



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMEN

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

Département des Ressources Forestières

Laboratoire n°31 : *Gestion Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et Développement Durable
des zones montagneuses de la région de Tlemcen*

THESE DE DOCTORAT

En Foresterie

Option : Gestion et conservation des écosystèmes

Thème :

**Diversité structurale de la Yeuseraie, cartographie et évaluation de la
production: cas des monts de Tlemcen.**

Présenté par : ZAOUI Mostafa

Soutenu le 27/ 05/ 2020

Devant le jury composé de :

Président	Mr. BOUHRAOUA Rachid Tarik	Pr	Université de Tlemcen
Encadreur	BENABDALLAH Mohammed Ali	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur	Mr. MERZOUK Abdessamad	Pr	Université de Tlemcen
Examineur	Mr. BELGHERBI Benamar	M.C.A	Université de Mascara
Examineur	Mr. LATRECHE Ali abbés	M.C.A	Université de Sidi Bel

2020/2021

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce travail de thèse.

*En second lieu, je tiens à remercier mon directeur de Thèse Mr **BENABDALLAH Mohammed Ali** pour ses précieux conseils, son encadrement, ses critiques constructives, ses qualités scientifiques et humaines et son aide durant toute la période de thèse.*

*Je remercie au fond de mon cœur Mr **BOUHRAOUI Rachid Tarik**, Professeur au département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen Pour m'avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury.*

*Mes sincères remerciements à Mr **MERZOUK Abdessamad**, Professeur au département d'écologie et environnement de l'Université de Tlemcen qui m'a fait l'honneur d'examiner mon travail. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de mon profond respect.*

*Je remercie également et très respectueusement Mr **BELGHERBI Benamar** Maître de conférences à l'université de Mascara pour avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à Mr **LATRECHE Ali** Maître de conférences à l'université de Sidi Bel abbés qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

Enfin mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

ZAOUI Mostafa

التنوع الهيكلي لغابات البلوط الأخضر ، رسم الخرائط وتقييم الإنتاج في حالة جبال تلمسان:

ملخص: في هذه الدراسة ، تم إجراء جرد نموذجي على غابات البلوط في منطقة جبال تلمسان. كان الهدف هو تحديد هيكل الأنواع المختلفة من غابات البلوط الأخضر الموجودة حاليًا في هذه المنطقة الحرجية. التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات **AFC-CAH** تحليل عاملي للمراسلات وتصنيف هرمي تصاعدي" ، والذي تم تطبيقه على جميع بيانات 80 قطعة من العينات ومتغيرات التشعبات "الأخضر ، وبناءً على نتائج إلى أقطار ≤ 7.5 سم) نتج عنه 14 نوعًا و / أو نوعًا فرعيًا من عوامل البلوط (**dbh**) لفئات أقطار الشجرة هذا التصنيف ، تم إنشاء مفتاح تحديد لتسهيل التحديد. ووصف هذه الأنواع من المدرجات ، وبعد ذلك ، من خلال دراسة قياس الأشجار ، تمكنا من تحديد إنتاج هذه المدرجات من خشب البلوط أخضر الذي يظهر متوسط قيمة 46.74 م³ / 3 هكتار. وقد ساعدنا استخدام نظم المعلومات الجغرافية وأداة الاستشعار عن بعد سمح بعمل رسم خرائط لأنواع المستوطنات ، وبالتالي تم وضع خريطة لمخاطر الحرائق من أجل حماية هذه المنطقة الحرجية ذات التنوع الهيكلي المهم للغاية

الكلمات المفتاحية: التنوع الهيكلي (التصنيف) ، حالة قياس الأشجار ، رسم الخرائط ، جبال تلمسان ، البلوط الأخضر ، التهيئة و المحافظة

Diversité structurale de la Yeuseraie, cartographie et évaluation de la production: cas des monts de Tlemcen.

Résumé : Dans cette étude, un inventaire typologique a été réalisé sur les forêts de chêne vert dans la région des Monts de Tlemcen. L'objectif était de déterminer la structure des différents types de peuplements de chêne vert existant actuellement dans cette zone forestière. L'analyse statistique multivariante AFC-CAH « Analyse factorielle des correspondances et classification ascendante hiérarchique », qui a été appliquée à l'ensemble des données de 80 placettes d'échantillonnages et les variables dendrométriques des classes de diamètres des arbres (dbh "diamètre à hauteur d'homme $\geq 7,5$ cm) a abouti à 14 types et /ou sous-types des peuplements de chêne vert. Sur la base des résultats obtenus de cette classification, une clé de détermination a été établie afin de faciliter l'identification et la description de ces types de peuplements. Ensuite, par une étude dendrométrique nous avons pu déterminer la production de ces peuplements de chêne vert qui montre une valeur moyenne de 46.74 m³/ha. L'utilisation de l'outil SIG et télédétection nous a permis de faire une cartographie des types de peuplements. Ainsi, une carte de risque d'incendie a été établie en vue de protéger cette zone forestière ayant une diversité structurale très importante.

Mots clés : Diversité structurale (typologie), état dendrométrique, cartographie, monts de Tlemcen, yeuseraie, gestion et conservation.

Structural diversity of the Yeuseraie, mapping and evaluation of production: the case of the Tlemcen mountains.

Summary: In this study, a typological inventory was carried out on the holm oak forests in the Tlemcen Mountains region. The objective was to determine the structure of the different types of holm oak stands currently existing in this forest area. The AFC-CAH multivariable statistical analysis "Factorial analysis of correspondences and ascending hierarchical classification", which was applied to the data set of 80 sample plots and the dendrometric variables of the classes of tree diameters (dbh "diameter to male height ≥ 7.5 cm) resulted in 14 types and / or subtypes of holm oak stands. Based on the results of this classification, a determination key was established to facilitate identification and the description of these types of stands. Then, by a dendrometric study we were able to determine the production of these stands of holm oak which shows an average value of 46.74 m³ / ha. The use of the GIS and remote sensing tool helped us and allowed to make a cartography of the types of stands. Thus a fire risk map was established in order to protect this forest area having a very important structural diversity.

Key words: Structural diversity (typology), dendrometric state, cartography, Tlemcen mountains, yeuseraie, management and conservation.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I Généralités sur la chênaie vert	
1. Répartition géographique du Chêne vert.....	5
1.1. Le chêne vert à travers le monde.....	5
1.2. Le chêne vert en méditerranée.....	6
1.2.1. En France.....	6
1.2.2. En Espagne.....	6
1.2.3. Au Portugal.....	7
1.2.4. En Italie.....	7
1.2.5. Au Maghreb.....	7
1.2.5.1. Au Maroc.....	7
1.2.5.2. En Tunisie.....	8
1.2.5.3. En Lybie.....	8
1.2.5.4. Le chêne vert en Algérie.....	8
2. Taxonomie du chêne vert.....	9
3. Classification botanique.....	10
4. Écologie du chêne vert.....	10
4.1. Tranches altitudinales.....	11
4.2. Caractères climatiques.....	11
4.3. Caractères édaphiques.....	12
5. Biologie de l'espèce.....	12
6. Régénération du chêne vert.....	13
6.1. Rejets ou drageons.....	13
6.2. Régénération naturelle.....	13
7. Syntaxonomie du chêne vert.....	14
8. Espèces accompagnatrices du chêne vert.....	16
9. Potentialités du Chêne vert.....	16
10. Rôle économique du Chêne vert.....	17
10.1. Le Bois.....	17
10.2. Ressources alimentaires.....	18
Chapitre II Etude de Milieu Physique	
1. Milieu physique.....	21
1.1. Situation géographique des Monts de Tlemcen.....	21
1.2. Géomorphologie.....	22

1.2.1. Altimétrie.....	22
1.2.2. Les classes des pentes.....	22
1.2.3. Les classes d'expositions.....	23
1.3. La Géologie.....	24
1.4. Pédologie.....	27
1.5. Le réseau hydrographique.....	29
1.5.1. Les oueds.....	29
1.5.2. Les ressources souterraines.....	30
1.6. Bioclimat.....	31
1.6.1. Choix des stations météorologiques.....	32
1.6.2. Les précipitations.....	36
2.6.2.1. Le régime pluviométrique.....	36
1.6.3. Les facteurs thermiques (Températures).....	37
1.6.3.1. Températures moyennes mensuelles et annuelles.....	38
1.6.3.2. Température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M ».....	38
1.6.3.3. Température moyenne des minima du mois le plus froid « m ».....	39
1.6.3.4. L'Amplitude thermique moyenne (Indice de continentalité).....	40
1.6.4. Synthèse bioclimatique.....	41
1.6.4.1. Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	42
1.6.4.2. Indice de DEMARTONNE.....	46
1.6.4.3. Indice xérothermique d'EMBERGER (1942).....	46
1.6.4.4. Indice de Paterson C .V. P.....	47
1.6.4.5. Bilan hydrique.....	49
2.6.4.6. Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER (1952).....	49
1.6.5.1. Neige.....	52
1.6.5. Autres paramètres climatiques.....	52
1.6.5.5. Brouillard.....	53
1.6.5.3. Gelée blanche.....	53
1.6.5.4. Orages.....	53
1.6.5.2. Grêle.....	53
1.6.5.5. Vent.....	54
Chapitre III Données socio-économiques et milieu anthropique	
1. Importance des pressions anthropo-zoogènes.....	55
2. Stades de dégradation de la forêt.....	57
3. Occupation du sol.....	59

3.1. Agriculture.....	60
3.2. Végétation naturelle.....	63
3.3. Infrastructures et équipements forestiers.....	64
4. Les causes de dégradation.....	67
4.1. Population.....	68
4.2. Parcours et élevage.....	70
4.3. Les carrières.....	74
4.4. Les délits forestiers.....	74
4.5. L'érosion.....	76
4.6. Attaques parasitaires.....	78
4.7. Les incendies de forêt.....	79
4.7.1. Les conséquences des incendies.....	83
Chapitre IV Matériels et méthodes	
1. Partie I : Méthode d'inventaire typologique	87
1.1. Échantillonnage et choix des zones d'inventaire.....	90
1.2. Installation des placettes sur terrain.....	92
1.3.1.1. Le diamètre des arbres.....	95
1.3. Détermination des caractéristiques dendrométriques.....	95
1.3.1. Les paramètres de mesures.....	95
1.3.1.2. Mesure de la hauteur des arbres.....	98
1.3.2. Les paramètres calculés.....	99
1.3.2.1. La surface terrière.....	99
1.3.2.2. La densité.....	100
1.3.3. Autres paramètres d'inventaire.....	101
1.3.3.3. La régénération du chêne vert.....	101
1.3.3.2. La composition en essences.....	101
1.3.3.1. L'identification des caractéristiques sylvicoles.....	101
1.3.3.4. Les caractéristiques stationnelles.....	102
1.3.4.1. Codification des données récoltées.....	102
1.3.4. Traitement statistique des données.....	102
1.3.4.2. Codification spécifique.....	103
1.3.4.4. Codification des placettes.....	103
1.3.4.3. Codification des catégories de bois.....	103
1.3.4.5. Choix du traitement statistique.....	104
1.3.4.5.1. Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.).....	104

1.3.4.5.2. Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H).....	105
2. Partie II : Aperçu cartographique sur les types de peuplements et le risque d'incendie....	106
2.1. Système d'Information Géographique (S.I.G) et Télédétection.....	106
2.2. Méthode d'élaboration de la carte des types de peuplements.....	107
2.2.1. Création de la carte des types de peuplements.....	107
2.2.1.2. Micro-ordinateur.....	107
2.2.1.1. Données et matériels utilisés.....	107
2.2.1.3. Logiciels informatiques.....	108
2.2.1.3.1. Le logiciel map info 8.0.....	108
2.2.1.3.2. Le logiciel E.N.V.I 4.1.....	108
2.2.1.4. Traitement de l'image satellitaire par le logiciel E.N.V.I 4.1.....	109
2.2.1.4.1. Acquisition de l'image satellitaire.....	110
2.2.1.4.2. Composition colorée.....	111
2.2.1.4.3. Extraction d'image.....	112
2.2.1.4.5. Classification supervisée.....	112
2.2.1.4.4. Classification multi-spectrale.....	112
2.3. Méthode de création de la carte « d'Aléa » de risque de feu.....	113
2.3.1. Détermination de l'indice de végétation « N.D.V.I ».....	114
2.3.2. Détermination de la topo-morphologie.....	115
2.3.2.1. Classe des pentes.....	115
2.3.2.2. Classes d'exposition.....	115
Chapitre VI : Résultats et discussions	
Partie 1 : Résultats de l'étude d'inventaire : typologie des peuplements.....	117
1. Résultats du traitement statistique des données et détermination de la typologie des structures des peuplements.....	117
1.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	117
1.2. Détermination des types de peuplements à partir de la méthode de classification ascendante hiérarchique (C.A.H).....	119
1.2.1. Analyse graphique et description des types de peuplements.....	122
1.3. Élaboration de la clé de détermination de la yeuseraie (chêne vert) des Monts de Tlemcen.....	148
2.1. Partie 2 : Évaluation de la production du chêne vert.....	151
2.2. Résultat des paramètres dendrométriques.....	151
2.2.1. Diamètre des arbres.....	151
2.2.2. Hauteur moyenne.....	151
2.2.3. Surface terrière.....	152

2.2.4. Densité des arbres.....	153
2.3. Estimation du volume moyen des arbres et du peuplement.....	153
2.4. Tarif de cubage.....	155
2.4.1 Interprétation des relations de tarif.....	156
3. Partie3 : Résultats de la cartographie des types de peuplements et de risque d'incendie.....	157
3.1. Carte d'occupation du sol.....	157
3.2. Carte des types de peuplements.....	160
3.3.Élaboration de la carte de risque d'incendie.....	163
3.3.1. Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I ».....	164
3.3.2. Conditions topographiques.....	167
3.3.2.1. Pentés.....	167
3.3.2.2. Expositions.....	168
3.3.4. Détermination de l'indice de risque d'incendie (I.R.D).....	169
1.4.1. Carte de risque d'incendie.....	169
4. Recommandations: Traitement sylvicoles et proposition d'infrastructures de DFCI	173
4.1. Traitement sylvicoles des peuplements de chêne vert.....	173
4.1.1. Taillis.....	173
4.1.2 Futaie.....	174
4.1.3 Peuplements de chêne vert en mélange avec d'autres essences.....	175
4.2. Proposition d'infrastructures de DFCI.....	176
4.2.1. Les tranchées pare-feu : T.P.F.....	178
4.2.2. Les Pistes.....	178
4.2.3. Les points d'eau.....	179
4.2.4. Les Postes de vigie.....	179
Conclusion générale.....	180
Références bibliographiques	183

Liste des figures

Fig. 1 : Arbre, feuilles et glands de <i>Quercus rotundifolia</i> (sources : chêne vert@visoflora.com).....	04
Fig. 2 : Distribution géographique de <i>Quercus ilex .L</i> et <i>Q. rotundifolia Lamk.</i> Dans le Bassin méditerranéen (D’après BARBERO et LOISEL, 1980).....	05
Fig. 3 : Air Distribution géographique du Chêne vert en Algérie (HAICHOIR, 2009).....	09
Fig. 4 : Carte de Subdivision géographique de la wilaya de Tlemcen (ANAT de Tlemcen 2000).....	21
Fig. 5 : Carte hypsométrique de la zone d’étude « Monts de Tlemcen » (ZAOUI. M, 2020).....	22
Fig. 6 : Carte de répartition des classes de pentes dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, M. 2020).....	23
Fig. 7 : Carte de répartition des classes d’expositions dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).....	24
Fig. 8 : Carte géologique des monts de Tlemcen réalisée par CORNET et al., (1952) ; Modifié. Par BENABDELLAH M.A, (2011).....	25
Fig. 9 : Série litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen (BENEST et al. 1999).....	26
Fig. 10 : Carte pédologique des monts de Tlemcen (KAZI TANI, 1996).....	28
Fig. 11 : Carte du réseau hydrographique des Monts de Tlemcen (ANAT., 2003).....	30
Fig. 12 : Les ressources en eaux souterraines, dans la Wilaya de Tlemcen « Zones plus ou moins favorables pour l’implantation des forages et des puits » (COLLIGNON, 1986).....	31
Fig. 13 : Stations météorologiques de référence dans la région des monts de Tlemcen (ZAOUI M., 2020).....	32
Fig. 14 : Variation des précipitations mensuelles (Ancienne période : 1913-1938).....	36
Fig. 15 : Variation des précipitations mensuelles (Nouvelle période : 1975-2019).....	37
Fig. 16 : Variation mensuelle des températures pour l’ancienne période: 1913-1938.....	39
Fig. 17 : Variation mensuelle des températures pour la nouvelle période : 1975-2019.....	39
Fig. 18 : Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953). (Ancienne période 1913-1938, données de SELTZER, 1946).....	43
Fig. 19 : Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN. (Nouvelle période 1975-2019, données de l’A.N.R.H).....	44
Fig. 20 : Relation entre l’indice (C.V.P.) et la productivité potentielle (source PARDE. J, 1958).....	49
Fig. 21 : Climagramme pluviothermique du quotient (Q2) d’EMBERGER (1952).....	51
Fig. 22 : Les stades de dégradation dans un écosystème forestier au Maghreb (QUEZEL, 2000).....	56
Fig. 23 : Schéma montrant la transformation régressive d’une formation forestière, selon LE HOUEROU (1980).....	58
Fig. 24 : Carte des infrastructures et équipements forestiers existant dans la région des monts de Tlemcen (C.F.T., 2019 digitalisée par ZAOUI M., 2020).....	65

Fig. 25 : photos de quelques délits et infractions forestières dans les peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen (Cliché ZAOUI M. 2018).....	75
Fig. 26 : Photo montrant les travaux de corrections torrentielles dans la région de Ain Ghoraba, (ZAOUI M 2018).....	78
Fig. 27 : Bilans des incendies de forêts (2009-2019) dans la Wilaya de Tlemcen (C.F.T., 2019).....	80
Fig. 28 : Évolution de la série de pin d'Alep à et à chêne vert dans l'étage semi-aride en Méditerranée occidentale (LE HOUEROU, 1980).....	85
Fig. 29 : Localisation de la zone d'inventaire ayant une présence importante en peuplements de chêne vert (zones potentielles) dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI M. , 2020).....	88
Fig. 30 : Représentation méthodologique de l'étude d'inventaire typologique pour les structures des peuplements de chêne vert de la région des Monts de Tlemcen.....	90
Fig. 31 : Les instruments utilisés dans notre inventaire sur les peuplements de chêne vert (Monts de Tlemcen).....	92
Fig. 32 : Détermination d'une placette circulaire (TOMASINI, 2002).....	93
Fig. 33 : Schéma montrant la correction de la surface des placettes en terrain pentu (TOMASINI, 2002).....	94
Fig. 34 : Mesure de diamètre des arbres de chêne vert à l'aide d'un compas forestier (Cliché : BENABDALLAH, 2018).....	95
Fig. 35 : Procédures conventionnelles de mesure de diamètre des arbres sur pied (FORSTER et al., 2001).....	96
Fig. 36 : Les grandes catégories des diamètres d'arbres forestiers (LOMBARDINI et al., 2006).....	97
Fig. 37 : Photo du dendromètre BLUME-LEISS utilisé dans la mesure des arbres dans le cas de notre inventaire typologique.....	98
Fig. 38 : Schéma montrant la surface terrière des arbres (FORSTER et al., 2001).....	100
Fig. 39 : Photos des jeunes tiges du chêne vert de la région d'Ain Ghoraba (Cliché ZAOUI M., 2018).....	101
Fig. 40 : Le logiciel S.I.G « Map-info 8.0 » utilisé dans l'étude cartographique.....	108
Fig. 41 : Le logiciel E.N.V.I., utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT 8OLI.....	109
42 : Image Landsat 8OLI de la zone d'étude « Monts de Tlemcen, Wilaya de Tlemcen » (Path 196, Row 036) (date : 17/01/2018).....	110
43 : Réalisation de la classification supervisée de l'image satellitaire Landsat 8OLI dans le logiciel E.N.V.I 4.1.....	113
Fig. 44 : Plan factoriel de l'analyse factorielle des composantes (A.F.C) des 80 placettes d'échantillonnage.....	118
Fig. 45 : Résultat de la classification ascendante hiérarchique (C.A.H) des types de peuplements de chêne vert dans les monts de Tlemcen.....	120
Fig. 46 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 01).....	123
Fig. 47. Type 01 : Vieille Futaie de chêne vert pure à très Gros Bois dominant.....	124

Fig. 48 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 02)...	125
Fig. 49. Type 02 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne-liège à Petit Bois dominant.....	126
Fig. 50 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 03).....	127
Fig. 51. Type 03 : Taillis de chêne-vert mixte avec futaie de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant.....	128
Fig. 52 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 04).....	129
Fig. 53. Type 04 : Futaie de chêne vert pure à Gros Bois dominant.....	130
Fig. 54 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 05).....	131
Fig. 55. Type 05 : Futaie mixte de chêne vert et chêne-liège avec dominance de Gros Bois.....	131
Fig. 56 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 06).....	132
Fig. 57. Type 06 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen, de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant.....	133
Fig. 58 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 07).....	134
Fig. 59. Type 07 : Taillis mixte de chêne vert, thuya de berberie et Oléa à dominance de Petit Bois.....	135
Fig. 60 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 08).....	136
Fig. 61. Type 08 : Taillis mixte de chêne vert et thuya de berberie à dominance de Petit Bois.....	137
Fig. 62 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 09).....	138
Fig. 63. Type 09 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen à Petit Bois dominant.....	139
Fig. 64 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 10).....	140
Fig. 65. Type 10 : Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre et Oléa europea à dominance de Petit Bois.....	141

Fig. 66 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11a).....	142
Fig. 67. Type 11a : Taillis de chêne vert mixte avec le genévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière.....	143
Fig. 68 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11b).....	144
Fig. 69. Type 11b : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière.....	144
Fig. 70 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11c).....	145
Fig. 71. Type 11c : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une surface terrière importante.....	146
Fig. 72 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11d).....	147
Fig. 73. Type 11d : Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre et <i>Oléa europea</i> à dominance de Petit Bois.....	148
Fig. 74 : Clé de détermination des types de peuplement de chêne vert dans les Monts de Tlemcen.....	150
Fig. 75 : Courbe de la répartition des diamètres à 1.30 par placette.....	151
Fig. 76 : Courbe de la répartition des hauteurs moyennes par placette.....	152
Fig. 77 : Courbe de répartition de la surface terrière par placette.....	152
Fig. 78 : Courbe de répartition de la densité des arbres par placette.....	153
Fig. 79 : Répartition du volume moyen des arbres par placettes.....	154
Fig. 80 : Relation mathématique entre volume moyen et les paramètres dendrométriques (diamètre : d 1.30 , Hauteur moyenne : H moy et surface terrière totale : G à 1.30).....	156
Fig. 81 : Extrait de la carte satellitaire LANSDAT « monts de Tlemcen » avec composition colorée TM 5.4.2.....	157
Fig. 82 : Carte d'occupation du sol de la région des Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).....	158
Fig. 83 : Représentation graphique des occupations des sols « surface en ha » dans les Monts de Tlemcen.....	159
Fig. 84 : Carte des types de peuplements de chêne vert et des formations forestières dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).....	161
Fig. 85 : Superficies des grands types « groupements forestiers » avec les autres formations forestières dans les Monts de Tlemcen.....	163
Fig. 86 : Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » des Monts de Tlemcen.....	164
Fig. 87 : Carte de l'indice de végétation classifiée, « monts de Tlemcen » (N.D.V.I classifié).....	165
Fig. 88 : Représentation graphique des superficies relatives aux classes d'N.D.V.I.....	166

Fig. 89 : Représentation graphique des classes de pentes dans les monts de Tlemcen.....	168
Fig. 90: Représentation graphique des classes d'expositions dans les monts de Tlemcen.....	169
Fig. 91 : Carte de risque d'incendie dans les monts de Tlemcen (ZAOUI , 2020).....	170
Fig. 92 : Représentation graphique des superficies en pourcentage des classes de risque d'incendie dans les zones boisées des monts de Tlemcen.....	172
Fig. 93 : Taillis de chêne vert incendié (monts de Tlemcen).....	176
Fig. 94 : Trace de loisir (barbecue) dans un taillis de chêne vert (monts de Tlemcen).....	177

Liste des tableaux

Tab. 1 : Superficie du Chêne vert dans les pays méditerranéens.....	06
Tab. 2 : Répartition forestière par espèces (CFT, 2019).....	20
Tab. 3 : Données géographiques des stations météorologiques de référence.....	33
Tab. 4 : Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Ancienne période: 1913-1938).....	34
Tab. 5 : Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Nouvelle période: 1975-2019).....	34
Tab. 6 : Moyennes des minimas et maximas (Ancienne période: 1913-1938).....	35
Tab. 7 : Moyennes des minima et maxima (nouvelle période: 1975-2019).....	35
Tab. 8 : Types de climats en fonction des Amplitudes thermiques DEBRACH (1953).....	40
Tab. 9 : indication d'indice de DE MARTON.....	46
Tab. 10 : Indice xérothermique d'EMBERGER (1942).....	47
Tab. 11 : Indication de l'indice (C .V. P.) de PATERSON (1956).....	48
Tab. 12 : Quotients pluvio-thermiques d'EMBERGER (1952).....	50
Tab. 13 : Occupation des terres et leur répartition dans la zone d'étude.	59
Tab. 14 : Production végétale (Cultures herbacées), campagne (2005).....	61
Tab. 15 : Productions végétales (cultures pérennes), D.S.A., campagne (2005).....	62
Tab. 16 : Constructions brigadiers existant dans les monts de Tlemcen.....	65
Tab. 17 : Les maisons forestières existantes dans les monts de Tlemcen.....	66
Tab. 18 : Répartition et évolution de la population totale des communes concernées (1998 et 2002). R.G.P.H (2002).....	68
Tab. 19 : Structure de l'emploi dans les communes concernées.....	70
Tab. 20 : Répartition du cheptel de la zone d'étude par commune.....	71
Tab. 21 : Répartition des carrières par commune.....	74
Tab. 22 : PV de délits de 2016 à 2019.....	74
Tab. 23 : Bilan des réalisations arrêté au 2019 tous programmes confondus : PER- PPDR- Tup à Himo.....	77
Tab. 24 : Campagnes d'échenillage dans les monts de Tlemcen (C.F.T., 2019).....	79
Tab.25 : Feux de forêt dans quelques communes situées dans la région des monts de Tlemcen (C.F.T.,2019).....	81
Tab. 26 : Statistiques des causes d'incendies (LE HOUEROU, 1980).....	82

Tab.27 : Le rayon d'une placette circulaire de 10 ares en fonction de l'angle de l'inclinaison de pente (PARDE et BOUCHON 1988).....	95
Tab. 28 : La matrice (ou table de contingence) des données codifiées.....	103
Tab. 29 : Bandes multi-spectrales du satellite Landsat 8 OLI - opérationnel.....	111
Tab. 30 : Les longueurs d'ondes et les couleurs affectées pour chaque bande.....	112
Tab. 31 : Relation relief-risque d'incendie de forêt.....	115
Tab. 32 : Variation de l'I.R.D suivant « L'N.D.V.I, la pente et l'exposition ».....	116
Tab. 33 : Caractéristiques dendrométriques du type 01.....	122
Tab. 34 : Caractéristiques dendrométriques du type 02.....	124
Tab. 35 : caractéristiques de type 03.....	126
Tab. 36 : caractéristiques de type 04.....	128
Tab. 37 : caractéristiques de type 05.....	130
Tab. 38 : caractéristiques de type 06.....	132
Tab. 39 : caractéristiques de type 07.....	134
Tab. 40 : caractéristiques de type 08.....	135
Tab. 41 : caractéristiques de type 09.....	138
Tab. 42 : caractéristiques de type 10.....	139
Tab. 43 : caractéristiques de type 11a.....	141
Tab. 44 : caractéristiques de type 11b.....	143
Tab. 45 : caractéristiques de type 11c.....	145
Tab. 46 : caractéristiques de type 11d.....	147
Tab. 47 : Pourcentages des catégories de bois des 14 types avec des caractéristiques dendrométriques (surface terrière et densité des arbres).....	149
Tab. 48 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen).....	154
Tab. 49 : Surfaces des occupations des sols dans les Monts de Tlemcen.....	159
Tab. 50 : Répartition des types de peuplements dans les groupements forestiers à chêne vert avec les autres formations forestières, dans Monts de Tlemcen.....	162
Tab. 51 : Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I » des Monts de Tlemcen.....	166
Tab. 52 : Superficies des classes de pente dans les monts de Tlemcen.....	167
Tab. 53 : Superficies des classes d'expositions dans les monts de Tlemcen.....	169
Tab. 54 : Variation de l'I.R.D suivant les caractéristiques des trois variables : (la pente, l'exposition et l'N.D.V.I).....	171
Tab. 55 : Superficies et pourcentages des classes de risque d'incendie dans les zones boisées des monts de Tlemcen.....	172
Tab. 56 : Proposition d'équipements de D.F.C.I dans les forêts des monts de Tlemcen.....	177

Liste des Abréviations

A.F.C : Analyse Factoriel des Correspondances.
A.N.A.T : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire
B.N.E.D.E.R : Bureau National Etudes pour le Développement Rural
B.T.P : Bâtiment et travaux publics
BM : Bois Moyen.
C. F.T: Conservation des Forêts de Tlemcen
C.A.H : Classification Ascendante Hiérarchique
CL : Chêne Liège.
CV : Chêne Vert.
CZ : Chêne Zéen .
D.F.C.I : Défense des forêts contre les incendies
D.S.A : Direction des Services Agricoles.
FD. : Forêt domaniale
G : Surface terrière.
G.P.S : Global Positioning System
GB : Gros Bois.
GE : Genévrier.
Ha : hectare
Hbts : Habitants
I.R.D : Indice de Risque d'incendie
C.V.P : Climat, Végétation, Productivité.
IP : Indice de Paterson
Km² : Kilomètre carré
M.N.T : Model numérique du terrain
N.D.V.I : Normalized Difference Vegetation Index Standardised ou indice différentiel normalisé de végétation
N/Ha : Nombre de tiges par Hectare.
O.L.I (Operational Land Imager)
OL : Oléa.
P (mm) : précipitations en millimètre
P : placette.
PA : Pin d'Alep.
PB : Petit Bois.
Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger
Qx : quintaux
R.G.P.H : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
R.V.B : Rouge, vert et le Bleu
S.A.T : Surface agricole totale
S.A.U : Surface agricole utile
S.I.G : système d'information géographique
SP : Espèce.
T(C°) : Température en degrés Celsius
T.M (Thematic Mapper),
T.P.F : Les tranchées pare-feu

TGB : Très Gros Bois.

TH : Thuya.

V.M : Vertical Mapper

T.M : Thematic Mapper Plus (ETM+)

3D : Trois Dimension

Introduction générale

Introduction générale

Par leur grande diversité biologique et leurs rôles dans l'équilibre des cycles des nutriments et la protection des écosystèmes fragiles, des bassins versants et des ressources en eau potable (**VALLAURI, 1997**), les forêts constituent un élément fondamental pour la conservation des processus et des équilibres écologiques.

Une gestion écologique durable doit permettre d'aboutir à une forêt bien équilibrée et une multitude de services. Autres que la seule production de bois est exigé par la société moderne (loisir, protection, biodiversité, paysage, accueil, des produits forestiers non ligneux, la conservation de la biodiversité, le stockage du carbone, l'atténuation des effets des changements climatiques, la protection de l'eau et des sols, les services culturels et cultuels) (**HOUNKPEVI et al., 2011**).

Ainsi, la prise en compte de la biodiversité est l'un des axes fondamentaux de la gestion forestière durable. La préservation de la biodiversité en forêt et le respect de la diversité des essences entraîne généralement une diversification des structures : irrégularité des peuplements, variabilité de la taille des unités de régénération, en fonction des exigences propres à chaque essence. La diversité des structures et des espèces ligneuses forestières conditionne à son tour la diversité de la faune et de la flore.

Selon **METHOT et al., (2014)** La structure est la façon dont les arbres sont repartis, les uns par rapport aux autres, dans un peuplement. Elle peut être décrite par la distribution diamétrale, qui correspond au nombre des tiges à l'hectare en fonction de leur diamètre. D'après **WALTER, (1960)**, cette structure explique le mode d'organisation d'un écosystème ou de ses composants. **BOURLIERE et LAMOTE (1978)** ont suggéré que la structure permet la connaissance, dans l'espace et dans le temps de la position des individus de toutes tailles constituant la communauté.

La yeuseraie (chêne vert) est une formation forestière qui occupe une place importante au niveau du bassin méditerranéen, notamment dans sa partie occidentale (**M' HIRIT, 1999**).

La yeuseraie des monts de Tlemcen, qui couvre environ 90000 ha (**C.F.T, 2019**), elle est menacée par différents facteurs de dégradations (incendie, surpâturage, changements climatiques, coupes illicites...). Ces différents facteurs influent directement sur la répartition du couvert végétal de cette zone, qui devient complexe et très hétérogène. En outre, il faut noter que la structure des peuplements forestiers de cette yeuseraie est mal connue, aucun inventaire forestier n'a été fait à travers cette zone.

