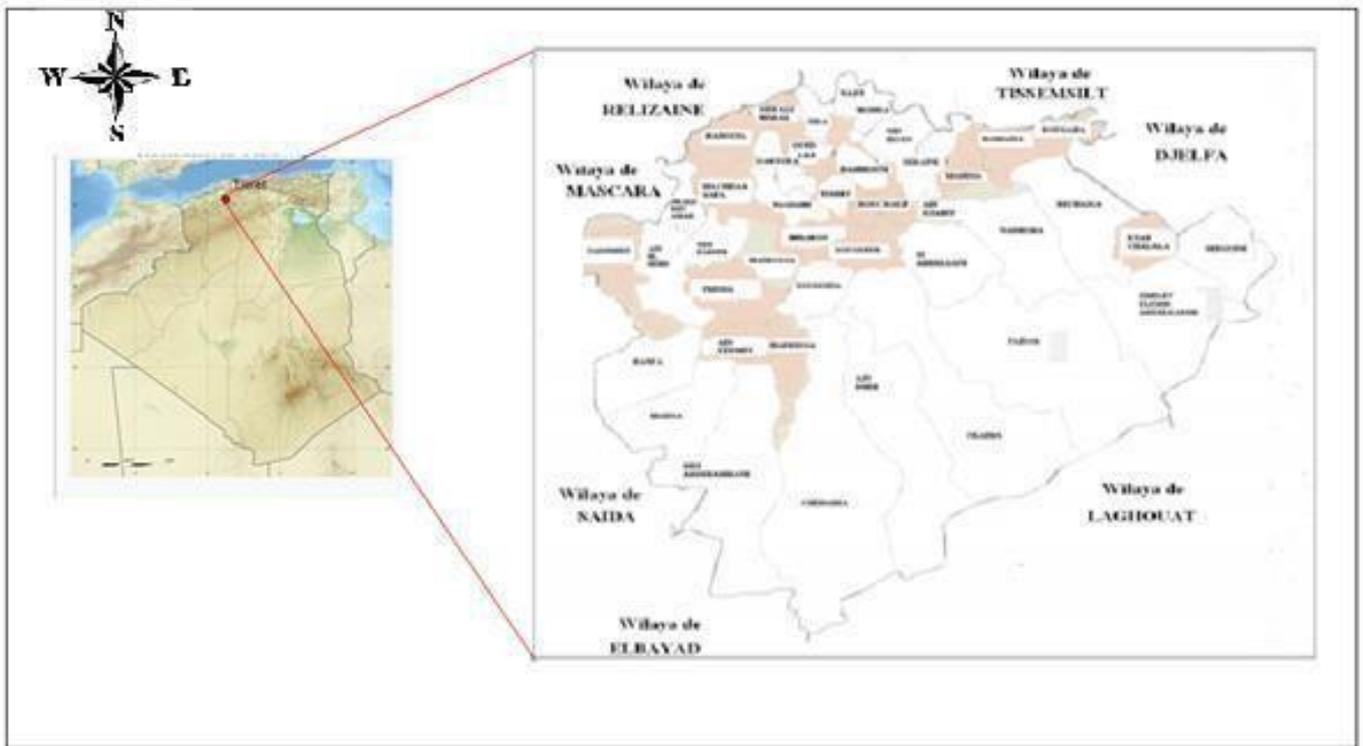


Fig.6: Carte de situation géographique de la wilaya de Tiaret (Web 3).

1.2 .Tissemsilt

Pour Tissemsilt, cette Wilaya est située au Sud-ouest de l'Algérie; elle fait partie de la bordure sud du Tell, entre 1°18'E et 2°18'E de longitude et 35°32'N et 36°00'N de latitude Nord. Environ 80 kilomètres de monts et vallées la séparent de la mer méditerranée (D.R.E., 2008).

Elle se situe à l'ouest du pays dans la région des hauts plateaux, à 220 km d'Alger et à 275 km d'Oran. Elle est délimitée :

- Au nord, par les wilayas de Wilaya de Aïn Defla ;
- A l'ouest, par la wilaya de Relizane et Wilaya de Chlef ;
- A l'est, par la wilaya de Médéa ;
- Au sud, par la wilaya de Tiaret.et Wilaya de Djelfa.

Selon la conservation des forêts de Tissemsilt, les forêts de la Wilaya sont gérées par quatre (04) circonscriptions des forêts est qui sont représentées dans la carte suivante (Fig. 07) :

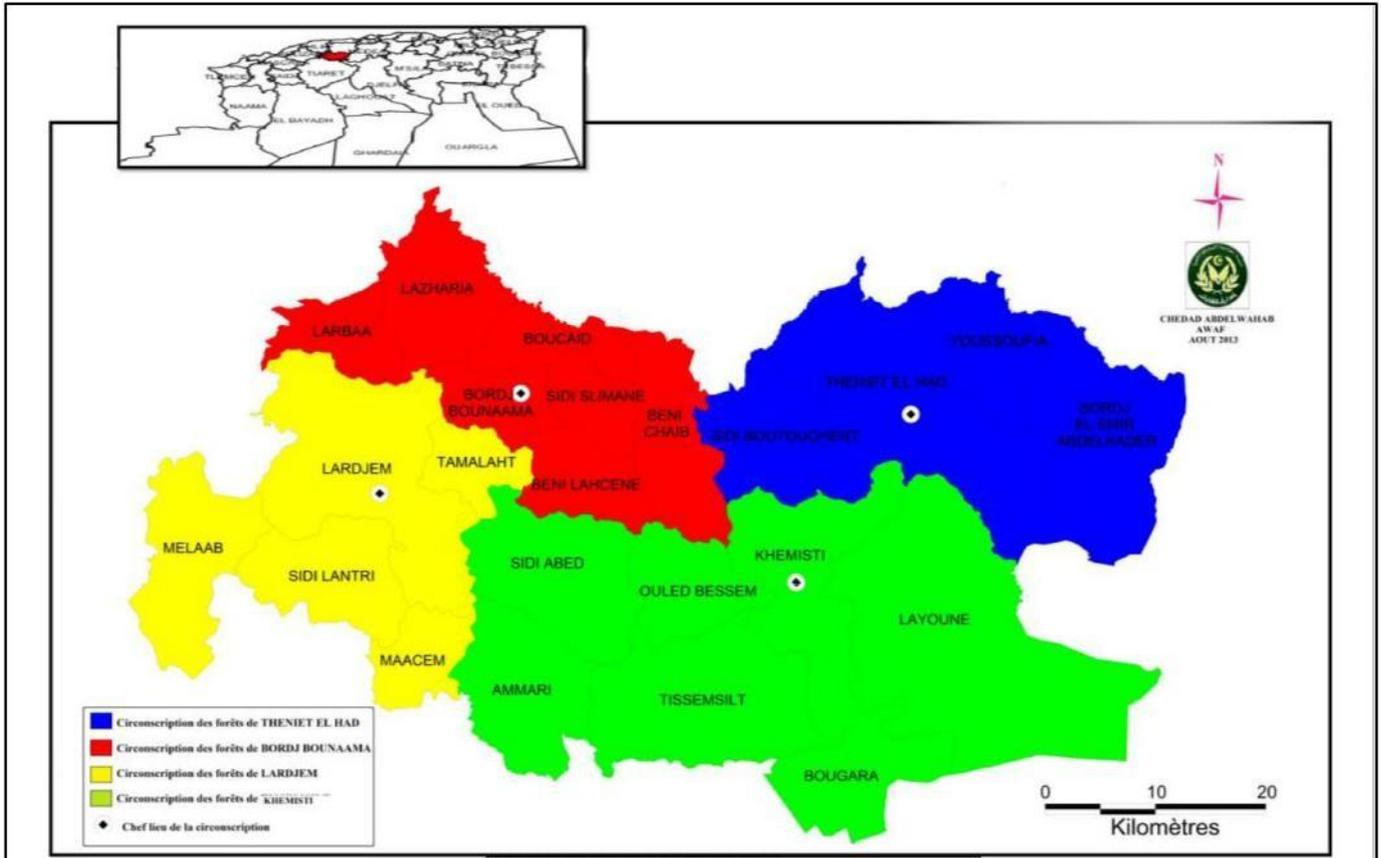


Fig.7: Découpage administrative de la conservation des forêts de Tissemsilt (C.F.Tissemsilt).

2. Relief

2.1 Tiaret

La wilaya de Tiaret présente sur le plan physique trois grandes zones distinctes:

- Au nord: une zone montagneuse de l'Atlas tellien
- Au centre : les hauts plateaux
- Au sud : des espaces semi-arides et arides steppiques.

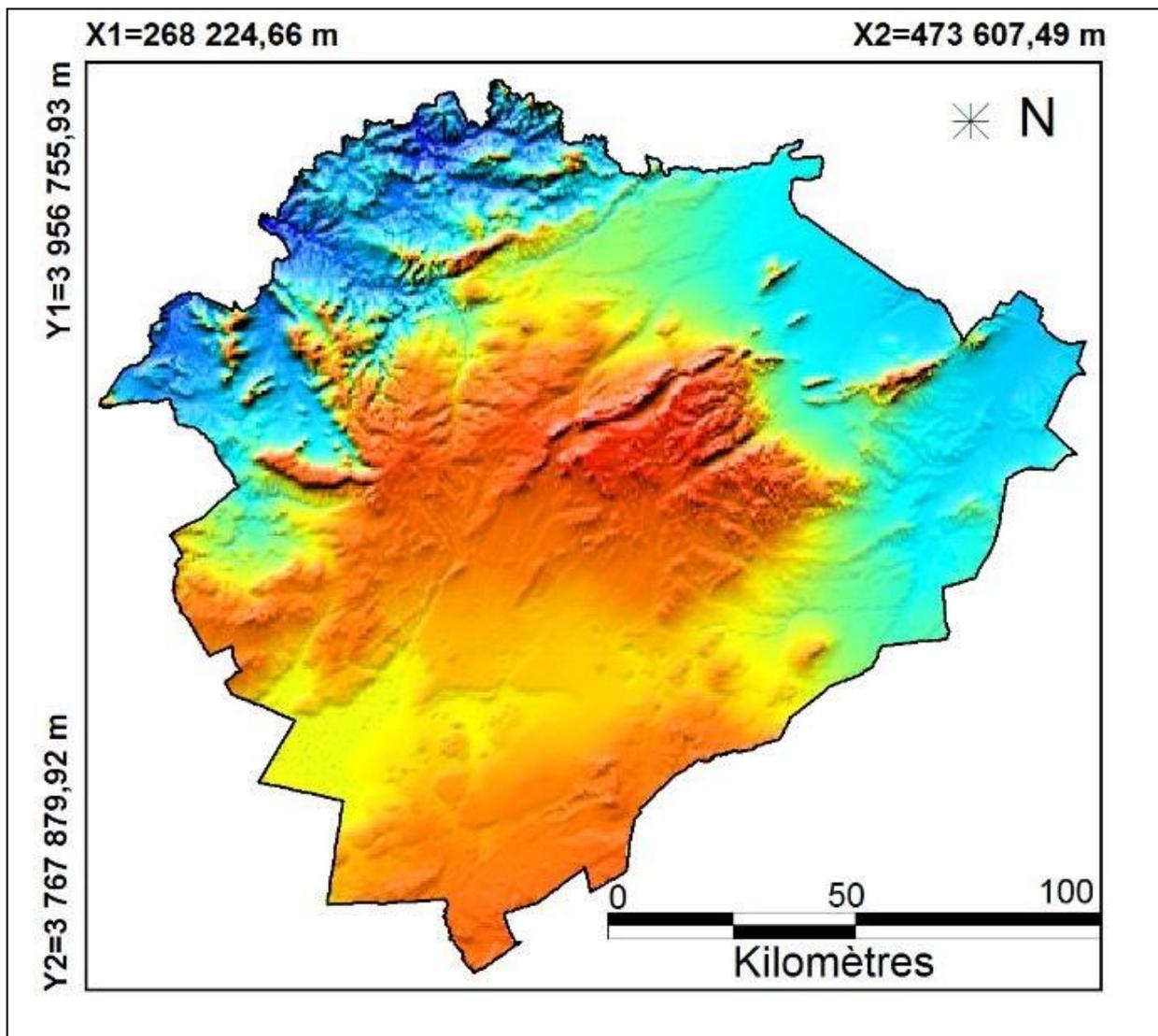


Fig. 8: Représentation du relief dans la Wilaya de Tiaret à partir du M.N.T -Map info-VM- (ZIANI, 2021).

2.2 Tissemsilt

Le territoire de la wilaya de Tissemsilt est constitué par des zones montagneuses (fig.9) qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux et dans une moindre mesure les steppes.

Le relief dans la zone d'étude, est accidenté avec des versants raides et entaillés par des ravins, les pentes sont généralement supérieures à 10 % (BNEDER., 2009). Cette zone est constituée par un alignement de collines d'altitude moyenne de 850 m, ainsi les sommets assez plats et érodés prennent la direction Ouest-Est.

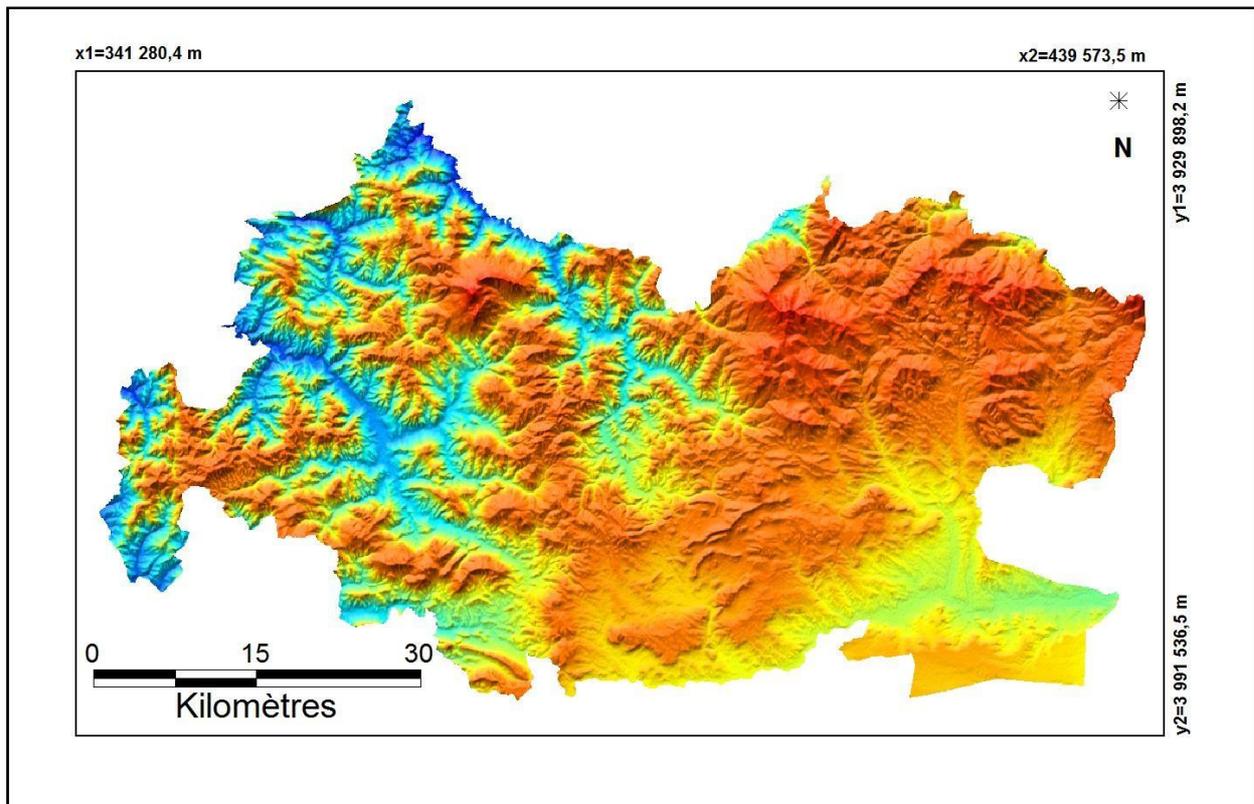


Fig. 9: Représentation du relief dans la Wilaya de Tissemsilt à partir du M.N.T –Map info-VM-(ZIANI, 2021).

3. Géologie

3.1 Tiaret

Géologiquement la Wilaya de Tiaret est constituée de deux grandes unités distinctes (OTHMANE, 2003)

- -La première représente le domaine tellien dominé par les formations qui correspondent aux placages Plio–quaternaire couvrant le Sers ou le le Miocène inférieur qui s'étale de Tiaret à Dahmouni. L'Oligo – Miocène correspond aux sud de Tiaret ; l'Eocène calcaire se trouve au nord ouest de la wilaya s'étalant de Rahouia à Djillali Ben Amar et enfin le Miocène supérieur et moyen relatif à l'ensemble de Mechraa-Sfa Tagdempt et Djebel Guezoul.