Aujourd'hui, les gestionnaires forestiers trouvent beaucoup de difficultés dans la gestion de cette ressource forestière en raison de l'absence des informations sur l'état du couvert forestier, notamment sur la structure et la composition des peuplements forestiers qui sont des paramètres importants dans la caractérisation de l'écosystème forestier **(BENABDALLAH, 2010)**.

Dans l'objectif de contribuer à lever ces contraintes et fournir des informations fiables pour l'aménagement et la gestion durables des forêts de la région des Monts de Tlemcen, nous avons axé notre thème de recherche sur l'étude de la diversité structurale et les caractéristiques écologiques de ces forêts, tout en prenant en considération les aspects de la diversité structurale et de la production ligneuse.

En effet, la détermination de la structure constitue une étape très importante dans l'aménagement et la gestion forestière « Toute action sylvicoles, amélioration, conservation ou restauration dépend de la structure forestière ». En conséquence, le problème de la gestion des forêts mixtes et irrégulières peut être résolu par l'utilisation de la typologie des peuplements. Cette typologie nécessite des paramètres dendrométriques pour décrire la structure des peuplements forestiers, notamment le diamètre des arbres (dbh: diamètre à hauteur de 1.30 m), la surface terrière ou la densité des arbres **(LOMBARDINI, 2006 ; NGO BIENG et al., 2006)**.

L'approche typologique est assez récente dans l'inventaire forestier. En effet, la première typologie a été réalisée en 1981 par Herbert et Rébeiro sur les forêts inégales du Jura, France **(HERBERT et REBEIROT, 1985)**. D'autres études ont ensuite été menées dans les forêts de la Méditerranée du Nord **(AUBRY et DRUELLE (1988), DURAND et NORMANT (1994), LETREUCH-BELAROUCI (2010), RIFFARD (2015) ...)**.

Notre étude visait d'abord à établir la typologie structurale des peuplements de chêne vert dans les monts de Tlemcen et ensuite à déterminer la clé de détermination des types de peuplements identifiés et leurs productions ligneuses.

Cette typologie des structures est accompagnée d'une carte des peuplements forestiers et d'une carte de risque d'incendie. En effet, la cartographie est considérée comme un outil indispensable dans la gestion forestière, afin de faciliter la localisation de ces peuplements sur terrain et pour protéger ces derniers contre le risque d'incendie de forêt.

Notre travail est structuré en cinq chapitres dont l'objectif de chaque un est comme suit :

Le premier chapitre est une recherche bibliographique dédiée à la représentation de l'espèce du chêne vert d'un point de vue taxonomique, tempérament, aire de répartition dans le monde, la méditerranée, le Maghreb et l'Algérie.

Le Deuxième chapitre est consacré à l'étude du milieu physique de notre zone d'étude par la présentation de la région des monts de Tlemcen, d'un point de vue géographique et topographique, un aperçu géologique et pédologique. Ce chapitre traite également le bioclimat de la zone d'étude par une étude comparative entre l'ancienne période (1913-1938) et de nouvelle période (1975-2019).

Dans le Troisième chapitre, nous avons présenté les différentes données socio-économiques, ainsi que les différents facteurs de dégradations, relevant de la population humaine et qui pouvant influencées la dynamique de la yeuseraie des monts de Tlemcen.

La méthodologie du travail est donnée dans le chapitre 5 ; elle consiste à faire un inventaire typologique afin de déterminer la structure des peuplements appartiennent à la yeuseraie des monts de Tlemcen. Un aperçu cartographique sur les types des peuplements et le risque d'incendie est aussi réalisé par l'utilisation de l'outil SIG et Télédétection.

Le Cinquième chapitre est réservé pour présenter les résultats et discussions concernant la typologie structurale des peuplements de chêne vert et l'élaboration d'une clé d'identification utilisable uniquement pour la zone des monts de Tlemcen.

Élaboration d'une carte des types de peuplements de chêne vert qui facilite la reconnaissance de ces peuplements sur terrain. Une carte des risques de feux de forêts à été établie à partir de l'NDVI et ce, pour protéger la yeuseraie des monts de Tlemcen contre les incendies de forêt.

Chapitre I : Monographie sur le chêne vert

Le chêne vert ou chêne à feuilles persistantes est un arbre à feuilles larges pouvant atteindre 25 m, ou un arbuste avec une hauteur inférieure à 7 m. Il se caractérise par des feuilles vert foncé coriaces et de glands avec des dimensions variables (Fig. 1). Il est originaire du bassin Méditerranéen, où il représente les espèces dominantes dans les forêts et la végétation de maquis. C'est une espèce tolérante à l'ombre qui se régénère sous la couverture végétale, mais c'est aussi une espèce vigoureuse qui repousse sur des racines. En Europe, il prospère dans les bioclimats méso-méditerranéens, où il n'est pas trop sec, formant des forêts bien structurées et riches en espèces. Géré principalement comme des forêts de taillis, son bois dur a été utilisé pour la production de charbon de bois, de bois de chauffage, de traverses de chemin de fer et de petits outils. Dans la péninsule ibérique, les forêts de chêne vert sont traditionnellement gérées comme des pâturages avec de grands arbres isolés où le bétail se nourrit d'herbe et de glands.

Les agents pathogènes fongiques peuvent causer de graves dommages, en particulier aux arbres souffrant de sécheresse. Comme d'autres chênes, il est également endommagé par plusieurs lépidoptères défoliants. Pendant des millénaires, les forêts de chêne vert de la Méditerranée ont souffert des activités humaines, qui ont exploités et modifiés ces forêts et souvent remplacés les zones boisées par des zones agricoles et urbaines.



Fig. 1 : Arbre, feuilles et glands de *Quercus rotundifolia* (sources : chêne vert©visoflora.com).

1. Répartition géographique du Chêne vert

1.1. Le chêne vert à travers le monde

Cet arbre est originaire de la région méditerranéenne spécialement dans la partie Nord et dans le bassin de la Loire. En dehors de cette région, il est cultivé et parfois naturalisé, notamment en France septentrionale et en Angleterre méridionale (TUTIN et al., 1993).

Le Chêne vert est une espèce à large répartition géographique. Selon BOUDY (1950), cette essence s'étend depuis la Chine et l'Himalaya jusqu'en Grande - Bretagne, puis aux confins Sahariens.

Mais surtout, c'est une espèce méditerranéenne, en effet, selon SEIGUE (1985), l'aire de répartition du Chêne vert s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen. D'après RICHARD et al., (2011), C'est dans le bassin occidental que le chêne vert est le plus répandu, dont il couvre plus de 7.500.000ha (Fig. 2 et Tab. 1).

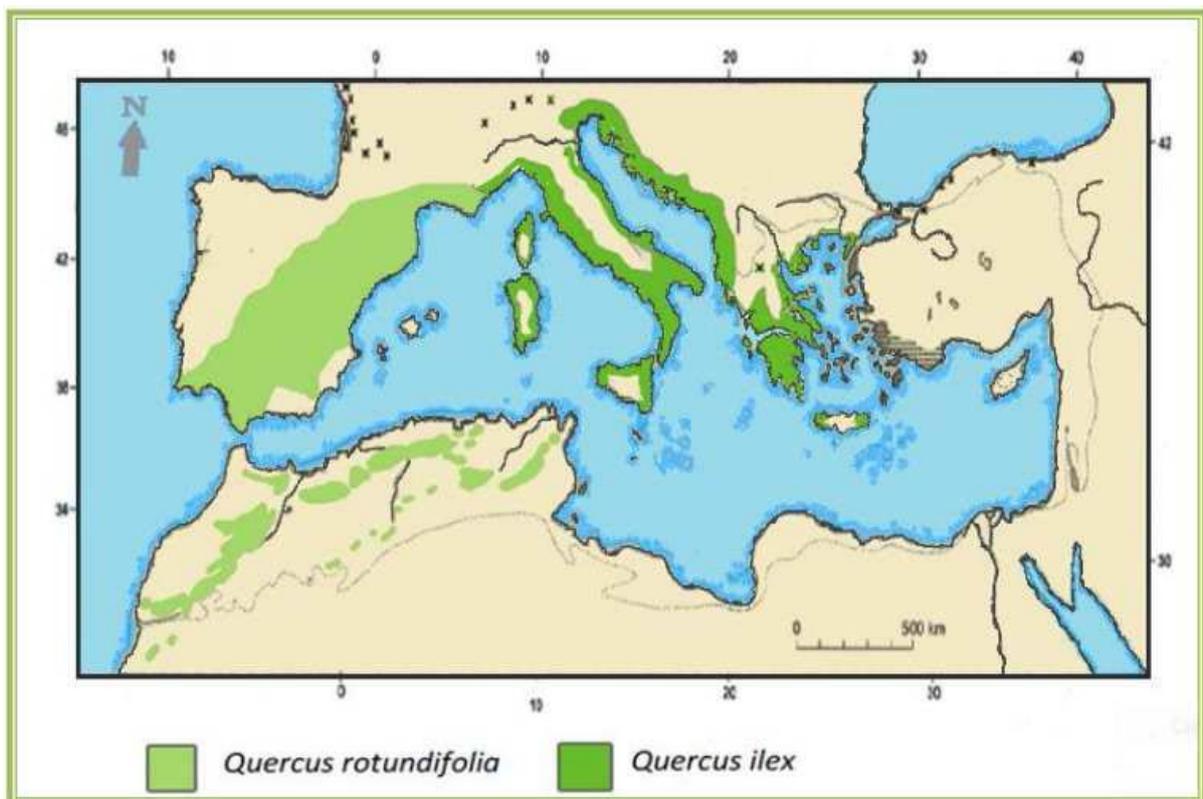


Fig. 2 : Distribution géographique de *Quercus ilex* .L et *Q. rotundifolia* Lamk. Dans le Bassin méditerranéen (D'après BARBERO et LOISEL, 1980).

Tab. 1 : Superficie du Chêne vert dans les pays méditerranéens.

Pays	Superficies (ha)	Références
Espagne	2.972.000	CORCUERA <i>et al.</i>, 2003
Portugal	530.000	HAICHOIR, 2009
Italie	380.000	HAICHOIR, 2009
France	300.000	RODA <i>et al.</i>, 2004
Tunisie	80.000	BOUSSAID <i>et al.</i>, 1999
Maroc	1.400.000	DAYA, 2006
Algérie	354 000	DAHMANI MEGREROUCHE, 2002

1.2. Le chêne vert en méditerranée

Il s'agit des bois de Chêne vert installés principalement à l'étage méso-méditerranéen, pouvant pénétrer dans certaines conditions, comme les vallées, en thermo méditerranéen. Plus rarement trouvé dans l'étage supra-méditerranéen, en mélange avec des chênes à feuilles caduques.

1.2.1. En France

Le chêne vert trouve son terrain de prédilection dans les coteaux de calcaire de l'étage méditerranée du Vaucluse, de la drome, des bouches du Rhône, du Gard et de l'Hérault.

Il s'étend vers le Nord en remontant la vallée du Rhône jusqu'à vienne et forme de nombreux peuplements sur les contre-forts méridionaux du massif central et quelques stations éparses, notamment dans le Périgord noir. A l'Ouest, il pousse jusqu'au littoral de l'atlantique, borde les rives de l'estuaire de la Gironde où il remonte jusqu'au Poitou et à l'île de Noirmoutier.

1.2.2. En Espagne

C'est l'essence la plus caractéristique du pays, elle couvre environ de trois millions d'hectares, dont plus d'un million d'hectares en futaies claires traitées en futaie vergers pour la production de glands dont le rendement moyen à l'hectare est de mille Kg. Le reste de la surface du chêne vert est traité en taillis pour la production de charbon et de bois de chauffage. Ces peuplements colonisent la région humide du Nord, en Catalogne, et le versant Sud des Pyrènes à 1500 m d'altitude. Il est très répandu en Andalousie où il couvre 702 000 ha de futaies cultivées pour la production de glands et 1 374 000 ha de taillis exploités pour le bois de chauffage et le charbon de bois.

1.2.3. Au Portugal

Il se présente sous les mêmes formations qu'en Espagne et très répandu dans tout le Portugal, notamment au sud du Tage et dans l'Estramadoure.

1.2.4. En Italie

Le chêne vert est plus souvent trouvé en mélange avec d'autres essences forestières. On le rencontre aussi bien sur le versant de l'Adriatique que sur le versant de la mer Tyrrhénienne, en Toscane.

En Calabre, il est présent jusqu'à une altitude de 1700 m. en Sardaigne et en Sicile, il est cultivé pour la production de glands.

1.2.5. Au Maghreb

C'est à la fin du tertiaire, quand le Maghreb était rattaché au continent européen par l'arc tyrrhénien-ibéro-Mauritanienne est d'une chaîne de montagnes plus méridionale passant par l'archipel Grec, de grec vers Tunisie (hypothèse des phytogéographies) que la diffusion des végétaux ligneux s'est opérée dans le bassin méditerranéen avec des éléments endémiques des régions tempérées tels le bouleau, tremble et le sorbier domestique.

La latitude, le régime irrégulier des pluies, la proximité du Sahara ont conditionnés et sélectionnés une végétation particulière, de ce fait, tous les végétaux ont acquis un tempérament spécifique à la province pour pouvoir supporter quatre mois de sécheresse estivale aux vents chauds, sans dommages.

Le chêne vert, est considéré comme fossile dans le pliocène dans les tufs quaternaires du désert de Libye qui a pris naissance dans les centres de diffusion asiatique (Chine, Himalaya, Pakistan...), d'où il est propagé par le Caucase et l'Asie mineure sur le pourtour méditerranéen.

1.2.5.1. Au Maroc

Le chêne vert s'est développé principalement dans le moyen Atlas, où il se présente sous de beaux massifs le plus souvent à l'état pur.

Ces peuplements de moyen Atlas sont rattachés à ceux du grand Atlas par une bande continue de Taza à Tassout pour former un seul bloc qui se prolonge ainsi sans interruption jusqu'à l'Atlantique.

Pour le Maroc oriental, le principal massif de chêne vert est celui de Sebdo qui est un prolongement des forêts des Monts de Tlemcen (Algérie) et dont plus de la moitié est de chêne vert pur. Ainsi, dans la région du Rif, le chêne vert, généralement, se présente sous forme de taillis.

1.2.5.2. En Tunisie

Le chêne vert se rencontre en sous-étage dans les forêts de pin d'Alep, à l'état pur sous forme de taillis médiocre sur la dorsale Tunisienne.

1.2.5.3. En Lybie

Cette essence est contestée et confondue avec *Quercus coccifera*.

1.2.5.4. Le chêne vert en Algérie

En Algérie, sa superficie potentielle est estimée à 1 807 000 ha (**BARBERO et QUÉZEL, 1990**). En 1955, il occupait encore près de 700 000 ha (**BOUDY, 1955**). Actuellement, il ne couvre qu'environ 354 000 ha où seulement 108 200 ha sont considérés comme des superficies productives.

Le chêne vert peut être rencontré à l'état de peuplement ou d'arbres isolés, de la frontière Tunisienne à la frontière Marocaine et du Nord Algérien à l'atlas saharien.

Généralement dans la partie Est de l'Algérie, il se trouve le plus souvent en mélange avec le Pin d'Alep. Au centre du pays, on trouve le même mélange avec concurrence dont il recouvre les versants de l'atlas Metidjien avec ses boisements dégradés.

À l'Ouest, le chêne vert est très répandu dans les régions de Tiaret, Frenda, Saida, avec les grandes forêts des Hassasna en taillis dégradés, qui font suite aux vieilles futaies de Tlemcen comprenant les forêts de Khemis, ouled Nhar, Béni bousaid, et Ras al Asfour (Fig 03).

Dans l'atlas saharien, on le retrouve soit en mélange avec le Pin d'Alep dans les forêts de Djelfa, soit en taillis clairs et dégradé dans les Monts d'Aflou, Djebel Amour, les Monts de Ksour et Djebel Touila (Ain safra).

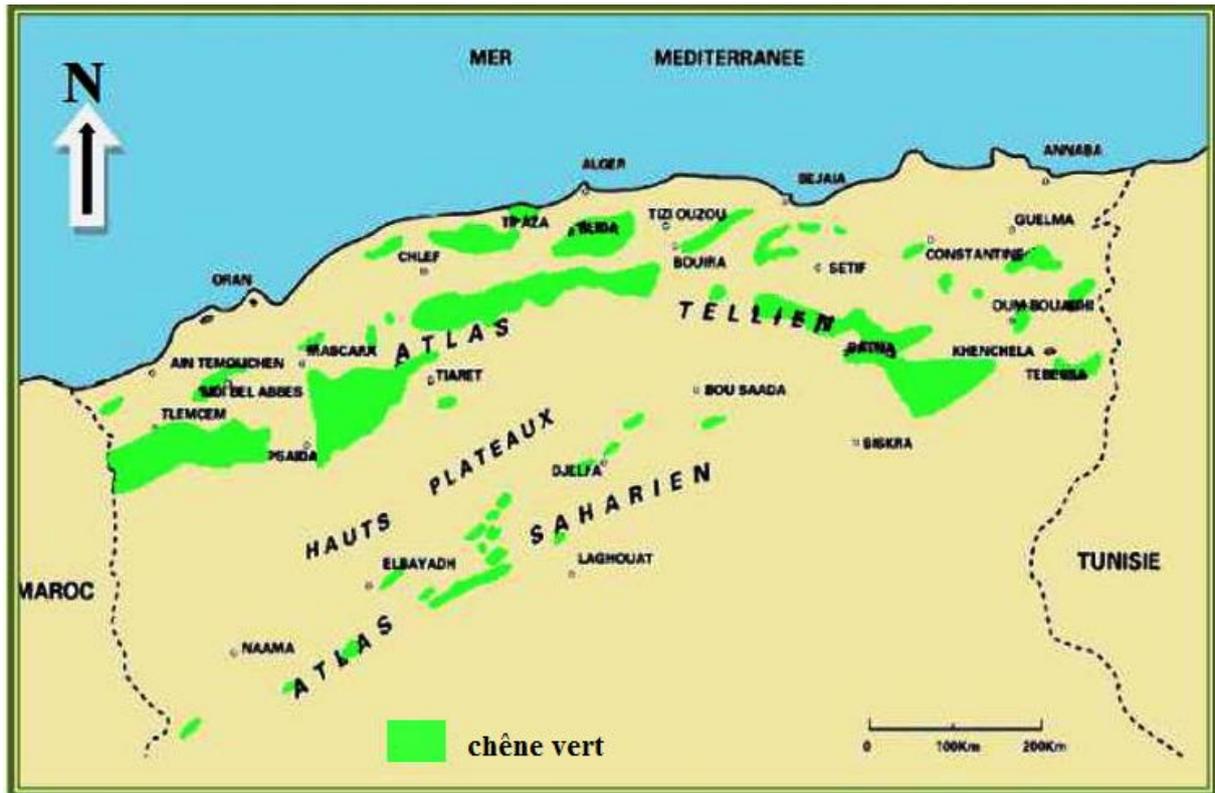


Fig. 3 : Air Distribution géographique du Chêne vert en Algérie (HAICHOIR, 2009)

2. Taxonomie du chêne vert

Le chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk), depuis longtemps a constitué un problème taxonomique et de classification. En effet, au 18^{ème} siècle, Lamark et Desfontaines tentent une première distinction basée sur le type de glands (amer ou doux). Par la suite, **SCHWARTZ** et **ROTHMALER**, cités par **DEL VILLAR (1947)**, ont constaté que la différence entre les deux espèces sur la base des caractères morphologiques des feuilles, que celles de *Quercus ilex* L, est plus longue et rejette son existence au Maghreb. **DEL VILLAR (1947)** souligne qu'au niveau du même arbre, qu'il peut exister un polymorphisme de la feuille, d'où la nécessité d'intégrer d'autres éléments plus fiables. Cette ambiguïté a conduit les botanistes à conserver la désignation de *Quercus ilex* L pour l'ensemble de la Méditerranée.

C'est plus tard que **QUEZEL (1979)**, puis **BABERO et LOISEL (1980)** ont adopté la conception de Lamark et se sont distingués sur la base de caractères morphologiques et surtout bioclimatiques, deux espèces différentes. Par exemple, **DAHMANI (1984)**, dans son étude sur les agrégations de chênes verts dans les montagnes de Tlemcen, montre que, grâce aux mesures effectuées sur les feuilles, il s'agit d'une espèce semblable à *Quercus rotundifolia* Lamk. Cependant, des tests statistiques peu concluants sur les paramètres

morphologiques étudiés, notamment la longueur du pétiole, la longueur de la feuille, la largeur du limbe, le rapport longueur / largeur du limbe, le nombre de paires de nervures et la présence de la bordure dentée amènent l'auteur à proposer d'autres critères d'identification basés sur l'anatomie, la physiologie et la génétique de l'espèce.

Alors concernant le chêne vert on a : - *Quercus rotundifolia* Lamk, avec des rameaux tortueux et des feuilles courtes en Afrique du Nord et dans une grande partie de l'Espagne et de la France méditerranéenne, où il occupe les zones semi-aride et subhumide dans les variantes tempérée, fraîche, froide et même très froide au Maroc.

-*Quercus ilex* L, est caractérisé par des feuilles plus longues avec un plus grand nombre de nervures. Il colonise toute la Méditerranée centrale, dans les variantes fraîches et froides du stade bioclimatique humide.

Au-delà des caractères morphologiques analysés par les auteurs cités, qui distinguent les deux espèces, on trouve que les aspects morphologiques (le port droit de *Quercus ilex* L et le port touffu de *Quercus rotundifolia* Lamk) ne semblent pas être conservés. Le traitement sylvicole est en effet souvent déterminant dans la variabilité phénotypique des individus.

3. Classification botanique

Règne: *Plantae*.

Embranchement: *Spermatophyta*.

Sous-embranchement: *Angiospermes*.

Classe: *Dicotylédones*.

Sous-classe : *Archichlamydeae*.

Ordre: *Fagales*.

Famille: *Fagaceae*.

Genre: *Quercus*.

Espèce: Chêne vert (*Quercus rotundifolia* L.).

Nom latin: *Quercus rotundifolia*., (BOUDY, 1950)

4. Écologie du chêne vert

L'une des principales raisons du succès du chêne vert dans la région méditerranéenne réside dans sa résistance remarquable aux contraintes écologiques et en particulier à l'eau. Le chêne vert possède un certain nombre de caractéristiques biologiques qui lui permettent de

survivre et de continuer à fonctionner pendant les périodes de sécheresse. Ainsi, outre son enracinement profond, le chêne vert peut réagir à une sécheresse sévère en développant une surface évapotranspirante limitée, liée à la faible teneur en humidité du sol sur lequel il pousse (**BARBERO et al., 1980**). Lors d'événements climatiques très défavorables, le chêne vert maintient l'ouverture des stomates avec un potentiel hydrique très faible (**ACHERAR et al., 1991**). Toutes ces réactions à la sécheresse permettent au chêne vert de maintenir une certaine croissance malgré le ralentissement important de l'activité physiologique.

4.1. Tranches altitudinales

En Algérie et plus précisément dans l'Atlas tellien, le chêne vert apparaît à partir de 400m d'altitude et monte jusqu'à 1700m d'altitude (**MAIRE, 1926 ., QUEZEL, 1976**). Dans les Aurès ses limites altitudinale varient entre 1200 et 1900m et entre 1500 et 2200m dans l'Atlas saharien (**LETREUCH, 1995**).

4.2. Caractères climatiques

Le chêne vert, réputé comme essence plastique, montre une capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques, lui permettant ainsi de couvrir plusieurs zones avec différents niveaux bioclimatiques. Dans la zone semi-aride, il représente le type de chêne vert xérophile, situé en Algérie, dans les montagnes de l'Aurès et du Sud-Oran, mais c'est aux stades Subhumide et humide qu'il connaît son plein développement en peuplement, en particulier dans la partie occidentale de l'Algérie. (**DAHMANI, 1984**).

Vis-à-vis de la température, le chêne vert supporte une variation de minima petite « *m* » allant de -3°C à $+7^{\circ}\text{C}$; Sa limite inférieure extrême est de -15°C . Il résiste à des températures maximales « *M* » pouvant atteindre 42°C (**DAHMANI , 1997**). Une étude de résistance thermique des feuilles de chêne vert effectuée par **TRABAUD et METHY (1994)** montre que l'expositions à des extrêmes thermiques (-20°C durant moins de deux heures et $+50^{\circ}\text{C}$ durant 30 mn) n'altère pas leur capacité photosynthétique. Cette résistance est liée à la sclérification qu'elles acquièrent après le premier mois.

Quant aux précipitations, il admet une tranche pluviométrique annuelle variant de 384 à 1462 mm (Sauvage 1969). Selon Barry et al.,(1976) le chêne vert peut se contenter d'un minimum de 250 mm.

Concernant la lumière, le chêne vert est à la fois une essence d'ombre et de lumière ; nulle part il n'est donné d'éviction par l'envahissement d'une autre espèce végétale. Lorsque celle-ci arrive à être dominante dans le peuplement. Le chêne vert s'adapte à une vie ralentie en sous-bois, pour resurgir dès que les circonstances le permettent. Il présente une bonne résistance physiologique et mécanique au vent (**BOUDY, 1952**).

4.3. Caractères édaphiques

Du point de vue édaphique, il paraît également comme l'essence la plus plastique. Il semble être indifférent à la composition chimique du substrat, car présent sur tous les types de substrat, sauf sur sols compacts, asphyxiants ou saturés, ou ses racines ne peuvent pénétrer (**PONS et VERNET, 1971 ; ACHHAL, 1975**). Ceci semble résulter de l'absence de compétons des espèces plus dynamiques.

Dans un sol profond, le chêne vert établit un pivot par contre dans un sol superficiel, ces racines tracent et l'arbre devient buissonnant. Les adaptations sont de ce point de vue extraordinaire.

5. Biologie de l'espèce

Le chêne vert est un végétal autotrophe par photosynthèse chlorophyllienne. Son type biologique est micro à mésophanérophyte. C'est une espèce monoïque (un même pied porte à la fois des organes mâles et femelles, mais sur des fleurs séparées). La date de floraison s'étend d'avril à mai. Il est pollinisé par les insectes, mais les fruits sont dispersés par les animaux (zoochorie). C'est une espèce post-pionnière. Outre la dissémination par voie sexuée, le chêne vert s'étend par rejets des souches.

Les caractéristiques dendrométriques et la phénologie du chêne vert ont fait l'objet d'études et de suivi par plusieurs auteurs dont les plus importants sont ceux réalisés par **BOUDY (1950)**.

C'est une espèce forestière qui a ses propres caractéristiques morphologiques et ne peut être confondue avec d'autres chênes. Le chêne vert présente des feuilles persistantes, petites, pubescentes sur la face inférieure; leur chute ne se produit jamais simultanément et se produit au début de leur troisième année.

La floraison du chêne vert est monoïque, les glands se forment dans l'année. Les arbres les portant sont appelés généralement chênes ballotes.

La fructification de l'espèce est annuelle, elle commence vers l'âge de 12 ans, mais elle n'est suffisante et soutenue qu'à partir de 25 à 30 ans. Elle ne devient abondante qu'entre 50 et 100 ans (**BOUDY., 1950**). Le chêne vert est polymorphe, il s'hybride facilement, notamment avec le chêne-liège et le chêne kermès.

6. Régénération du chêne vert

La régénération du chêne vert est assurée par semis naturels ou par rejets de souches et drageons. La fructification est évidemment plus abondante dans les futaies claires que dans les futaies denses et les taillis. Il y a des glandées normales tous les 2 ans, mais selon **BOUDY (1950)**, en montagne, dans des mauvaises conditions écologiques les glandées sont plus rares (tous les 3 ou 4 ans).

6.1. Rejets ou drageons

Le chêne vert, se régénère soit par rejets de souches soit par drageonnement de racines. La faculté de rejeter vigoureusement est maintenue jusqu'à vieillissement de l'arbre.

Le chêne vert se distingue par sa grande résistance aux perturbations, liée vraisemblablement :

- À sa capacité de rejeter de souche soit par drageonnement, qui s'accroît avec l'intensité des perturbations (**BARBERO et al ., 1990**).

- À sa faculté à s'adapter aux changements du milieu liée à sa capacité de régulation au plan nutritionnel quatre ans après perturbation **LEONARDI et RAPP (1990)**, **MERZOUKI et al, (1989)**, observent une restauration des conditions microclimatiques propre au taillis, après trois ans d'une coupe à blanc, et par conséquent une récupération des potentialités initiales. Cette capacité de récupération ne semble pas toujours acquise en milieu plus aride en raison vraisemblablement, de contraintes climatiques plus sévères, mais également du type de communauté. Le chêne vert présenterait un dimorphisme de vitesse de croissance (**TRABAUD, 1996**). La croissance des rejets serait moins rapide dans les formations basses.

6.2. Régénération naturelle

Le chêne vert est défavorisé par ses propriétés biologiques notamment, sa faible capacité de dissémination (les glands sont lourds ne s'éloigne guère de la porte- graine), et sa faible capacité de régénération naturellement en raison du piétinement et tassement du sol par

les troupeaux, engendrent une perturbation du cycle biologique de la matière organique (LE HOUEROU, 1980 ; BARBERO et al ., 1992 ; AKRIMI et al ., 1994) .

7. Syntaxonomie du chêne vert

Les résultats de DAHMANI (1984, 1989 et 1997) rassemblent des associations liées à la dégradation des communautés de chênes verts dans les montagnes de Tlemcen, en soulignant les caractéristiques suivantes:

Au sein de la classe des *Quercetea ilicis* et de l'alliance *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* (plus mésophile), DAHMANI, (1997) a décrit une association plus continentale et alticole (*Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae*) définie dans les Monts de Tlemcen est retrouvée également dans l'Ouarsenis, les Monts du Hodna et les Aurès, sous aspects forestiers « *viburnetosum tini* nov. s/ass. » (Occupe une position charnière entre le méso et le supra méditerranéen), ou dégradé « *pistacietosum terebinthi* nov. s/ass. ». Elle présente une forte affinité avec le *Sileno melliferae-Quercetum rotundifoliae*, décrit au Maroc, notamment la sous-association *balansaeetosum* . Cette association garde un aspect forestier de l'ordre de *Quercetalia ilicis*.

Les groupes préforestiers de l'ordre des *Pistacio-rhamnetalia alaterni* s'intègrent dans deux nouvelles alliances (DAHMANI, 1997) :

↗ Le *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosi* nov.all , caractériser par la présence de *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* (nouvelle association) et développée sur substrat calcaire, dont la sous association *genistetosum atlanticae est* connue comme plus xérique et plus continentale, apparaissant sur la partie Sud des Monts de Tlemcen.

↗ *Calicotomo intermediae – Quercion cocciferae* nov.all., se situe principalement dans les Monts de Tessala et des Traras par l'associations : *cocciferetosum*, correspondant à des taillis mixtes de chêne vert - chêne kermès calcicoles ; *arbutetosum unedi* réunissant des formations plus basses et silicicoles ; *calicotometosum intermediae et* représentant une forme plus ouverte dominée par le *calycotome* et le diss.

Une situation des chênaies pré-forestières et matorrals (Atlas saharien), le *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae* nov .ass (DAHMANI, 1997) , relevant de l'alliance *Junipero oxycedri-Rhamnion atlanticae* , (QUEZEL, BARBÉRO et BENABID , 1987)

correspond à des formations à chêne vert, genévriers oxycèdre et rouge avec Alfa. S'intégrer dans l'ordre de *Pistacio-Rhamnetalia*.

Les matorrals issus de la dégradation de la chênaie verte et dont l'extension en Algérie est nettement accélérée par la pression anthropique, s'intègrent dans la classe des *Rosmarinetea officinalis* essentiellement dans l'ordre des *Cisto mauritanici-Thymetalia munbyani* (QUÉZEL, BARBÉRO, BENABID, LOISEL et RIVAS MARTINEZ 1992) . Cet ordre est défini au Maroc, mais s'étendant à tout le Maghreb, puisqu' il est reconnu également en Tunisie. Ces matorrals se répartissent dans deux alliances distinctes en fonction de leur localisation géographique.

Les matorrals occidentaux s'intègrent au *Genisto atlanticae-Cistion villosi* , alliance définie dans les Monts de Tlemcen, réunissant des matorrals du méso-méditerranéen (DAHMANI , 1984) et très affine à l'alliance marocaine *Staehelino macrocephaliae-Genistion pseudoretamoidis* . Ils sont représentés par trois associations :

- ↗ L'association type de l'alliance : *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae* , déjà décrite dans les Monts de Tlemcen sous deux aspect, *quercetosum* et *pinetosum* est retrouvée sous une forme plus ouverte, infiltrée par des espèces steppiques (*stipetosum tenacissimae*) dans les Monts de Daya.
- ↗ La dégradation accélérée du couvert végétal donne comme conséquence le développement de matorrals bas de l' *Helianthemo pilosi-Thymetum munbyani*.
- ↗ Les formations mixtes à pin d'Alep et chêne vert en mélange parfois avec le thuya et le chêne kermès (BENABDALLAH , 2011) constituent l' *Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* (DAHMANI, 1984) également décrit dans les Monts de Tlemcen et rencontré même dans la région du Telagh et Frenda à travers ses deux aspects : *globularietosum alypi* et *pinetosum*.

Les matorrals centro-orientaux semblent pouvoir se rattacher à l'alliance tunisienne *Erinaceo schoenenbergeri- Genistion speciosae* DAHMANI, (1997).

L'étude des pelouses issues d'une dégradation plus poussée des formations à chêne vert a été réalisée par DAHMANI, (1997). Les pelouses thérophytiques qui occupent les clairières de groupements forestiers et pré forestiers se marquent dans la classe des *Tuberarietea guttatae* (Br.Bl. 1940). L'ordre des *Brachypodietalia distachyae* et l'alliance *Thero-Brachypodion* (Br.Bl. 1925) :

L'association *Filago pyramidatae-Plantaginetum lagopi* nov.ass., représente les clairières observées au sein des taillis de chêne vert ouverts de l'Atlas tellien à moyenne altitude. Celle-ci présente soit sous forme d'orme à diss-asphodèle-urginée (ampélodesmetosum) soit sous forme de pelouse herbacée (hypochoeridetosum *achyrophori*). La sous-association *thymetosum blecheiriani* occupe les vides existant au sein des matorrals oranais du *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae*.

L'association *Echinario capitatae- Euphorbietum falcatae* nov.ass, correspond à une pelouse thérophytique plus xérique, occupant en Oranie les vides du *Centaureo tenuifoliae Genistetum atlanticae* (DAHMANI, 1997).

Les groupements nitrophiles qui se remplacent aux pelouses thérophytiques précédentes se joignent la classe des *Stellarietea mediae* (Br-Bl. 1931) et surtout à l'ordre *Secalietalia* , soulignant ainsi la forte imprégnation du milieu naturel par des espèces habituellement plus fréquentes en zones cultivées. L'alliance *Secalion* (Br.Bl. 1931) , est représentée par l'association *Poo bulbosae-Brometum rubentis* observée en ambiance aride dans l'Atlas saharien centro-occidental (DAHMANI, 1997) .

8. Espèces accompagnatrices du chêne vert

BARRY et al., (1976) soulignent que le chêne vert, dans l'étage Subhumide évolue vers le stade forêt, alors qu'il tend vers la steppe en semi-aride. Du point de vue floristique, **BOUDY en 1952**, distingue les groupements de l'étage bioclimatique humide et subhumide (région de Tlemcen et du Moyen Atlas) et ceux des zones semi-arides (Oranie, Atlas saharien et le Maroc). Dans les Monts de Tlemcen, la végétation accompagnatrice est dominée par le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le petit houx (*Ruscus aculeatus*), le smilax (*Smilax aspersa*), le ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), l'aubépine, le nerprun, le pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*), le lentisque, la bruyère arborescente, l'arbousier, la viorne, le chèvrefeuille et la filaire intermédiaire (*Phillyrea media*) (**BENABDELLI, 1996 ; BENABDALLAH, 2010**).

9. Potentialités du Chêne vert

Les précipitations et la variabilité géographique ont permis l'existence de différentes zones de chênes verts potentielles en Algérie, à l'exception de certaines zones comme le secteur de Numidie en kabyle où le chêne est remplacé par le chêne-liège et le chêne zeen. Le

chêne vert se rencontre partout dans l'Atlas saharien en peuplements purs ou mélangés et subordonnés à d'autres espèces.

Dans l'Atlas saharien, il s'agit le plus souvent du chêne vert xérophile, en effet, la forêt de chêne existe encore dans de rares sites, notamment au niveau de Chelia. Ainsi, le chêne vert puisse atteindre son développement optimal dans l'Atlas tellien subhumide et humide, où il forme de beaux peuplements, en particulier dans les régions de Tlemcen, Teniet-El-Had, Zaccar et Atlas blidéen.

La production du chêne vert est estimée à 1 m³/ha/an (QUEZEL, 1979). Il semble toutefois que la croissance du chêne vert, bien que lente, se caractérise par linéarité et sa continuité dans le temps. Le chêne vert qui présente de fléchissement de sa croissance, la gestion de son exploitation est assurée avec des rotations plus longues (ROMANE, 1987).

Selon DUCREY (1996), la croissance en hauteur et en diamètre passe par un maximum dès les premières années, ensuite elle diminue avec l'âge et se stabilise vers 40 à 60 ans, avec un accroissement moyen annuel de 5 cm en hauteur et 3 mm en diamètre.

- ↗ On peut avoir en moyenne 5 stères/ha/an en futaie en étages sub humide et humide.
- ↗ Pour les taillis, 2 à 4 stères/ha/an en étages sub humide et humide et 1 à 2 stères dans l'étage semi-aride (BOUDY, 1952).

10. Rôle économique du Chêne vert

10.1. Le Bois

Au Maghreb, le bois du chêne vert a été depuis longtemps utilisé comme combustible ligneux à cause de son pouvoir calorifique élevé (environ 4500 calories par Kg) (HAMMOUDI, 1982). Il sert également à la fabrication des manches d'outils. Autre fois, il était utilisé pour son écorce riche en tanins (teneur en tanins de 6 à 13%) (DILHEM., 1982)

Selon LETREUCH (1995), le mélange du chêne vert avec d'autres essences (*Quercus suber*, *Pinus pinaster*, *Eucalyptus globulus*) pour en faire des panneaux de fibres et de particules n'est pas envisageable en raison du faible accroissement du chêne vert et de sa grande dureté.

Selon **BERRICHI (2010)** Sur le plan propriétés du bois du chêne vert, les caractéristiques physiques du bois du chêne vert, sont celles d'un bois lourd, mi-dur à retrait volumétrique moyen. Soumis à des épreuves de la résistance à la cohésion axiale, le chêne vert s'est révélé, à l'exception de la résistance moyenne aux chocs, d'une résistance supérieure à la compression et à la flexion.

Les cotes de qualités sont faibles. Parmi les caractéristiques de la traction, du fendage et du cisaillement, le chêne vert se révélé moyen à l'exception d'une bonne cote de cisaillement.

Les utilisations de son bois selon les caractéristiques citées sont comme suit:

Dimensions importantes et sans nœuds

- ↗ Sa situation dans la limite inférieure du retrait moyen, offre au chêne vert le possible emploi en menuiserie extérieure : porte, cadre de fenêtres (retrait faible à moyen).
- ↗ La résistance moyenne à forte à la flexion et à la compression, confère au bois de chêne vert l'utilisation en charpente de moyenne portée (moins de 10 mètres).
- ↗ Sa forte dureté et sa bonne stabilité dimensionnelle, lui accordent l'utilisation en planchers.

Dimensions faibles et avec nœuds

Lames de parquets, caisserie pour emballage (cageot bien dur), manches à outils.

Longueur importante, diamètre faible et présence de nœuds

Poteaux électriques et tuteurs.

Concernant les possibilités papetières du bois du chêne vert

Il est possible de faire du papier à base du chêne vert avec une concentration en Na OH à 24%, le rendement brut de 45.6 % et le rendement net de 44.7% sont acceptables. Mais, il serait indiqué d'améliorer certaines caractéristiques, par un mélange avec les pâtes à fibres longues (**BERRICHI M., 2010**).

10.2. Ressources alimentaires

Sur le plan pastoral, le chêne vert présente une importante valeur fourragère de l'ordre de 150 UF/ha (**F.A.O in., BENABDELLI, 1983**) à 200 UF (**B.N.E.F., 1984**) . Par ailleurs, la chênaie verte peu dense (taillis) offre une disponibilité pastorale durant toute l'année, par le biais de ses différents stades de végétation et permet de ce fait, une utilisation plus souple,

s'intégrant facilement dans le calendrier alimentaire du bétail (**BELLON et al ., 1993-1996, LETREUCH B.N, 1995**) .

Dans la zone semi-aride, la production du chêne vert est très faible, le seul aménagement possible dans ce type de forêts semi-arides ou pré-steppiques est encore le régime du taillis, ce dernier permet aux espèces pastorales d'occuper les zones de lumière entre les cépées. Donc l'aménagement sylvo-pastoral avec introduction d'espèces fourragères associées à une mise en défens par rotation serait alors la meilleure façon d'utiliser la yeuseraie (**BARBERO et LOISEL., 1980**).

Chapitre II :
Etude du Milieu Physique

Avec une superficie de 902 000 ha, la Wilaya de Tlemcen s'étend du littoral au nord à la steppe au sud constituant ainsi un paysage diversifié où l'on rencontre quatre ensembles physiques distincts (C.F.T, 2019).

- ↪ La zone nord, constituée des montagnes de Traras et de Sebaa Chioukh, se présente comme une haute altitude massive, caractérisée par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes.
- ↪ La région de la plaine de Maghnia, les basses vallées de Tafna et d'Isser et les plateaux d'Ouled Riah se caractérisent par un fort potentiel agricole.
- ↪ Les montagnes de Tlemcen forment une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell. Par son étendue, sa configuration géologique, sa couverture végétale et ses apports pluviométriques. Cette chaîne de montagnes constitue l'une des plus importantes réserves hydrauliques au niveau régional.
- ↪ La zone sud est constituée par les hautes plaines steppiques à majorités dégradées suite à plusieurs facteurs (surcharge des parcours, défrichage, désertification,...).

Les terres forestières occupent une place importante dans la Wilaya de Tlemcen (Tab. 2) , elles couvrent une superficie de 217 000 ha, reboisement y compris, soit 24% de la superficie totale de la Wilaya ; plus de 80% du potentiel forestier est concentré au niveau des monts de Tlemcen.

Tab. 2 : Répartition forestière par espèces (C.F.T, 2019).

<i>Essence forestière</i>	<i>Surface occupée en hectare</i>
Pin d'Alep	83 000
Chêne vert	82 000
Chêne-liège	48 000
Thuya	16 500
Genévrier	13 000
Alfa	154 000
Autre	17 000
Reboisement	17 512
Total	431 012

La Wilaya de Tlemcen possède un bois important, mais reste insuffisant par rapport aux potentialités existantes. À court terme, ces forêts n'offrent pas de grandes perspectives pouvant être développées pour une exploitation régulière à long terme.

1. Milieu physique

1.1. Situation géographique des Monts de Tlemcen

La zone d'étude (les Monts de Tlemcen) est une chaîne montagneuse d'Algérie localisée au Nord-Ouest du pays dans la wilaya de Tlemcen. La partie septentrionale des monts est incluse dans le parc national de Tlemcen qui surplombe la ville de Tlemcen. Selon la figure 4, elle est correspond à la zone en couleur marron, avec les coordonnées suivantes :

Latitude : 34° 65' Nord à 34° 39' Sud.

Longitude : 1° 3' Est à 1° 35' Ouest.

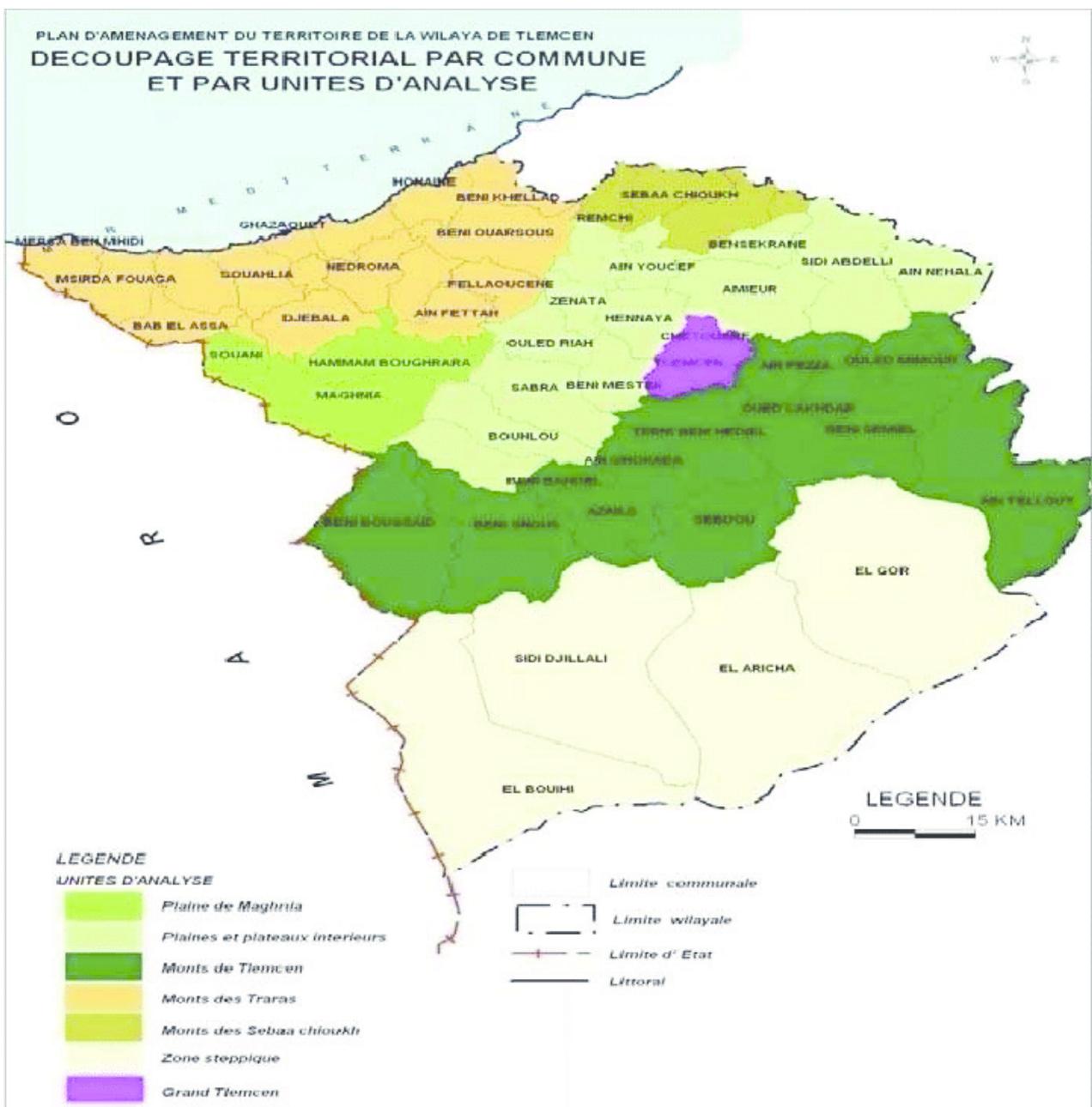


Fig. 4 : Carte de Subdivision géographique de la wilaya de Tlemcen (A.N.A.T de Tlemcen 2000).

1.2. Géomorphologie

1.2.1. Altimétrie

Les monts Tlemcen sont considérés comme une région tabulaire de calcaire dolomitique à relief karstique. Ils sont divisés en deux groupes, le versant nord est une région montagneuse occupée par les vallées, Oued El Khemis et Oued Tafna et une série de plateaux karstiques formant 65% de la superficie totale avec une altitude variant entre 800 et 1400 m. Le versant sud des monts Tlemcen est une succession de plateaux culminant à 1800 m d'altitude (Djebel Nador).

Les Monts de Tlemcen sont formés de reliefs accidentés et garnis par un tapis végétal plus au moins dense qui les protège. Ils sont caractérisés par une érosion plus ou moins intense à l'exception de quelques régions telles que la zone d'El-Khemis où la roche-mère affleure. Ce sont des formations argilo-marneuses avec des pentes de plus de 20 % (TRICART, 1996).

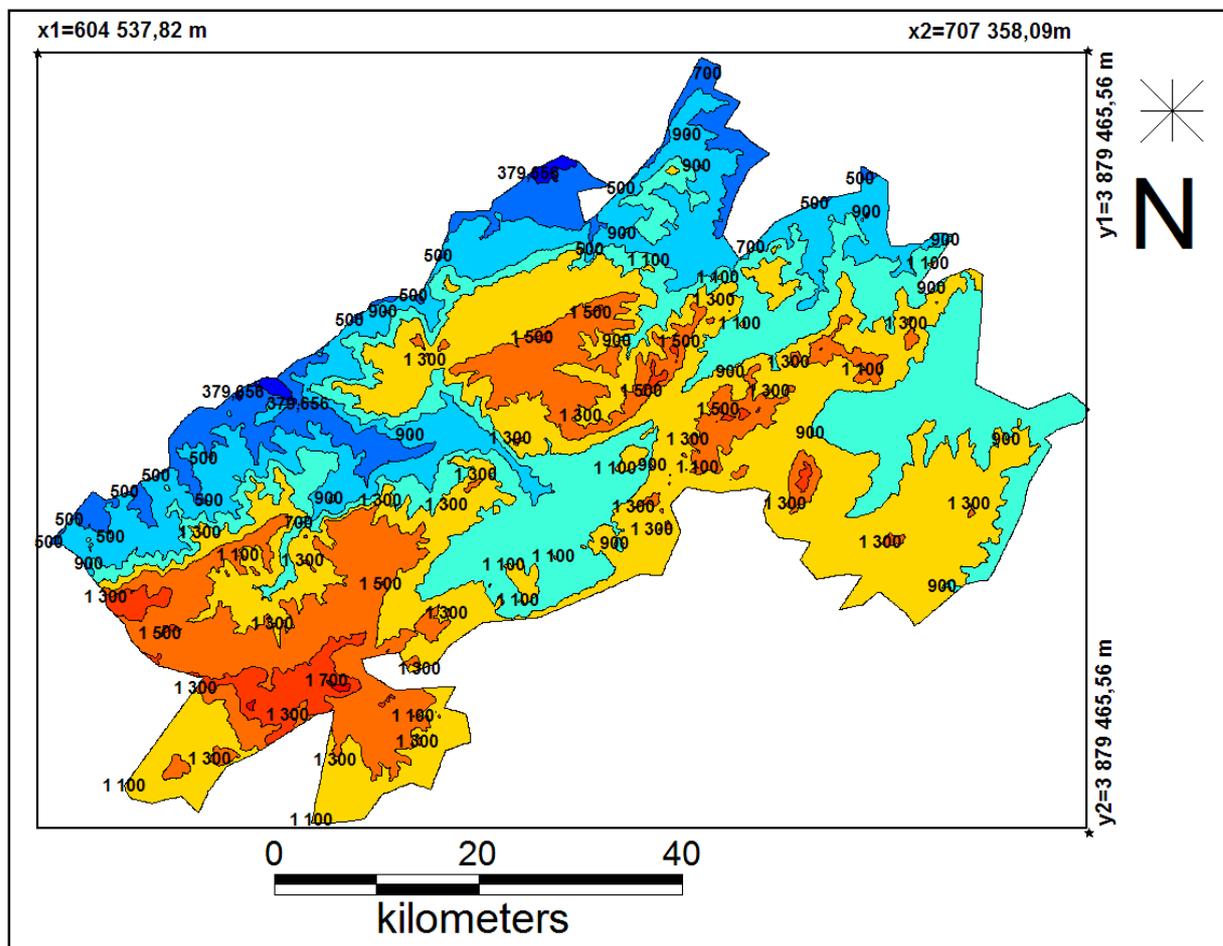


Fig. 5 : Carte hypsométrique de la zone d'étude « Monts de Tlemcen » (ZAOUI. M, 2020)

1.2.2. Les classes des pentes

Le Model Numérique de terrain MNT, a permis de cartographier les pentes à l'aide de la fonction (créer une pente et un aspect), où chaque point de la carte de pentes correspond à la valeur de la pente dans le champ. La carte ainsi réalisée permet de dégager des classes de pentes qui renseignent sur la pente de la zone. Cette information est indiquée sur la carte de la pente ci-dessous (Fig. 6).

Plus de 50% de la superficie totale des monts de Tlemcen ont une pente oscille entre 14 et 50%, ce qui donne une idée sur le terrain et son accidentalité. Aussi, ces valeurs des pentes donnent une image sur l'érosion hydrique, notamment dans les zones où la végétation est faible ou dans les terrains occupés par la céréaliculture.

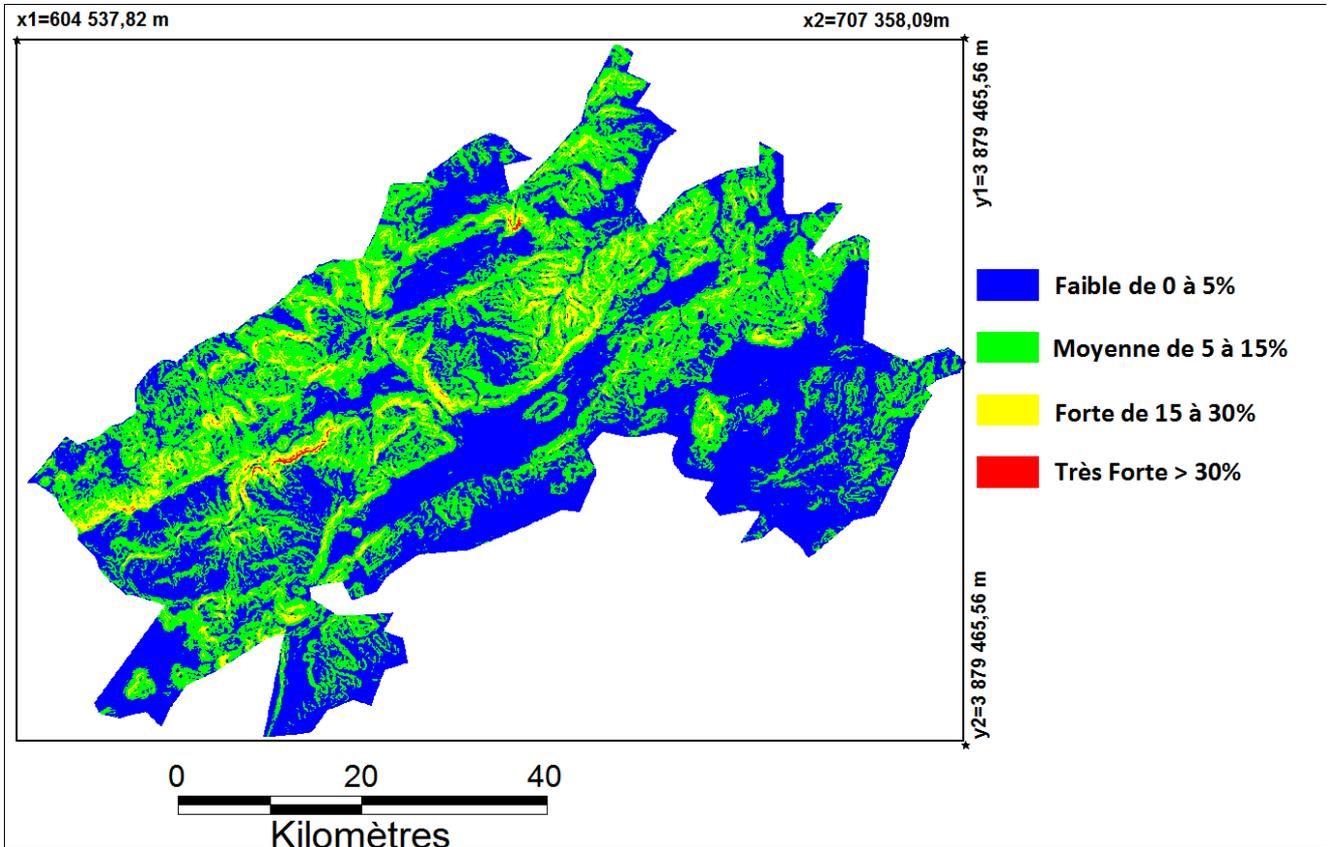


Fig. 6 : Carte de répartition des classes de pentes dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, M. 2020).

1.2.3. Les classes d'expositions

La carte des expositions a été obtenue à partir du modèle numérique de terrain à l'aide de la fonctionnalité « create slope&aspect » (Fig.7). Le facteur de l'exposition ayant une conséquence sur les conditions écologiques des montagnes de Tlemcen, en particulier sur les caractéristiques climatiques et édaphiques. En effet, le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée avec des sols relativement dégradés. Au contraire, le versant nord bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus clémentes, d'une brise de mer avec ses effets adoucissants en été, d'une faible évaporation des sols relativement équilibrée et de précipitations intéressantes.

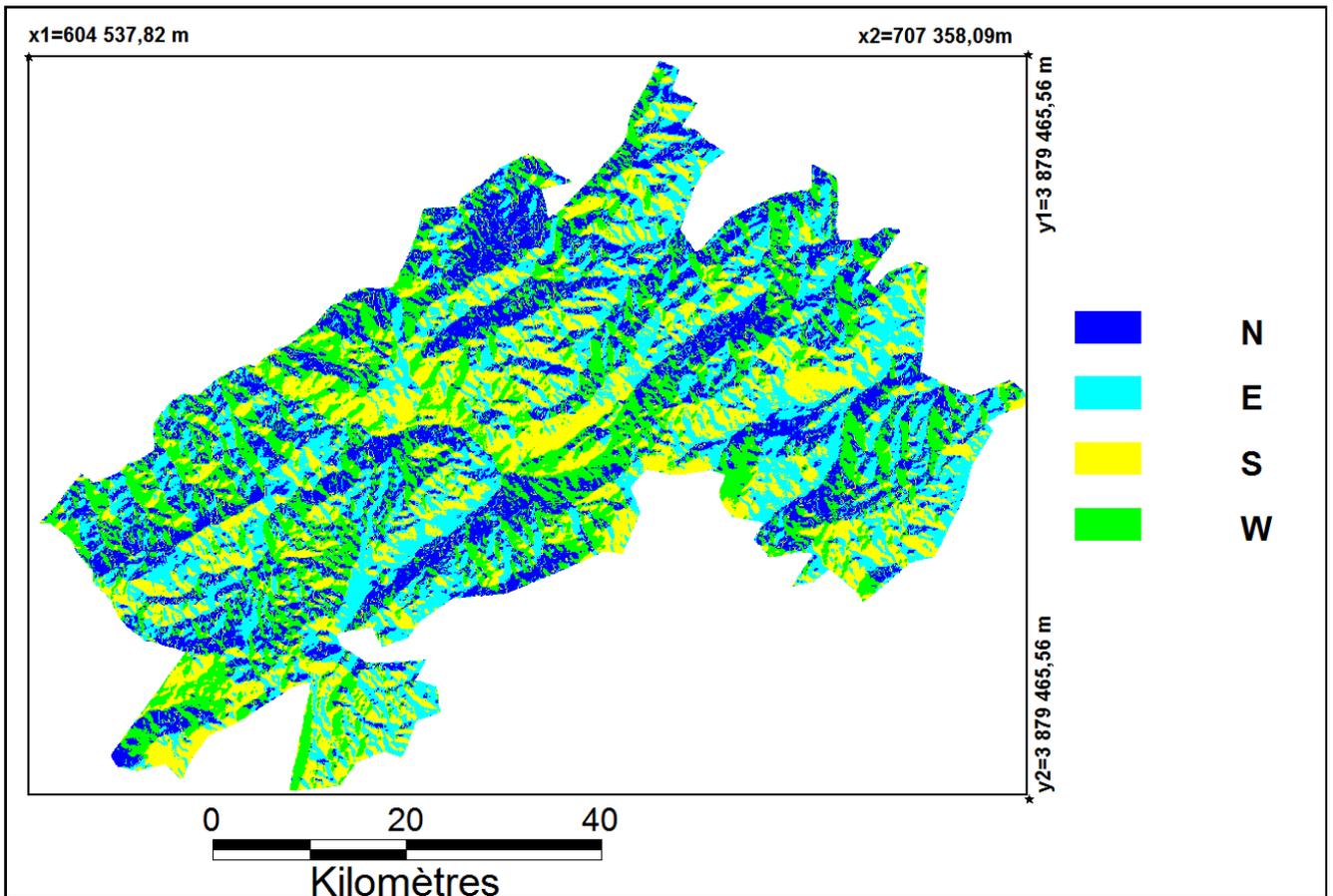


Fig. 7 : Carte de répartition des classes d'expositions dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).

1.3. La Géologie

Le rôle que le substrat géologique joue dans la formation et la diversification de la couverture du sol ne peut être qu'important. En fait, les montagnes de Tlemcen sont considérées comme un vaste ensemble divisé en panneaux par une série d'accidents de submériidiens, déterminant l'orientation actuelle, approximativement sud-ouest, nord-est.

En général, l'orientation des accidents observés à l'échelle des montagnes de Tlemcen est en relation avec les mouvements d'approximation des plaques afro-eurasiennes, en particulier lors du plio-quadernaire. La carte géologique, établie par CORNET et al. (1952) et CLAIRE (1973), montre que les chaînes septentrionales des monts Tlemcen sont constituées essentiellement de roches carbonatées, de marnes du Jurassique et de dépôts souterrains récents (Fig. 8).

↗ Les Grés de Boumediène :

Ce sont des grès à éléments fins, se présentant sous la forme de grands bancs séparés par des lits inter-argileux. Le ciment est presque toujours du calcaire. Les alternances sont souvent rouges ou vertes avec des grès stratifiés en biais. C'est un ensemble dominé par le grès qui affleure près de Tlemcen, en particulier près du sanctuaire de Sidi Boumediene. L'épaisseur de cette formation est en moyenne de 200 à 400 m (BENEST, 1985).

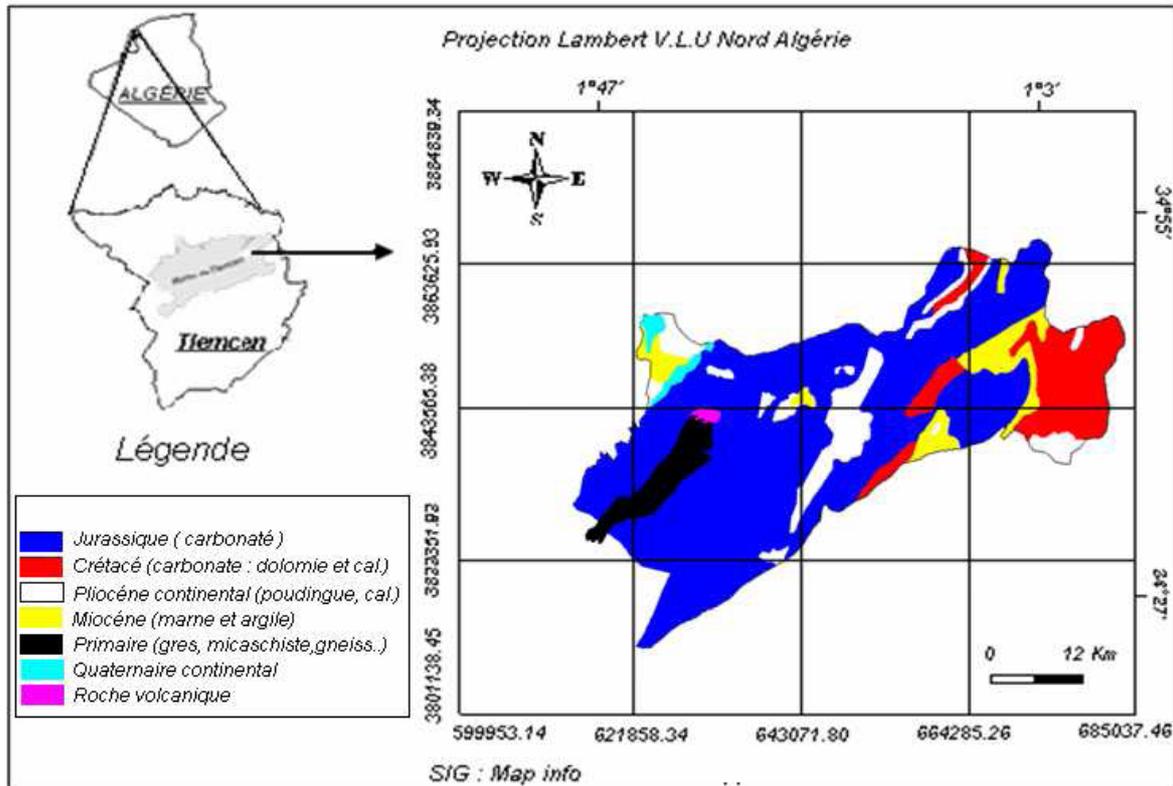


Fig. 8 : Carte géologique des monts de Tlemcen réalisée par CORNET et al., (1952) ; Modifiée. Par BENABDELLAH M.A, (2011).

↪ **Les calcaires de Zariffet** (Kimméridgien supérieur)

Cette formation tire son nom du col de Zariffet, situé à 5 km au sud-ouest de Tlemcen. Il peut être réduit ou partiellement dolomitique (environ 100 m d'épaisseur au col de Zariffet). Leur base est caractérisée par quelques bancs calcaires micritiques, détritiques et marneux distingués par **DOUMERGUE** en 1910. Il s'agit des calcaires bleus très craquelés, qui forment avec les calcaires et les dolomites de Tlemcen, un horizon très riche en eau.

↪ **Les dolomies de Tlemcen** (terminal kimméridgien)

Définies en 1910 par **DOUMERGUE**, elles correspondent aux grands escarpements dolomitiques qui dominent la région de Tlemcen et couronnent le cirque des cascades. Il marque les montagnes de Tlemcen avec un style morphologique très particulier. L'érosion a parfois donné lieu à des reliefs très pittoresques d'aspect ruiniforme avec des cheminées. Les dolomies ont généralement une porosité beaucoup plus élevée que les calcaires (porosité inter granulaire des dolomites saccharoïdes ou porosité vacuolaire) probablement liée au processus de dolomitisation lui-même et à la dissolution secondaire de parties non dolomitisées (**COLLIGNON, 1986**).

↪ **Les calcaires de Stah** (Kimméridgien terminal)

Selon **BENEST (1985)**, cette formation n'est vraiment différenciable des dolomies de Tlemcen, que lorsqu'elle est épargnée par la dolomitisation. La coupe de Dj. Stah, montre 65 m de

calcaires massifs à dominance micritique, pratiquement dépourvu de passés tendres marneux. Par contre dans de nombreux autres secteurs, la formation admet de minces intercalations marno-calcaires ou marneuses.