- -La deuxième représente le domaine pré-atlasique couvrant particulièrement les zones steppiques. La partie sud est constituée de formations d'origine marine et continentale attribuées au Crétacé.

Entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien s'enclavent des dépressions fermées (Chott Zahrez, Chott Chergui et des dayas), de formations souvent détritiques tertiaire et quaternaire qui reposent sur les séries du Secondaire (**OTHMANE, 2003**). Le massif du Nador qui s'individualise au sein de cet espace steppique à 40 Km au Sud -Est de Tiaret aligné sensiblement au SO-NE sur une cinquantaine de kilomètres. C'est une chaîne des hauts plateaux au climat continental.

3.2 Tissemsilt

La Wilaya de Tissemsilt, se caractérise par des formations géologiques variées correspondant des faciès géologiques différents appartenant aux secondaires jurassique et crétacée en général, les terrains sont de formation carbonatée dans l'ensemble reposant souvent en discordance sur les argiles.

Selon **BOUDY (1950)** ; **SARI (1977)** ; **LESKOMPLEKT (1984)** et **BELKAID (1988)**, la base de la structure géologique de cette zone, relevant du crétacé, est constituée de sédiments oligocènes développés en faciès « Numidien ».

4/ Le Sol

4.1 Tiaret

Le sol dans la Wilaya de Tiaret est généralement de type calcaire, se sont généralement des sols brun calcaire avec un pH légèrement alcalin. Dans le domaine steppique on note la présence des croutes calcaires ; ainsi dans les zones des bassins versants se sont les marnes qui dominent dans la région. Selon la conservation des forêts de Tiaret (**CF TIARET, 2014**) les sols les plus répandus dans les monts de Tiaret sont :

- Les sols marneux.
- Les sols calcaires et dolomites dures.
- Les sols calcaires friables.
- Conglomérat, alluvions et sables.

4.2 Tissemsilt

Au niveau du territoire de la Wilaya on trouve plusieurs types de sols, cependant les trois types de sol suivants sont les plus dominants (**ZEDEK, 1993**) :

- Les sols peu évolués

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans la zone du parc national e Thniet El-had (**ZEDEK, 1993**). Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes (Hadji, 1998). On y rencontre de la végétationligneuse et broussailleuse (**YESSAD, 1988, KADIK, 1987**).

- Les sols minéraux bruts d'érosion

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère.

- Les sols brunifiés lessivés

Ces sols se caractérisent par un profile pédologique complet de type ABC, riches en potassium, azote, et en matière organique.

5/ Hydrologie

5.1. Tiaret

La wilaya de Tiaret est alimentée par deux grands bassins versants : les bassins du Cheliff et des hauts plateaux oranais. A l'intérieur de ces deux bassins versants, il y'a quatre sous bassins versants drainés par 889 km d'oueds pérennes et de 1049 Km de cours d'eau intermittents (**C.F.TIARET, 2014**). Il s'agit des oueds : Abd, Mechti, Mina, Rhiou, Souslem, Taht, Tiguiguest et Touil. La capacité d'eau que dispose la

wilaya est estimée à 100 hm³, à l'origine des 1525 hm³ que draine le Cheliff. Les 100 hm³ sont alimentés à partir des barrages Bekhada, Dahmouni Bougara avec les capacités respectives de 45, 42 et 13hm³

Près de 80% du volume global des ressources hydriques souterraines de la Wilaya sont localisées dans la zone steppique ; elle renferme trois principales nappes à savoir :

Le Sersou, renfermant des horizons aquifères dans les dépôts calcaires marneux Du plio-quaternaires. Oued Touil qui présente des horizons aquifères dans les dépôts de sable, limon, Poudingue du Quaternaire, argilo sableux du Plio Quaternaire, grés granulaire Du Miocène et du Baremoalpien, dolomie de calcaire du Kimméridgien. Chott Chergui, présente des horizons aquifères dans les niveaux grossiers de Base du Tertiaire continental, calcaire sénonien, calcaire et dolomie de l'Aelen _Bajo-Batonien. La wilaya de Tiaret comprend les barrages suivants :

- Barrage de Benkhedda
- Barrage de Dahmouni.
- Barrage de Bougara

5.2 Tissemsilt

La Wilaya de Tissemsilt est dominée par les monts de l'Ouarsenis, la majeure partie est caractérisée par des terrains accidentés (**BNEDER., 2009**).

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 deviennent insignifiant mais les crues d'hivers donnent un débit acceptable pris en considération.

D'un point de vue ressources hydriques, la wilaya comprend les barrages suivants:

- Barrage de KoudietErrosfa.
- Barrage de Bougara.
- Barrage de Mghila.

-Barrage de Tamellaht.

-Barrage de Oued Aïssa.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie , alors que 30 autres sont en cours de réalisation. (BNEDER., 2009).

6/ La flore

6.1 Tiaret

Dans la Wilaya de Tiaret, l'essence forestière la plus répandue est le chêne vert (*Quercus ilex*), qui constitue 60% du couvert végétal avec d'autres espèces comme le chêne liège qui occupe 20% dans un état très dégradé. On trouve aussi, le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), le thuya de berberie et Genévrier oxycedre. On trouve aussi, *Pistacia lentiscus*, *Calycotum spinosa*, *Arbustus unedo*, *Stipa tenacissima* , *Artemisia herba alba*, *Ampelodes maura* et *Chamaerops humilis*.

6.2 Tissemsilt

Dans la Wilaya de Tissemsilt, on trouve les essences suivantes : le cèdre d'Atlas, le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) avec l'olivier sauvage (*Olea europea*). D'autres espèces arbustives s'y trouvent aussi comme l'Arbousier commun (*Arbustus unedo*), Genévrier Oxycedre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*). Le calycotome (*Calycotum spinosa*), le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), et le Diss (*Ampelodesma mauritanica*).

7. La faune

D'après les investigations effectuées par l'Agence National de la nature (ANN) dans la région de Tiaret et Tissemsilt, la faune présente est la suivante :

-L'Avifaune : Plusieurs espèces d'oiseaux (plus de 60 espèces) ont été identifiés dans la région, elles sont toutes d'origine méditerranéenne, les plus dominantes sont : Aigle royal, Pic vert, Epervier, merle noir, Biset, Grive, Corbeau, Passereau, Geai, Perdrix rouge et Tourterelle.

-Les Mammifère : Les mammifères sédentaires dominants sont : Sanglier, Renard, Chacal doré, Lièvre, Hérisson, Gerboise, Chat sauvage, et Porc épic.

-Les reptiles : Dans cette catégorie on distingue la vipère, l'Aspide, le Scorpion et le Lézard.

8. Le climat

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 (OZENDA, 1982). L'étude climatique pose beaucoup de problèmes d'ordre pratique notamment : la disponibilité des données, la période d'observation et la situation géographique de la station d'observation par rapport à la zone d'étude. Dans le cadre de cette étude, il est nécessaire d'étudier et de terminer les principales caractéristiques climatiques de la région d'étude « Tiaret et Tissemsilt », les données pluvio-thermiques disponibles ont été sélectionnées à partir du réseau d'observation de la station météorologique de Tiaret (O.N.M) (2000-2015).

Tab2 : Les caractéristiques de la station de référence.

Caractéristiques de Station	Altitude	Latitude	Longitude
TIARET	977 m	35°21N	01°28E
TISSEMSILT	858 m	419900	256800

8.1. Les températures

Le climat des deux stations météorologiques Tiaret et Tissemsilt se caractérise par : « un été sec et chaud et un hiver humide et froid ». Le mois le plus chaud, est le mois de « AOUT »; par contre le mois le plus froid est le mois de Février à Tissemsilt et le mois de janvier à Tiaret.

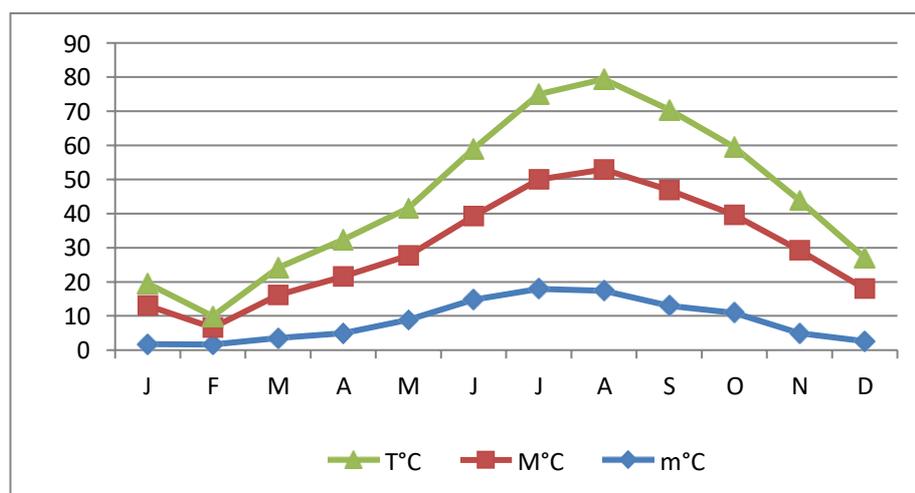
Tab. 3 : Les températures moyennes mensuelles et annuelles de la région d'étude « 2000-2015 ».

		jan	fev	mars	avril	mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Tiaret	T.M	12.2	13.28	17.59	21.05	25.42	30.95	35.3	32.84	29.12	24.27	16.66	12.91
	T.m	1.72	1.99	4.61	7.10	10.88	15.32	19.20	19.51	15.62	11.86	6.14	3.14
	T.moy	6.08	6.89	10.38	13.5	17.69	22.82	26.78	26.54	21.66	17.18	10.53	7.13
Tissemsilt	T.M	1,7	1,6	3,48	4,88	8,8	14,70	17,9	17,33	12,95	10,93	4,9	2,53
	T.m	11,3	5	12,6	16,7	18,9	24,55	32,1	35,6	34	28,7	24,3	15,5
	T.moy	6,5	3,3	8,04	10,7	13,85	19,62	25	26,46	23,47	19,81	14,6	9,01

Source. N. M(2000-2015)

Les températures extrêmes enregistrées sont 03,3°C et 26,46°C dans la région Tissemsilt, localisées respectivement en Février et en Aout. Pour la station de Tiaret, les températures varient entre 6, 08°C et 26,54°C, localisées respectivement en janvier et en Aout.

Les températures moyennes mensuelles de Décembre à avril, sont inférieures à la moyenne annuelle. De Mai à Novembre, sont supérieures à la moyenne ; divisant ainsi, l'année en deux saisons : une froide et l'autre chaud.

**Fig.10:** Variation des températures dans la Wilaya de Tissemsilt

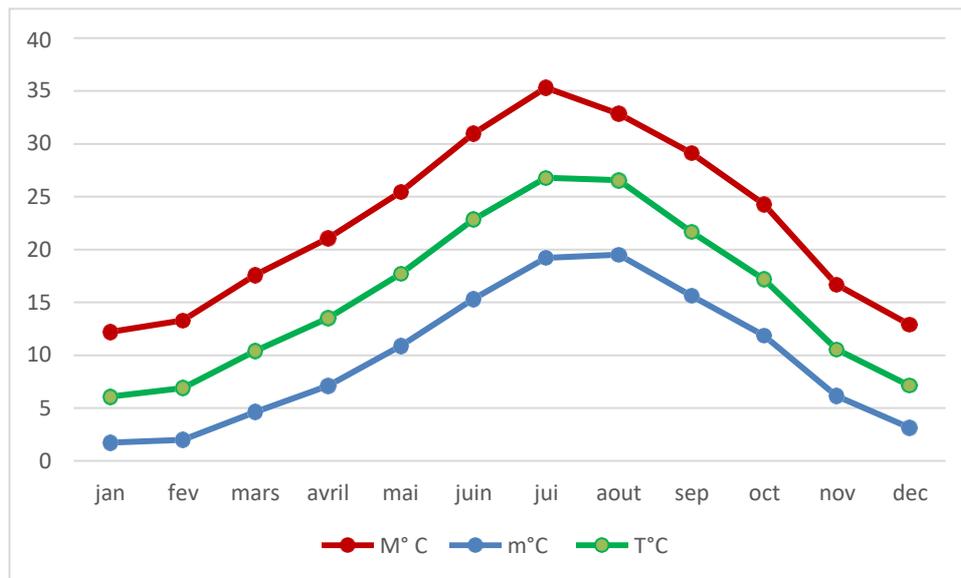


Fig.11: Variation des températures dans la Wilaya de Tiaret

8. 2 .Les 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 (OZENDA, 1982).

L'analyse portera sur la répartition des précipitations (annuelles et mensuelles), qui sont des données importantes pour la production des cultures, leur intensité et un facteur déterminant dans l'érosion hydrique.

Ainsi, pour la région de Tiaret-Tissemsilt, les données climatiques concernant les précipitations sont les suivantes :

Tab.4 : Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles durant la période (2000-2015).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Willaya												
Tiaret	70.19	72.24	57.91	63.57	49.53	21.03	6.48	16.36	37.33	53.92	68.5	64.65
Tissemsilt	38	37	36.5	35.6	30.9	17	15	20.13	25.82	44.54	47	45.6

Source. N. M (2000-2015)

Suivant la répartition des précipitations, on remarque que durant la période (2000-2015), une irrégularité saisonnière et par conséquent, une inégale distribution annuelle de précipitations. La hauteur maximale des précipitations mensuelles, est enregistrée au mois de novembre 47,00 mm pour la région de Tissemsilt. Pour la région de Tiaret, la valeur de la précipitation maximale est enregistrée au mois de janvier (70,00 mm). Le minimum est atteint au mois de juillet (15,00 mm) pour la région de Tissemsilt et au mois de juillet (6.48 mm) pour de la région Tiaret .Par tout dans la région d'étude, de juin à Août, le total des précipitations est extrêmement faible. En revanche, d'Octobre à Décembre, est la période la plus pluvieuse. Il faut noter que, l'irrégularité des précipitations mensuelles exerce une influence particulière, à la fois sur la vie rurale et sur les principales ressources naturelles (écoulements des eaux, érosion des sols).

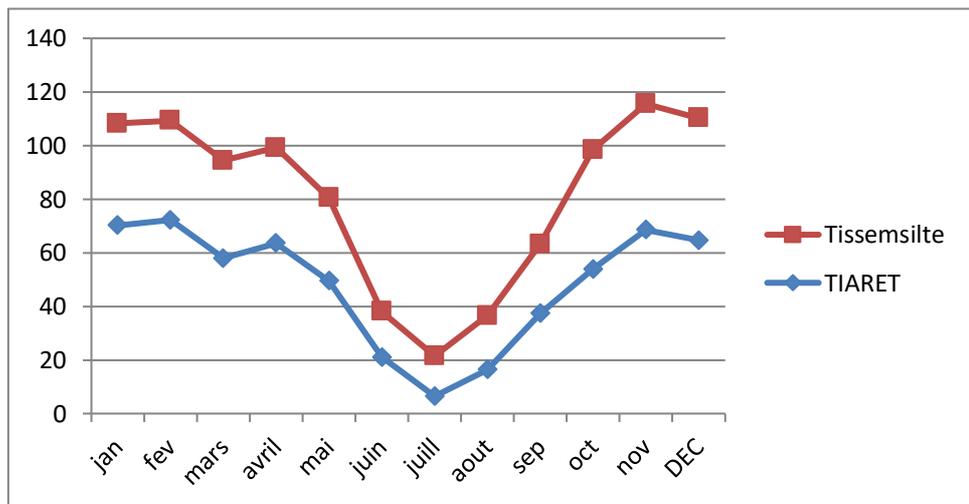


Fig.12: Variation des précipitations mensuelles dans la région d'étude.

8.3. Le vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, la tension de chaleur que nous éprouvons, dépend énormément de sa force .Aussi, il influe

directement sur la température, l'humidité, est active dans une large mesure d'évapotranspiration des végétaux.

Tab.5: Répartition mensuelle des vitesses du vent dans la région d'étude

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wilaya												
Tiaret	2.95	3.07	2.99	2.95	2.71	2.46	2.43	2.49	2.45	2.58	3.06	2.99
Tissemsilt	2.84	2.6	2.26	2.73	2.5	2.1	2	2.22	1.94	2.39	2.5	2.82

A la lecture du tableau ci-dessus, nous remarquons que la force du vent est faible à modéré durant toute l'année tandis que le minimum concerne le mois de «Septembre» pour les deux régions. 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, avec une fréquence supérieure à 14%.

Il est à signaler que les vents dominants sont de «Nord-Ouest»; ils sont chauds et sec en été et froids en hiver.