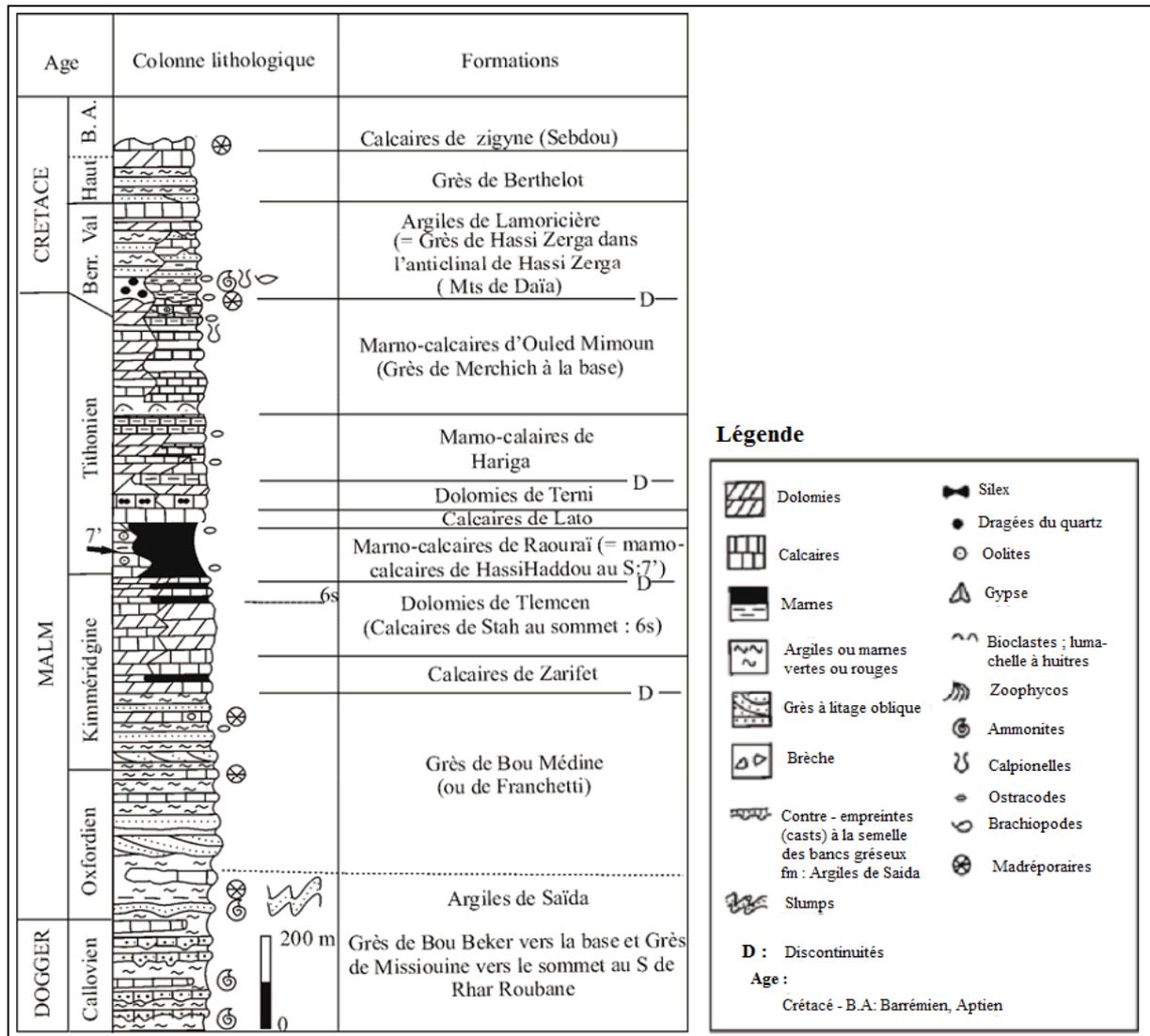


Fig. 9 : Série litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen (BENEST et al., 1999).

➤ Les marno-calcaire de Raourai (Tithonien basal)

Il est alternant marne gris verdâtre ou blanchâtre et calcaire marneux dur. C'est une formation plutôt calcaire que marneuse avec une épaisseur moyenne de 75 à 150 m et près de 400 m à Djebel Raourai. Cette formation est limitée à sa base par les calcaires de Stah et au sommet par les calcaires de Lato, où les premières dolomies de Terny se sont assises. Ils sont développés dans le Djebel Lato, le plateau de Titmokhen, le El-Guern et le plateau des Azails (BENABDALAH, 2011).

➤ Les calcaires de Lato (Tithonique basal)

Ce sont des calcaires massifs aux berges épaisses, terminés par des laminites sombres calcaires-argileuses, à plaques dessiccatifs; leur épaisseur est d'environ 50 m à Djebel Lato. Cette

formation correspond à la corniche sous-jacente aux dolomites de Terny. Elle commence au-dessus du dernier niveau marneux des marnes calcaires de Raourai et se termine au sommet de laminites noires formant une vire dans toute la région de Sebdou. (DAHMANI, 1984).

↪ Les dolomies de Terny (Tithonien inférieur)

Ce sont des dolomites massives (50 m en moyenne) bien déposées sur le plateau de Terny où elles commencent par des niveaux de silex stratiformes. Cette formation, qui peut être en partie calcaire, présente souvent des stratifications obliques et entrelacées ainsi qu'une laminite stromatolitique (BENEST, 1985).

↪ Les marno-calcaires de Hariga (Tithonien supérieur)

Il s'agit d'une alternance de calcaire avec quelques passés de laminites et de marnes plus ou moins tendres, d'une épaisseur de 165m au Djebel Hariga d'El Gor.

↪ Le Marno-calcaire d'Ouled Mimoun (Tithonique supérieur)

Cette formation développée au sommet de la série carbonatée du Jurassique supérieur est bien représentée dans le secteur d'Ouled Mimoun où sa puissance varie de 500 à 700 m (ELMI, 1970).

↪ Les Grés de Merchich

Ils sont composés d'une alternance d'argiles rouges, de grés fins, de calcaire avec des manchettes d'huîtres (BENEST, 1985).

1.4. Pédologie

La plupart des sols des régions méditerranéennes sont caractérisés par des sols dits "fersiallitiques" (DUCHAUFOR, 1977). À travers l'exploitation de la carte des sols de la région des montagnes de Tlemcen (Fig. 10), nous remarquons que notre zone d'étude est composée des sols suivants:

↪ Les sols fersiallitiques

Ce type de sol est souvent associé au climat méditerranéen, en fonction du degré de rougissement, ils sont bruns ou rouges (HADJADJ-AOUL, 1995).

Les sols fersiallitiques bruns sont des sols forestiers caractéristiques des régions méditerranéennes humides où les espèces existantes sont le chêne zèbre (*Quercus mirbekii*) en Afrique du Nord; et le chêne-liège sub-humide (*Quercus suber*) sur des roches siliceuses et le chêne vert (*Quercus ilex*) sur un substrat calcaire. Leur rougissement correspond à une phase plus chaude avec une végétation sclérophylle et donne les sols fersiallitiques rouges ou "terra rosa" (DAHMANI, 1997).

Il s'agit d'un paléosol, qui est une argile de décalcification sur des affleurements calcaires des

régions méditerranéennes. Ce type de sol a été décarbonaté par lixiviation et rougeur des sels de fer par déshydratation plus ou moins complète (DUCHAUFOR, 1984).

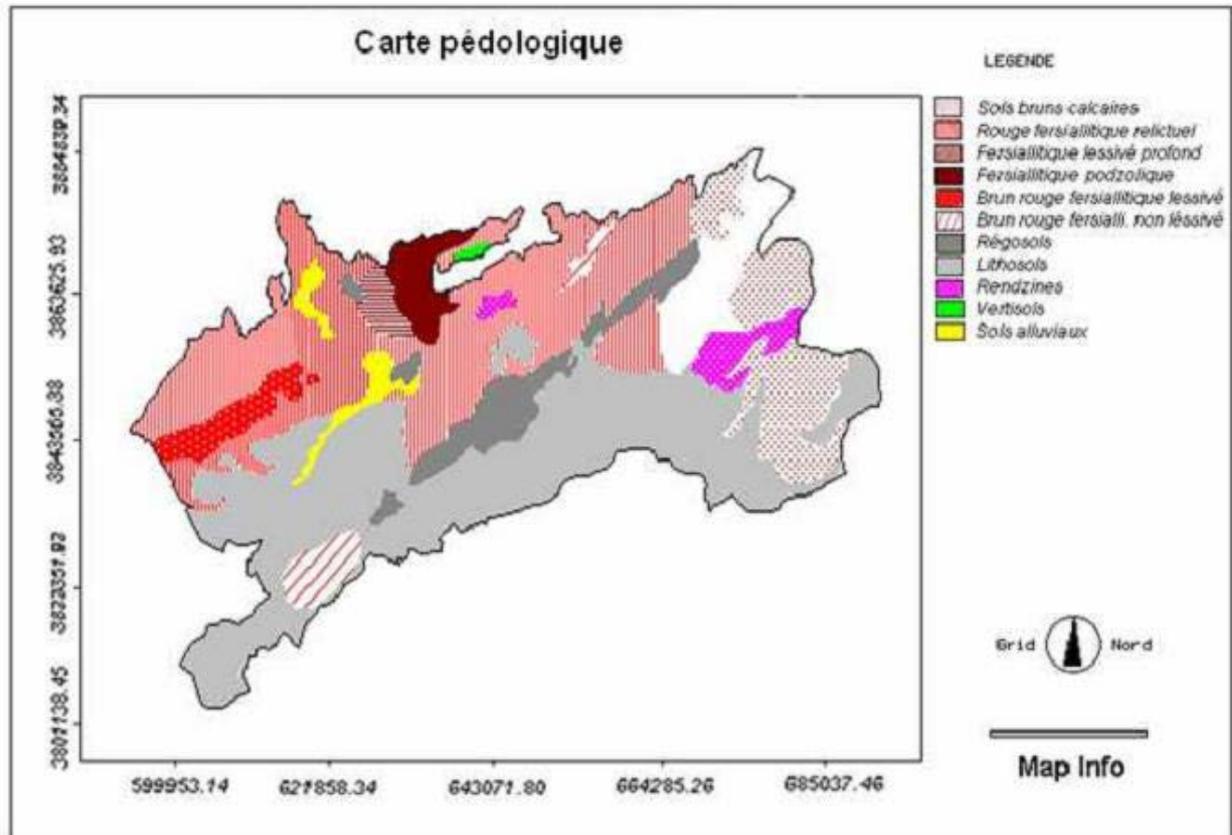


Fig. 10 : Carte pédologique des monts de Tlemcen (KAZI TANI, 1996)

↪ Les sols calci-magnésiques

Les sols calcimagnésiques sont très riches en Ca^{2+} et /ou Mg^{2+} . On peut aussi distinguer les sols bruns calcaires sur substrat Marno-calcaire et les sols bruns calciques rencontrés sur grès, peu calcaire et schiste. Ce sont des sols calcimagnésiques brunifiés moins caillouteux et plus ou moins décarbonatés en surface (DAHMANI, 1997). Ces sols sont généralement des rendzines développées sur roches calcaires et très répandues dans l'aire du thuya (HADJADJ-AOUL, 1995).

↪ Les sols peu évolués:

Ces sols se forment sous l'action de l'érosion, on distingue les régosols qui sont selon BAIZE et GIRARD, (2008) des sols réunis en amont des zones d'ablation, très minces comprenant un fond de moins de 10 cm, n'est pas ou très peu évolué, indifférencié, n'ayant pas acquis une structure pédologique généralisée, lâche ou peu dure. Les zones d'approvisionnement en aval ont des sols très pierreux qui sont régénérés par la fréquence des dépôts de matériaux. Ce sont des sols colluviaux pouvant être des rendzines colluviales lorsqu'ils contiennent du calcaire (DAHMANI, 1997).

1.5. Le réseau hydrographique

Compte tenu de la nature topographique des terrains montagneux, la zone d'étude est marquée par un important réseau hydrographique qui est lui-même composé d'oueds principaux et secondaires. Ces derniers sont alimentés par plusieurs affluents et chaabats (Fig. 13), notamment:

1.5.1. Les oueds

En 1970, **ELMI** a décrit le réseau hydrographique de Tlemcen dont il a distingué :

↪ **Oued Tafna :**

L'Oued Tafna est le plus grand de la Wilaya de Tlemcen avec une longueur totale de 170 km, il prend sa source à Ghar Boumaâza, près de la ville de Sebdou, dans les montagnes de Tlemcen. Il est considéré comme la principale source du barrage de Béni-Bahdel et de ses deux affluents : Oued Sebdou, dont sa source est située à l'ouest du centre urbain et va d'ouest en est, et à Oued Tebouda. La Tafna traverse les montagnes de Tlemcen jusqu'au niveau de Maghnia avec une orientation sud-est et nord-ouest. Il coule principalement vers le Nord pour se jeter dans la méditerranée à la plage de Rachgoun.

Durant son parcours, la Tafna reçoit de nombreux petits Oueds et avant sa confluence avec Oued Isser, il y'a jonction de Oued Khémis, O/ Oucif et aussi O/ Zitoune et O/Atchane qui le rejoignent un peu plus au Nord, alors que O/ Kseb le rejoint au sud de Sabra. O/Barbata prend naissance dès les monts de Béni-Snous.

↪ **Oued Isser :**

Il est classé en deuxième position vis-à-vis longueur, environ 140 km, il est né à partir de la source d'Ain Isser, dans la gouttière synclinale de Meurbah qui est située dans la vallée de Béni Smiel et rejoint la Tafna au nord de Remchi et se termine sur le barrage de Sidi Abdelli. Avant de continuer à rejoindre la Tafna.

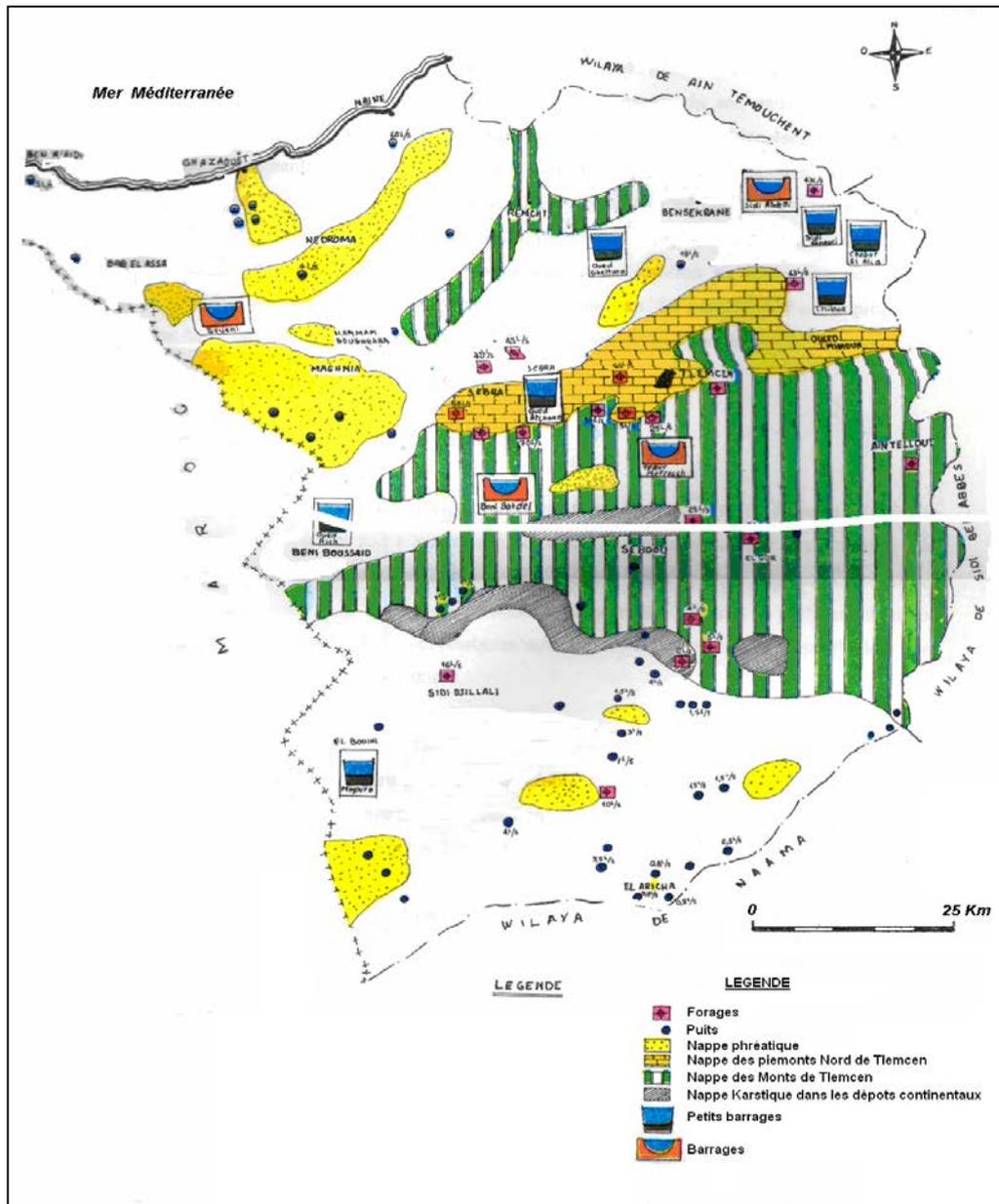


Fig. 12 : Les ressources en eaux souterraines, dans la Wilaya de Tlemcen « Zones plus ou moins favorables pour l’implantation des forages et des puits » (COLLIGNON, 1986).

Les Monts de Tlemcen contiennent principalement des formations avec des aquifères à fort potentiel, qui constituent un grand intérêt hydrogéologique, appartiennent principalement à la zone karstique en position dominante (**Fig. 12**), présentent des diaclases et une karstification intenses, permettant ainsi l’émergence de sources très importantes.

1.6. Bioclimat

La vue générale en matière de climatologie selon **HALIMI (1980)**, l’Algérie est envahie soit par des masses d’air polaire océanique froid et humide, soit par des masses d’air tropical chaud et humide de l’atlantique sud (anticyclone des Açores) et enfin soit par des masses d’air tropical continental (anticyclone saharien).

1.6.1. Choix des stations météorologiques

Nous avons choisi des stations météorologiques situées à la proximité des stations étudiées, afin de définir clairement les influences climatiques zonales sur les conditions locales (**Fig. 13**). Notre étude bioclimatique a été réalisée sur quatre (04) stations de références : Mefrouche, Ouled Mimoun, Béni-Bahdel et Tlemcen (Tab. 03). En effet, le réseau météorologique d'une telle région doit être dense, représentatif et bien surveillé, en raison de son relief qui accentue le zonage climatique.

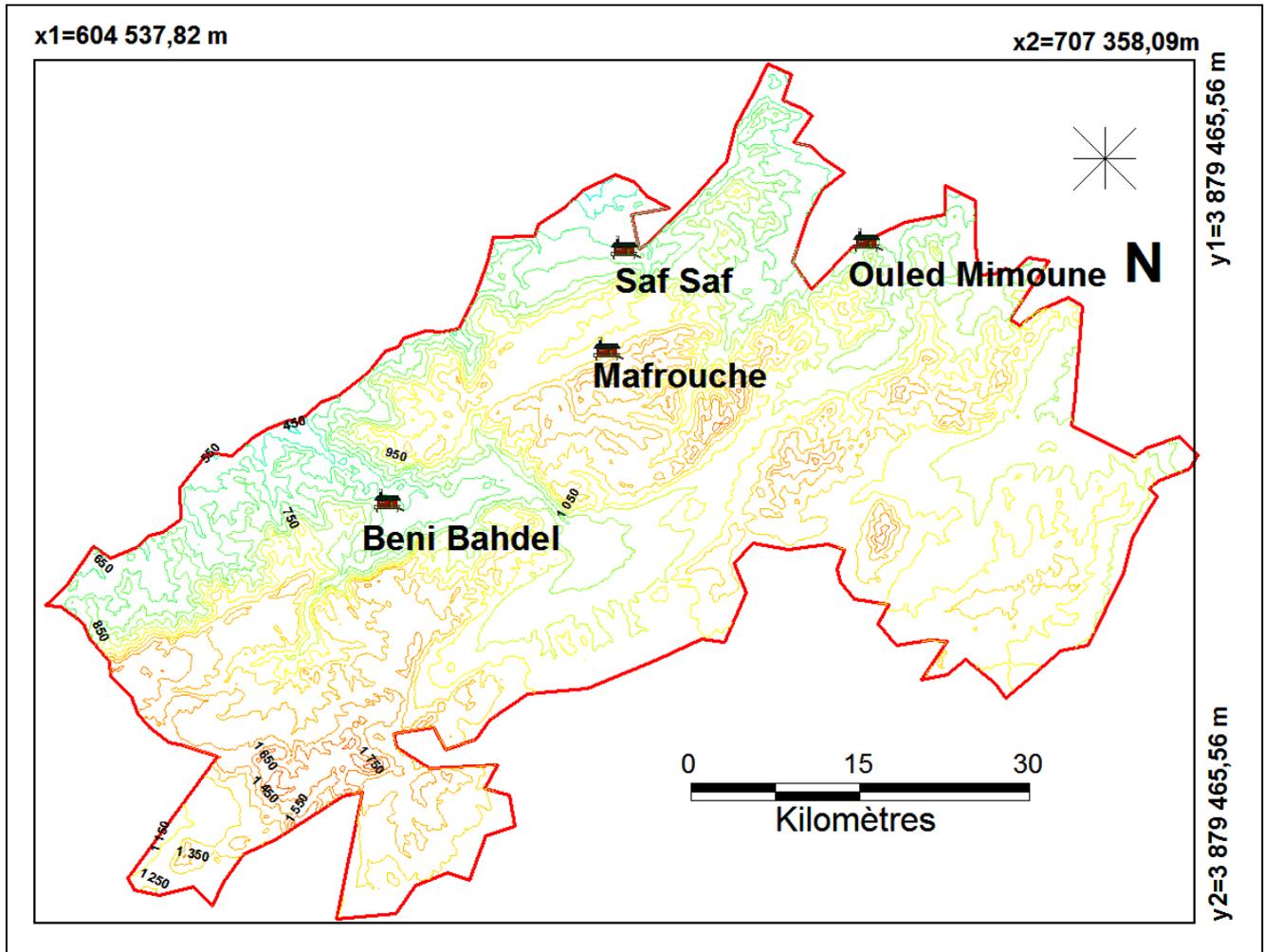


Fig. 13 : Stations météorologiques de référence dans la région des monts de Tlemcen (ZAOUI M., 2020).

Tab. 3 : Données géographiques des stations météorologiques de référence.

Stations	longitude	latitude	Altitude (m)	Emplacement
O. MIMOUN	1° 03' W	34° 93' N	705	Siège A.P.C
MEFROUCHE	1° 16' W	34° 51' N	1100	Barrage
BENI -BAHDEL	1° 36' W	34° 45' N	700	Barrage
TLEMCEN	1° 17' W	34° 53' N	246	Saf Saf

Le choix de ces stations a été fait afin que nous puissions couvrir l'ensemble de la zone d'étude.

Dans cette étude, nous avons exploité les données climatiques pour deux périodes différentes, une étude de 26 ans (1913-1938) réalisée par **SELTZER (1946)**, l'autre récente de 33 ans (1975-2008), ainsi ces données (Tab. 4, 5, 6 et 7) sont fournies par l'ANRH de la Wilaya de Tlemcen (L'Agence National des Ressources Hydrologiques).

L'analyse comparative, entre les deux périodes différentes, permettra d'observer s'il y a un possible changement climatique dans le temps afin de comparer les différents indices bioclimatiques, la comparaison est faite d'une part dans l'espace pour cadrer la zone, d'autre part dans le temps pour apprécier les variations et évolutions actuelles du climat. Ces indices sont:

- ↪ L'indice de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, qui caractérise les périodes sèches.
- ↪ L'indice **d'EMBERGER (1952)**, simplifié par **STEWART (1969)**, donne la situation bioclimatique de la zone ; il traduit le caractère xérique d'un biotope.
- ↪ L'indice xérothermique **d'EMBERGER (1942)** : Pour apprécier l'importance de la période de sécheresse estivale.
- ↪ L'indice de **MARTONNE (1926)** est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse.

Chapitre II : Etude du Milieu Physique

Tab. 4 : Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Ancienne période: 1913-1938).

Stations	(Ancienne période: 1913-1938) les Précipitations et les températures moyennes mensuelles														P annuelle (mm) et T moyenne (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D		
Mefrouche	P (mm)	95,61	86,8	120,77	62,9	64,16	17,61	3,77	2,52	15,1	47,8	51,58	113,2	681,83	
	T (°C)	7,92	8,76	10,07	12,11	15,17	18,03	21,63	22,94	19,08	14,7	10,79	8,02	14,071	
O.Mimoun	P (mm)	71,37	64,8	90,15	46,96	47,89	13,15	2,82	1,88	11,28	35,68	38,5	84,52	509	
	T (°C)	9,81	10,68	12,04	13,87	17,71	20,68	24,6	25,95	22,86	17,64	12,96	9,88	16,56	
Beni-Bahdel	P (mm)	76	69	96	50	51	14	3	2	12	38	41	90	542	
	T (°C)	9,8	10,7	12,3	14,8	18,6	22,1	26,5	27,6	23,4	18	13,2	9,8	17,23	
Tlemcen	P (mm)	50,54	45,88	63,83	33,25	33,91	9,31	1,99	1,33	7,98	25,27	27,26	59,85	360,4	
	T (°C)	7,30	8,20	9,80	12,30	16,10	19,60	24,00	25,10	20,90	15,50	10,70	7,30	14,74	

Tab. 5 : Moyennes mensuelles des précipitations et des températures (Nouvelle période: 1975-2019).

Stations	(Nouvelle période : 2019-1975 Moyennes mensuelles des précipitations et des températures.)														P annuelle (mm) et T moyenne (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D		
Mefrouche	(P (mm	121,34	46,73	51,68	68,01	58,35	6,76	10,16	5,08	19,09	87,97	98,09	58,99	632,26	
	(T (°C	6,25	7,40	9,41	10,76	14,92	18,65	23,03	23,36	19,58	14,95	10,81	8,60	13,98	
O. Mimoun	(P (mm	82,67	33,04	34,55	47,53	41,52	4,57	7,80	4,14	13,93	63,06	74,18	42,62	449,61	
	(T (°C	8,10	9,27	11,47	13,39	17,58	21,19	25,66	25,86	22,13	17,42	12,97	10,58	16,30	
Beni-Bahdel	(P (mm	83,06	33,47	35,07	47,82	41,81	4,66	7,80	4,20	14,05	63,21	74,47	42,97	452,58	
	(T (°C	8,26	9,45	11,70	13,66	17,92	21,62	26,18	26,38	22,55	17,75	13,22	10,78	16,62	
Tlemcen	P (mm)	55,93	21,34	23,53	31,32	26,85	3,06	4,73	2,32	8,77	40,70	45,34	27,10	290,99	
	(T (°C	11,52	10,67	12,64	14,01	18,15	21,83	26,21	26,56	22,78	18,15	14,01	11,77	17,36	

Chapitre II : Etude du Milieu Physique

Tab. 6 : Moyennes des minimas et maximas (Ancienne période: 1913-1938)

Stations	Les moyennes des minima et maxima. (Ancienne période: 1913_1938)													Moyenne annuelle (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	m (°C)	3,96	4,28	4,82	6,14	11,35	12,65	15,14	16,8	14,48	9,88	6,24	4,32	9,184
	M (°C)	11,88	13,24	15,32	18,09	18,98	23,42	28,11	29,07	23,68	19,51	15,35	11,72	18,95
	(M+m)/2	7,92	8,76	10,07	12,11	15,17	18,03	21,63	22,94	19,08	14,7	10,79	8,02	14,071
O.Mimoun	m (°C)	5,4	5,53	5,78	7,16	13,78	14,48	18,58	20,39	16,11	11,95	7,37	5,43	10,93
	M (°C)	14,21	15,83	18,3	20,57	21,64	26,88	30,61	31,5	29,6	23,34	18,35	14,52	22,2
	(M+m)/2	9,81	10,68	12,04	13,87	17,71	20,68	24,6	25,95	22,86	17,64	12,96	9,88	16,56
Beni-Bahdel	m (°C)	5,2	5,35	6,03	7,67	14,19	15,81	18,93	21	18,1	12,35	7,8	5,4	11,48
	M (°C)	14,4	16,05	18,57	21,93	23,01	28,39	34,07	34,2	28,7	23,65	18,6	14,2	22,98
	(M+m)/2	9,8	10,7	12,3	14,8	18,6	22,1	26,5	27,6	23,4	18	13,2	9,8	17,23
Tlemcen	m (°C)	3,38	3,53	4,21	5,85	12,37	13,99	17,11	19,18	16,28	10,53	5,98	3,58	9,67
	M (°C)	11,21	12,86	15,38	18,74	19,82	25,20	30,88	31,01	25,51	20,46	15,41	11,01	19,8
	(M+m)/2	7,30	8,20	9,80	12,30	16,10	19,60	24,00	25,10	20,90	15,50	10,70	7,30	14,73

Tab. 7 : Moyennes des minima et maxima (nouvelle période: 1975-2019)

Stations	Les moyennes des minima et maxima. (Nouvelle période : 1975_2019)													Moyenne annuelle (°C)
		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mefrouche	m (°C)	4,20	5,23	7,82	8,41	13,19	15,89	19,87	20,59	16,41	12,31	8,13	5,60	11,47
	M (°C)	8,73	10,38	11,48	12,95	16,41	22,72	27,50	26,96	22,61	16,97	13,61	11,09	16,78
	M+m)/2)	6,47	7,80	9,65	10,69	14,80	19,31	23,68	23,77	19,51	14,64	10,87	8,35	14,13
O. Mimoun	m (°C)	5,78	6,34	9,07	11,20	15,27	17,61	22,40	22,39	18,47	14,09	9,69	7,19	13,29
	M (°C)	10,53	12,65	14,29	15,91	20,13	26,45	30,78	30,50	26,04	20,24	16,34	13,26	19,76
	M+m)/2)	8,15	9,50	11,68	13,55	17,70	22,03	26,59	26,44	22,25	17,16	13,01	10,22	16,53
Beni-Bahdel	m (°C)	5,77	6,46	9,27	11,46	15,65	18,07	22,99	22,98	18,94	14,66	9,92	7,33	13,62
	M (°C)	11,35	13,11	14,78	16,46	20,80	27,33	30,64	31,49	27,32	20,90	16,87	13,70	20,4
	M+m)/2)	8,56	9,78	12,03	13,96	18,23	22,70	26,82	27,24	23,12	17,78	13,40	10,52	17,01
Tlemcen	m (°C)	6,75	7,78	10,37	10,96	15,74	18,44	22,42	23,14	18,96	14,86	10,68	8,15	14,02
	M (°C)	13,30	10,33	11,43	12,91	16,36	22,67	27,45	26,91	22,56	16,92	13,56	11,04	17,12
	M+m)/2)	10,02	9,05	10,90	11,93	16,05	20,55	24,93	25,02	20,76	15,89	12,12	9,60	15,57

1.6.2. Les précipitations

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement écologique dont les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la répartition spatiale des espèces végétales (DREUX, 1980).

2.6.2.1. Le régime pluviométrique

Le rythme et la distribution des précipitations sont essentiels, puisque l'existence d'une période de sécheresse estivale est le facteur écologique majeur permettant d'expliquer les caractères particuliers des forêts méditerranéennes et la mise en place d'un nombre très élevé des types forestiers (MEDAIL et QUEZEL, 2003).

Les régimes pluviométriques sont influencés par deux groupes de facteurs à savoir les facteurs géographiques « Altitude, latitude, orientation des versants » et les facteurs météorologiques « masses d'air, trajectoires des dépressions » (HALIMI, 1980).

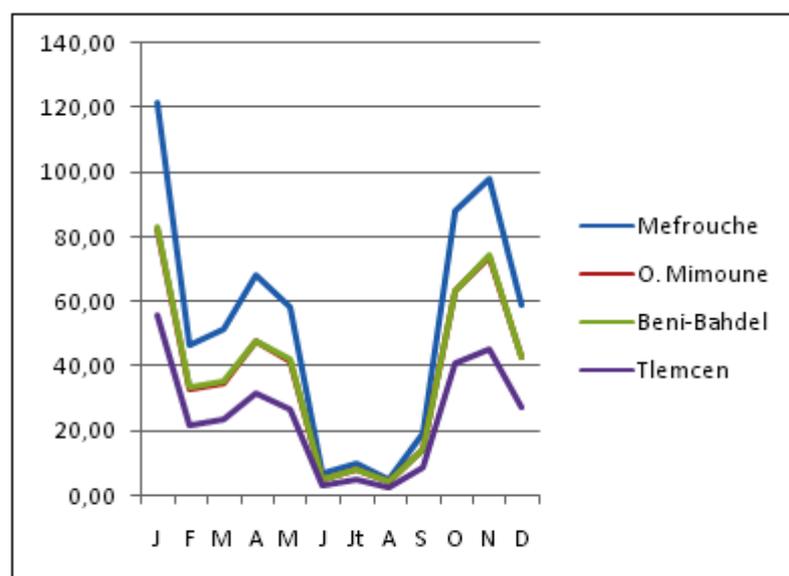


Fig. 14 : Variation des précipitations mensuelles (Ancienne période : 1913-1938).