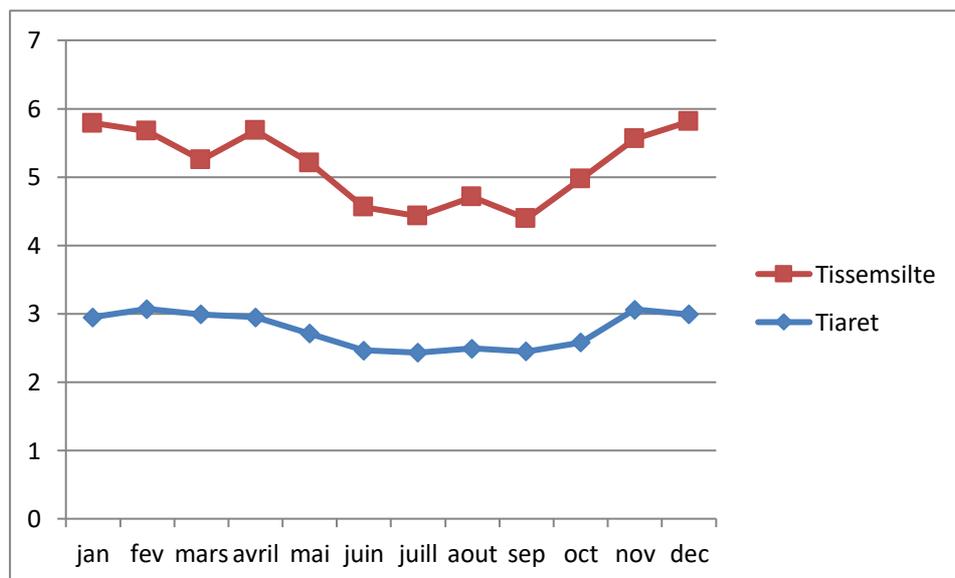


Fig.13: Variation mensuelle des vitesses du vent dans la région d'étude.

8. Diagramme Ombrothermique

L'établissement du diagramme Ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN, nous a permis de déterminer graphiquement une classification climatique (OZENDA, 1982), en tenant compte des paramètres hydriques « pluviométrie » et thermiques « température ». Ce diagramme permet également, de définir les gradients d'humidité, en identifiant les périodes sèches et les périodes humides de l'année, qui ont des répercussions directes sur l'état et le devenir du couvert végétal.

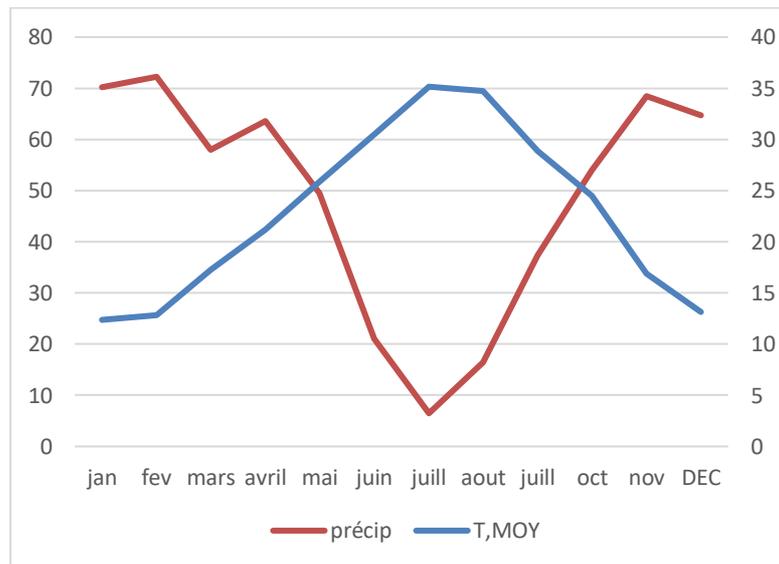


Fig.14: Diagramme Ombrothermique de la station de Tiaret.

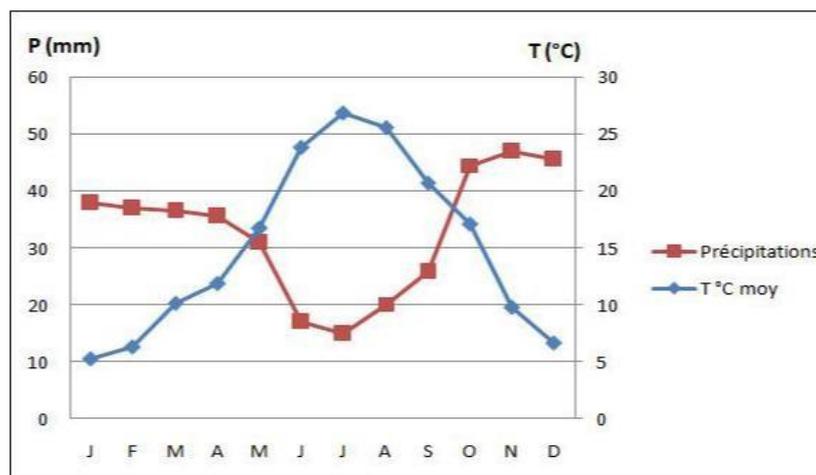


Fig.15: Diagramme Ombrothermique de la station de Tissemsilt.

9. Climagramme pluviothermique

Dans son étude sur les régions méditerranéennes, **EMBERGER (1955)**, à classé les climats en 05 cinq étages bioclimatiques :

- Humide.
- Sub-humide.
- Semi-aride.
- Aride.
- Saharien.

EMBERGER (1955) a établi un quotient pluviothermique « Q_2 » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord. Le diagramme correspondant permet de déterminer la position de chaque station météorologique et de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce ou d'un groupe végétale. Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = 2000 P / M_2 - m_2$$

P : Moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud ($K = T^{\circ}C + 273$)

m : Moyenne des maxima du mois le plus froid (K)

Tab.6: Valeurs du Quotient pluviothermique d'EMBERGER (Q_2)

Station	P mm	MC°	m C°	MK	mK	Q2	Etage bioclimatique
TIARET	581,71	35,3	1,72	308,5	274,92	52,25	Semi-aride à hiver frais
TISSEMSILT	393	35,6	1,7	308,8	274,9	39,72	Semi-aride à hiver frais

En appliquant cette formule (Tab. 6), on a obtenu une valeur du $Q_2 = 39,76$ pour la station de Tissemsilt et $Q_2 = 52,25$ pour la station de Tiaret. Le Q_2 , est inversement proportionnel à l'aridité du climagramme pluviothermique d'Emberger.

Il permet de localiser les deux stations de Tiaret et Tissemsilt dans les différents étages bioclimatiques avec ses variantes thermiques (Fig. 16). Ainsi, la région d'étude appartient à l'étage bioclimatique « semi-aride » à Hiver frais (Station de Tissemsilt) et Semi-aride à Hiver frais (Station de Tiaret).

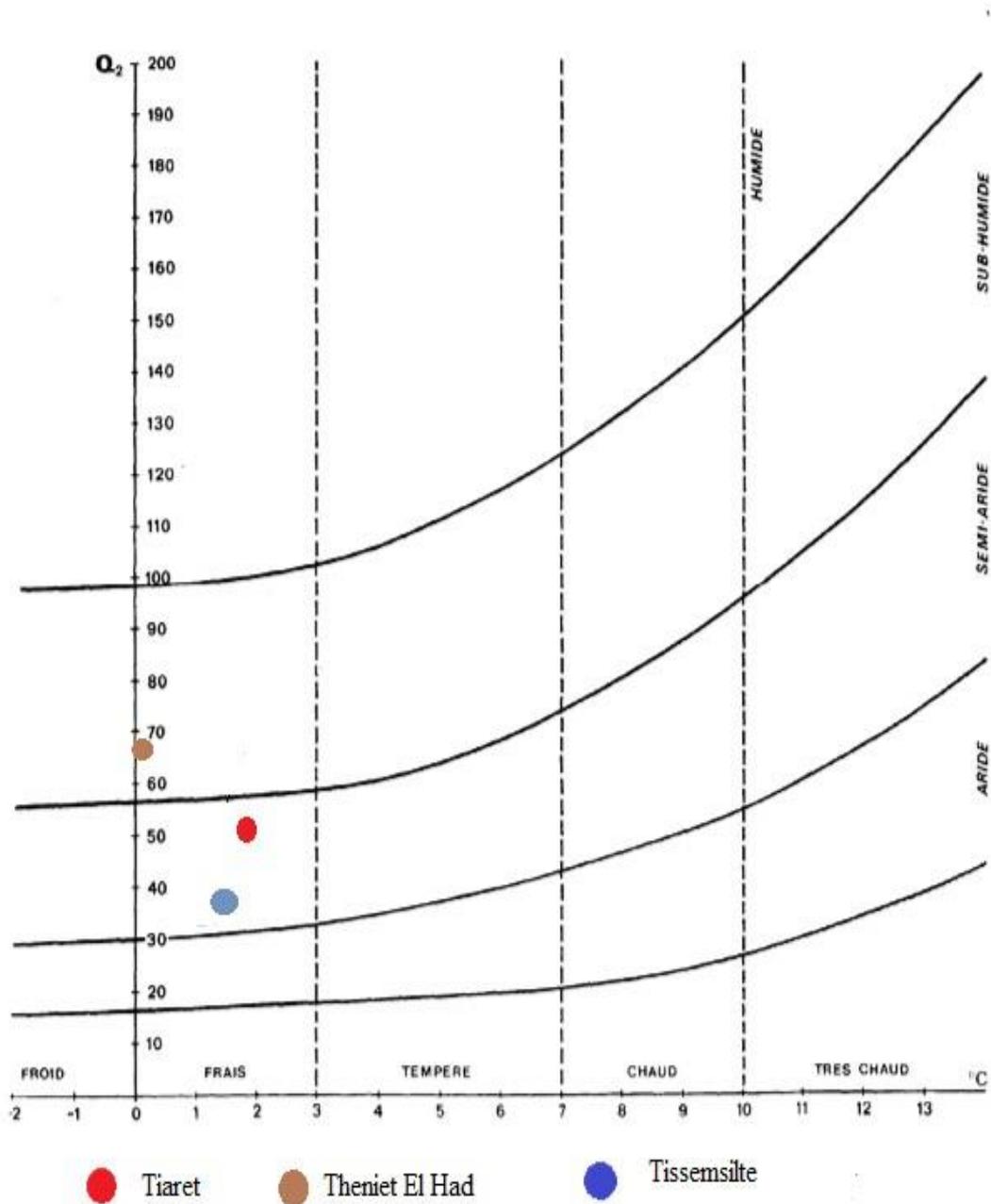


Fig. 16: Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q_2) des stations : Tiaret et Tissemsilt.

Chapitre III

Matériel et Méthode

1. Méthode d'élaboration de la carte du couvert végétal

Pour l'élaboration de la carte du couvert végétal concernant notre zone d'étude (Tiaret- Tissemsilt), les étapes ci-dessous ont été suivies :

1-Etude cartographique en vue d'élaboration d'une carte de végétation.

2-Sortie sur terrain pour vérification des données de la carte issue de la première partie d'étude et de faire des mesures dendrométriques pour avoir une idée sur la densité du couvert végétal dans les principales zones forestières de la zone d'étude.

NB : Avant de réaliser notre travail cartographique nous avons contacté les services de la conservation des forêts des deux Wilaya de Tissemsilt et Tiaret pour la consultation des documents et la récolte des données sur la zone d'étude. Les informations demandées sont en relation avec le couvert végétale notamment la superficie des essences forestières et l'état des feux de forêts au niveau de chaque Wilaya. Les documents cartographiques (Les cartes topographiques et l'image satellitaire Google earth) ont été utilisés dans la phase de la reconnaissance du terrain et dans la vérification de la carte finale concernant le couvert végétal de la zone d'étude.

1.1. Travail au bureau : (partie cartographique)

1.1.1. Approche méthodologique pour la cartographie de végétation

Pour cette première partie, le travail de la cartographie est effectué sur ordinateur, tout en utilisant des logiciels de télédétection et de SIG et ce pour le traitement de l'image satellitaire de la zone du parc national. Cette étape permet de réaliser une carte finale, présentant les différentes classes de végétation à travers la zone d'étude. Le plan de l'étude cartographique sur l'ordinateur est comme suit :

- Traitement de l'image satellitaire et détermination de l'indice de végétation NDVI.
- Classification de l'NDVI
- Élaboration de la carte des classes de végétation
- Confirmation des données sur terrain : cette étape est réservée pour la deuxième partie d'étude qui consiste à faire des sorties sur terrain.

1.2.2. Données et matériels utilisés

Concernant la cartographie des zones de risque d'incendie à travers la zone d'étude, nous avons utilisé le matériel et les données suivants :

1.1.2.1 Micro-ordinateur

Pour effectuer cette partie cartographique de notre travail , nous avons utilisé un ordinateur qui possède les caractéristiques suivantes : Processeur : Intel CORE™ i3-TOSHIBA, RAM 4,00 Go.

1.1.2.2. Logiciels informatiques

Les logiciels de télédétection, sont nécessaires pour le traitement et la classification de l'image satellitaire type Landsat8 OLI. Les logiciels SIG (Map info 8.0 et vertical Mapper 3.0), sont généralement utilisés pour le géoréférencement, la digitalisation, l'analyse thématiques, la mise en page des documents cartographiques, et la réalisation des cartes à partir du MNT (pentes, expositions, altitudes.ect).

1.1.2.1 Les logiciels S.I.G : Map info 8.0-Vertical Mapper (VM 3.0)

Le Map-info est un logiciel S.I.G de cartographie informatisée. Il permet de traiter des données contenant des informations géographiques, en liaison avec un système de représentation géographique (KAREN.K. KEMP, 2008). Le vertical mapper (VM) est un logiciel SIG qui est considéré comme un complément du logiciel Map info (Fig. 17).

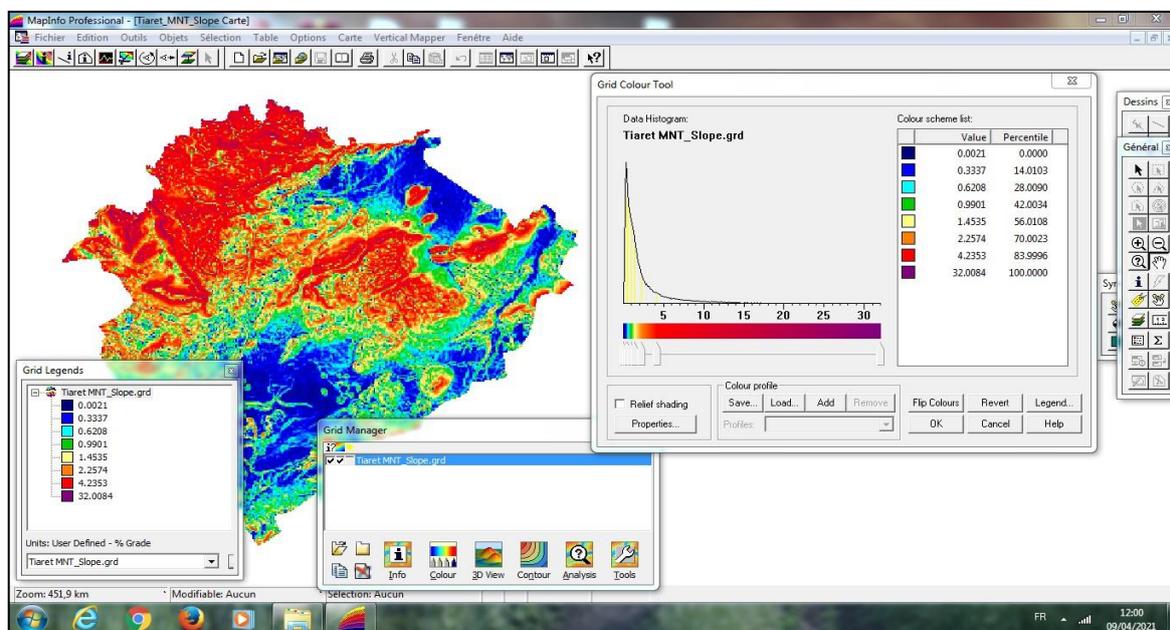


Fig.17: Le logiciel Map-info 8.0-Vertical-Mapper(VM), utilisé dans l'étude cartographique.

1.1.2.2.2. Logiciel Google Earth

Google Earth offre des images et des photographies qui couvrent l'ensemble du globe. Elles sont prises parfois pendant les 3 dernières années et sont mises à jour continuellement.

La résolution varie d'un endroit à l'autre, généralement, il permet à l'utilisateur de voir les principales caractéristiques géographiques et artificielles de développement, comme les villes et les routes (**KAREN.K.KEMP, 2008**). Dans notre étude, l'utilisation de l'image satellitaire Google earth, est très importante dans l'élaboration de la carte du couvert végétal existant actuellement dans la région de Tiaret-Tissemsilt.