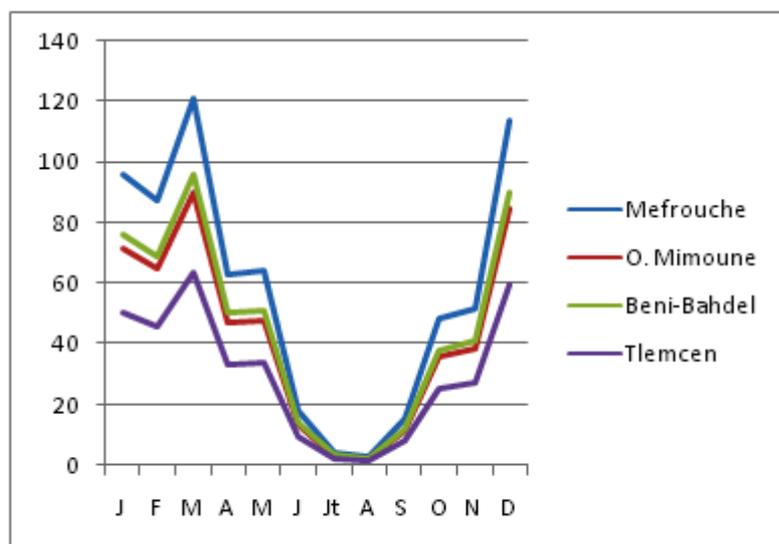


Fig. 15 : Variation des précipitations mensuelles (Nouvelle période : 1975-2019).

Ce que l'on peut tirer des tableaux 4 et 5, c'est que toutes les stations ont une abondance de pluie en hiver et au printemps (Fin septembre – Fin Avril), avec une sécheresse estivale (Mi-septembre). Cette répartition des pluies permet aux espèces végétales de reprendre leur activité biologique et permet sans aucun doute à la végétation de débiter la saison estivale avec des réserves d'eau à la fois dans le sol et dans la plante.

1.6.3. Les facteurs thermiques (Températures)

Les paramètres thermiques jouent un rôle déterminant dans la vie végétale. En effet, la température est considérée comme le facteur écologique fondamental, par l'association directe de son action sur les êtres vivants et leur environnement avec celle de tous les autres facteurs climatiques. Ainsi, il intervient au cours de tous les processus biologiques, de différentes manières. Il contrôle la croissance, la reproduction, la survie et donc la répartition géographique, produisant les paysages les plus divers (SOLTNER, 1987).

La température régule les processus d'altération des roches, conditionne l'évaporation physique et physiologique et est largement impliquée dans le régime des cours d'eau, tout en fixant plus ou moins de limites aux êtres vivants (ESTIENNE et al., 1970).

Pour connaître les variations de température, EMBERGER (1955) utilise celle ayant une signification biologique:

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C).

Chapitre II : Etude du Milieu Physique

m : moyenne des minima du mois le plus froid en ($^{\circ}\text{C}$).

M-m : amplitude thermique, en ($^{\circ}\text{C}$).

T : température moyenne annuelle en ($^{\circ}\text{C}$).

1.6.3.1. Températures moyennes mensuelles et annuelles

Notre étude comparative entre les deux périodes, permet de situer les températures moyennes annuelles, variant entre $14,07^{\circ}\text{C}$ (Mefrouche) et $17,23^{\circ}\text{C}$ (Béni-Bahdel) pour l'ancienne période. Pour la nouvelle période $14,13^{\circ}\text{C}$ (Mefrouche) et $17,01^{\circ}\text{C}$ (Béni-Bahdel).

À partir de ces valeurs moyennes des températures, nous remarquons presque une stabilité entre les deux périodes.

Les températures moyennes les plus basses dans l'ancienne période, se situent au mois de janvier (Mefrouche : $7,92^{\circ}\text{C}$, Ouled Mimoune : $9,81^{\circ}\text{C}$, Béni Bahdel : $9,8^{\circ}\text{C}$ et Tlemcen : $7,29^{\circ}\text{C}$). Pour la nouvelle période, elles se situent au mois de janvier pour les stations : (Mefrouche $6,47^{\circ}\text{C}$, Ouled Mimoune $8,15^{\circ}\text{C}$ Béni Bahdel $8,56^{\circ}\text{C}$ et au mois de février pour la station de Tlemcen $9,05^{\circ}\text{C}$).

Les températures moyennes les plus élevées dans l'ancienne période, se situent au mois d'août (Mefrouche : $22,93^{\circ}\text{C}$, Tlemcen : $25,1^{\circ}\text{C}$, Béni-Bahdel : $27,6^{\circ}\text{C}$ et O. Mimoun : $25,95^{\circ}\text{C}$). Pour la nouvelle période, elles se situent au mois d'août (Mefrouche : $23,77^{\circ}\text{C}$, Tlemcen : $25,04^{\circ}\text{C}$, Béni-Bahdel : $27,23^{\circ}\text{C}$) et le mois de juillet pour O.Mimoun : $26,59^{\circ}$).

D'après ces résultats, on peut remarquer que le mois de juillet et d'août, sont les plus chauds et le mois de janvier et décembre sont les plus frais.

D'une manière générale, la période froide s'étend de décembre à mars; ce qui correspond à la période pluvieuse. La période chaude correspond à la saison estivale avec des pics importants durant les mois de juillet et d'août.

1.6.3.2. Température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M »

L'Analyse des données climatiques montre que les températures les plus élevées sont généralement enregistrées au cours des mois de juillet et d'août; période qui coïncide avec le manque de pluies.

Selon les tableaux 6 et 7, « M » varie entre : $11,01^{\circ}\text{C}$ (Tlemcen) et $34,2^{\circ}\text{C}$ (Béni-Bahdel) pour l'ancienne période ; et entre $08,73^{\circ}\text{C}$ (Mefrouche) et $31,49^{\circ}\text{C}$ (Béni-Bahdel) pour la nouvelle période.

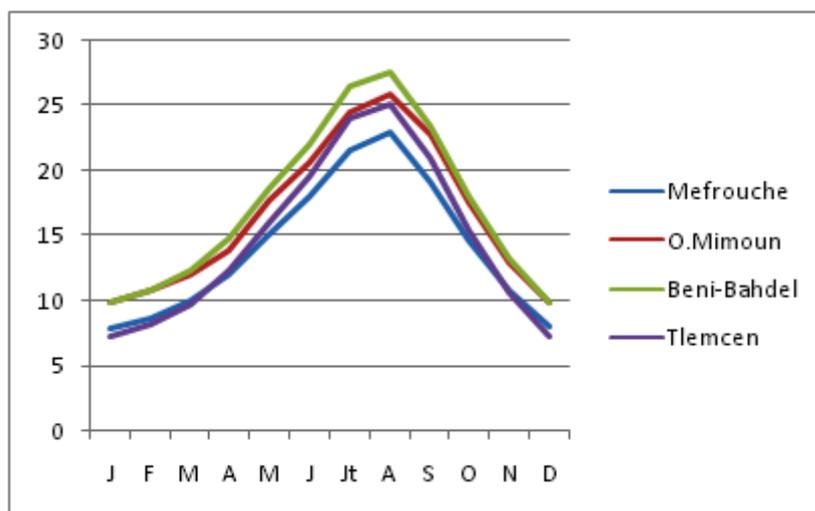


Fig. 16 : Variation mensuelle des températures pour l'ancienne période: 1913-1938

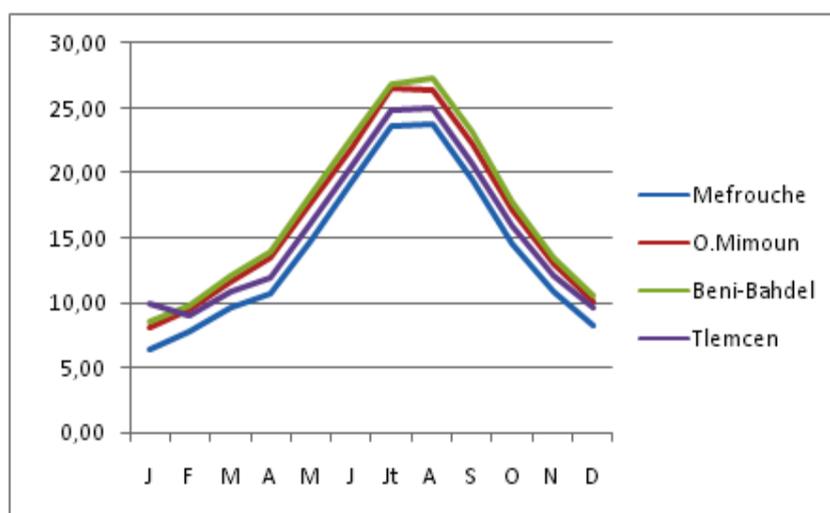


Fig. 17 : Variation mensuelle des températures pour la nouvelle période : 1975-2019.

1.6.3.3. Température moyenne des minima du mois le plus froid « m »

Dans une estimation des climats, EMBERGER utilise la moyenne des minima du mois le plus froid « m », qui exprime le degré et la durée de la période critique des gelées.

De même, SAUVAGE (1963) souligne l'importance de la valeur $m = -3 \text{ } ^\circ\text{C}$ pour la végétation. De plus, ALCARAZ (1969) considère la valeur $m = +1 \text{ } ^\circ\text{C}$ comme un facteur "seuil" dans la répartition du chêne vert, du pin d'Alep et du thuya.

HADJAJ-AOUEL (1995), comprend par saison froide, la période pendant laquelle les températures sont les plus basses de l'année et où les températures moyennes sont inférieures à 10 °C.

Le minima « m » diminue avec l'altitude **SELTZER (1946)** et **BALDY (1965)**. On y observe des minima variant entre **3.38°C** (Tlemcen) et **21°C** (Béni-Bahdel) pour la période (**1913-1938**) ; alors que pour la nouvelle période, nous remarquons une élévation de « m » qui oscille entre **4.2 °C** (Mefrouche) et **23.14 °C** (Tlemcen).

Pour toutes les stations, le mois le plus rigoureux est celui de janvier et on peut en déduire que la période froide est toujours l'hiver (décembre, janvier et février).

1.6.3.4. L'Amplitude thermique moyenne (Indice de continentalité)

L'amplitude thermique moyenne extrême (M-m) est un facteur climatique permettant de définir l'indice de continentalité d'une région donnée et donc de déterminer si elle est sous influence maritime ou continentale.

Selon **DEBRACH (1953)**, on peut retenir :

Climat insulaire $M-m < 15^{\circ}\text{C}$

Climat littoral $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$

Climat semi – continental $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$

Climat continental $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

Tab. 8 : Types de climats en fonction des Amplitudes thermiques DEBRACH (1953).

stations	période	(M-m)	Type de climat
Mefrouche	ancienne période	25.11	semi – continental
	nouvelle période	23.30	Littoral
O. Mimoun	ancienne période	26.1	semi – continental
	nouvelle période	25.01	semi – continental
Béni-Bahdel	ancienne période	29	semi – continental
	nouvelle période	25.72	semi – continental
Tlemcen	ancienne période	27.63	semi – continental
	nouvelle période	20.7	Littoral

D'après le tableau 08, on peut remarquer que toutes les stations sont influencées par le climat semi-continental à l'exception de la station de Mefrouche et Tlemcen en ce qui concerne les données de la nouvelle période.

1.6.4. Synthèse bioclimatique

L'étude de la synthèse du bioclimat donne un aperçu général du type de climat qui règne dans notre zone d'étude. Cette étude ne concerne que deux paramètres climatiques, la température et les précipitations fournies par les réseaux météorologiques. C'est ainsi que, plusieurs auteurs ont proposé des synthèses numériques et graphiques telles que: LONG, DE MARTONNE, KOPPEN, EMBERGER (DAGET, 1977); afin de mettre en évidence l'importance du facteur de végétation RIVA-MARTINEZ (1981) et DAHMANI (1997).

Avant de procéder aux calculs des indices bioclimatiques, nous avons fait appel à d'autres classifications climatiques. Sans pour autant oublier que cette classification donne lieu à de très nombreuses applications dans les domaines : forestiers, agricoles, de planification écologique et d'aménagement du territoire (LE HOUEROU et al., 1977).

Pour RIVAS-MARTINEZ (1981), sa suggestion de classification climatique est considérée comme critère de base dans la définition des étages de végétation ; en effet, il s'est basé sur :

- ↗ La température moyenne annuelle (T) en °C.
- ↗ La moyenne des minima du mois le plus froid (m) en °C.

$T > 16^{\circ}\text{C}$ et $m > 3^{\circ}\text{C}$:	Étage Thermo-méditerranéen.
$12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$:	Étage Mésoméditerranéen.
$8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$ et $3^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$:	Étage Supraméditerranéen.

Ces valeurs sont exprimées en (°C) et les seuils sont toujours approximatifs, car ils peuvent varier de plus d'un degré selon l'altitude, l'exposition et le microclimat.

En 1996, **DAHMANI** note que l'Algérie occidentale dans son ensemble correspond au seuil proposé par **RIVAS-MARTINEZ (1982, 1994)**.

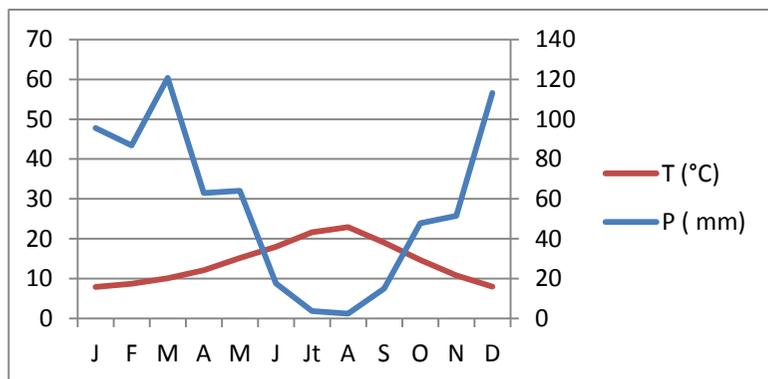
En Espagne, **RIVA-MARTINEZ (1982)** retrouve de nombreux taxons et syntaxons habituellement attribués à l'étage thermo-méditerranéen décalé, vers le méso-méditerranéen.

Au terme de cette étude, il s'avère que la station de Mefrouche, appartient actuellement à l'étage méso-méditerranéen et les autres stations appartiennent à l'étage thermo-méditerranéen.

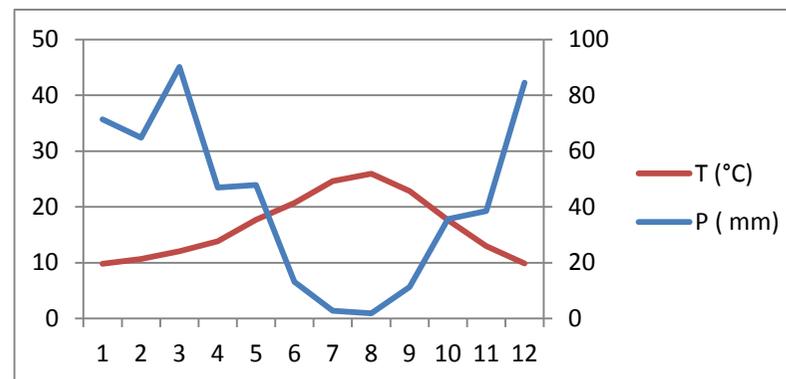
1.6.4.1. Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

BAGNOULS et GAUSSEN (1953), ont développé une classification climatique satisfaisante et essentiel dans l'écologie végétale. Pour cela, ils ont imaginé de comparer les courbes de pluie (courbes ombriques) et les températures (courbes thermiques), ceci a abouti aux diagrammes ombro-thermiques.

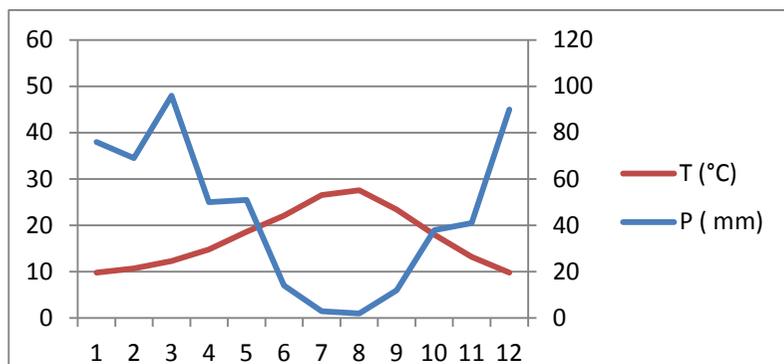
Chapitre II : Etude du Milieu Physique



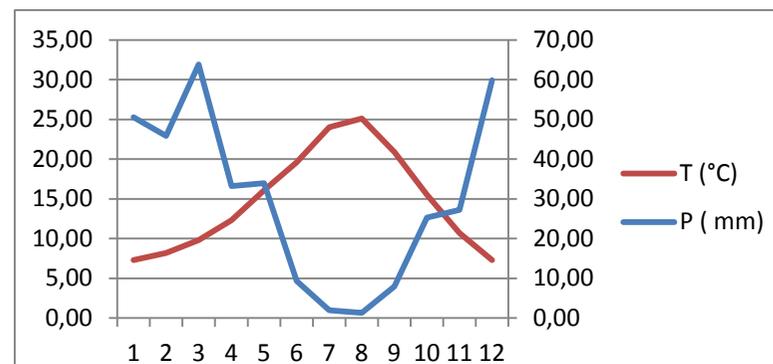
O. Mimoune (1913-1938)



Mefrouche (1913-1938)



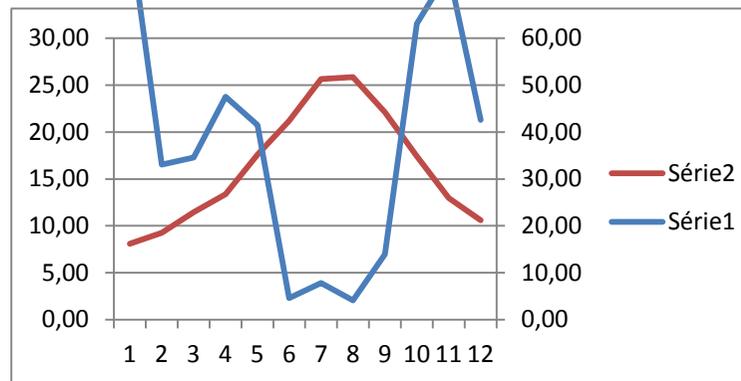
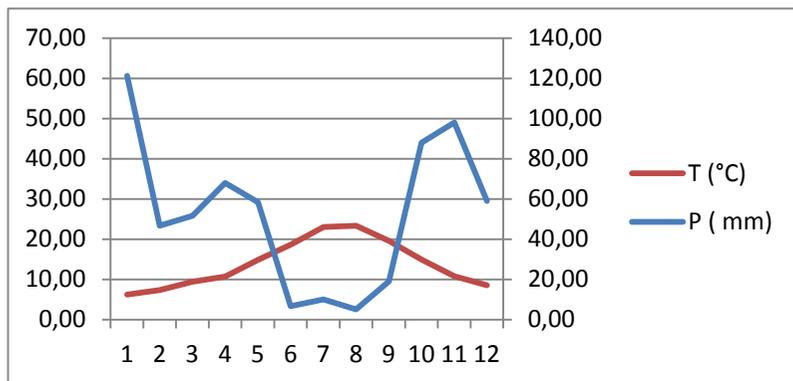
Béni-Bahdel (1913-1938)



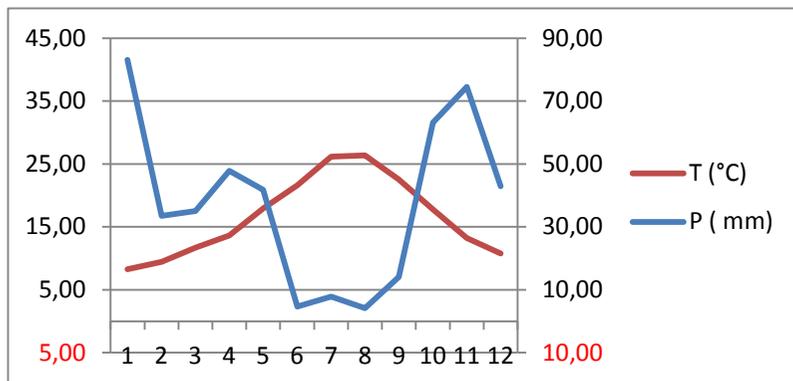
Tlemcen (1913-1938)

Fig. 18 : Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953). (Ancienne période 1913-1938, données de SELTZER, 1946).

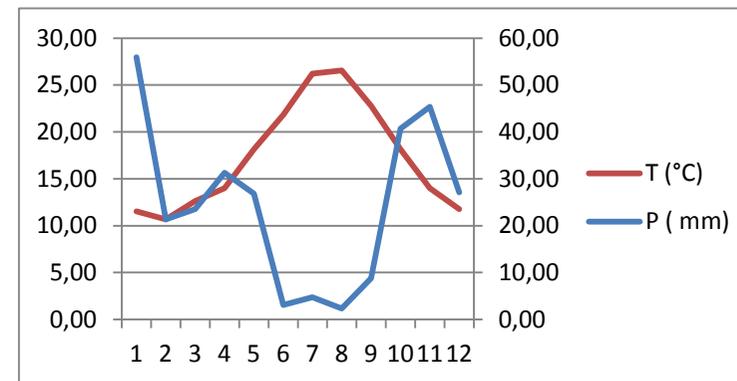
Chapitre II : Etude du Milieu Physique



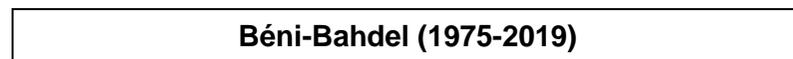
Mefrouche (1975-2019)



O.Mimoune (1975-2019)



Béni-Bahdel (1975-2019)



Tlemcen (1975-2019)

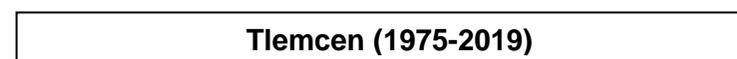


Fig. 19 : Diagrammes ombro-thermiques de BAGNOULS et GAUSSEN. (Nouvelle période 1975-2019, données de l'A.N.R.H).

BAGNOULS et GAUSSEN (1953), considèrent un mois sec est celui qui dont le total moyen des précipitations le double de la température moyenne exprimée en degré Celsius (C°).

$$P \leq 2T$$

Où :

P : Précipitations moyennes du mois en (mm).

T : Température moyenne du même mois exprimé en (°C).

Et pour visualiser ces diagrammes; ces auteurs proposent une méthode qui consiste à tracer la température et la pluviométrie sur le même graphe pour que l'échelle de température soit le double de la précipitation ($1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$); compte tenu de la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations tombe en dessous de la courbe de température.

À partir de l'observation des figures de diagrammes ombro-thermiques (Fig. 18 et 19), on peut retenir ce qui suit :

- ↗ La station de Mefrouche: On note 4 mois de sécheresse de mi-juin à fin de septembre pour l'ancienne période, par contre la nouvelle période, la sécheresse est enregistrée du mois de Juin à la fin de Septembre.
- ↗ La station d'Ouled Mimoun : pour la période ancienne, on note cinq mois de sécheresse (mi-juin fin de septembre) par contre pour la nouvelle période, la sécheresse est enregistrée du mois de Juin au mois d'octobre.
- ↗ La station de Béni-Bahdel : pour la période (1913-1938) on note cinq mois de sécheresse (mi-juin fin de septembre) par contre pour la nouvelle période la sécheresse est enregistrée à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre.
- ↗ La station de Tlemcen : On note cinq mois de sécheresse pour la période (1913-1938) (mi-juin fin de septembre) et pour la nouvelle période la sécheresse est enregistrée à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, on remarque que le climat a changé et ce en comparaison des deux périodes climatiques ancienne et nouvelle, puisque la durée de la sécheresse suit un gradient croissant, car la zone entre les deux courbes est actuellement en augmentation. Ces périodes sèches comprennent une partie du printemps, tout l'été et une partie de l'automne. Il en résulte des changements dans la diversité et la répartition de la végétation.

1.6.4.2. Indice de DEMARTONNE

DE MERTONNE (1926), a défini un indice d'aridité qui est très utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse, exprimée par la relation suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

Où

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Tab. 9 : indication d'indice de MARTON.

stations	période	indice de MARTON	type de climat
Mefrouche	nouvelle période	26,37	Zone tempérée à drainage extérieur.
	ancienne période	28,33	Zone tempérée à drainage extérieur.
O.Mimoun	nouvelle période	17,10	Semi-aride sec à écoulement temporaire.
	ancienne période	19,16	
Béni-Bahdel	nouvelle période	17,00	
	ancienne période	19,90	
Tlemcen	nouvelle période	10,64	Semi-aride sec, à la limite de la zone désertique.
	ancienne période	14,57	Semi-aride sec à écoulement temporaire.

1.6.4.3. Indice xérothermique d'EMBERGER (1942)

Les climatologues décrivent l'indice xérothermique, comme un indice de sécheresse par rapport aux critères thermiques. Cet indice est très adapté pour caractériser le climat méditerranéen.

L'importance de la saison sèche en climat méditerranéen a amené **EMBERGER (1942)** à proposer un nouvel indice nommé indice xérothermique.

$$I_s = P/M$$

Où

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

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

L'auteur utilise la précipitation totale de l'été en (mm) et la moyenne des maxima pour la même période en (C°); rappelant que cet indice ne dépasse pas la valeur de "7", pour le climat méditerranéen.

A l'Oranie (ouest Algérie), une étude menée en 1969 par **ALCARAZ**, qui signale l'existence d'espèces végétales s'adaptent à un indice inférieur à 2. Ce même auteur indique que cet indice peut être inférieur à 1. Ainsi, ce chiffre suppose une sécheresse de la région dépassant largement la saison estivale. En particulier, le *Tetraclinis articulata* avec $0,40 < I_s < 0,91$ (**ALCARAZ, 1969**).

Tab. 10 : Indice xérothermique d'EMBERGER (1942).

Stations	P (mm)		M (°C)		IS	
	ancienne période	nouvelle période	ancienne période	nouvelle période	ancienne période	nouvelle période
Mefrouche	23,90	22,00	26,87	25,73	0,89	0,86
O.Mimoun	17,85	16,51	29,66	29,24	0,60	0,56
Béni-Bahdel	19,00	16,65	32,22	29,82	0,59	0,56
Tlemcen	12,63	10,11	29,03	25,68	0,44	0,39

Les faibles valeurs de l'indice « I_s », caractérisant actuellement le climat méditerranéen et confirment la rareté des pluies : le temps chaud ainsi que l'étendue de la saison sèche est de 4 à 6 mois, d'où une aridité apparente et une sécheresse estivale très accentuée.

1.6.4.4. Indice de Paterson C .V. P

PATERSON (1956), a souligné que le climat est un facteur majeur de la productivité des forêts et que le sol est un facteur secondaire. Les exigences de l'arbre pour les facteurs climatiques varient considérablement dans le temps et dans l'espace.

Les facteurs impliqués pour atteindre la productivité potentielle à un certain âge sont résumés ci-dessous:

- ↻ L'humidité ;
- ↻ La chaleur ;
- ↻ La longueur de la période végétative ;
- ↻ L'intensité des radiations solaires.

La combinaison de ces facteurs dans la formule suivante donne l'indice C.V.P (C: climat; V: végétation; P: productivité)

$$IP = \frac{TV \cdot P \cdot G \cdot E}{Ta \cdot 12 \cdot 100}$$

Tv : Température du mois le plus chaud ;

Ta : Écart de température entre le mois le plus chaud et le plus froid ;

- P : Précipitation annuelle en mm ;
 G : Durée de la saison végétative en mois ;
 E : Intensité solaire en pourcentage,
 IP : Indice climatique de la productivité ;

Tab. 11 : Indication de l'indice (C .V. P.) de PATERSON (1956).

stations	période	G (mois)	Tv (C°)	Ta (C°)	P (mm)	E (%)	I	Productivité m3/ha/an
Mefrouche	nouvelle période	8,60	27,50	23,30	632,26	49	262,05	5,33
	ancienne période	8,00	29,07	25,11	681,83	49	257,86	5,29
O.Mimoun	nouvelle période	7,80	30,78	25,01	449,61	49	176,30	4,43
	ancienne période	8,00	31,5	26,10	509,00	49	200,67	4,72
Béni-Bahdel	nouvelle période	7,70	31,49	25,72	452,58	49	174,23	4,40
	ancienne période	7,40	34,2	29,00	542,00	49	193,14	4,64
Tlemcen	nouvelle période	7,10	27,45	20,70	290,99	49	111,88	3,40
	ancienne période	7,20	31,013	27,63	360,40	49	118,94	3,54

Pour le calcul de I, la seule difficulté est de déterminer G (c'est la longueur du mois de la saison de croissance). Pour résoudre ce problème, **PARDE et BOUCHON (1988)**, ont suggéré qu'un mois soit considéré comme un mois de végétation dans la région méditerranéenne doit répondre, à la fois, aux deux conditions suivantes : la température mensuelle moyenne est supérieure ou égale à 10 C°; Les précipitations moyennes mensuelles représentent plus du double de la température mensuelle moyenne. Ainsi, la productivité potentielle (en m3/ha/an) de chaque station a été déterminée en utilisant le graphe de **PATERSON (1956)**, suivant (Fig. 20) :

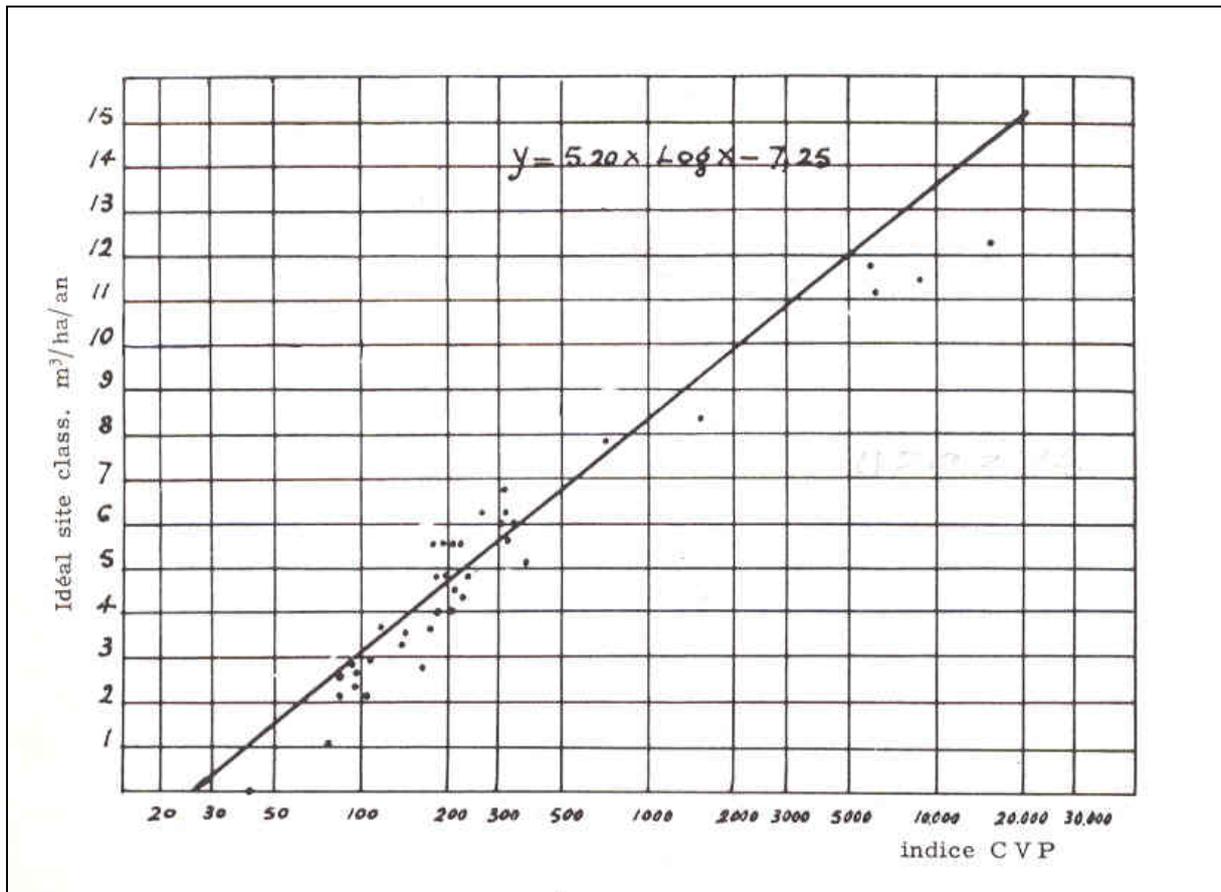


Fig. 20 : Relation entre l'indice (C.V.P.) et la productivité potentielle (source PARDE, J, 1958)

1.6.4.5. Bilan hydrique

2.6.4.6. Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER (1952)

En 1952 EMBERGER, a proposé une formule fondamentale qui est valable pour la région méditerranéenne où l'évaporation est d'une importance particulière. Il accepte que cette évaporation augmente avec l'amplitude thermique annuelle qu'il exprime par la différence entre le "M" moyen du mois le plus chaud et le "m" moyen du mois le plus froid (OZENDA, 1982). EMBERGER propose d'utiliser pour la région méditerranéenne le quotient pluvio-thermique défini par l'expression:

$$Q_2 = \frac{1000 \times P}{M^2 - m^2}$$

P: précipitations moyennes annuelles en (mm).