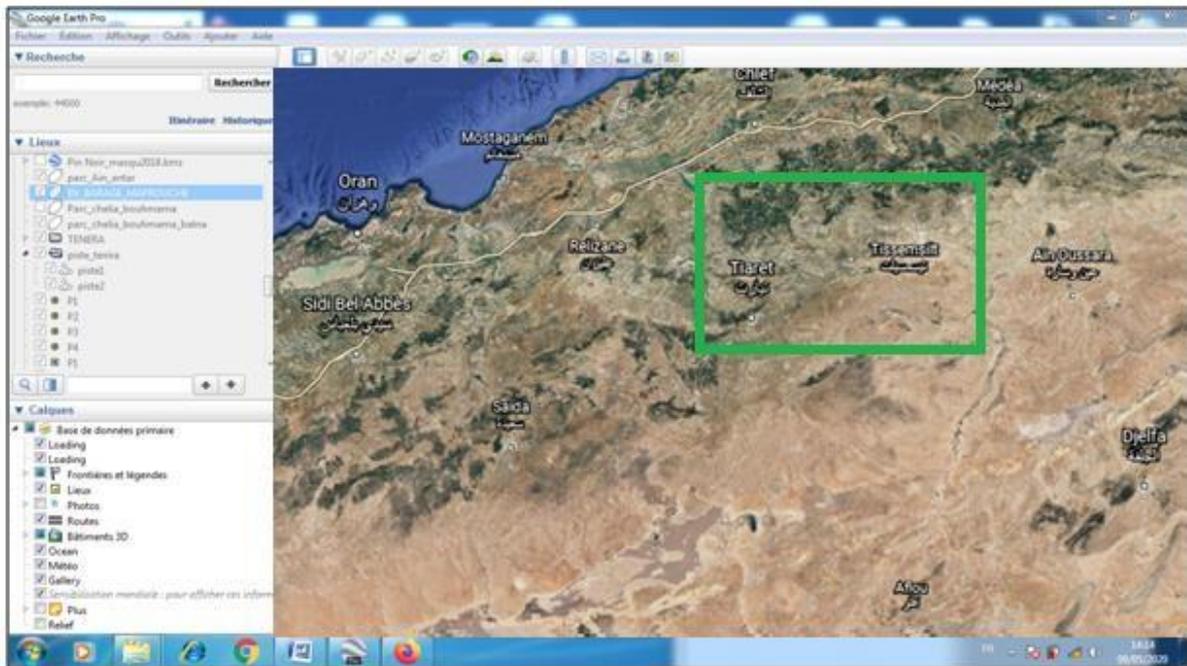


Fig.18. Image Google earth de la zone d'étude (Tiaret-Tissemsilt)

1.1.2.2.3. ENVI 4.7

Le logiciel E.N.V.I est un logiciel de télédétection et de traitements d'images satellitaires. Selon **BARET et GUYOT, (1991)**, l'E.N.V.I serve à la transformation d'images avec combinaison des bandes, fusionnement des bandes à haute résolution, de réaliser des travaux de classification « supervisée et non supervisée » et faire la détection des changements d'occupation des sols.

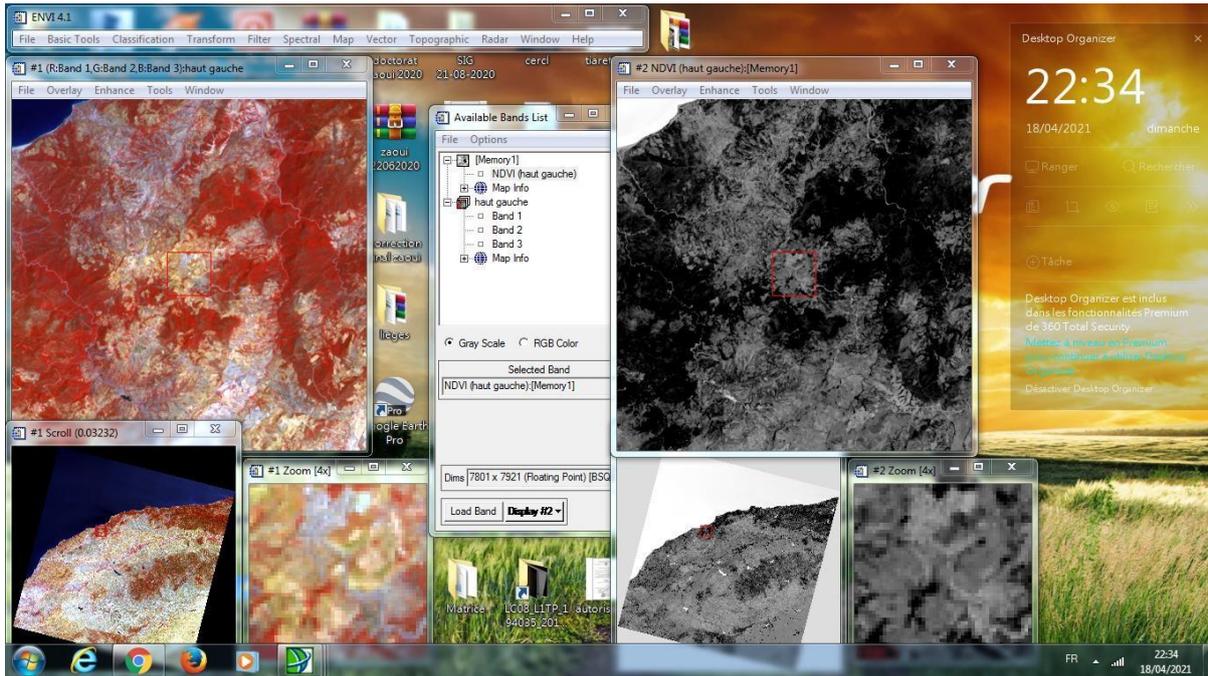


Fig.19: Le logiciel ENVI, utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT8 O.L.I.

1.1.3 . Traitement de l'image satellitaire par le logiciel E.N.V.I

Dans l'objectif de déterminer la cartographie des zones du couvert végétal dans la zone d'étude, nous avons utilisé la méthode de traitement de l'image satellitaire dans le but de déterminer la valeur de l'indice de végétation « N.D.V.I ». Cet indice est très utilisé dans ce genre de travaux sur la cartographie du couvert végétal notamment dans un territoire plus vaste comme le cas de notre région d'étude. Il nous permet de classifier les zones de végétation sous forme de classe et ce, en fonction de la densité du couvert végétal. L'approche cartographique abordée dans ce travail est définie par les étapes de traitement d'image suivantes :

- Acquisition de l'image satellitaire Landsat 8 (O.L.I.)
- Extraction d'image avec l'E.N.V. I 4.7
- Composition colorée et calcul de l'N.D.V. I avec l'E.N.V. I 4.7
- Classification de l'N.D.V. I, en mode supervisée avec l'E.N.V. I 4.7
- Mise en page de la classification par l'E.N.V. I.
- Sortie de résultat qui est la carte du couvert végétal classifié.
- Interprétation et définition de la nomenclature.

1.1.3. 1. Acquisition de l'image satellitaire

L'image satellitaire Landsat 8 (O.L.I) a été téléchargée gratuitement à partir du site web de l'U.S.G.S (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), dont il faut posséder d'un compte d'utilisateur pour accéder aux images disponibles (Fig. 20). Cet ensemble de données est disponible gratuitement pour usage non commercial : recherche universitaire et autres.

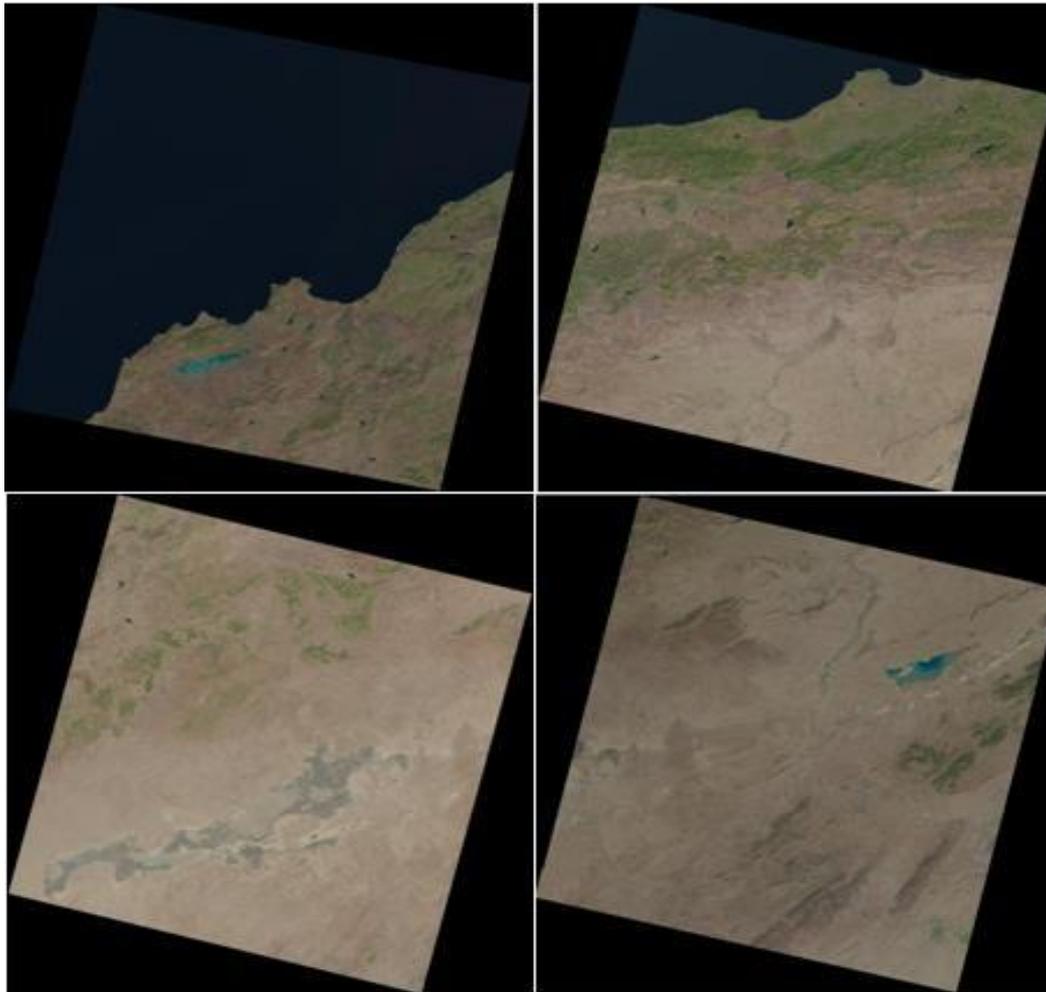


Fig.20: Les images Landsat 8 O.L.I de la région d'étude «Tiaret-Tissemsilt ». (Path 195 ;Row035)(Mars année 2018).

1.1.3.2. Composition colorée

Pour faire cette étape, on a attribué à chaque image des différents canaux une couleur de base additive (R.V.B) et on les a superposées, afin d'obtenir une image trichrome, qui se rapproche le plus possible de la réalité avec le maximum d'informations (**Tab. 7**).

Tab. 7: Longueurs d'ondes et couleurs affectées pour chaque bande spectrale.

Longueur d'onde	Couleur affectée
bande 5(OLI5)	Rouge (Red)
bande 4 (OLI4)	Vert (Green)
bande 3 (OLI2)	Bleu (Blue)

1.1.3. 3. Extraction de l'image

L'extraction de l'image est réalisée suivant les limites de la zone d'étude. Cette tâche est nécessaire pour diminuer le temps d'exécution des différentes opérations sur la carte et d'augmenter la vitesse de calcul.

1.1.3. 4. Détermination de l'indice « N.D.V.I »

Selon **BARET et GUYOT, (1991)**, L'N.D.V.I (Normalise Différence Végétation Index Standardise ou indice différentiel normalisé de végétation) est utilisé pour étudier la végétation et ce, depuis 1973.

Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé la méthode de l'N.D.V. I pour élaborer une carte du couvert végétal à travers la zone d'étude. La démarche part du principe que l'N.D.V. I est un bon indicateur de la couverture végétale, dans la mesure où une dégradation de la végétation d'un écosystème, ou une diminution de l'intensité de vert se traduirait par une diminution de la valeur du N.D.V.I. En outre, il est clair que la densité du couvert végétal augmente quand le milieu est boisé.

L'indice de végétation normalisé est calculé selon la formule proposée par **ROUSE et al. (1974)** :

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

R : bandes spectrales rouges

PIR : proches infra rouge

Les valeurs de l’N.D.V. I sont comprises entre -1 et $+1$, et n'a pas d'unité. Les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme l'eau, le bâti et les nuages pour lesquels 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 N.D.V.I présente des valeurs proches de 0 (HADDOUCHE, 2009).

1.1.3. 5. Classification de l’N.D. V.I

Dans cette étude, nous avons utilisé le mode de classification supervisée pour le N.D.V.I, qui repose sur une bonne connaissance de terrain. Les données sont classées vis-à-vis d'objets de référence, choisis par l’interprète (GIRARD et GIRARD, 1999). Sur le terrain, plusieurs tournées de reconnaissance ont été effectuées pour la vérification de l’état de la végétation dans les zones classifiées par l’image satellitaire et l’utilisation de l’indice de végétation N.D.V.I.

1.2. Travail sur le terrain

Concernant la partie de terrain, plusieurs sorties de reconnaissance ont été effectuées pour la vérification de l’état du couvert végétal dans les zones classifiées par l’image satellitaire et l’utilisation de l’indice de végétation NDVI. Pour le choix des zones sur terrain, nous nous sommes intéressés spécialement par les zones forestières ayant un couvert végétal dense afin de vérifier l’état du couvert végétal forestier relevant de notre zone d’étude. Ainsi, des placettes dendrométriques ont été faites au niveau des forêts ayant une densité importante dans la région d’étude et ce suivant un échantillonnage stratifié. En ce qui concerne la Wilaya de Tiaret nous avons choisi la forêt de Guezoul. Pour la Wilaya de Tissemsilt les placettes dendrométriques ont été réalisées au niveau du parc national de Thniet El had. Les coordonnées géographiques de ces placettes ont été enregistrées à l’aide d’un G.P.S (système de positionnement à l'échelle du Globe). Le matériel utilisé dans le terrain est le suivant (Fig. 21).



Fig.21: Le matériel utilisé sur terrain (Cliché ZIANI, Mai 2021)

1.2.1. Installation des placettes

L'installation des placettes dendrométrique de 10 ares a été effectuée à l'aide d'une roulette dont le rayon du cercle est de 17,56 m (**Fig. 22**). Des jalons ont été utilisés afin de délimiter les placettes qui présentent une forme circulaire. En cas d'un terrain pentu on a pris en considération la correction de la valeur du rayon de placette en fonction de la variation de la pente.



Fig. 22 : Installation des placettes à l'aide d'une roulette et des jalons (Cliché ZIANI, 2021)

1.2.2. Mesures dendrométriques

1.2.2.1. Mesure de la Circonférence à 1.30 m

Les mesures des circonférences sont faites à l'aide d'un ruban mètre et ce à un niveau de 1.30 m. L'utilisation de la circonférence dans un inventaire dendrométrique nécessite toutefois des précautions à prendre sinon on risque de sous-estimer ou alors de sur estimer la valeur réelle.



Fig.23 : Mesure de la circonférence des arbres à l'aide d'un ruban mètre (Cliché ZIANI, 2021).

1.2.2.2. Mesure de la hauteur des arbres

La mesure de la hauteur totale d'un arbre consiste à mesurer la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre et son bourgeon terminal. Pour mesurer la hauteur des arbres au niveau de la zone d'étude, on a utilisé deux types de matériels, la croix de bucheron et le blum leiss. La croix du bucheron a été utilisée pour mesurer les arbres de pin d'Alep au niveau de la forêt de Guezoul, Wilaya de Tiaret. Le principe d'utilisation de la croix du bucheron est comme suit :

Elle est composée de deux baguettes perpendiculaire l'une des extrémités est proche de l'œil de l'opérateur et l'autre se dirige vers l'houpplier de l'arbre ; sachant que l'opérateur se recule progressivement jusqu'à la position de la deuxième extrémité se coïncide avec le sommet de l'houpplier. Dans ce cas, la hauteur de l'arbre égale la distance entre l'opérateur et l'arbre.

Dans le cas de la mesure de la hauteur des arbres du cèdre d'Atlas au niveau du parc National de Tissemsilt , on a utilisé le Blum leiss.

Ce dendromètre est composé d'un clisimètre à pendule fixé au moment de la visée, devant quatre échelles graduées en hauteurs. Sa manipulation, nécessite les opérations successives suivantes (**PARDÉ et BOUCHON, 1988**) :

- On doit se placer à une distance la plus voisine possible de la hauteur de l'arbre ou du niveau à mesurer (15, 20, 30 ou 40 m) et ce, à l'aide du viseur dioptrique et de la mire ;
- Il faut débloquent le pendule en suite ;
- Viser successivement le sommet et le pied de l'arbre ;
- Bloquer à chaque fois le pendule et lire la valeur observée;



Fig. 24 : Mesure de la hauteur des arbres : a : Mesure de la hauteur des arbres de cèdre d'Atlas à l'aide d'un Blum-leiss (Parc national de Tissemsilt) ; b : Mesure des arbres de pin d'Alep à l'aide de la croix du bûcheron (FD Guezoul, Tiaret). (Cliché ZIANI, 2021)

- Ajouter les deux lectures lorsqu'elles se tiennent de part et d'autre de l'échelle à zéro et ce lorsque le terrain est plat ;
- Il faut soustraire la plus petite valeur de la plus grande dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque le terrain est incliné;
- Enfin, on doit corriger éventuellement la hauteur lue et ce, en cas de pente

Chapitre IV

Résultats et interprétation

1. Résultats et interprétations

1.2 Carte de l'indice de végétation de la Wilaya de Tiaret

Le traitement de l'image satellitaire Landsat 8OLI par le logiciel ENVI et le SIG Map info, nous a permis d'obtenir la carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la Wilaya de Tiaret, qui couvre une superficie totale de 2011000 ha (Fig. 25).

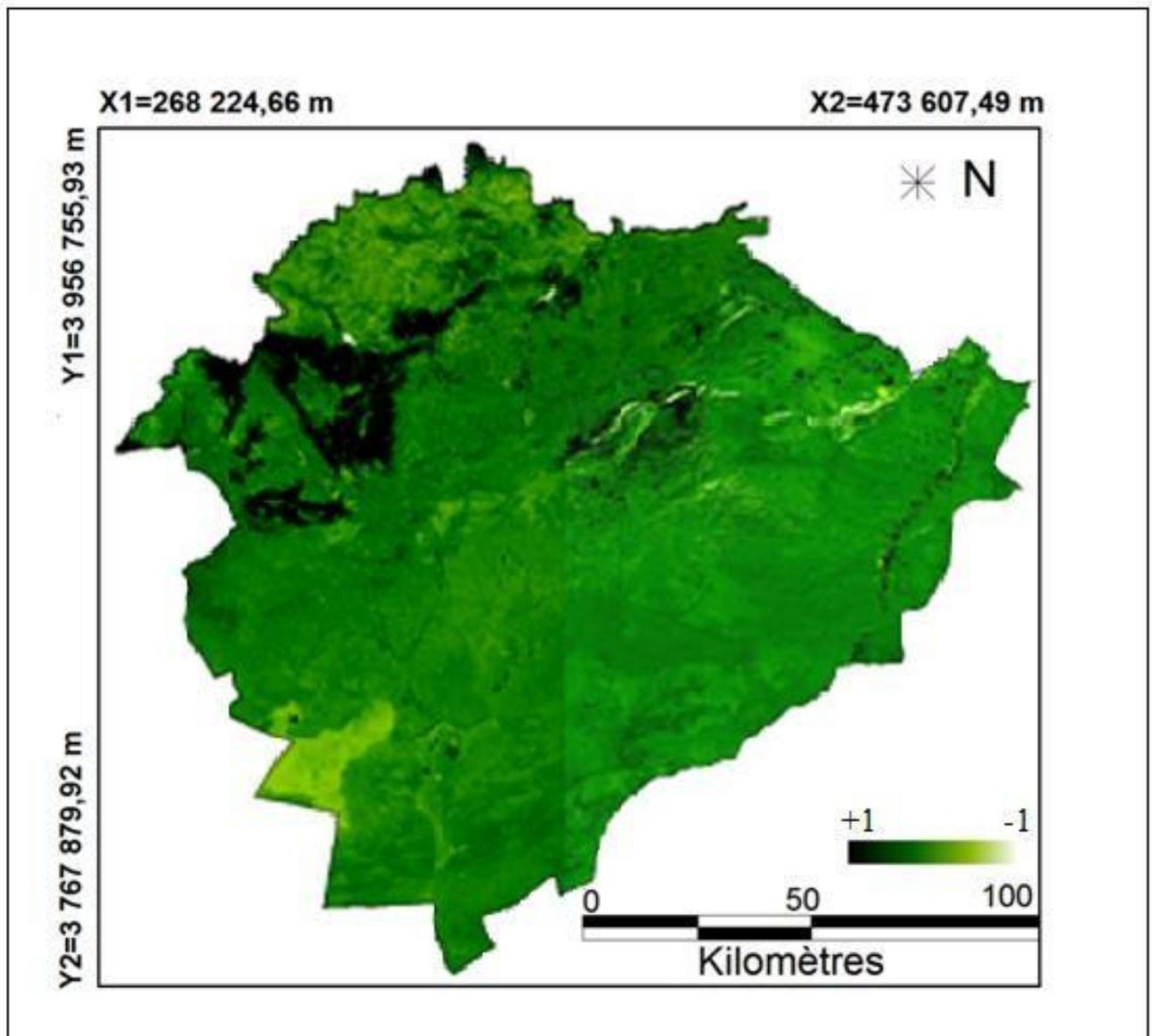


Fig.25 : Carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la Wilaya de Tiaret

L'indice de végétation (N.D.V.I), est varié généralement de -1 à 1. Les valeurs les plus élevées sont représentées par des surfaces en vert plus sombre (Forêts et maquis denses).

Les surfaces plus claires, représentent les sols nus, les vides et la végétation très dégradée, dont leur indice N.D.V.I est d'environ 0 à 0,1. Les eaux sont représentées avec une valeur N.D.V.I inférieure à 0 de (-0.1 à 0).

La carte N.D.V.I (indice différentiel normalisé de végétation) de la Wilaya de Tiaret, a été soumise à une classification supervisée tout en utilisant les données du terrain et l'image Google earth (voir Fig. 26).

Un nombre total de 04 classes ont été déterminées et ce, en relation avec l'état du couvert végétal :

- Classe 4: NDVI Dense (0.5 – 1) :(Forêts, maquis denses)
- Classe 3 : NDVI Moyen (0.1 – 0.5) : (Végétation claire, matorrals dégradées : Alfa, Diss et Doum)
- Classe 2 : NDVI Faible (0 - 0.1) : (Terrain vide, végétation très dégradée)
- Classe 1 : N.D.V.I Très faible (-1 - 0) : (Eau, barrages, lacs)

La détermination de ces classes de l'indice de végétation est l'étape la plus importante afin de déterminer l'état du couvert végétal dans la zone d'étude. Cependant vu l'étendue de la zone d'étude (nous avons utilisé 04 scènes) et le problème d'avoir des images satellitaires qui correspond a la même période, nous avons traité l'N.D.V.I des images satellitaires de l'année 2018. Après classification de la carte de l'N.D.V.I, il faut déterminer la superficie en Ha et le pourcentage (%) de chaque classe de l'indice N.D.V.I.

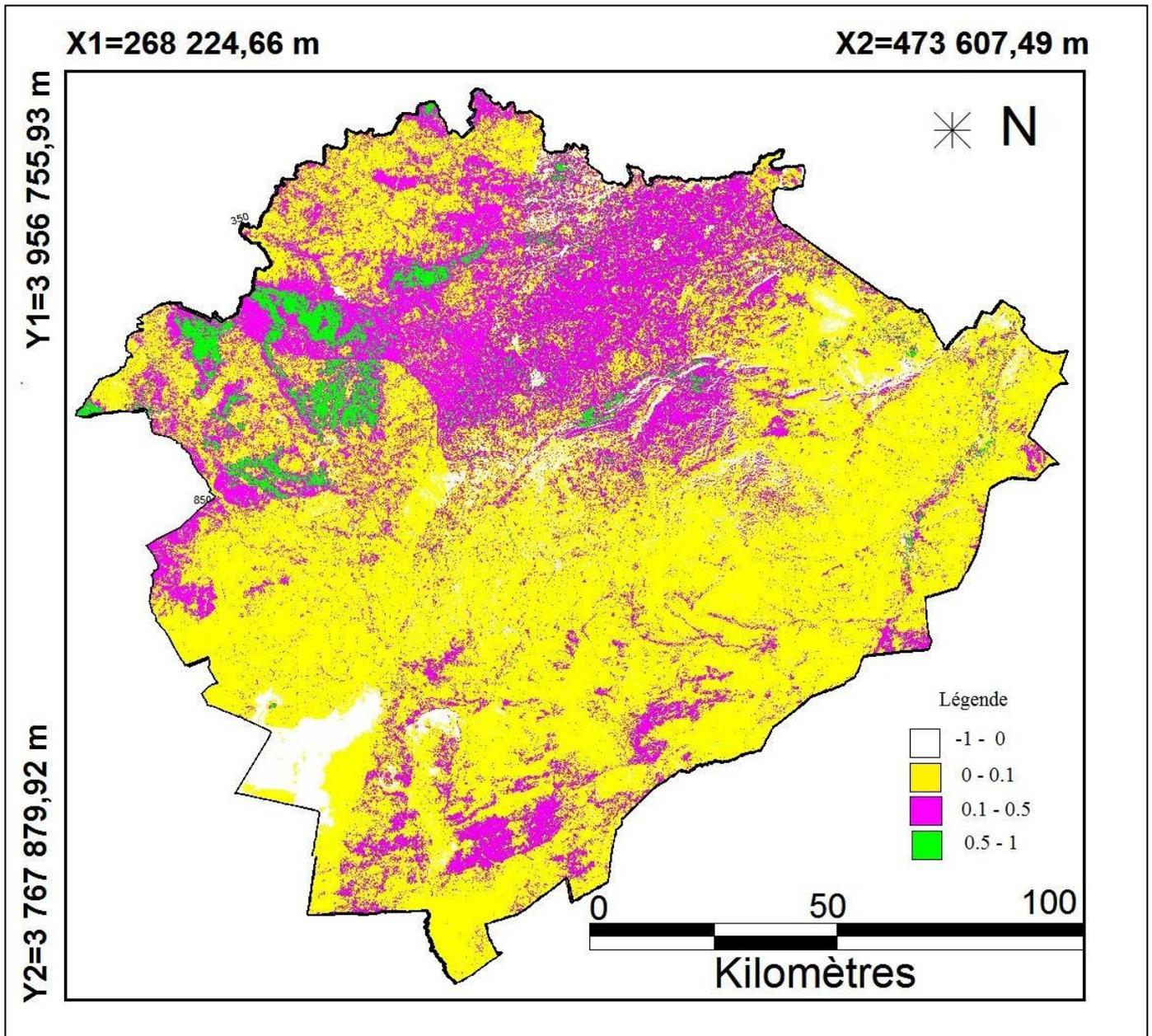


Fig.26 : Carte du couvert végétal de la Wilaya de Tiaret (Image classifiée par l'E.N.V.I).

L'opération de vectorisation des classes de végétations (classes d'N.D.V.I) a été faite sur le logiciel E.N.V.I pour calculer les superficies de ces dernières classes ; en suite la carte est transférée vers le logiciel SIG Map-info pour le traitement et la mise en page. L'application de cette méthode a permis d'obtenir les résultats suivants :

Tab 8 : Superficie des classes de l'indice de végétation N.D.V.I, Mars 2018 (Wilaya deTiaret).

Classes d'indice de végétation (N.D.V.I)	Nature de classe N.D.V.I	Surface en Ha	Pourcentage (%)
Classe 4 : NDVI Fort (0.5- 1)	Végétation dense	66161,9	3,29
Classe 3 : NDVI Moyen (0.1 - 0.5)	Végétation claire	476607	23,70
Classe 2 : NDVI Faible (0 – 0.1)	Végétation très dégradée et vide	1242798	61,80
Classe 1 : NDVI Très faible (-1 – 0)	Eau, lacs, barrages	225433,1	11,21
Total		2011000	100

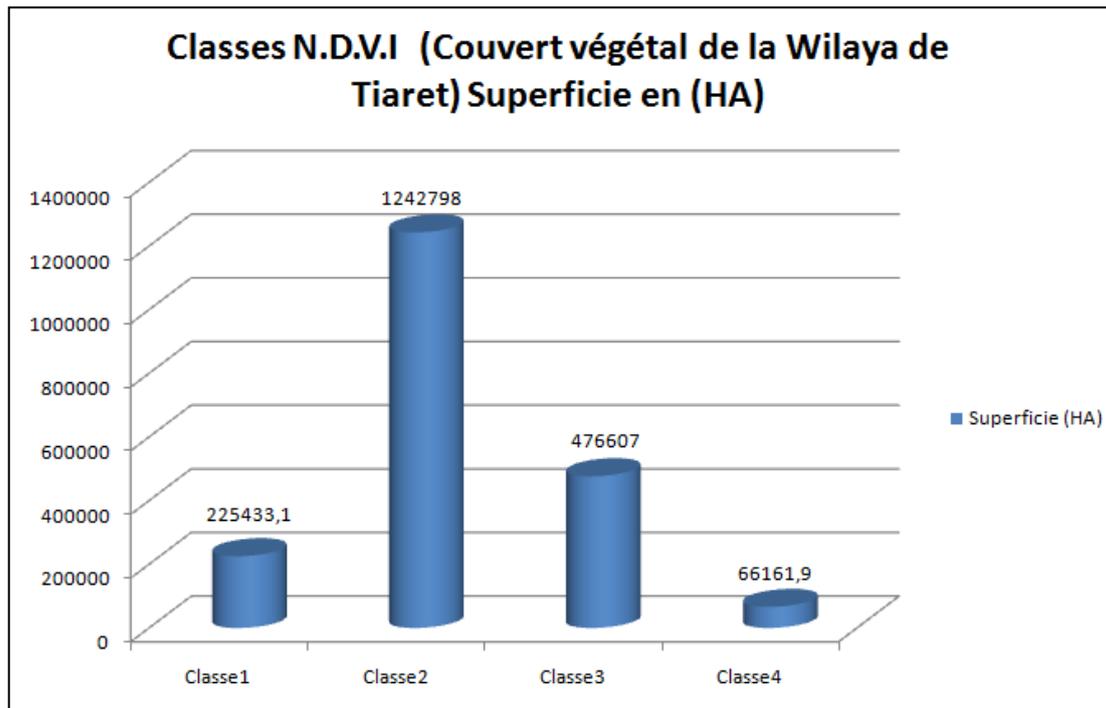


Fig. 27 : Représentation graphique de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Wilaya de Tiaret).

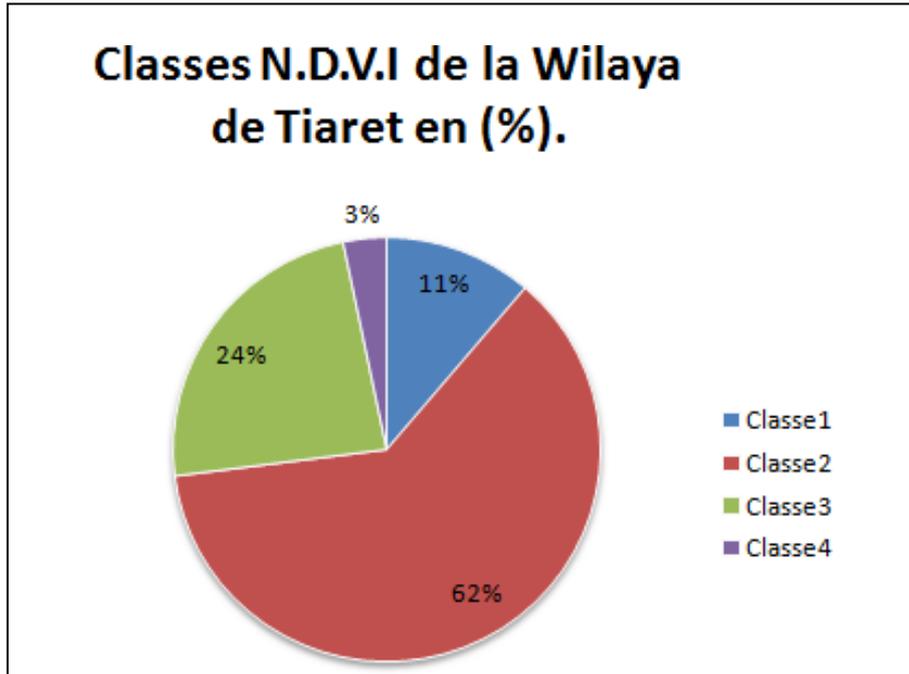


Fig.28: Pourcentage de la superficie des classes –N.D.V.I-Mars 2018 (Wilaya de Tiaret).

L'analyse des résultats obtenus (Tab. 8 et Fig. 27 et Fig. 28), montre que la zone de la Wilaya de Tiaret, présente un couvert végétal dégradé, en effet la superficie de la classe d'indice de végétation « N.D.V.I faible » (0 – 0.1), est la plus importante avec 1506,56 ha, soit un pourcentage de 61,80%. Les zones ayant un couvert végétal moyen, qui font partie de la classe d'indice de végétation « N.D.V.I moyen » (0.1 - 0.5), sont généralement représentées par une végétation claire et des matorrals ; Elles sont caractérisées par une surface qui est égale 476607 ha et un pourcentage de 23,70%. Au niveau de la Wilaya de Tiaret, la superficie des forêts, ayant un couvert végétal dense (classe d'indice de végétation « N.D.V.I Fort » (0.5 – 1), est la plus faible avec 66161,9 ha soit un pourcentage de 3,29%.