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud en ($t \text{ K}^\circ = t \text{ C}^\circ + 273,2$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en ($t \text{ K}^\circ = t \text{ C}^\circ + 273,2$).

Cette formule a été modifiée par **STEWART en 1969** :

$$Q3 = \frac{P \times 3.43}{M - m}$$

Où

P: précipitations moyennes annuelles en (mm).

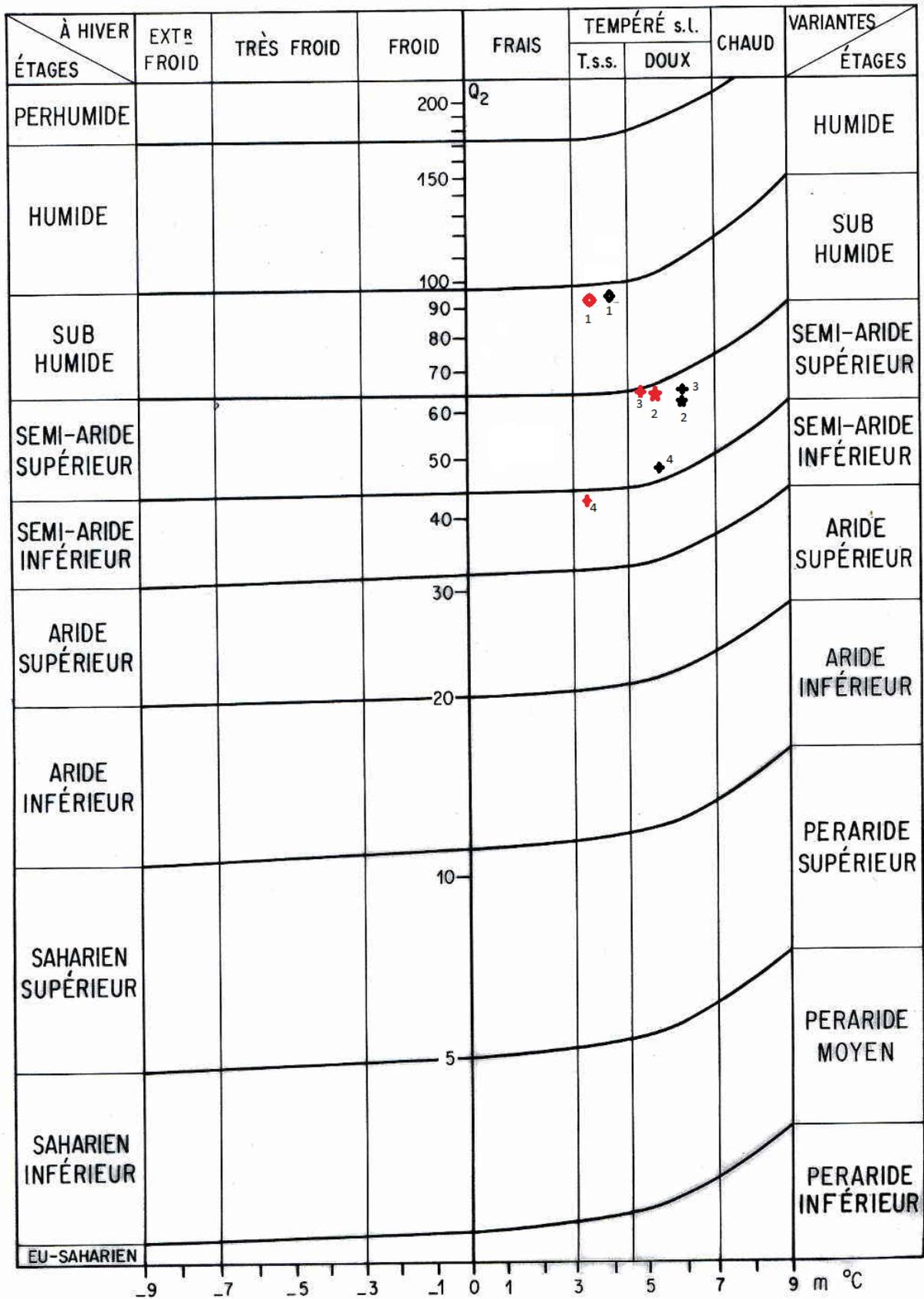
M: moyenne des maxima du mois le plus chaud en C°.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en C°.

Les valeurs du quotient pluviothermique **Q2**, calculées pour les quatre stations sont représentées dans le tableau suivant :

Tab. 12 : Quotients pluvio-thermiques d'EMBERGER (1952).

Stations	P (mm)	période	M (°C)	m (°C)	Q2
Mefrouche	681,83	Anc	29,07	3,96	93,14
	632,26	Nou	27,50	4,20	93,08
O. Mimoun	509,00	Anc	31,50	5,40	66,89
	449,61	Nou	30,78	5,78	61,67
Béni-Bahdel	542,00	Anc	34,20	5,20	64,11
	452,58	Nou	31,49	5,77	60,35
Tlemcen	360,40	Anc	31,01	3,38	44,74
	290,99	Nou	27,45	6,75	48,22



1 : station de Mafrouche 2 : station d'Ouled Mimoune 3 : station de béné Bahdel 4 : station de Tlemcen
■ : ancienne période ■ : nouvelle période

Fig. 21 : Climagramme pluviothermique du quotient (Q2) d'EMBERGER (1952).

La station de Mafrouche se situe dans l'étage subhumide à hiver tempéré on ce qui concerne l'ancienne période, la nouvelle période se localise dans la même zone sauf elle connaisse une augmentation de la température.

La station d'Ouled Mimoune se trouve dans la zone subhumide à hiver tempéré avec une localisation limitrophe de semi-aride.

La station de Béni Behdel est dans l'étage semi-aride à hiver tempéré, mais plus proche au subhumide.

Concernant les stations d'Ouled Mimoune et de Béni Bahdel la même chose que la station de Mafrouche la seule différence entre les deux périodes de la nouvelle et l'ancienne est que toujours on remarque que la nouvelle période connaisse une élévation de la température par rapport à l'ancienne.

L'ancienne période de la station de Tlemcen se trouve dans l'étage semi-aride à hiver frais et la nouvelle à hiver tempéré.

1.6.5. Autres paramètres climatiques

Les précipitations et les températures, facteurs climatiques majeurs, restent les seuls paramètres à bénéficier d'une mesure quasi régulière depuis le début du siècle (**SELTZER, 1946**). Cependant, l'analyse des autres paramètres climatiques, lorsqu'ils sont disponibles, permet de compléter et de qualifier les interprétations.

1.6.5.1. Neige

C'est la forme solide des précipitations, c'est de l'eau gelée qui tombe en flocons qui finissent par s'accumuler sur le sol. Il peut constituer un approvisionnement en eau appréciable pour la végétation (**DJEBAILI, 1984**). En effet, le sol et la végétation ont des réactions différentes quant les précipitations tombent sous forme de neige et lorsqu'elles tombent sous forme de pluies ; Cela apparaît clairement dans l'écoulement que la neige ralentit et laisse le sol s'imprégner profondément. Moins disponible dans les bulletins météo, ces dernières années, nous avons constaté des chutes de neige dans notre zone d'étude en décembre et janvier avec des épaisseurs variables selon l'altitude, 5 jours de chutes de neige à 800 m; 8 jours à 1000 m et 12 jours à 1200 m (**BENABDALLAH, 2011**).

1.6.5.2. Grêle

C'est une autre forme solide de précipitation, ces particules de glace tombent dans les averses, lors des orages. Cela cause des dommages considérables aux cultures et à la végétation d'une manière générale. Il a été dénombré annuellement trois (03) jours de grêle.

1.6.5.3. Gelée blanche

Les gelées blanches sont des coups très légers, elles provoquent une baisse considérable de la température, parfois inférieure à 0 C°. Il est très courant dans le climat avec la variante froide en hiver (m = -0 °C), et inversement, il est nul dans le climat avec variante chaude.

Les limites des différentes zones bioclimatiques en lien avec la variation du couvert végétal sont tracées et subdivisées en bioclimats adoptés dans les variantes climatiques de la zone méditerranéenne et donnent les risques de gel correspondants (**LE-HOUEROU, 1995**).

Les gelées blanches sont plus fréquentes en hiver que durant les autres saisons. Il est particulièrement visible entre : fin décembre et fin mars.

La présence de gelées au printemps (mars - mai) ainsi qu'en automne, elles seraient respectivement des gelées tardives et des gelées automnales ou hâtives. Ils sont très fréquents dans les dépressions, faisant souffrir le sol nu, et se produisent rarement dans les zones couvertes. Les gelées de printemps sont nocives pour les jeunes pousses et les bourgeons, surtout en début de saison.

Les gelées d'automne laissent la végétation de l'année imparfaitement lignifiée et parfois les feuilles tombent tôt et les bourgeons sont détruits. Les gelées blanches sont également très nocives lorsqu'elles sont suivies soudainement par un dégel.

1.6.5.4. Orages

Ils se produisent pendant la saison des pluies et se succèdent sous la pluie causant des dégâts considérables aux cultures et aux plantes. Il a été compté en moyenne de 15 jours /an, pendant les orages, ce qui peut se produire même pendant la période estivale en particulier, pendant le mois d'août.

1.6.5.5. Brouillard

Il s'agit d'un amas plus ou moins opaque de très fines gouttelettes d'eau en suspension dans l'air, il est courant surtout sur les altitudes, entre décembre et fin avril, souvent en

périodes humides. Les brumes sont utiles ou nocives, selon le cas, elles cachent la chaleur et la lumière, ou adoucissent leurs effets. Leur utilité se manifeste par leur opposition à la formation de gelée blanche ou au ralentissement du dégel. D'un autre côté, leur nocivité peut être constatée lorsqu'ils refroidissent le sol ou retardent son réchauffement.

1.6.5.5. Vent

Le vent est la conséquence de masses d'air se déplaçant dans des zones de haute pression vers des zones de basse pression. Les vents en hiver sont des courants nord-ouest froids et humides qui dominent et qui s'opposent à ceux venant du sud qui sont chauds et secs (sirocco) fréquents en été avec généralement (15 Jours / an) ; Ainsi que des vents de sable rares et insupportables, ils augmentent le pouvoir d'évaporation de l'air et accentuent considérablement la sécheresse (**EMBERGER, 1936**).

Les données, le calcul des différents indices climatiques et aussi les synthèses abordées dans cette étude ont permis de dégager un diagnostic clair et par conséquent une caractérisation du climat de la région d'étude (monts de Tlemcen).

Sur la totalité des stations, la température et les précipitations divisent l'année en deux saisons distinctes :

- ↗ Une saison humide très courte qui ne dure que quatre à cinq mois elle se définit par des précipitations irrégulières et souvent mal réparties dans l'année.
- ↗ Une saison chaude s'étendant pendant 6 à 8 mois qui n'est pas sans incidences, elle se caractérise par un déficit hydrique.

En effet, la période pluvieuse s'étend du mois de Novembre à Mars ; Quant à la période sèche, elle s'étend sur le restant des mois de l'année.

Chapitre III :
Données socio-économiques et milieu
anthropique

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Le paysage, la végétation et la flore des régions méditerranéennes subissent depuis des milliers d'années des changements d'une ampleur inconnue sur d'autres continents. La déforestation, la transhumance, les pâturages, l'agriculture, les incendies, le tourisme, la croissance et les mouvements de population ont profondément modifiés le visage de la Méditerranée (**VERNET, 1990 ; HEYWOOD, 1995**). En effet, depuis la seconde moitié du XXe siècle, on assiste au nord de la Méditerranée, à la concentration des cultures en terrasses, au développement des conifères, à la mécanisation des terres, à la disparition de petites exploitations et donc à l'abondance de nombreuses zones rurales.

En Afrique du Nord, la notion de climax est plutôt théorique (**DAHMANI, 1997**), car les perturbations d'origine anthropique n'ont ménagé aucune structure de végétation ; ainsi notre zone d'étude ne fait pas d'exception. Cette notion est assez controversée, elle est même rejetée par certains auteurs comme **IONESCO et SAUVAGE (1962)**.

Le Maghreb constitue l'une des parties du monde méditerranéen les plus touchées par l'action de l'homme, du moins dans sa position centre-orientale (**LE HOUEROU, 1980 ; BARBERO et al., 1990**).

L'Algérie, pays colonisé par la France depuis 1830, a vu ses écosystèmes se transformer et se réduire en qualité et en superficie. Après l'indépendance (1962), les forêts algériennes ont progressivement trouvé leurs repères, mais l'impact de l'action humaine sur ses paysages naturels reste présent et incontrôlé.

La région de Tlemcen n'a pas échappée à cette dégradation, connue par ses anciennes forêts a vu une importante avance du matorral. En effet, le tapis végétal a connu un changement considérable.

1. Importance des pressions anthropo-zoogènes

L'influence de l'homme est très ancienne, elle s'est exercée avec force jusqu'aux dernières décennies. Cela peut aggraver les effets néfastes des facteurs naturels. De nombreuses recherches ont soulevé ce problème **AIDOU (1983) ; BARBERO et al., (1990) ; BENABADJI (1991) ; BOUAZZA (1991, 1995) ; BENABADJI et al., (2001)**.

Les facteurs anthropiques jouent aujourd'hui un rôle majeur dans l'organisation des structures de la végétation. En fait, une augmentation extrêmement rapide des populations essentiellement rurales entraîne une transformation radicale de l'utilisation de l'environnement par les humains et leurs troupeaux (**QUEZEL, 2000**).

Les perturbations anthropiques sont en grande partie responsables de l'état actuel des structures de végétation du Maghreb (**QUEZEL et BARBERO, 1990**)

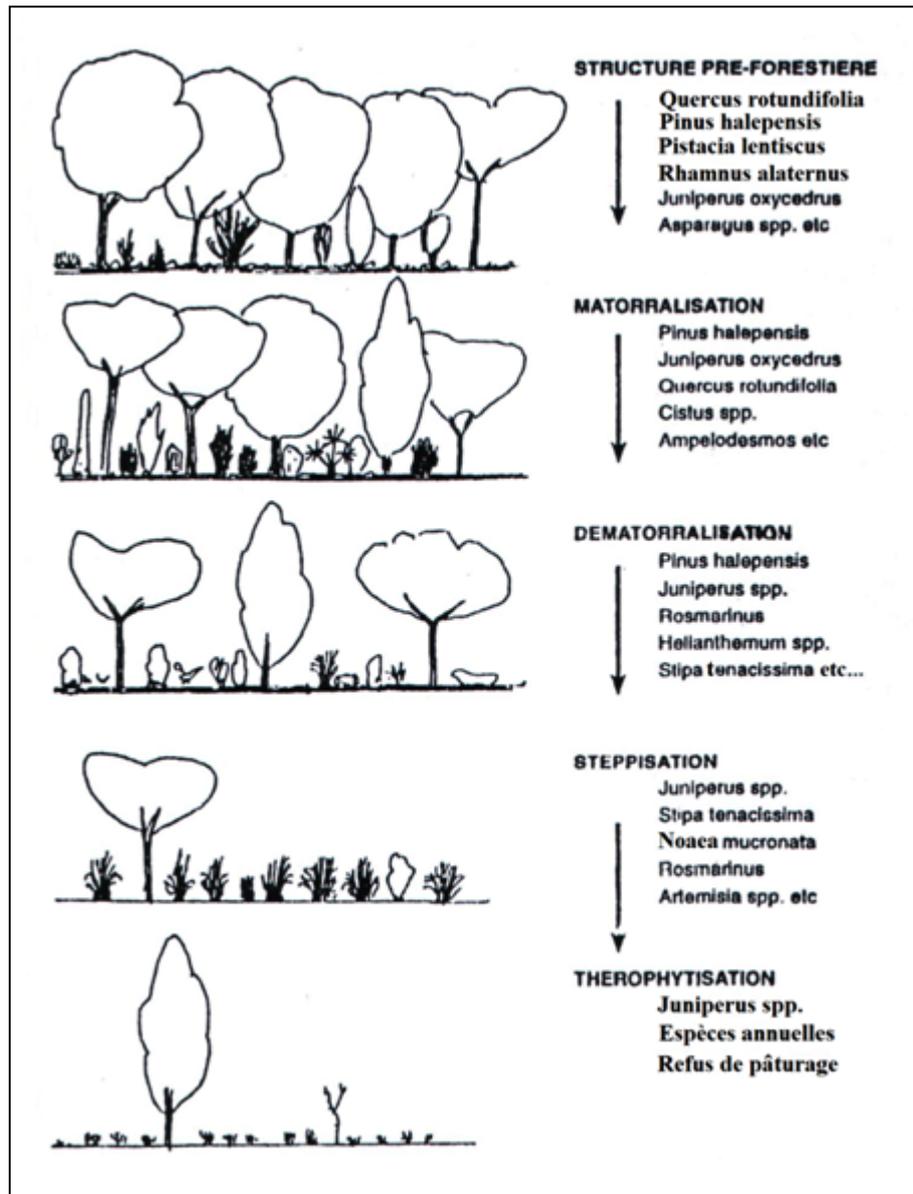


Fig. 22 : Les stades de dégradation dans un écosystème forestier au Maghreb (QUEZEL, 2000).

Les effets des perturbations anthropo zoogènes sur les écosystèmes forestiers sont directement liés à leur fréquence, leur intensité et leur permanence. Ils doivent être étudiés au sein de chaque ensemble bioclimatique en fonction du stress hydrique, des contraintes géo-pédologiques ainsi que des aptitudes biologiques des principales essences constituant ces écosystèmes (BENABID, 1985 ; BARBERO et al., 1990).

L'impact anthropique que subissent les formations induit souvent une dynamique régressive évoluant vers les formations matorrals, ce qui semble parfois irréversible. Ces formations sont indéniablement associées à Ononido-Rosmarinetea et / ou Cisto-lavanduletea

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

dans certains cas, définissant le plus souvent des stades de dégradations avancés (BOUAZZA, 1995).

Selon BARBERO et al., (1990), la déforestation, la dématerralisation, les coupes incontrôlées, les cultures incontrôlées, les pâturages excessifs ont profondément perturbé l'équilibre écologique qui existait encore il y a une vingtaine d'années.

2. Stades de dégradation de la forêt

Les perturbations sont nombreuses et correspondent à des niveaux de plus en plus graves allant de la matorralisation à la désertification et à la désertification en passant par la steppisation et la théophytisation (BARBERO et al., 1990).

La dégradation est définie comme une "matorralisation". Elle est expliquée comme un processus de remplacement de la structure de la végétation initiale (Forêt) par une nouvelle structure définie par un ensemble d'espèces sclérophylles "espèces en général asylatiques" (Fig. 22).

En bioclimat semi-aride et aride, la transformation des forêts potentielles déjà matorralisées se traduit par la modification des matorrals originaux où s'installent de nouveaux occupants arbustifs mieux adaptés à l'accentuation des contraintes liées aux actions anthropiques, et à l'érosion des sols (QUEZEL, 2000).

La dématerralisation, elle est considérée comme un processus de remplacement de matorral primaire par un matorral secondaire. Deux phases sont généralement observées :

- ↗ La première consiste au remplacement des espèces rejetant des souches par des arbustes hauts recépant peu ou pas : (cistacées, papilionacées) qui à leur tour pouvant être prélevés par l'homme.
- ↗ La seconde marque la dématerralisation proprement dite, avec l'installation de plus petits chamaephytes constitués par les labiées (*Lavandula dentata*, *thymus* ... ect) et plus rarement de papilionacées comme (*Coronilla minima*), qui répondent au plusieurs critères de sélection : spatiale, écologique et surtout biologique (BOULET, 1985). Dans cette phase de dématerralisation, elle assure une bonne réinstallation des formations chamaéphytiques qui, dans les régions semi-arides, entraînent souvent la disparition de nombreuses espèces pérennes.

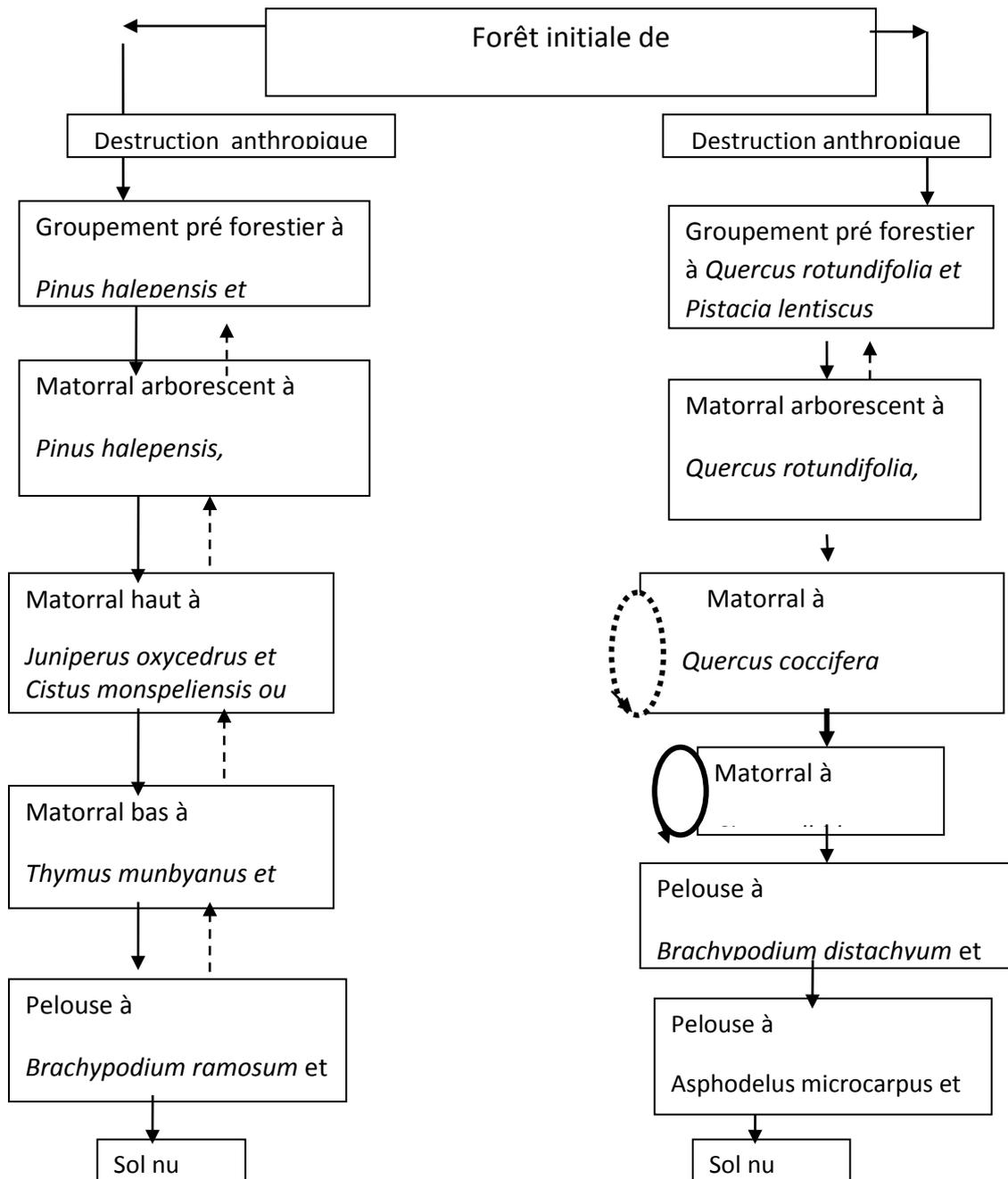


Fig. 23 : Schéma montrant la transformation régressive d'une formation forestière, selon LE HOUEROU (1980).

En Afrique du Nord, dizaines de milliers d'hectares de forêt sont actuellement thérophytisées. Les étapes ultérieures de dégradation de ces formations permettent de distinguer des paysages très ouverts et de noter également et surtout une diminution des essences forestières. Le diagramme réalisé à partir des travaux de **LE HOUEROU (1980)**, **HADJADJ (1995)** et **DAHMANI (1997)**, nous montre les différents stades de dégradation pour les groupes de pin d'Alep et de chêne ver (Fig. 23).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Les menaces de disparition sont certaines, si aucune mesure n'est prise pour les préserver. Les études d'impact doivent prendre en compte toutes les ressources phylogénétiques, car la forêt est considérée comme un réservoir de gènes.

3. Occupation du sol

L'occupation et la répartition des terres à travers la Wilaya, dépendent de la pédogenèse des sols, de la situation géographique, de l'altitude et des structures urbaines.

Notre objectif est de connaître l'occupation du sol de la zone d'étude, d'une part, et d'autre part de préciser l'utilisation des terres.

En effet, l'agriculture est désormais considérée comme le secteur d'activité le plus important, notamment par la surface agricole utile (S.A.U.), qu'elle occupe et la diversification de la production végétale et animale (Tab. 13).

Tab. 13 : Occupation des terres et leur répartition dans la zone d'étude.

Communes	Forêts	Matorrals	Surfaces agricoles totales (S.A.T)							S.A.T
			Superficie agricole utile S.A.U.				Total SAU	Autres terres utilisées par l'agriculture		
			Irrigué	Terre labourée	Culture permanente	Culture S/Serres		Pacage parcours	T.Abandonnées	
Terny	963	2218	39	3387	184	1	3608	12783	1	16390
Ain Ghoraba	546	1763	156	3177	174	1	3505	8962	1	12466
Béni-Bahdel	601	1351	194	861	174	1	1227	2332	101	3658
Azails	681	4053	447	2167	349	1	2961	2001	151	5111
Sebdou	589	4412	210	9012	448	1	9668	8153	201	18020
Total de la zone	3380	13797	1046	18604	1329	5	20969	34231	455	55645
Tot. Wilaya	100580	116420	16319	323727	29498	236	369780	166253	32926	568959

(Source : D.S.A : Campagne 2005).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

3.1. Agriculture

En général, la répartition des terres agricoles au niveau de la zone d'étude est indiquée dans le tableau 13. L'analyse de ce tableau, montre que les parcours, les terres agricoles utiles et les terres non productives, pour la zone d'étude, occupent respectivement : 37,67%, 61,51% et 0,8%, par rapport à la superficie agricole totale (SAT), qui occupe 55640 ha.

Les parcours ont tendance à se développer au détriment des autres spéculations. A Terny : 12 782 hectares de terrain sont dédiés aux parcours. Sebou : 8 152 hectares et Azails : 2 000 hectares.

Pour la SAU (20 964 hectares), les terres arables représentent 88,71% de la superficie totale, tandis que les terres irriguées ne représentent que 4,96%. En effet, dans la zone cadastrale (S.A.T = 3657 hectares), S.A.U représente près de 33,52% de la ville de Béni-Bahdel et 53,64% de Sebdo (S.A.T = 18019 hectares). Les cultures végétales sont principalement cultivées dans les systèmes d'irrigation. Il s'agit généralement de vallées sur des terrasses le long des rivières de la zone d'étude.

A Terny (S.A.U= 3607 ha), les terres irriguées, occupent 1,05 % ; à Azails (S.A.U = 2960 ha), elles occupent 15,06 %.

Bien que leur représentation soit faible, ils représentent une grande proportion dans l'agriculture. D'une manière générale, il faut dire que, dans les conditions actuelles, elles constituent le plus grand potentiel de zones alluviales (proche des oueds et des terrasses).

Aussi, on remarque qu'il n'y a pas de culture en serre dans notre région, par contre la population locale pratique des cultures vivrières.

Les représentants des terres improductives, qui couvrent environ 450 hectares, sont les zones bâties, les autoroutes, les champs secs, les routes, les affleurements rocheux et les terres improductives dues à l'érosion. La structure des exploitations agricoles est répartie entre :

- ↻ Culture en sec représentée surtout par les céréales.
- ↻ L'arboriculture.
- ↻ Les maraîchages.

Le tableau suivant met en évidence les différentes spéculations, leur superficie en hectare (ha) et leur rendement en (Qx).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Tab. 14 : Production végétale (Cultures herbacées), campagne (2005)

Communes	Céréales		Fourrages artificiels		Légumes secs		Cultures maraîchères	
	Sup. (Has)	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Prod. (Qx)
Terny	840	4570	210	4260	20	40	85	4095
Ain Ghoraba	280	1630	50	1050	0	0	14	560
Béni-Bahdel	85	675	10	100	0	0	158	31400
Azails	585	5535	5	50	0	0	210	37100
Sebdou	3450	27890	300	3000	0	0	0	0
Total de la zone	5240	40300	575	8460	20	40	467	73155
Tot. Wilaya	121500	1050000	18400	272000	10260	61500	23130	2841906

(Source : D.S.A : Campagne 2005).

Une analyse du tableau ci-dessus montre que les cultures annuelles dominent toute la superficie agricole utile (SAU) de la Wilaya de Tlemcen.

↪ La céréaliculture

La pratique la plus présumée sur l'ensemble du territoire communal, même sur les terrains accidentés de la zone d'étude. Au cours de cette campagne (2005), les céréales occupaient une superficie de 5 240 hectares, ce qui signifie que le rendement était de 40 300 Qx.

↪ Cultures fourragères

C'est la principale utilisation de l'agriculture céréalière (BENABDELLI, 1983). La zone d'étude est principalement composée de la gravure pourpre, de l'avoine et de l'avoine fourragère, couvrant une superficie de 575 hectares et produisant 8460 Qx. Toute la zone a été déclarée catastrophe en raison des mauvaises conditions météorologiques ou de la sécheresse qui a frappée la zone d'étude ces dernières années.

↪ Légumes secs

La superficie réservée à cette culture est petite et presque nulle à l'exception de la commune de Terny, dont les fèves couvrent 20 hectares et le rendement est de 40 Qx. En

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

général, la principale spéculation pour cette culture est d'abord les haricots, suivis par les pois chiches et les pois secs, qui occupent une superficie considérable dans la région de la Wilaya de Tlemcen. Il existe d'autres spéculations mineures, telles que Lentilles et haricots secs. En effet, ces types de cultures peuvent être utilisés comme nettoyants et améliorants du sol, notamment en ce qui concerne l'azote.

📌 **Cultures maraîchères**

Il convient de noter que les cultures maraîchères occupent le deuxième rang mondial après les céréales. Ils jouent un rôle important dans les pays en développement. Ils sont largement liés à l'arboriculture et sont bien développés dans la zone d'étude : 23 130 hectares avec un rendement de 2 841 906 Qx. En raison de la qualité irréprochable de l'eau d'irrigation, les produits végétaux sont très demandés sur le marché des fruits et légumes. Cette culture montre des exigences particulières pour les éléments fertilisants afin d'obtenir de bons rendements et une bonne qualité de produit. Le battage médiatique est principalement les pommes de terre, les melons, les pastèques, les carottes, les radis et les haricots verts. Il existe d'autres cultures d'origine rurale. Le tableau suivant montre la répartition de la production rurale.

Tab. 15 : Productions végétales (cultures pérennes), D.S.A., campagne (2005)

Communes	Viticulture		Agrumes		Oliviers			Arbres fruitiers divers	
	Sup. (Has)	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Nbr. de pieds isolés	Prod. (Qx)	Sup. (Has)	Prod. (Qx)
Terny	0	0	0	0	0	1063	50	183	2470
Ain Ghoraba	0	0	0	0	31	3250	278	182	2780
Béni-Bahdel	0	0	0	0	98	480	5130	75	3130
Azails	0	0	0	0	127	680	4850	221	6520
Sebdou	0	0	0	0	42	900	1100	404	4360
Total de la zone	1	50	0	0	298	6373	11408	1065	19260
Tot. Wilaya	6747	141820	1941	120700	3356	220772	72000	17454	260720

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

↗ La viticulture

Il n'occupe pas plus de 50 hectares et n'appartient qu'à la commune de Terny. Il n'est représenté que par quelques cépages (vignes), vignes ou jeunes plants. Ce sont d'anciens vergers coloniaux qui ont atteint le vieillissement.

↗ Les agrumes

En termes de superficie, les agrumes représentent 1 941 hectares dans le territoire de la Wilaya de Tlemcen, ce qui équivaut à une production de 120 700 Qx. En raison des conditions climatiques défavorables et de la topographie des terres, la zone d'étude est totalement exempte d'agrumes. Habituellement, cette culture est cultivée dans des vallées et des plaines qui assurent l'irrigation pendant les périodes sèches.

↗ Les cultures fruitières

Cette culture à elle seule occupe une grande superficie. Parmi les arbres dominants, l'olivier est l'espèce d'arbre la plus commune, car elle est caractéristique des monts de Tlemcen. La zone d'étude couvre 3 356 hectares en culture fruitière et produit 72 000 Quintaux. Le record le plus élevé de Béni-Bahdel est de 5130 Qx. En plus des oliviers, il existe d'autres espèces vivaces moins importantes, comme les figuiers et les amandiers.