1.2 Carte de l'indice de végétation de la Wilaya de Tissemsilt

Pour la Wilaya de Tissemsilt, le traitement de l'image satellitaire Landsat 8OLI par le E.N.V.I, a permis d'obtenir la carte de l'indice de végétation de cette Wilaya, qui couvre une superficie totale de 320900 ha (Fig. 29).

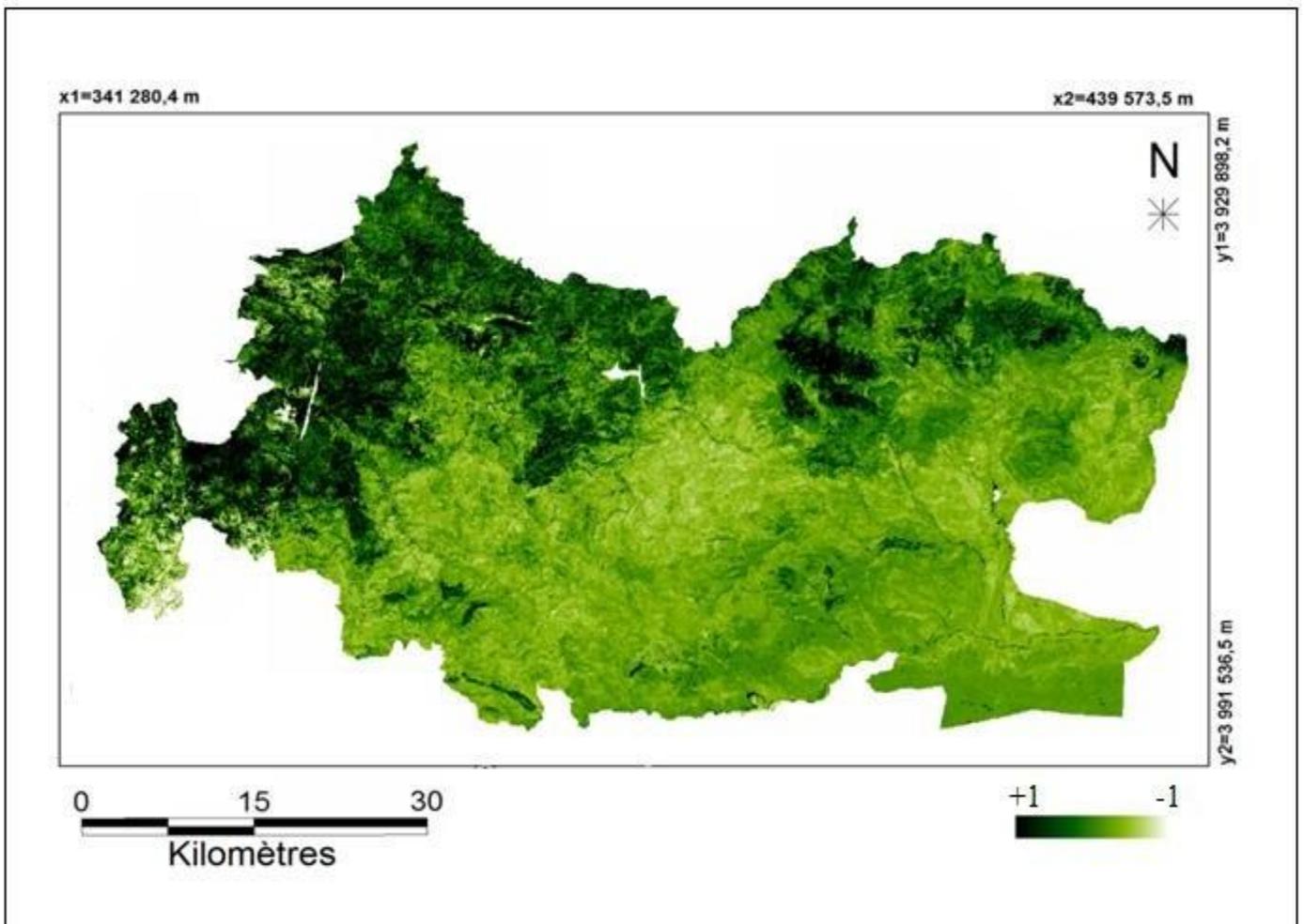


Fig. 29 : Carte de l'indice de végétation (N.D.V.I, année 2018) de la Wilaya de Tissemsilt

Comme dans le cas de la Wilaya de Tiaret, la détermination de ces classes de l'indice de végétation N.D.V.I était possible grâce à la classification de l'image NDVI et ce, sur la base de la connaissance du terrain et l'image Google earth de cette zone (Fig.30).

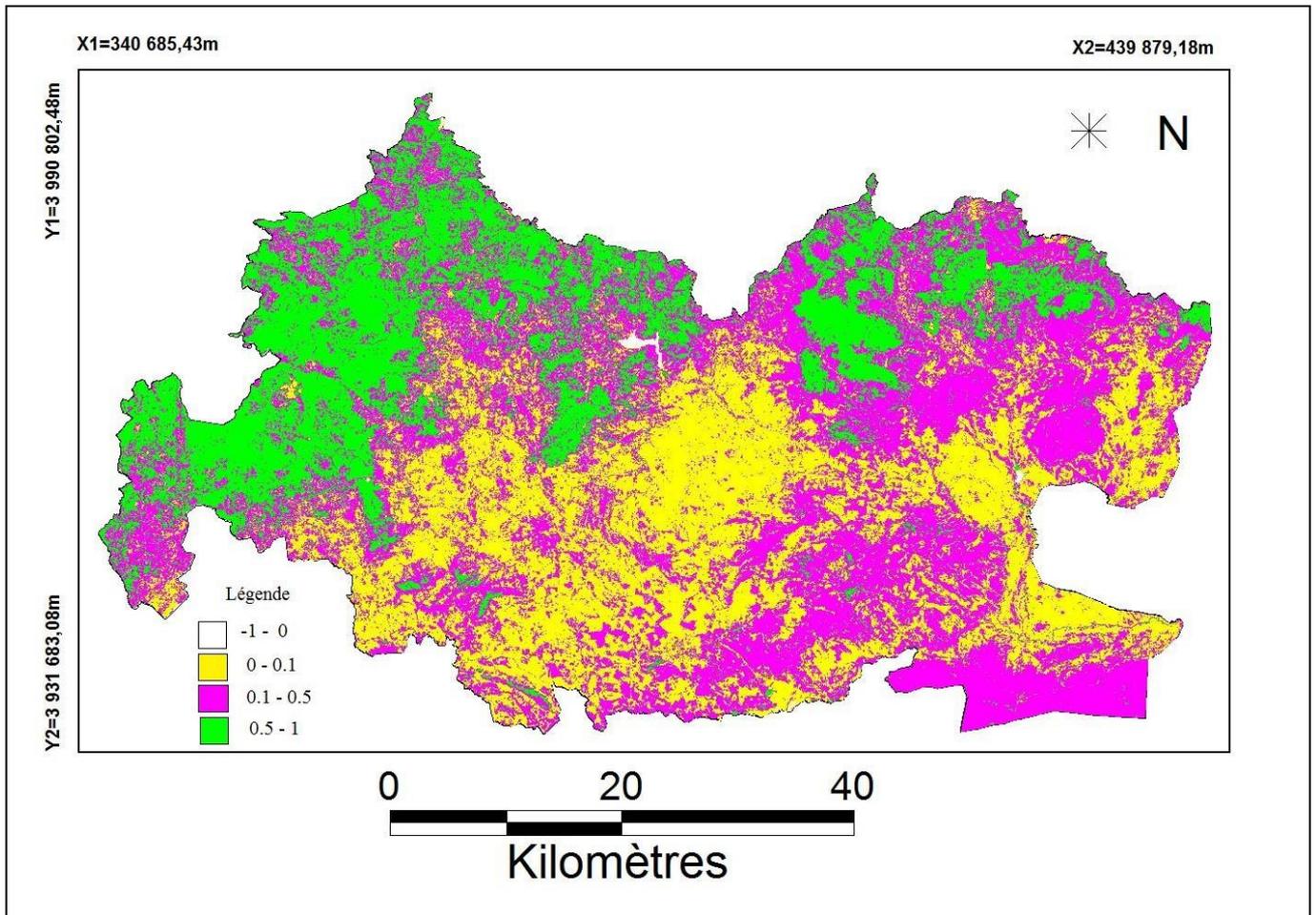


Fig. 30 : Carte du couvert végétal de la Wilaya de Tissemsilt (Image classifiée par l'E.N.V.I).

Après classification de la carte de l'N.D.V.I, la détermination de la superficie des classes de l'indice N.D.V.I. a été faite sur la base de la vectorisation de cette carte.

Tab. 9: Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I, Mars 2018 » de la Wilayade Tissemsilt

Classes d'indice de végétation (N.D.V.I)	Nature de classe N.D.V.I	Surface en Ha	Pourcentage (%)
Classe 4 : NDVI Fort (0.5 - 1)	Végétation dense	73518,19	22,91
Classe 3 : NDVI Moyen (0.1 - 0.5)	Végétation claire	121813,64	37,96
Classe 2 : NDVI Faible (0 - 0.1)	Végétation très dégradée et vide	88760,94	27,66
Classe 1 : NDVI Très faible (-1 - 0)	Eau, lacs, barrages	36807,23	11,47
Total		320900	100

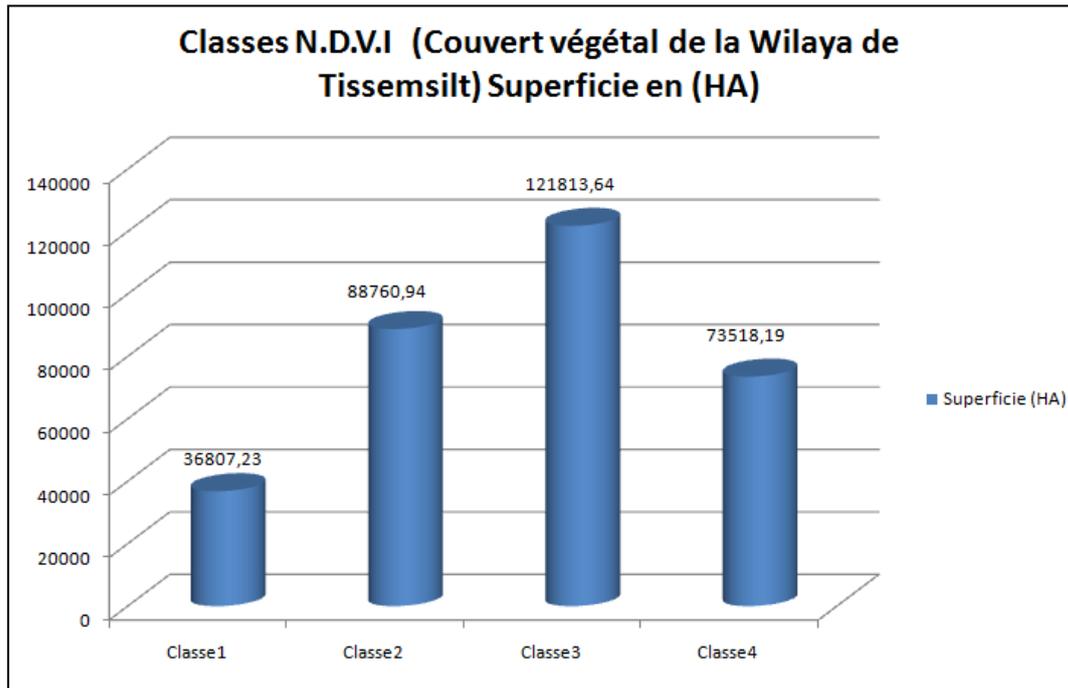


Fig. 31 : Représentation graphique de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Wilaya de Tissemsilt).

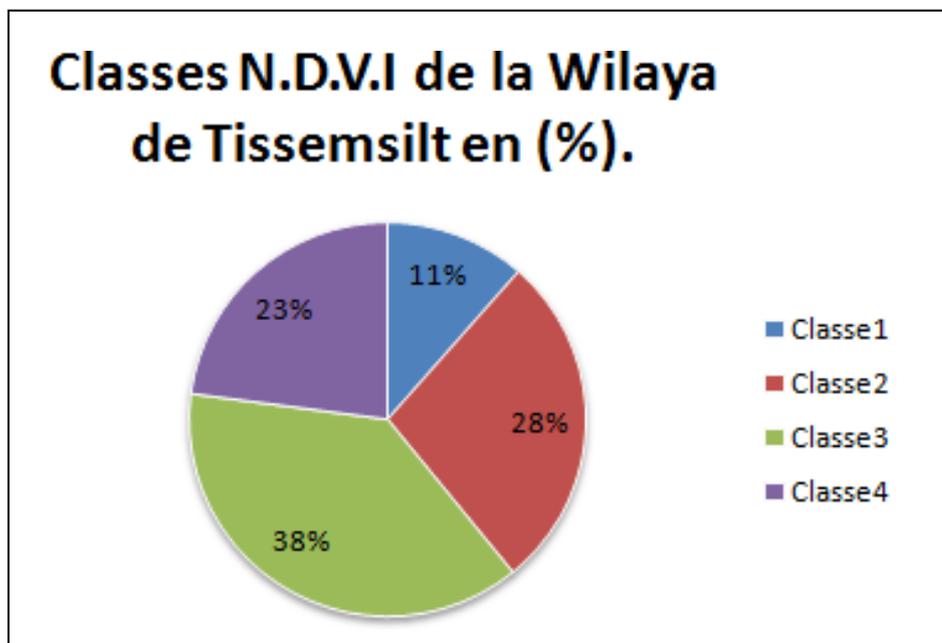


Fig. 32 : Pourcentage de la superficie des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Wilaya de Tissemsilt).

L'analyse des résultats obtenus (Tab.09 et Fig. 31), montre que le couvert végétal dense (Forets et maquis denses) au niveau de la Wialya de Tissemsilt représente un taux de 22,91, avec une superficie du couvert forestier de l'ordre de 73518,19 ha.

Les zones à couvert végétales moyennes, comme les matorrals dégradés, sont représentées par une surface, qui est de l'ordre de 121813,64 ha, soit un pourcentage de 37,96%. Les zones ayant un couvert végétal très dégradée avec N.D.V.I faible, sont représentées par une superficie qui est égale à 88760,94 ha et un pourcentage de 27,66 %.

1.3- Couvert végétal de la région de Tiaret-Tissemsilt

Pour l'ensemble de la région d'étude de Tiaret-Tissemsilt, qui couvre une superficie totale de 2331900 ha. La superficie et le pourcentage de chaque classe de l'indice N.D.V.I sont mentionnées dans le tableau ci-dessous (Tab.10). Ces classes ont été représenté graphiquement (Fig.33 et Fig.34).