3.2. Végétation naturelle

Dans notre zone d'étude, les strates forestières et pré-forestières qui constituent l'objet principal de notre étude, représentent environ 17167 hectares dont 3375 hectares de forêts et 13792 hectares de ligneux matorrals (C.F.T, 2005). Malgré les efforts déployés par les autorités pour protéger ces écosystèmes forestiers, la couverture végétale a continué de diminuer en raison de la demande croissante de produits ligneux et des charges de pâturage élevées.

La végétation actuelle reflète l'action humaine, la combinaison de son troupeau et l'influence des facteurs écologiques.

Notre zone d'étude est principalement composée d'une végétation plus ou moins diversifiée, dans la plupart des cas, principalement du chêne (*Quercus rotundifolia*) et du Thuya (*Tetraclinis articulata*). Selon la nature de la station d'étude, le peuplement forestier les types et les stades de dégradation sont différents. De plus, la présence d'arbustes et de strate herbacée s'est accompagnée de deux espèces forestières précisément citées, telles que:

-*Rhamnus lycioides*.

Jasminum fruticans.

-*Calycotome spinosa* (L) Lank.

Asparagus stipularis .

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

-*Quercus coccifera*.

Teucrium pollium.

-*Globularia alypum*

Thymus ciliatus

-*Juniperus oxycédrus* L. (*Genevrier*).

Olea européa var. (*oleaster*).

-*Viburnum tinus*.

Pistacia lentiscus.

-*Arbutus unedo*.

Phillyrea angustifolia.

Concernant les caractéristiques des espèces de la dégradation des écosystèmes, nous notons l'existence des espèces suivantes :

-*Chamaerops humilis*. sbsp *argentea* L.

-*Ampelodesma mauritanica* (*poir*) Dur. (*Diss*).

Et *Aphodelus microcarpus* Salz, *Urginea maritima* et *Ferula communis*, et plusieurs plantes de *thymus*. indiquant le surpâturage (ALCARAZ, 1982).

Par conséquent, compte tenu de l'état dynamique des plantes dans la zone d'étude, nous pouvons dire que notre environnement présente une certaine forme de dégradation de la végétation et de concurrence entre les différentes espèces de chêne vert, de thuya et de l'Olea-lentisque, rendant l'environnement dégradé et fragile.

3.3. Infrastructures et équipements forestiers

La figure suivante montre les différents équipements forestiers existant actuellement au niveau de la région des Monts des Tlemcen.

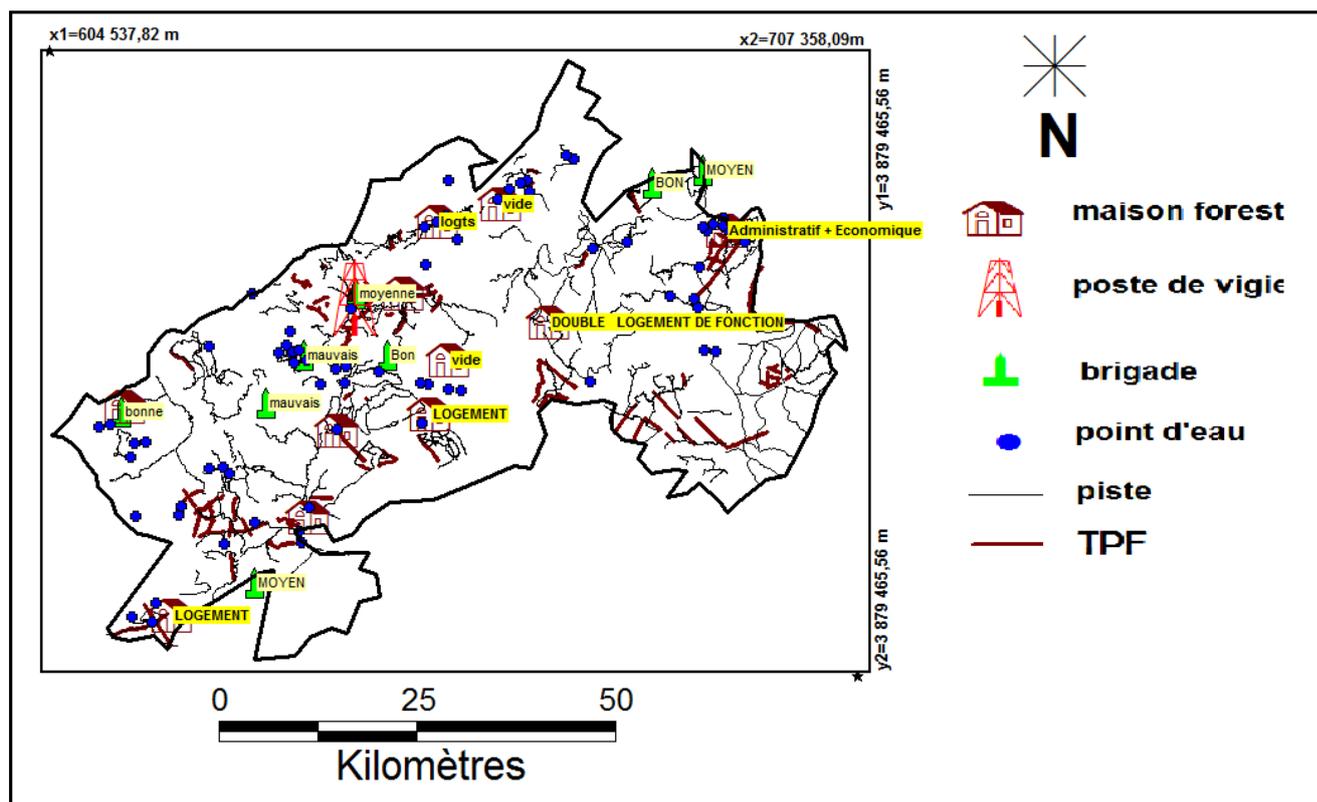


Fig. 24 : Carte des infrastructures et équipements forestiers existant dans la région des monts de Tlemcen (C.F.T., 2019 digitalisée par ZAOUI M., 2020).

📍 Les brigades forestières :

En nombre de neuf (09) est-elles sont bien réparties dans la zone des autres se trouvent dans un état moyen, comme montre le tableau suivant:

Tab. 16 : Constructions brigadiers existant dans les monts de Tlemcen.

N	Communes	Etat	Date de construction	Utilisation	x	y	z
1		bonne	2011	4 longuement	614133.69	3834197.91	724
2	Béni bousaid	en cour		siège + 2 logements	614121.19	3834245.77	713
3	Ain tellout	moyen	2008	04 logements/	686682.44	3865743.9	762
4	Ouled Mimoun	bonne	2006	01 logement de fonction	680288.6	3864150.66	711
5	Sidi djillali	moyen	2006		631259.27	3812913.16	1301
6	Béni bahdel	mauvais		04 logts/02 bureaux	636953.74	3841674.02	697

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

7	Ain Ghoraba	moyenne	1951	03 pièces chacune	643362.72	3849544.83	1268
8	Ain Ghoraba	bon	2014	11 bureau+ 02 logts :03 pièces chacune+garage	647416.79	3841700	783
9	Béni-snous	mauvais	2011	03 pièces chacune	632378.26	3835475.47	860

↗ Les maisons forestières

La zone des monts de Tlemcen est dotée de douze (12) maisons forestières réparties sur onze (11) communes, celles d'Ain Tellout et sebdou remplissent une fonction administrative dont l'état est entre moyen et mauvais et les autres utilisés comme des logements de fonction : deux vides en mauvais état. Toutes ces constructions sont en cours, la plus nouvelle construite en 1996.

Tab. 17 : Les maisons forestières existantes dans les monts de Tlemcen.

n	Communes	Forêts	Occupation	Etat	Date de construction	x	y	z
1	Béni bousaid		oui	moyenne	1972	614487.96	3834797.16	673
2	Béni smiel	FD.	double logement de fonction	mauvais	1910	667657.28	3846301.37	1096
		meurbah						
3	Ain tellout	FD.	administratif + économique	moyen		689653.12	3858311.61	867
		slissen						
4	El bouihi	FD	logement	mauvais	1973	620786.04	3808636.74	1242
		ONG						
5	Sidi djillali			très mauvais	1973	637697.67	3821128.14	1298
6	Sebdou		logement	bon	1996	652913.12	3834388.67	917
7	Sebdou		administratif	mauvais	1959	652913.38	3834372.95	917
8	Ain Ghoraba	FD.	logts de fonction	en ruine	1951	649275.59	3849640.51	1314
		tasemramet						
9	Terny-beni hediél	FD.	vide	mauvais	1927	655210.9	3841324.19	1186
		merchiche						
10	Ain fezza	Ain fezza	vide	mauvais	1927	661339.34	3861039.04	857
11	Tlemcen	FD. Tlemcen	logts	bon	1902	653381.75	3858727.85	1049

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

12	Azail	FD El Azail	occupé	mauvaise	1927	641226.07	3832238.68	1282
----	-------	----------------	--------	----------	------	-----------	------------	------

↪ Les pistes

Le réseau de diserte en piste couvrant presque la totalité de la région des monts de Tlemcen, environ 1400 Km de long dont 60% carrossables ; ce qui assure une accessibilité plus ou importante que ce soit pour faire les travaux sylvicoles, l'aménagement forestier ou pour la lutte contre l'incendie de forêt.

↪ Les Tranchées Pare- Feu (T.P.F)

Les Tranchées Pare- Feu (T.P.F), jouent un rôle prépondérant dans la lutte contre les incendies de forêts, ce sont des vraies coupures de combustible par rapport à d'autres équipements comme les pistes. En effet, les T.P.F assurent la discontinuité de la végétation que ce soit ligneuse ou strate herbacée, ce qui oblige le maintien de celles-ci par le débroussaillage afin de stopper la propagation du feu. Dans notre zone d'étude la longueur des T.P.F est d'environ 230 Km, assurant une densité considérable comme la montre la carte des équipements (Fig. 24).

↪ Les postes de vigie

La zone d'étude disposée d'un seul poste de vigie dans la forêt de Hafir, ce poste construit en métal. Il se trouve aujourd'hui dans un état très dégradé et délaissé, presque ne remplis aucune fonction. Cette situation expose la végétation des monts de Tlemcen en danger, surtout en ce qui concerne la détection des foyers de feu de forêt.

4. Les causes de dégradation

Les causes de la dégradation de l'environnement forestier sont diverses et l'importance de chaque facteur varie d'une région à l'autre (AMIRECH, 1984). Nous considérons qu'il est nécessaire d'étudier l'évolution de la population et de l'activité économique au cours des dernières années afin de comprendre l'impact des activités humaines sur la dégradation du couvert végétal au niveau de la zone d'étude. Cette dégradation est causée par différentes formes d'interactions de pression, qui sont présentées ci-dessous :

↪ Les incendies.

↪ Les délits forestiers (Défrichement et déforestation, coupe illicite, pacage...).

↪ L'accroissement démographique.

↪ Les parcours et l'élevage.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Et d'autres paramètres, tels que: (l'urbanisation, les carrières, etc.)

4.1. Population

Selon la dernière organisation territoriale du pays, la Wilaya de Tlemcen comprend actuellement 20 Daïras et 53 villes. Selon le résultat final de **R.G.P.H (1998)**, il couvre une superficie de 90197,69 kilomètres carrés, d'environ 842 053 habitants, soit une densité moyenne de 93 habitants par kilomètres carrés.

La population (estimée au 31 décembre 2002) était de 897 063 habitants, soit un taux de croissance de 6,13%. Le tableau 18, montre l'impact de la densité de population des communes de notre zone d'étude au cours des dernières années, ainsi que leur répartition et évolution.

Tab. 18 : Répartition et évolution de la population totale des communes concernées (1998 et 2002). R.G.P.H (2002)

	Communes	Superficie. (Km2)	1998		2002	
			Population (hbts)	Densité (Hbts/ Km2)	Population (hbts)	Densité (Hbts/ Km2)
1	Terny	131	4629	35,3	4941	37,7
2	Ain Ghoraba	102	4839	47,4	5159	50,6
3	Beni-Bahdel	60,16	2641	43,9	2835	47,1
4	Azails	120,32	6726	55,9	7168	59,6
5	Sebdou	242,69	35245	145,2	38178	157,3
Total de la zone		656,17	54078	82,4	58277	88,8

L'analyse du tableau ci-dessus montre que la population a augmenté de manière significative entre 1998 et 2002, ce qui a directement affecté la zone agricole et a entraîné une diminution de sa superficie. Cinq villes: Terny, Ain Ghoraba, Béni-Bahdel, Azails et Sebdou, qui font partie du cadre géographique de notre étude, avec une croissance démographique et urbaine exceptionnellement forte.

Donnons deux exemples pour illustrer ces chiffres: Premièrement, la superficie de Sebdou est de 242,69 kilomètres carrés, alors que la population en 2002 était de 38 177 habitants, soit un taux de croissance de 7,68%. La ville de Béni-Bahdel a une superficie de 60,16 kilomètres carrés et compte 2834 habitants, soit un taux de croissance de 6,84%. Ainsi, dans notre périmètre, le taux de croissance varie entre 6,84% (Béni-Bahdel) et 7,68 (Sebdou).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

La population est passée de 54078 (1998) à 58277 (2002), représentant 7,2% de la population totale de la zone d'étude. Ces derniers représentaient 6,42% de la population totale de la Wilaya de Tlemcen en 1998 et 6,49% en 2002. Dans l'ensemble, ce record de croissance est très alarmant au profit de notre écosystème concernant la population riveraine.

Les caractéristiques de notre zone d'étude sont marquées par l'existence de deux types de population, l'une est concentrée dans les communes près des principales villes ou forêts, et dans l'autre, les riveraines vivent à l'intérieur de la forêt et la densité de population est faible.

La répartition spatiale de la population est caractérisée par une forte concentration de résidents dans les grandes villes. Cependant, la population éparsée est réduite. En effet, l'exode de la population rurale est l'une des principales raisons de la croissance démographique. Cette augmentation est principalement due à la diversification des activités professionnelles dans les municipalités et les grandes villes, en particulier dans les zones urbaines.

La population a épuisé le peu de ressources disponibles, l'exploitation des terres agricoles, la déforestation intensive de l'urbanisation et de l'industrialisation, le surpâturage et l'épuisement des niveaux d'eau; tous ces facteurs entraîneront une baisse de la couverture végétale. Les progrès du développement attirent les gens dans les villes. Pour mieux analyser les causes de cette croissance, nous jugeons utile de regrouper les secteurs d'activité qui attirent la population (Tab. 19).

Les communes de notre zone d'étude sont des zones montagneuses et rurales, engagées dans l'agriculture et l'élevage, et la population agricole actuelle est de 12,34%. Les secteurs B.T.P et industriels ont des pourcentages inférieurs. Pour la première ville, le ratio oscille entre 06% pour Ain Ghoraba et 16,5% pour Sebdou. Le deuxième pourcentage est réparti entre 5,1% d'Ain Ghoraba et 16,7% de Sebdou. En revanche, l'industrie tertiaire représentait la proportion la plus élevée dans toutes les communes, avec 29,8%. Dans la région d'étude, le taux de chômage est d'environ 36,8%, il varie entre 30% à Sebdou et 49% à Ain Ghoraba. Le taux de chômage élevé est dû à l'isolement de certaines communes (par exemple la région d'Ain Ghoraba) et au recrutement insuffisant de main-d'œuvre.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Tab. 19 : Structure de l'emploi dans les communes concernées.

Communes	Population totale	Population active	Population occupée				Taux de chômage
			Agriculture %	B.T.P %	Industrie %	Secteur Tertiaire	
Terny	4940	1500	15,1	11	9,1	30,8	34
Ain Ghoraba	5158	1630	8,9	6	5,1	31	49
Beni-Bahdel	2834	1120	7,5	9,8	12,4	36,3	34
Azails	7168	2330	19,3	10,4	8,3	25	37
Sebdou	38177	11328	10,9	16,5	16,7	25,9	30
Tlemcen	140986	45130	4,3	8,9	19,1	46,7	21

(Source : C.F.T., 2019).

4.2. Parcours et élevage

En Méditerranée, les troupeaux visitent généralement le milieu naturel. Les pâturages sont considérés comme de vastes zones où le bétail peut consommer librement et de façon incontrôlable des herbes de diverses flores (**LONG, 1960**).

Ces parcours souffrent souvent de déséquilibres écologiques persistants en raison des charges particulièrement lourdes qu'ils supportent, en particulier dans les zones proches des environnements urbains. Ce pâturage a des effets positifs et négatifs sur la végétation. S'il est modeste, il peut stimuler la croissance par le broutage (**GOUJON 1976 ; PERES-TREJO 1996**).

À ce sujet, **ARMIAUD et al., (1996)** montre que le pâturage anarchique, disproportionné comme le cas dans la zone d'étude ; entraîne des effets négatifs ; par une régression de la phyto-masse pérenne avec une augmentation des espèces éphémères, mais surtout une diminution de la diversité floristique.

Le pâturage a également un effet direct s'il est trop intensif et continu (**LE HOUEROU, 1971**). En effet, l'intensité et l'importance du parcours en forêt sont déterminées par la structure de la végétation et le taux de récupération des différentes strates. Il est extrême

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

si la formation végétale ne montre que l'étage arborescent avec une très faible densité. Il est presque nul s'il y a une formation avec toutes les strates.

Tab. 20 : Répartition du cheptel de la zone d'étude par commune.

Communes	Surfaces forestières (Ha)	Terrains de Parcours (Ha)	Ovins (têtes)	Bovins (têtes)	Caprins (têtes)
Terny	3179	12782	10000	1900	840
Ain Ghoraba	2307	8961	5250	544	1300
Béni-Bahdel	1950	2331	1305	52	105
Azails	4732	2000	4190	124	360
Sebdou	4999	8152	19000	588	960
Total de la zone	17167	34226	39745	3208	3565
Tot. Wilaya	217000	166253	435000	25200	28000

(Source : C.F.T., 2019).

En lisant le tableau 20, nous pouvons voir qu'il est composé de moutons, de bovins et de chèvres. En analysant ses données, nous pouvons tirer les résultats suivants:

- ↪ L'élevage ovin occupe la première place avec un effectif de 435 000 têtes et un taux de 89,1% à travers la Wilaya. Pour la zone d'étude, le taux enregistré est de 39 745, soit 85,44%.
- ↪ Les chèvres occupent le deuxième rang avec 28 000 têtes et un ratio de 5,73% pour la Wilaya de Tlemcen. Le nombre total dans la zone d'étude est de 3565, soit 7,66% de la zone entière.
- ↪ Les bovins se classaient au troisième rang avec une 25 200 tête et un ratio de 5,17%. L'effectif de la zone d'étude est de 3 208 têtes, soit 6,9%.

Dans toute la zone d'étude, la charge de bétail est de l'ordre de 46 518 têtes, avec une superficie forestière de 17 167 hectares. Toutes les communes situées dans notre zone d'étude regroupent un grand nombre de bovins dans une petite zone. Dans notre région, même si les

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

éleveurs sont agriculteurs, ils sont considérés comme des éleveurs. Ces parcours sont caractérisés par un grand nombre de pacage dont la charge dépasse leur capacité réelle.

Les éleveurs pratiquent une reproduction extensive en milieu naturel. De plus, les éleveurs peuvent suivre leurs troupeaux, car leurs habitats sont faciles à déplacer et à transporter (pratique de la transhumance), et ils disposent de moyens de transport modernes (comme les camions, etc.).

La charge élevée confirme qu'il n'y a pas de relation entre la taille du troupeau et la superficie de pâturage. Le déséquilibre peut conduire au surdéveloppement de ces parcours extrêmement fragiles, et parfois même à des perturbations irréversibles.

Pratiquer un parcours d'élevage même si la distance entre les zones forestières où le troupeau est stationné est très grande et que le temps de pâturage dans la forêt est déterminé, la période de l'itinéraire est difficile à déterminer. Cependant, nous pouvons avoir une idée approximative du moment où les troupeaux passent dans la forêt.

En dehors de la forêt, ce sont la saison et les précipitations qui déterminent leur utilisation. La formation de ces plantes nécessite généralement six (06) mois ou plus : c'est-à-dire de septembre à novembre et de mars à juin. La connaissance de ces mêmes périodes permet d'orienter les tentatives d'amélioration du terrain du parcours.

↪ **Le Surpâturage**

Même si cela ne conduit pas immédiatement à la stérilisation des sols et à la disparition de la végétation ligneuse, le surpâturage épuise l'écosystème. Il se caractérise par l'abondance d'espèces qui ont peu d'importance phyto-sociologique dans la forêt (DAHMANI, 1997).

Les animaux détruisent la couche herbacée et la couche arbustive et provoquent ainsi une régression constante, car les stocks sont ouverts et la biomasse est concentrée à 80% dans la strate herbacée (BESTAOUI, 2001).

Les effets mécaniques des animaux, que ce soit par le compactage du sol ou la rupture des branches, provoquent une matorralisation progressive et parfois irréversible. Les causes du surpâturage sont identiques à travers la Méditerranée. Les principales causes sont:

- ↪ L'extension des cultures,
- ↪ La méthode d'élevage,
- ↪ La structure des troupeaux,
- ↪ La surcharge et l'absence d'une rotation de parcours,
- ↪ L'utilisation incorrecte des terrains de parcours,

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

L'absence de développement intégré.

Quelle que soit la cause du surpâturage (augmentation de l'élevage, mauvaise utilisation des pâturages, etc.), les résultats restent les mêmes; la réduction du couvert végétal et le piétinement de la surface du sol sont des facteurs favorables à l'érosion éolienne et hydrique.

Le surpâturage est le résultat d'une surexploitation, qui a un impact quantitatif sur l'écosystème en modifiant la composition des espèces végétales, ce qui peut conduire à la disparition des espèces comestibles et à leur remplacement par d'autres espèces non comestibles. Mangez des plantes avant qu'elles puissent accumuler des réserves et avoir le temps de repousser au cours des saisons suivantes. Ils dépérissent par avec temps leurs systèmes racinaires.

Les plantes annuelles; ne portent pas de fruits et ne produisent pas de graines essentielles à leur survie. Les espèces palatables sont les espèces les plus endommagées et les plus menacées. Cet effet conduit à une dégradation de la composition végétale et apporte de nouveau physionomie et structures spécifiques.

La végétation fourragère du troupeau comprend: *Stipa tenacissima*, *Artemisia inculta*, *Spartum junceum*, *Dactylis glomerata*, *Convolvulus...*etc. Elle s'affaiblit de plus en plus par l'interaction de plusieurs facteurs : Le défrichement, le surpâturage, la sécheresse, le feu, l'érosion hydrique et éolienne ; mais surtout de la remontée des sables du sud qui sont d'ailleurs à l'origine de la désertification des parcours. La structure de la formation végétale, facilement pénétrable, a une incidence négative sur l'état de la végétation.

On peut cité quelques espèces encore consommables: *Thymus ciliatus sub sp coloratus*, *Lavandula multifida*, *Trifolium stellatum*, *Medicago munima*, *Avena sterilis*, *Brachypodium*, *Hordeum murinum*, *Teucrium fruticans*, *Ammoïdes verticillata*, *Salvia verbeneca*, *Lathyrus...*ect.

Après le surpâturage laissant place, après leur passage, à des espèces toxiques et épineuses, citant : *Carthamus coeruleus*, *Ferula communis* , *Thapsia gargarica* *Atractylis cancellata*, *Cistus ladaniferus*, *Centaurea gummifera*, *Calycotome spinosa*, *Scolymus grandiflorus*, *Urginea maritima*, *Centaurea Ulex boivini solstitiali*, *Atractylis humilis*, *Cistus villosus*, ..., indicatrices de la pression des troupeaux.

Il existe des espèces palatables qui s'adapter à cette situation (pâturages, déforestation ...) et qui ont limité leurs territoires, et cela n'exclut pas que certaines espèces ayant disparu ou disparaîtront (**HASNAOUI, 1998**). Dans ce dernier cas, la priorité devrait être donnée aux plans de protection.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

4.3. Les carrières

Qui dit logement dit les matériaux de construction, en particulier le sable et le gravier, qui se développent à mesure que la zone disparaît. La croissance et la répartition des carrières dans la Wilaya de Tlemcen et connues par les écologistes comme une forme d'agression intrinsèquement sous toutes ses formes.

Tab. 21 : Répartition des carrières par commune.

Communes	Carrière en exploitation
Terny	2
Sebdou	1
Tlemcen	2
Béni-Mester	4
Bouihi	1
Hennaya	4

(Source : C.F.T., 2019)

Il ne fait aucun doute que pour un pays comme l'Algérie, l'exploitation de carrières pour fournir des matériaux de construction est sans aucun doute à cause d'une croissance démographique très importante, ce qui est nécessaire, mais essentiel. Ces extractions en milieu naturelles ont entraîné une réduction de la superficie des forêts naturelles et plantées. Dans les zones de faible productivité, elle laisse place à des cicatrices inesthétiques.

4.4. Les délits forestiers

Pour la population locale, le seul endroit où le bois de chauffage et le fourrage pour le bétail sont fournis est la forêt, ce qui a conduit à pratiquer du pâturage, de déforestation, mais en plus du défrichage des plantes cultivées.

Tab. 22 : PV de délits de 2016 à 2019.

Communes	construction illicite	coupes illicites	incendie	occupation illicite	laboure	carbonisation illicite	défrichement	Pacage	
								(Têtes)	PV
Maghnia	10	10	2	8	3		3	223	4
Ouled Mimoune		4					4	98	2
Béni		6	1		1	1	2	142	3

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

senous									
Terny		3						180	4
Ain Ghoraba							1	113	2
Sebdou		8					10	3080	21
Total	10	31	3	8	4	1	20	3836	36

(Source : C.F.T., 2019)



a) coupe illicite du bois de chêne vert



b) peuplement de chêne vert incendié



c) pacage illicite dans un peuplement de chêne vert



d) trace du barbecue dans un taillis de chêne vert

Fig. 25 : photos de quelques délits et infractions forestières dans les peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen (Cliché ZAOUÏ M. 2018).

Il est clair que les délits de pâturage plus importants que le défrichage et le défrichage de terres d'un point de vu nombre de PV dressés pour les délits forestiers.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Pour le défrichage est la destruction de zones boisées, généralement, l'homme défriche pour mettre le sol en culture, pour l'extension des périmètres agricoles, pour transformer le terrain défriché en parcours de pâturage, mais aussi pour créer des zones à urbaniser. Dans les zones forestières qui nous intéressent, les massifs forestiers, les terres labourables occupent de grandes surfaces. Les cultures extensives ont tendance à s'étendre dans les zones montagneuses où elles ne font que favoriser l'érosion. Cependant, la faiblesse des moyens mécaniques utilisés ne conduit qu'à une dégradation réduite de l'environnement écologique. Dans les zones du piémont, les forêts d'origine ont été totalement éliminées au profit des cultures surtout l'arboriculture.

L'urbanisation est l'une des causes de la dégradation des tapis végétaux et des sols, liée au changement de population et au développement économique de la zone d'étude. Elle se traduit par :

- ↗ L'équipement industriel,
- ↗ Le développement d'infrastructure routière,
- ↗ La mise en place d'infrastructures économiques,
- ↗ La construction de logements.

Tout cela au détriment de la quantité de sol qui existe encore à travers la zone d'étude. En effet, le développement croissant de la population et sa forte concentration au niveau local ont conduit à l'urbanisation des écosystèmes (forêts, matorrals, broussailles).

Dans tous les cas, toutes les actions de l'urbanisation et leurs conséquences conduisent à une transformation radicale de la formation végétale affectée et à la détérioration des zones agricoles ayant une bonne valeur pédologique.

4.5. L'érosion

L'érosion dans le Nord d'Algérie est actuellement en forte élévation en raison des récentes sécheresses sévères répétées, des pluies irrégulières et souvent fortes, ce qui est remarquable pour de nombreux versants. La montagne exacerbe ce phénomène; ainsi les températures élevées accélèrent la minéralisation de la matière organique. Dans les zones à couverture végétale réduite en raison du climat rigoureux et des actions humaines, et dans la surexploitation des ressources naturelles de la zone, l'érosion est très grave, conduisant à une dégradation plus ou moins sévère avec une perte de couche arable meuble et peuvent dans des cas extrêmes, faire disparaître toutes les couches de sol (sol nu).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Selon **FOURNIER (1967)**, l'érosion hydrique est un grave processus de dégradation des sols, même s'il ne s'agit que d'érosion de surface. Il envahit principalement l'horizon supérieur et est généralement non seulement la partie ayant la plus forte teneur en matière organique, mais aussi la partie avec la plus haute teneur en éléments nutritifs qui sont essentiels pour la culture et la croissance des plantes.

Selon **ROSE et al., (1993)**, ces phénomènes ont une échelle plus catastrophique, car ils se produisent dans les climats méditerranéens semi-aride à semi-humide. Ils sont exacerbés par la pente du sol, la nature et la structure du sol, l'imperméabilité du sol, l'intensité des précipitations et l'étendue du couvert végétal.

Pour notre zone d'étude (Monts de Tlemcen), compte tenu de la gravité de ce phénomène, des mesures ont été prises concernant notamment l'étude de la gestion des bassins versants, la mise en œuvre de programmes de gestion anti-érosion, la mise en œuvre de programmes d'aménagement du territoire et la mobilisation des ressources en eau. Les travaux qui ont été réalisés dans ce cadre (Tab. 23), Par les services des forêts sont les suivants :

Tab. 23 : Bilan des réalisations arrêté au 2019 tous programmes confondus : PER-PPDR- Tup à Himo.

Action	Unité	Volume réalisé
Reboisement	Ha	940
Plantations fruitières	Ha	3520
Réfection de banquettes	Ha	150
Correction torrentielle	m3	80000
Aménagements de piste	Km	144

(Source : C.F. T., 2019)



Fig. 26 : Photo montrant les travaux de corrections torrentielles dans la région de Ain Ghoraba, (ZAOUI M., 2018).

Nous avons également remarqué que le développement du reboisement dans notre zone d'étude (monts de Tlemcen) et dans la Wilaya de Tlemcen dans son ensemble est encore modeste, seulement 940 ha de reboisement ont été réalisés en 2019.

4.6. Attaques parasitaires

Les insectes herbivores, les agents pathogènes et les parasites font partie intégrante de la forêt, et certains d'entre eux peuvent se propager sur de grandes surfaces et provoquer un retard de croissance grave ou un taux de mortalité élevé. La plus visible étant la chenille processionnaire (Tab. 24).

La conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen en collaboration avec l'institut national de recherches forestières a effectué des investigations et vérifications des peuplements forestiers infectés par la chenille processionnaire du pin, afin de réaliser un programme d'échenillage. Le bilan de réalisation de cette opération en traitement phytosanitaire, est le suivant :

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Tab. 24 : Compagnes d'échenillage dans les monts de Tlemcen (C.F.T., 2019).

Compagne	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2018-2019
Echenillage ha	700	180	2177	900	980	300	560

4.7. Les incendies de forêt

Parmi les attaques et les agressions subies par les forêts, les incendies sont les plus graves, conduisant non seulement à la destruction complète de la végétation, mais aussi à la modification du sol, à la modification du paysage et souvent à la détérioration de la restauration des plantes. Afin d'étendre les terres agricoles, les zones urbanisées, les pâturages ou à des fins d'emploi, le feu peut mettre en danger la survie de la forêt. **BENABDELLI, (1996)** a rapporté que les incendies de forêt détruisent en moyenne 2% de la superficie forestière du pays chaque année, tandis que le reboisement n'est que d'environ 1%, ce qui signifie qu'environ 15000 hectares sont perdus chaque année.

Les dégâts causés par les incendies de forêt ont fait l'objet de plusieurs travaux, selon **DELABRAZE et al., (1974)**, **LE HOUEROU (1980)**, **TATONI et al., (1990)** : les incendies ont gravement perturbé le paysage méditerranéen. Ces incendies sont associés à un fort stress créé par l'homme, à une combustion des espèces végétales xérophytes et spontanées.

La plupart des incendies sont causés par la négligence humaine liée à un incendie pyromanie. Cependant, ils sont également causés par la foudre qui est de peu d'importance dans la région méditerranéenne et ne présente pas de danger, cependant elle est plus courante aux États-Unis et au Canada.

Évidemment, si l'on prend en compte toute la zone méditerranéenne, la zone ravagée par les incendies augmente d'année en année. En effet, chaque année la Wilaya de Tlemcen voit son patrimoine forestier affecté par des incendies dévastateurs. Concernant la menace d'incendie, les structures des matorrals sont principalement détruites d'une décennie à l'autre.

La figure suivante donne une idée sur les feux de forêts qui touchent la totalité de la Wilaya de Tlemcen.