Tab. 10 : Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I, Mars 2018» de la région de Tiaret-Tissemsilt

Classes d'indice de végétation (N.D.V.I)	Nature de classe N.D.V.I	Wilaya de Tiaret		Wilaya de Tissemsilt		Région Tiaret-Tissemsilt	
		Surface en Ha	(%)	Surface en Ha	(%)	Surface en Ha	(%)
Classe 4 : NDVI Fort (0.5- 1)	Végétation dense	66161,9	3,29	73518,19	22,91	139680,09	5,99
Classe 3 : NDVI Moyen (0.1 - 0.5)	Végétation claire	476607	23,70	121813,64	37,96	598420,64	25,66
Classe 2 : NDVI Faible (0 – 0.1)	Végétation très dégradée et vide	1242798	61,80	88760,94	27,66	1331558,94	57,10
Classe 1 : NDVI Très faible (-1 – 0)	Eau, lacs, barrages	225433,1	11,21	36807,23	11,47	262240,33	11,25
Total		2011000	100	320900	100	2331900	100

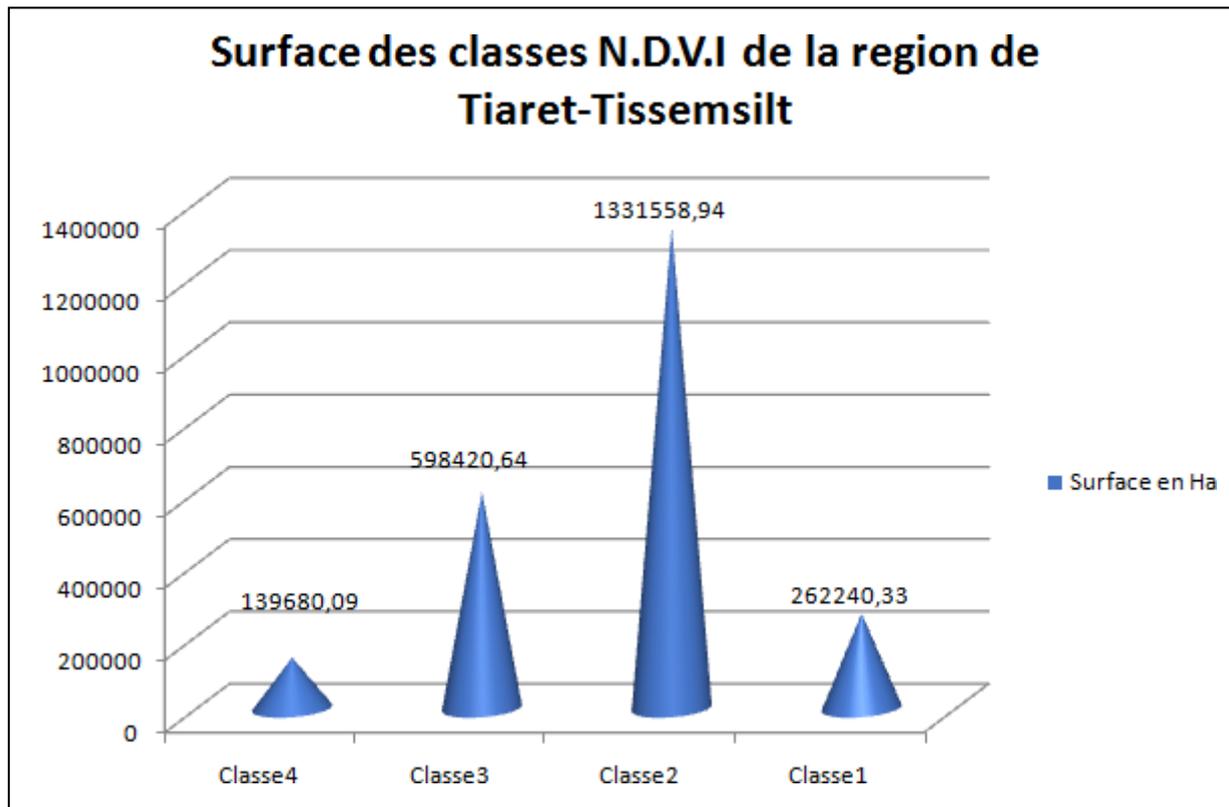


Fig. 33 : Représentation graphique des superficies des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Région de Tiaret-Tissemsilt).

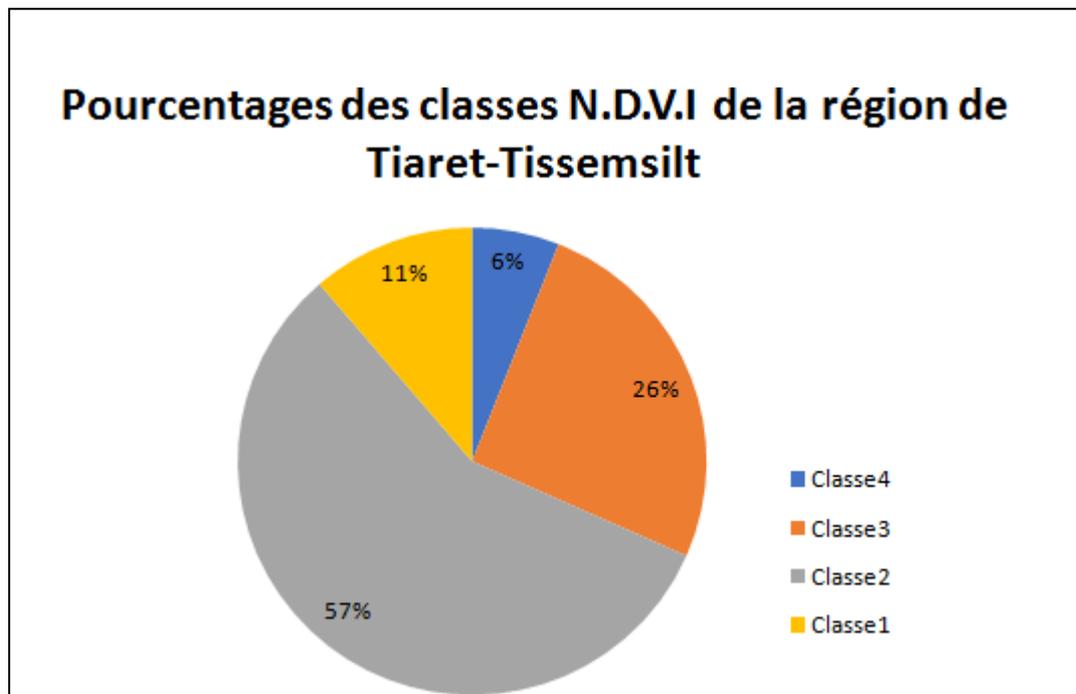


Fig. 34 : Pourcentage des superficies des classes –N.D.V.I- Mars 2018 (Région de Tiaret-Tissemsilt).

Les résultats obtenus (Tab.10 ; Fig. 33 et Fig. 34), montrent que la classe du couvert végétal dense (Forêts et maquis denses) au niveau de la région de Tiaret-Tissemsilt est la plus faible avec une superficie de 139680,09 ha soit un taux de 5,99%.

Par contre, on remarque que la classe du couvert végétal très dégradée avec N.D.V.I faible, sont représentées par une superficie plus importante qui est égale à 1331558,94 ha et un pourcentage de 57,10 %. La classe du couvert végétal moyen, sont représentées par une surface de 262240,33 ha, soit un pourcentage de 11,25%. La comparaison du couvert végétal forestier au niveau des deux Wilayas, permis de montrer que la Wilaya de Tissemsilt présente un couvert forestier plus important par rapport à la Wilaya de Tiaret ; En effet, la classe 4 du couvert végétal dense dans la Wilaya de Tissemsilt 73518,19 ha (22,91%) et supérieure de la classe du couvert dense de la Wilaya de Tiaret qui couvre 66161,9 ha (3,29%).

1.4. Données de terrain

La partie qui consiste à la réalisation de la carte du couvert végétal et la détermination des classes de l'indice de végétation N.D.V.I, a été complété par des sorties sur terrain dans l'objectif de vérifier ces résultats et pour avoir une idée sur l'état du couvert végétal au niveau de la région de Tiaret-Tissemsilt.

Dans cette partie d'étude nous nous sommes intéressés par la classe du couvert végétal dense qui est en relation avec les forêts de la zone d'étude. Nous avons réalisé des sorties sur terrain dans les forêts ayant une densité qui correspond avec la classe 4 de l'indice de végétation N.D.V.I (Couvert végétal dense). Dans la Wilaya de Tiaret nous avons choisi la forêt de Guezoul (Fig. 35) et pour la Wilaya de Tissemsilt on a choisi la zone du parc national de Thniet El-had (Fig. 36). Dans chaque zone on a installé 06 six placettes dendrométriques dans le but de caractériser son état dendrométrique notamment la densité du couvert forestier. Les résultats obtenus concernant les mesures dendrométriques qui ont été réalisés dans chaque zone (Tab.11 et Tab. 12), sont donnés comme suit :

Tab.11 : Caractéristiques dendrométriques de la forêt de pin d'Alep de Guezoul dans la Wilaya de Tiaret.

	Placette1	Placette2	Placette3	Placette4	Placette5	Placette6	Moy
Hauteur moy (m)	13,17	12,40	13,18	9,58	12,88	12,78	12,33
Circonférence (Cm)	89,07	71,97	90,27	30,25	92,33	91,21	77,52
Hauteur moy (m)	13,17	12,40	13,18	9,58	12,88	12,78	12,33
Densité	30	32	30	41	35	31	33
Densité/ha	300	320	300	410	350	310	332

Tab.12 : Caractéristiques dendrométriques de la forêt de cèdre d'atlas au niveau du parc national de Thniet El-had (Wilaya de Tissemsilt).

	Placette1	Placette2	Placette3	Placette4	Placette5	Placette6	Moy
Hauteur (m)	16,5	17	20,91	19,7	14,5	14,9	17,25
Circonférence (m)	1,7	1,4	1,54	1,46	1,62	1,42	1,52
Densité	24	28	27	20	18	40	26,17
Densité /ha	240	280	270	200	180	400	262

1.4.1 Hauteur moyenne des arbres

D'après les résultats de mesures dendrométriques (Fig. 34), on remarque que le cèdre d'atlas présente une hauteur très importante, dont la valeur maximale est enregistrée dans la placette 03 avec 22 m. Le pin d'Alep, présente une hauteur moyenne de m avec une valeur maximale de 13 m de hauteur.

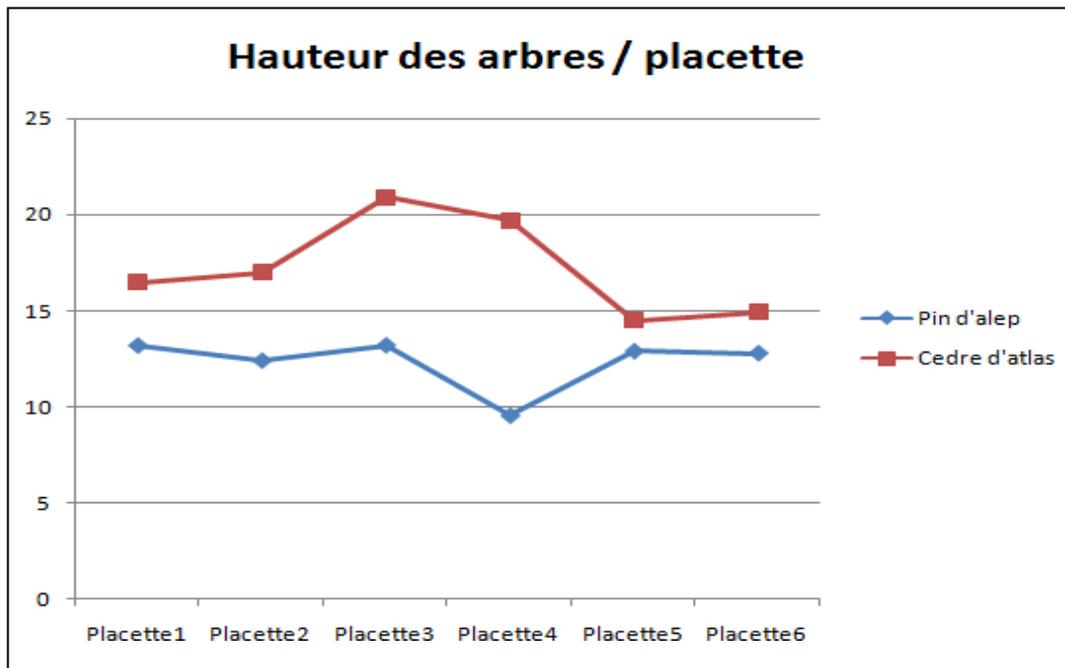


Fig. 35 : Variation de hauteur moyenne au niveau de FD. Guezoul (Tiaret) et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt).

1.4.2 Circonférence moyenne des arbres:

L'analyse de la Fig. 36, qui illustre les circonférences moyennes du cèdre d'atlas et du pin d'Alep montre que la valeur maximale est enregistrée dans la forêt de cèdre d'Atlas avec (1.7 m). La forêt de pin d'Alep, présente la valeur la plus faible (0.3 m), et ce dans la placette 4.

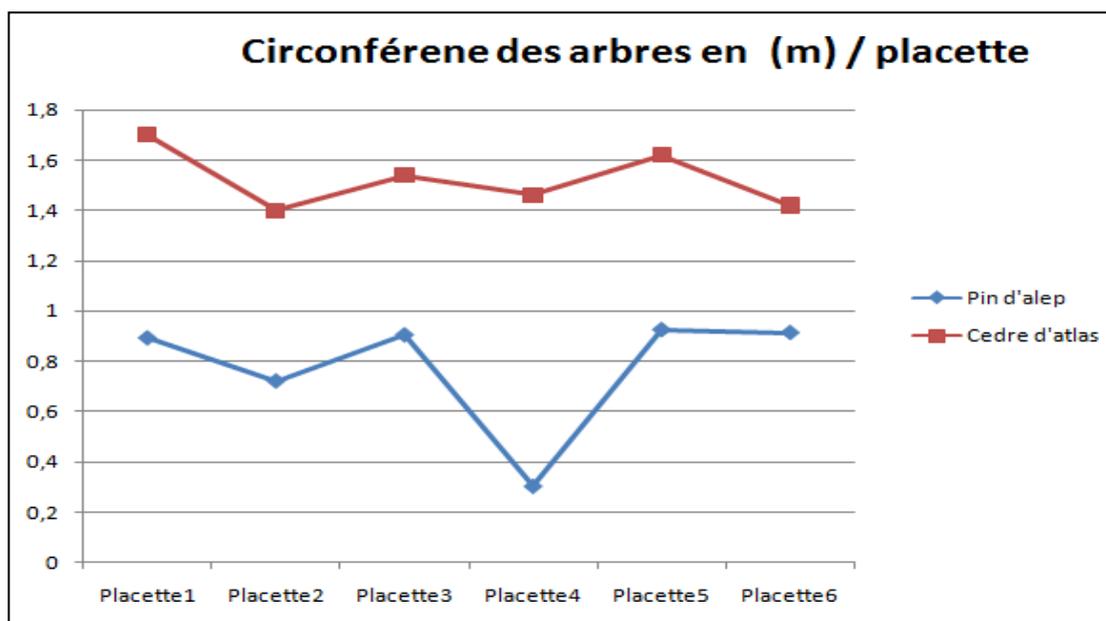


Fig. 36 : Variation de la circonférence moyenne au niveau de FD. Guezoul (Tiaret) et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt).

1.4.3 La densité des arbres

Pour la densité des arbres nous avons remarqué que la forêt de pin d'Alep présente la densité la plus importante avec 410 arbres/ha (placette 4). La forêt de cèdre d'atlas, présente la plus faible densité avec 184 tiges/ha dans la placette 5 (Fig. 37). La densité moyenne pour les deux forêts est de l'ordre de 297 arbres/ha.

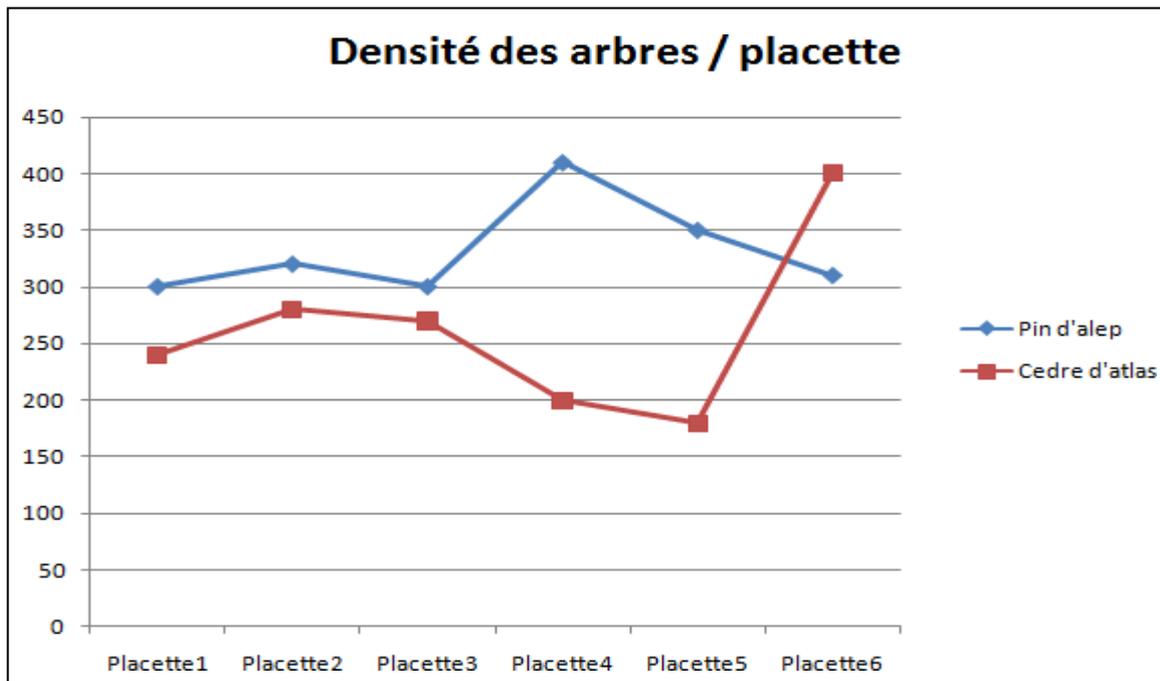


Fig.37 : Variation de densité des arbres au niveau de FD. Guezoul (Tiaret) et Parc national de Thniet El-Had (Tissemsilt).

D'après ces résultats dendrométrique, il s'avère que les forêts de la zone d'étude présente un couvert végétal forestier avec une densité assez importante, et ce au niveau de des deux Wilayas Tiaret et Tissemsilt. Ces forêts denses sont situées au niveau de la classe de l'indice de végétation NDVI fort (0.5 -1) qui présente un couvert forestier. Les résultats dendrométriques confirment cette densité du couvert végétal et montrent que ces deux zones forestières présentent une densité des arbres très importante (332 tiges/ha) à FD. De pin d'Alep de Guezoul, Wilaya de Tiaret (Fig.37) et (262 tiges/ha) à FD. De cèdre d'Atlas (Fig.37), parc national de Thniet El-Had (Wilaya de Tissemsilt). La densité moyenne des arbres concernant les deux forêts (pin d'Alep et cèdre d'atlas) est de 297 arbres/ha.



Fig.38 : Etat du couvert végétal du pin d'Alep de la forêt de Guezoul, Wilaya de Tiaret (Cliché ZIANI, 2021)



Fig.39: Etat du couvert végétal de cèdre d'atlas dans le parc national de Thniet El-had, Wilaya de Tissemsilt (Cliché ZIANI, 2021).

1.5-Le couvert végétal et les incendies de forêts

Les incendies des forêts représentent un risque très important pour la végétation de la zone d'étude ; En effet, l'importance de la densité du couvert végétal, augmente le risque d'incendie. Ainsi, les données concernant les superficies des forêts incendiées durant la période 2017-2020 (Données fournies par les deux conservations des forêts : Tiaret et Tissemsilt), peuvent fournir des informations complémentaires afin de mieux caractériser l'état du couvert végétal durant cette période. Ces informations sont utiles pour actualiser la superficie du couvert forestier et déterminer le taux de perte annuel des surfaces forestières par les feux de forêts.

En plus, il faut souligner que l'opération de traitement des données est une tâche fastidieuse et prend du temps, surtout dans le cas d'un vaste territoire comme le cas de la région de Tiaret et Tissemsilt. A cet effet, nous avons pu réaliser une carte d'indice de végétation N.D.V.I pour une seule période, mars 2018. L'état du couvert végétal en relation avec les surfaces incendiées durant ces 04 dernières années (2017-2020) est résumé dans le tableau suivant (Tab.13) :

Tab.13 : Couvert végétal forestier en relation avec les superficies incendiées et le taux de perte annuel du couvert forestier, période 2017-2020 (Région Tiaret –Tissemsilt)

Année	Wilaya de Tiaret			Wilaya de Tissemsilt		
	Surf. forêts incendiées	Sup. des forêts	% de perte du couvert (forêts)	Surf. forêts incendiées	Sup. des forêts	% de perte du couvert (forêts)
2017	187,33	66161,9	0,28	119,9	73518,19	0,16
2018	8	66153,9	0,0121	5,75	73512,44	0,0078
2019	136,84	66017,06	0,207	844,28	72668,16	1,16
2020	877,37	65139,69	1,346	211,31	72456,85	0,29
Total	1209,54	65139,69	Moy= 0,46	5492,65	72456,85	Moy= 0,40

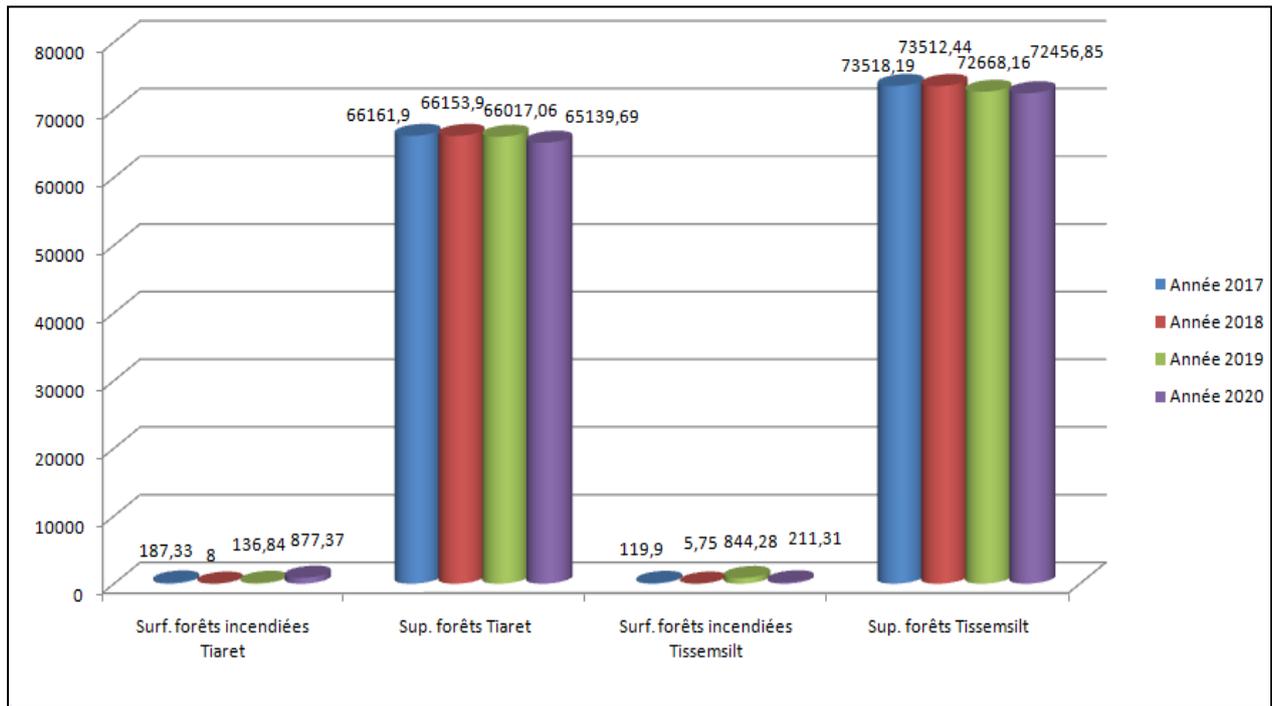


Fig.40 : Représentation graphique du couvert végétal forestier et les superficies incendiées, au cours de la période 2017-2020 (Wilaya de Tiaret et Tissemsilt).

A partir des résultats obtenus (Tab. 13 et Fig. 40), il est clair que les incendies de forêt influent sur l'état du couvert végétal. En effet nous avons remarqué que la superficie du couvert végétal dans la zone d'étude change chaque année en relation avec l'importance des superficies forestières qui sont ravagées par les feux des forêts. Selon le bilan des incendies de forêts (Tab. 13 ; Fig. 40), La Wilaya de Tiaret, a perdue une surface forestière de l'ordre de 1209 ha, soit un taux de perte moyen de 0.46 % ; Pour la Wilaya de Tissemsilt, la superficie totale incendiée est de 5492 ha, soit un taux de perte moyen de 0.40 %. L'état de dégradation du couvert végétal dans la région d'étude (Tiaret-Tissemsilt) est confirmé par le taux de perte moyenne annuel des superficies forestières qui est de l'ordre de 0,43 %, soit une superficie totale incendiée de 6702,19 ha, entre (2017 – 2020).

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail, nous avons essayé de faire une étude cartographique pour la détermination de la carte du couvert végétal à travers le territoire de la région de Tiaret- Tissemsilt. Ainsi, des sorties sur terrain ont été faites pour la description de la végétation d'un point de vue densité et composition. Pour cela, nous avons pris en considération la forêt de Guezoul (Wilaya de Tiaret) et le parc national de Thniet El-had (Wilaya de Tissemsilt) afin de réaliser quelques placettes dendrométriques.

À l'aide d'image satellitaire Landsat 8O.L.I de l'année 2018, l'image de Google Earth et notre connaissance du terrain, nous avons pu établir la carte de l'indice de végétation. Cet indice (N.D.V.I), est varié généralement de -1 à 1. Les valeurs les plus élevées sont représentées par des surfaces en vert plus sombre (Forêts et maquis denses) ; les surfaces plus claires, représentent les sols nus, les vides et la végétation très dégradée. La classification de l'indice NDVI a permis de classer notre zone d'étude en quatre classes et ce en relation avec la densité du couvert végétal. « Classe 4 (5,99%) : NDVI Dense 0.5 – 1: (Forêts, maquis denses) ; Classe 3 (25,66%): NDVI Moyen 0.1 – 0.5 : (Végétation claire, matorrals dégradées : Alfa, Diss et Doum) ; Classe 2 (57,10%) : NDVI Faible 0 - 0.1 : (Terrain vide, végétation très dégradée) ; Classe 1 (11,25%): N.D.V.I Très faible -1 - 0 : (Eau, barrages, lacs) ». Nous avons remarqué que la classe 4 du couvert végétal dense dans la Wilaya de Tissemsilt 73518,19 ha de forêts, soit (22,91%) est supérieure de la classe du couvert dense de la Wilaya de Tiaret qui couvre 66161,9 ha de forêts, soit (3,29%).

D'après les résultats des mesures dendrométriques qui sont effectuées sur terrain, nous avons constaté que les forêts de la zone d'étude qui sont situées dans la classe de l'indice de végétation fort NDVI fort (0.5 -1) présente un couvert végétal dense. Ces résultats confirment l'importance de cette classe du couvert végétal et montrent que notre zone d'étude présente une densité des arbres très importante (332 tiges/ha) à FD. Guezoul de pin d'Alep (Wilaya de Tiaret) et (262 tiges/ha) à la forêt de cèdre d'Atlas, parc national de Thniet El-Had (Wilaya de Tissemsilt). La densité moyenne des arbres concernant ces deux zones forestières est de 297 arbres/ha.

Enfin, l'analyse du bilan d'incendie durant la période de 04 ans (2017-2020) en relation avec l'état du couvert végétal nous avons remarqué que notre zone d'étude a perdu une surface forestières de l'ordre de 1209,54 ha pour la Wilaya de Tiaret, et 5492,65 ha dans la Wialya de Tissemsilt avec une superficie totale incendiée de 6702.2 ha, dans la région d'étude (Tiaret-Tissemsilt).

La perte annuelle du couvert végétal (0,43 % en moyenne pour une période de 4 ans : 2017-2020), confirme l'état de dégradation du couvert végétal dans la zone d'étude. Cela, confirme aussi la vulnérabilité du couvert végétal de cette zone vis-à-vis le risque d'incendies des forêts, d'où la nécessité de réaliser un plan d'aménagement de D.F.C.I qui vise à protéger cette zone contre les feux de forêts. Enfin, les cartes d'indice de végétation établies dans le cadre de cette étude, montrent l'efficacité des outils télédétection et S.I.G dans la cartographie du couvert végétal. Ces outils informatiques restent très exigés par les forestiers dans le cadre d'aménagement, de gestion et de suivi des phénomènes comme les feux de forêts.

1. Référence bibliographique

2. BARET et GUYOT, 1991 Baret, Guyot Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. *Remote Sens. Environ.*, 35 , pp. 161-17
3. BARET, F., GUYOT, G. 1991 : Baret, Guyot Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. *Remote Sens. Environ.*, 35 (1991), pp. 161-173.
4. BATEL D. 1990. Contribution à l'étude de la productivité de *Cedrus atlantica* Manetti en relation avec la station écologique. Application au parc national de Theniet El Had. These ing., INA, Alger, 62p.
5. BATUT, A. 1886 : La photographie appliquée à la production du type d'une famille, d'une tribu ou d'une race, Paris, Gauthier Villars
6. BELKAID B, 1988. Etude phyto-écologique et possibilité d'amélioration dans la cédraie du pac national de Theniet El Had . Thèse .Ing .I.T.A. Mostaganem, 46p
7. BLANC FERAUD, L., SAMSON, C., AUBERT G., ZERUBIA, J. 2000 : Multiphase evolution and variational image classification. Dans Congress SIMAI, Ischia, Italie.
8. BNEDER., 2009. Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse nationale, Alger. 85p
9. BONN F et ROCHON G., 1993-Précis de télédétection. Principes et méthodes. Volume 1, UREF, p 485.
10. Boudy P., 1950 .Economie forestières Nord-africaine, Tome II : Monographies et traitements des essences forestières, Fasc II. Paris, Edi : Larose, 638 p
11. Dajoz R ,2006 Précis d'écologie .Dunod (Ed). , 8ème édit paris.631p
12. DESHAYES ., al. 1990 : La télédétection en agriculture : actes du colloque de Montpellier organisé par CIHEAM [et al.] ; éd. Michel Deshayes, 1990.
13. DUBUSQ M., 1989-Reconnaissance des sols par télédétection et leur comportement par rapport à l'érosion dans le Lauragais. Thèse de doctorat, université Paul Sabatier, Toulouse III, p 242.
14. Emberger, L. (1955) Une classification biogéographique des climats. Recueil, travaux de laboratoire géolo-zoologique, Faculté des sciences. Service botanique
15. GIRARD, M. C. et GIRARD, C. M. 1999 : Traitement des données de télédétection. DUNOD, Paris., 529 p.
16. GIRARD, M. C. et GIRARD, C. M. 1999: Traitement des données de télédétection. DUNOD, Paris., 529 p.
17. HADDOUCHE D., 1998.-Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection "IMAGES LANDSAT TM" cas de la région de ghassoul (EL BAYADH). Thèse Mag. INA.,Alger. 143 p.
18. HADDOUCHE, 2009 La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie: cas de la région de Naama. Thèse Doct Univ de Tlemcen pp. 118-131+ annexes.
19. HADJI O. 1998. Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au parc national de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt).Thèse magister, INA, Alger, 147p.
20. JAZIRI B, 2011, Introduction Général, Travaux dirigés en cartographie thématique(en ligne), consulté le 13 mai 2017. Disponible sur interr, <https://brahimjaziri.jimdo.com/support-de-cours/cartographie/>
21. KAREN.K. KEMP, 2008 Introduction," in Karen K. Kemp, ed., Encyclopedia of Geographic Information Science. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008. Xxv and 558 p
22. Kergomard C.,

- AÉRO-SPA TIALE : une introduction., Cours de l'Ecole Normale Supérieure Paris. 74p
23. Leskomplekt, 1984 - Etudes et projets pour la mise en valeur des terres, aménagement des forêts et des parcs nationaux dans le massif "Ouarsenis". LESCOMPLEKT, Vol.20, Bulgarie, 120p.
 24. Lhomme S., 2013. Introduction à la géomatique (Complément de cours). 90p.
 25. Manuels et méthodes, B.R.G.M, 1993, France, p158
 26. Mebarek O.2020. contribution .memoire de master en foresterie univ Tlemcen.
 27. MEDERBAL K., 1983-La télédétection aérospatial et la phytoécologie. Application à deux régions naturelles d'Algérie : le littoral (Mostaganem) et l'Atlas saharien (Djelfa). Thèse 3eme cycle, université d'Aix-Marseille III, p 178.
 28. MEDERBAL K., 1983-La télédétection aérospatial et la phytoécologie. Application à deux régions naturelles d'Algérie : le littoral (Mostaganem) et l'Atlas saharien (Djelfa). Thèse 3eme cycle, université d'Aix-Marseille III, p 178.
 29. MISSOUMI A et TADJEROUNI K., 2003.- Apport SIG et imagerie AL-SAT-1 pour la cartographie des risques d'incendie de forêt, National., 39 p
 30. NOUAR B.2016. Contribution à l'étude de la diversité floristique et biogéographique des matorrals selon un gradient altitudinal des monts de TIARET (ALGERIE). Diplôme de Magister En Phytodynamique des écosystèmes matorrals menacés :13-20
 31. Ozenda 1982, Les végétaux dans la biosphère, p. 290.
 32. PARDE J, BOUCHON J, 1988.Dendrométrie.2ème éd. ENGREF, Nancy, 328p.
 33. Pesson, P(1974) .Ecologie forestier Bordas, Masson, Paris .185p
 34. Polidori L., 2002. Introduction à la télédétection spatiale., Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes. Laboratoire Régional de Télédétection (Cayenne, Guyane Française). 60p
 35. QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003-b - Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. Forêts méditerranéennes t. xxiv, n° 3 : Pp : 231-248.
 36. ROUSE J, W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A., DEERING, D. W., HARLAN J. C. 1974: Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwaveeffect) of naturalvegetation. NASA/GSFC Type III final report, Greenbelt, Maryland, 50 p
 37. SARI D, 1977.L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis(Algérie).Ed. SNED, Alger, 623 p
 38. SCANVIC J., 1993-Utilisation de la télédétection dans les sciences de la terre.
 39. Yessad S-A, 1988 - Contribution à l'étude éco-dendrométrique du Pinus halepensis Mill. Dans la zone Sub-humide littorale. Centre : cas du foret de Taourira (Cherchell). Thèse Magister, INA, Alger, 138p
 40. ZEDEK M. 1993. Contribution à l'étude de la productivité du Cedrus atlantica Manetti (cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse magister, INA, Alger, 175p.

a. SITES INTERNET

41. Web1(<https://www.greelane.com/fr/sciences-humaines/la-g%C3%A9ographie/landsat-overview-and-definition-1434623/>)
42. Web2https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-Landsat-remote-sensing-satellites-of-NASA-NASA_fig7_319478534
43. Web3www.wilaya-Tiaret.dz- Site officiel de la wilaya de TIARET (consulté le11/09/2014).