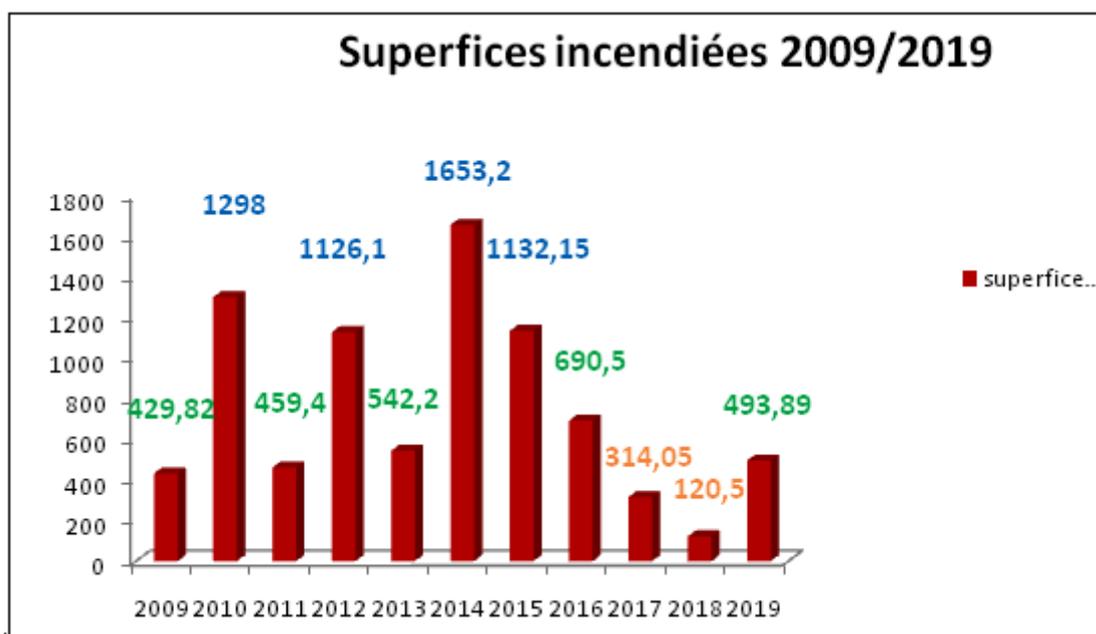


Fig. 27 : Bilans des incendies de forêts (2009-2019) dans la Wilaya de Tlemcen (C.F.T., 2019).

La représentation graphique du bilan des incendies dans la Wilaya de Tlemcen (Fig. 27), nous montre qu'au cours des dernières années, les forêts de Wilaya de Tlemcen ont été touchées par le feu. En effet, de 2009 à 2019, la superficie forestière incendiée est de l'ordre de 8259,81 ha. Ces incendies menacent annuellement une surface totale forestière de 8 259,81 ha à travers le territoire de la Wilaya de Tlemcen avec un taux de boisement inférieur à 10%.

Le pique de feu de forêt pour l'ensemble de la Wilaya de Tlemcen est signalé en 2014 où les incendies affectent 1653,2 hectares, sachant que les spécialistes de la climatologie ont souligné que cette année a reconnu plusieurs jours du siroco en période estivale.

En revanche, il y a eu le moins d'incendies en 2018, avec seulement 120 hectares. Il est à noter que la fluctuation de la zone de combustion d'une année à l'autre dépend généralement des facteurs déclencheurs et de la brutalité du climat, qui varie d'une année à l'autre.

Le tableau suivant donne un aperçu sur les incendies de forêt touchant quelques communes de la zone des monts de Tlemcen et donne aussi une idée sur la réflexion et l'intervention pour la lutte contre le feu.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Tab. 25 : Feux de forêt dans quelques communes situées dans la région des monts de Tlemcen (C.F.T.,2019).

Dairas	communes	forêt ou Lieu dit	Superficie incendiée (Ha)	années
Mansourah	Aïn Ghoraba	FD Hafir - Canton Oued Tlat	5,000	2015
Béni Snous	Béni Snous	Béni Hamou (Gherouane)	2,000	2016
Mansourah	Terny	FD Zariffet	80,000	
Ouled Mimoun	Ouled Mimoun	Yafra - FD Slissen	1,000	2017
	Béni Snous	Ghar Lakhel (Sidi Arbi)	10,000	
Tlemcen	Tlemcen	El ourit (Aïn Ghomri)	2,500	
Tlemcen	Tlemcen	El Ourit	0,051	2018
Tlemcen	Tlemcen	Sidi Abdellah	0,001	
Tlemcen	Tlemcen	Ancienne carrière	0,001	
Mansourah	Mansourah	Béni Boublène	0,015	
Sabra	Sabra	FD Hafir	4,00	2019
Béni Snous	Béni Snous	Canton Mizeb	4,00	
Mansourah	Sabra	FD Hfir	0,75	
Ouled Mimoun	Ouled Mimoun	Zerdeb	13,00	
somme	122,32			

Dans la zone d'étude, l'accélération du feu et sa propagation sont largement dues :

- ↻ Au manque d'entretien des pare-feux,
- ↻ Au phénomène de pyromanie,
- ↻ À la négligence humaine,
- ↻ Et à leur fréquence.

LE HOUEROU (1980) donne des statistiques sur les causes :

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Tab. 26 : Statistiques des causes d'incendies (LE HOUEROU, 1980).

Cause des feux	Nombre d'incendie	Superficies brûlées
Foudre	1,60%	2,40%
Chemin de fer	1,90%	2,40%
Négligence	42,60%	40,40%
Malveillance	14,60%	10,30%
Inconnu	29,40%	30,20%
Divers	10,30%	10,30%

Le plus grand danger que les forêts peuvent supporter en termes de sources d'incendie est l'homme. Mais d'autres raisons liées aux conditions écologiques, à partir d'un certain seuil, sont propices au déclenchement d'un incendie :

- ↻ Durée et intensité de l'air chaud et sec (air chaud).
- ↻ Aridité du climat et réchauffement de la surface du sol.
- ↻ Durée de la période sèche. A ce sujet, **TRABAUD in., LE HOUEROU (1980)** a souligné qu'avec la prolongation de la saison sèche, les incendies deviennent de plus en plus dangereux, et la végétation est plus sensible et inflammable.
- ↻ Disponibilité de pelouse sèche : La prédominance des plantes épineuses et xérophytiques, est la raison principale de déclenchement de feu. Dans la structure dominée par des arbustes à racines fortes, l'espèce est facilement régénérée par les graines et les bourgeons de souche, tels que: *Quercus ilex*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo* (**NAVEH, 1974**).

Le feu peut également être accéléré par de nombreux géophytes, dont la plupart sont des *Labiatae*, *Umbelliferae*, *Euphorbiaceae*, *Papilionaceae* et *Cistaceae*, dont l'expansion est favorisée par des incendies répétés (**FEROUANI, 2001**).

Les recherches menées par **DELABRAZE (1985)** ont permis de classer différentes espèces d'arbustes et d'arbres selon les critères suivants : (Nature des espèces, leur recouvrement, leur stratification, et leur combustibilité).

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

Les taxons sont particulièrement inflammables lorsque des fruits comme le ciste mûrissent. L'incendie dans la région méditerranéenne est principalement lié aux vastes zones de forêts xérophiiles (TRABAUD, 1971; LE HOUEROU, 1973).

4.7.1. Les conséquences des incendies

Le feu est une perturbation naturelle, et il est encore un visiteur fréquent de notre forêt. Le feu a été et continue d'être la force de base déterminant la composition des espèces, la structure de la forêt et la trajectoire de l'écosystème.

L'impact de l'incendie est multiple et ses conséquences sont fatales, dont on peut citer :

1. Perte de production de matériaux ligneux, perte pécuniaire due au bois brûlé, blessé ou déprécié, sachant qu'une grande quantité ou volume enstéré vendu en catégorie de bois mort incendie.
2. Pertes de services : Le passage répété du feu peut provoquer des changements de paysage, ce qui entraîne une baisse de l'intérêt touristique, la chasse est entravée et perturbée, avec manque de nourriture et le gibier migre ailleurs pour conquérir le calme et le fourrage. L'impact esthétique des forêts sur l'environnement peut être gravement altéré.
3. Impacts écologiques

La propagation du feu peut facilement perturber l'équilibre biologique naturel pendant une longue période. Les dommages causés par les incendies affectent non seulement la végétation, mais aussi le sol et les organismes.

↗ Action sur le sol

Dans les forêts touchées par ce fléau, l'incendie a détruit le sol et a provoqué une véritable catastrophe écologique. La combustion de la matière organique provoque la minéralisation et le compactage du sol. La dégradation du couvert végétal est l'une des principales raisons du séchage à sec des rivières, en particulier l'érosion du sol transporté vers le ravin, entraînant une perte énorme de cet important patrimoine. Ces aspects de la perte et de l'érosion des sols sont terribles en Méditerranée. Selon les recherches de **LE HOUEROU (1969)**, dans toutes les autres conditions, le taux de corrosion; la terre nue est 50 fois plus élevée que celle des forêts développées.

↗ Action sur les animaux

Il est souvent difficile d'obtenir des estimations précises de la perte de biomasse animale lors d'un incendie. Il n'est pas rare de trouver des carapaces de tortues brûlées après

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

l'incendie. Les lézards verts et les serpents sont également victimes de flammes et sont souvent complètement détruits. Les oiseaux, en revanche, échappaient généralement aux flammes, mais nombre d'entre eux sont victimes de gaz toxiques. Les grands mammifères, sanglier, valet, cerf, sont le plus souvent épargnés.

↗ Action sur la végétation

Le feu est l'une des forces naturelles qui peuvent changer les populations végétales au cours de l'évolution. Les incendies intenses peuvent détruire toute la végétation sur un site et le résultat d'années de croissance en quelques heures; de grandes quantités de biomasse sont détruites. Selon **DEMBELE (1996)**, les incendies peuvent maintenir ou éliminer certains groupes de végétaux.

Après l'incendie, toute la végétation est détruite et ce n'est que l'année suivante que la strate dense est revenue à un taux de récupération de près de 20%, avec un ciste prédominant, suivi du romarin, des globules et des herbes (**BESTAOU, 2001**).

En montrant le feu, **DELABRAZE (1985)** a souligné que le feu a modifié la structure du couvert végétal, a également favorisé la régénération d'espèces biologiques d'un an et a empêché le développement d'une couche d'arbustes assez dense. Lorsque les incendies deviennent trop fréquents, la forêt n'a plus le temps de se régénérer, et tous sont remplacés par la formation de plantes dégradées. Lorsque le feu se reproduit, la végétation est obligée de rester au même stade ou de se dégrader, elle ne peut donc pas évoluer vers une forêt potentielle.

Un processus de succession squelettique dégénérée s'est progressivement mis en place, sans plantes ligneuses et sol nu. Cet exemple (Fig. 28) représente l'évolution typique de la série des pins d'Alep dans la région semi-aride affectée par le feu et démontre clairement l'impact du feu sur la végétation naturelle.

Forêts primitives à : *Pinus halepensis* et *Quercus ilex*.



Incendies et pacages.



Garrigue à : *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*, *Cistus villosus* et *Rosmarinus*

Officinalis.

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

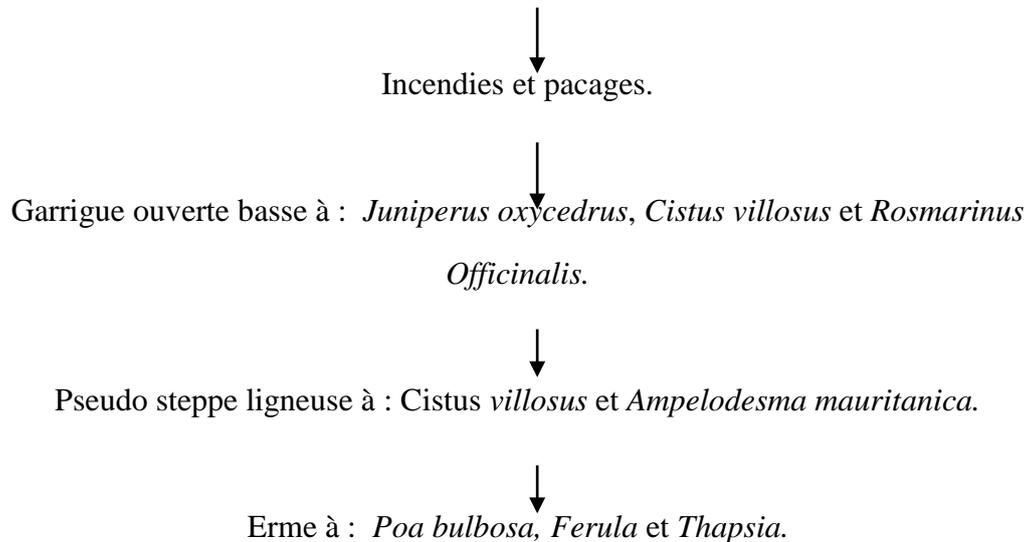


Fig. 28 : Évolution de la série de pin d'Alep à et à chêne vert dans l'étage semi-aride en Méditerranée occidentale (LE HOUEROU, 1980).

La dégradation quantitative et qualitative de ce couvert végétal s'accompagne d'une sensibilité accrue à divers facteurs envahissants (Insectes, champignons, etc.), et passe progressivement à un état "saluts du bois" (CARLE, 1974). En raison de la nature non répétitive des incendies, en particulier dans les forêts de feuillus, l'incendie est un facteur d'augmentation de la diversité végétale (TRABAUD, 1980). En revanche, de par sa reproductibilité, il peut conduire à une forte élimination de la diversité. Les plantes touchées par le feu en Méditerranée montreront une certaine adaptabilité pour assurer leur survie et une colonisation rapide de l'environnement (LEPART et ESCARE, 1983).

Des études de l'environnement humain ont montré que les écosystèmes sont très dégradés en raison des effets combinés de l'homme et de la dégradation du climat. En fait, les humains se donnent beaucoup de mal pour abuser l'environnement naturel. En effet, les troupeaux deviennent un facteur de détérioration causé par le surpâturage, l'arrachage, les pratiques culturelles et l'utilisation d'engrais qui éliminent et favorisent les espèces les plus sensibles et le développement des nitratophiles (LOISEL et al., 1990). De plus, l'urbanisation du Matorral et l'invasion de terres fertiles par le béton restent un mal permanent en raison de la croissance démographique.

Le problème pastoral dans la zone d'étude constitue une réelle menace en raison de la faible végétation, le gros problème est la façon dont l'homme et son troupeau affectent la forêt. Le fléau des feux sauvages est également associé aux vastes zones de forêts xérophiles (TRABAUD, 1971, LE HOUEROU, 1974). La transformation de la végétation dans ces

Chapitre III : Données socio-économiques et milieu anthropique

forêts et le manque d'interventions sylvicoles offrent au départ des feux sauvages un soutien considérable et souvent continu (**BARBERO et al., 1988**).

Les impacts humains sur ces écosystèmes provoquent souvent une dynamique de régression et un développement vers les formations thérophytes, qui semblent parfois irréversibles. Ce développement progressif explique le remplacement des espèces forestières par d'autres espèces épineuses et toxiques.

Si la végétation naturelle doit être préservée telle quelle, il est nécessaire de ralentir le développement des cultures et des pâturages qui nuisent à la végétation naturelle, de lutter efficacement contre les incendies et toutes les formes de dégradation de la nature, et finalement pour gardé l'équilibre, pratiquer une meilleure gestion des écosystèmes naturels.

Chapitre IV :
Matériels et méthodes

1. Partie I : Méthode d'inventaire typologique

Dans cette partie d'étude, qui consiste à déterminer la structure des différents types de peuplements existant actuellement dans les forêts des monts de Tlemcen, nous nous sommes intéressés par l'inventaire typologique. Selon **CHANDON et al., (1981)**, l'approche typologique est une méthode d'analyse qui a déjà largement fait ses preuves et son importance dans le domaine forestier (typologie des peuplements, des sols, des stations). En effet, elle est très utilisée dans la gestion forestière surtout lorsqu'on s'intéresse par la caractérisation des peuplements forestiers. Son principal avantage est l'adoption d'un langage purement descriptif sur la structure d'un peuplement (régulier ou irrégulier). Ainsi, ce langage est commun entre tous les gestionnaires forestiers facilitant le choix des traitements sylvicoles.

L'étude typologique des peuplements d'un point de vue richesse et productivité de la forêt en bois est basée principalement sur la structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classes de diamètres, sachant que celle-ci est établie en prenant en compte tous les individus de toutes espèces confondues (**ROLLET, 1974**); Ainsi elle est porteuse d'information sur la stabilité du peuplement (**FAVRICHON et al., 1998**). Deuxièmement l'étude typologique basée aussi sur la composition spécifique des essences liégeuses au sein des peuplements. Selon **BRUCIAMACCHIE., (1989)**, la description et l'analyse des peuplements constituent donc la base de chaque étude sur la structure forestière et notamment sur la sylviculture et la conduite de ces peuplements.

Pour la réalisation de notre étude structurale des peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen, réalisé un inventaire typologique dans la zone d'étude et ce, durant une période de deux ans (2017 - 2018). Un échantillonnage aléatoire stratifié est réalisé sur 80 placettes circulaires couvrant les peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen. Notons que cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs pour la détermination de la typologie des structures de peuplements, comme le cas de la typologie des subéraies varoise, qui est a été étudié par **LOMBARDINI (2006)**. Au niveau de ce département français « varoise », qui regroupe 03 zones forestières « massifs Maures et de l'Estérel, Dépression Varoise », l'auteur a pu déterminer une seule clé de détermination pour l'ensemble de ces massifs forestiers afin de décrire la typologie des subéraies varoise (12 types ont été déterminés). Le principal objectif de ce travail de terrain (inventaire typologique) et de mieux décrire les différents peuplements forestiers de chêne vert qui sont existants dans la zone d'étude.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Ainsi, nous avons essayé de faire des propositions sylvicoles, pour l'ensemble des peuplements. Ces traitements sylvicoles sont adéquats pour assurer une bonne gestion forestière, et ce, en fonction des différents objectifs qu'on peut se fixer au préalable.

Un autre objectif de ce travail, qui est complémentaire à cette typologie, réside dans l'identification des peuplements de chêne vert qui nécessitent des travaux de restauration. En effet, nous avons trouvé des peuplements qui sont abandonnés et envahis par le maquis. Des travaux de rénovation (coupes d'éclaircies, remises en production du bois, du gland débroussaillage...) sont nécessaires, mais leur coût reste relativement élevé. Les gestionnaires doivent donc cibler avec précision tous les travaux à entreprendre sur les peuplements les plus intéressants en termes d'enjeux (production de bois, de gland, protection contre les incendies, diversité floristique et faunistique ...).

Pour réaliser cette typologie des peuplements de chêne vert dans la région des monts de Tlemcen qui représente environ 90 000 hectares de chêne vert, l'inventaire est le moyen le plus utile dans ce genre de travaux. Cette étape est fastidieuse dont elle nécessite des moyens, matériels et humains surtout avec l'hétérogénéité et la difficulté d'accès dans certains peuplements à cause de la nature accidentée des terrains des monts de Tlemcen. Cette situation nous a obligés de faire un échantillonnage à l'échelle des zones présentant un recouvrement assez important des arbres de chêne vert : Terny, Ain Ghoraba, Zarifet et Sehbe (Fig. 29).

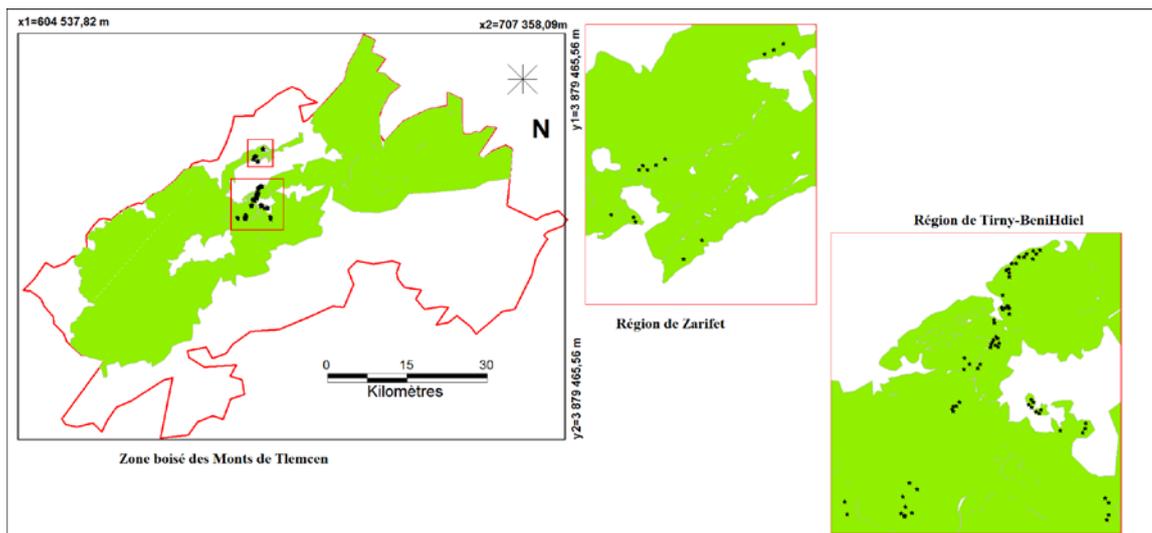


Fig. 29 : Localisation de la zone d'inventaire ayant une présence importante en peuplements de chêne vert (zones potentielles et accessibles avec présence des arbres ayant un diamètre à 1,30 supérieur a 7,5 cm) dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI M. , 2020).

Chapitre IV : Matériels et méthodes

La méthode de travail suivie dans cette étude, qui consiste à faire des placettes (relevés) au niveau de la yeuseraie ayant une potentielle important en matière de bois de chêne vert et présente une diversité des structures des peuplements. Cette partie méthodologique pour l'inventaire typologique est subdivisée en cinq étapes comme indiqué dans le schéma ci-dessous (Fig. 30).

1-Le découpage de la zone d'étude à des petites unités ou strates assez homogènes d'un point de vue climat, composition en espèces ligneuses et situation des arbres de chêne vert dont les arbres de cette essence doivent être présents au niveau des placettes.

2-L'échantillonnage : L'échantillonnage aléatoire stratifié nous a permet de réaliser les placettes, et ce, d'une manière aléatoire au niveau des zones homogènes préalablement fixées.

- ↗ Localisation des placettes par un GPS : Puisque les placettes installées sont temporaires, elles doivent être géo-référencée géographiquement par un GPS pour la localisation et aussi pour la vérification si nécessaire.
- ↗ La réalisation des relevés (placettes) c'est la phase de prendre des mesures et d'introduire celles-ci dans des canevas ou fiches d'inventaire préalablement construits suivant l'objectif de l'étude.
- ↗ Le traitement informatique des données : L'étape de réalisation des différents traitements statistiques et la cartographie numérique, est considérée comme la phase ultime pour cette partie méthodologique. Elle sera suivie par l'interprétation des résultats afin de déterminer la diversité structurale des peuplements de chêne vert sous forme d'une clé de détermination des structures et enfin par la représentation cartographique des types des peuplements de chêne vert qui devront être protégés par la suite, et ce, par la réalisation de la carte de risque d'incendie. Cette dernière étape qui nécessite tout un travail sur d'un système d'information géographique (S.I.G) et même la télédétection pour apprécier l'Aléa des feux de forêt sera traitée dans la deuxième partie de cette étude.

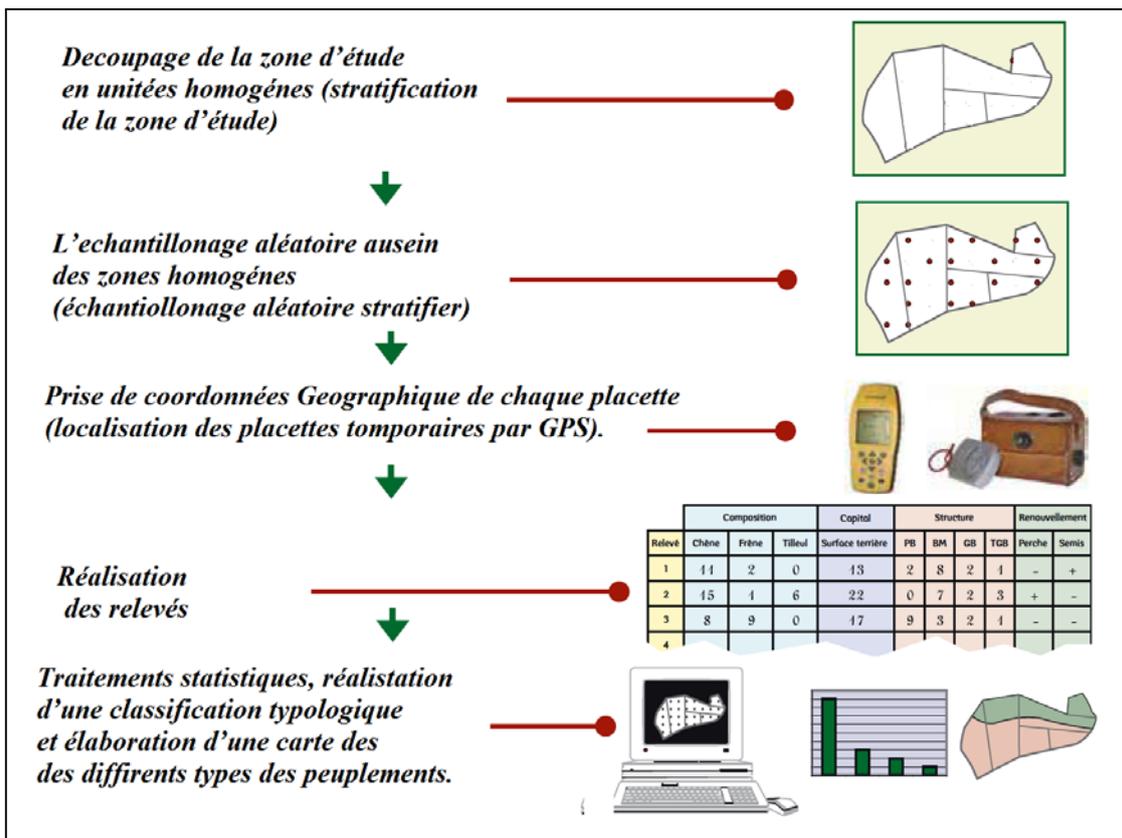


Fig. 30 : Représentation méthodologique de l'étude d'inventaire typologique pour les structures des peuplements de chêne vert de la région des Monts de Tlemcen.

1.1. Échantillonnage et choix des zones d'inventaire

La grande hétérogénéité du couvert végétal caractérisant la région des Monts de Tlemcen, nous oblige à connaître les différentes stations de cette zone d'étude, ce qui a fait rejeter l'inventaire systématique, malgré son efficacité, pour être remplacé par l'inventaire aléatoire stratifié, sachant que la variation stratifiée est une variation stationnaire et dont la structure de la végétation est plus ou moins homogène. Il est à noter que plusieurs travaux sur la typologie des structures des peuplements ont été basés sur ce type d'échantillonnage prenant en considération l'hétérogénéité des peuplements forestiers, citons par exemple la typologie des peuplements de chêne-liège dans le département du Corse et la subéraie varoise (PIAZETTA, 2015).

Selon CHICOV (1991), afin de réduire la variabilité des paramètres estimés dans les populations et de réduire l'ampleur des erreurs d'échantillonnage dans les stations forestières, la division de la forêt à inventorier est souvent intéressante. Dans des unités plus homogènes, appelées strates, qui sont indépendantes les unes des autres. Des placettes d'inventaire sont

Chapitre IV : Matériels et méthodes

installées au hasard à chaque unité ou strate et c'est pourquoi cette méthode d'échantillonnage est appelée " aléatoire stratifié".

Selon le même auteur, une strate représente un ensemble uniforme des individus (les arbres d'un peuplement forestier), et ce, en relation avec des différents facteurs et paramètres, tels que : la grosseur des arbres, le volume, la croissance, le climat ...etc.

Plusieurs sorties de prospection ont été organisées au niveau de la région des Monts de Tlemcen pour mieux comprendre le terrain et pour identifier les zones à couverture végétale (peuplements de chêne vert) homogènes. Dans ces zones, nous avons réalisé notre inventaire typologique, ainsi nous avons effectué des placettes d'échantillonnage dans lesquelles nous avons déterminé les différents paramètres dendrométriques des arbres, y compris les autres informations relatives aux peuplements comme la composition, l'état de régénération et les informations relatives au terrain, en particulier la position sur le versant (amont, aval ou mi-pente), l'exposition, l'inclinaison, etc. Ainsi, grâce à notre travail de terrain, les observations faites et les données collectées, nous avons pu caractériser quatre zones forestières riches d'un point de vue couverture végétale, marquées par la présence des arbres de chêne vert.

NB : Selon **LOMBARDINI (2006)**, devant le coût élevé des travaux de rénovation et les disponibilités financières souvent limitées des propriétaires, les gestionnaires doivent cibler ces travaux sur les peuplements les plus intéressants en termes d'enjeux privés ou collectifs : production de bois par exemple. Notre étude ne prend en charge que les peuplements les plus intéressants en matière de production de bois (Diamètre 1,30 supérieur à 7,5 cm) et qui sont accessibles. Les autres formations, comme les Gaulis et les maquis sont excluent de notre inventaire. Ainsi, la mise en place d'un protocole d'échantillonnage requiert une bonne identification préalable des différents types de peuplements que l'on est susceptible de rencontrer. A cet effet, notre inventaire (4 606 Ha de superficie) a été réalisé dans les régions suivantes :

↻ ***La zone de Zarifet (13 placettes ont été installées):***

Zone à un climat sub-humide frais et des conditions favorables pour le développement de la végétation ligneuse à base de chêne-liège, chêne vert et chêne zéen, et qui se caractérise par la présence de toutes les catégories du bois.

↻ ***La zone de Terny (37 placettes):***

Région d'altitude remarquable où la majorité des endroits dépassent les 1000 m et se caractérise par des peuplements de chêne vert pur ou en mélange avec le genévrier.

On trouve aussi des régions où on aperçoit le chêne vert mélangé avec le chêne zéen sous catégories de bois moyens et petit bois.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

↻ *La zone d'Ain Ghoraba (15 placettes):*

Régions où le climat est plus ou moins semi-aride, on trouve le chêne vert en mélange avec le thuya de berberie.

↻ *La région de Sehbe (15 placettes) :*

Des peuplements de chêne vert pur en présence des sujets de gros bois, avec présence d'autres catégories de bois, notamment le petit bois.

1.2. Installation des placettes sur terrain

Après échantillonnage et localisation des stations, l'installation des placettes est une étape importante dans la réalisation de notre inventaire typologique. Afin de réaliser cette partie de terrain, les moyens et le matériel suivant ont été utilisés :

- ↻ Un plan de la zone à inventorier avec les limites du massif et des strates.
 - ↻ Des fiches d'inventaire pour la consignation des données collectées sur les arbres ;
 - ↻ La localisation des points d'inventaire avec un GPS ou une carte géographique (les GPS disposent aussi d'une fonction de boussole et Altimètre) ;
 - ↻ Une roulette décamétrique pour tracer le rayon des placettes d'inventaire ;
 - ↻ Un ruban mètre inextensible pour la mensuration de la grosseur des arbres ;
 - ↻ Des instruments dendrométriques de mesures des arbres existants au sein de la placette
- (Fig. 31).

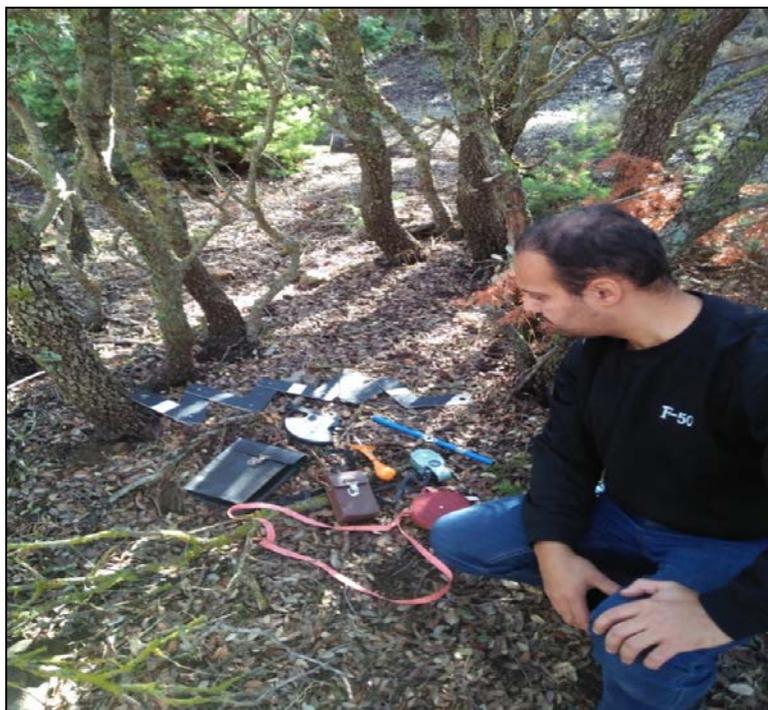


Fig. 31 : Les instruments utilisés dans notre inventaire sur les peuplements de chêne vert (Monts de Tlemcen).

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Les placettes d'échantillonnage peuvent être carrées, rectangulaires ou circulaires. Les placettes circulaires présentent moins d'erreurs liées aux arbres de bordure, elles sont faciles à installer et ne présentent aucune direction préférentielle, elles sont donc préférables dans les inventaires forestiers.

La dimension des unités dépend de la densité et de l'hétérogénéité des peuplements. Dans des parcelles très denses, il faut réduire le rayon de l'unité d'échantillonnage. Si le peuplement est hétérogène, il faut réduire aussi le rayon et augmenter la densité du réseau de points pour mieux en saisir la variabilité. Lorsqu'on décide de travailler avec des placettes d'échantillons, il est préférable de choisir le type circulaire (METHOT et al., 2014).

Sur un rayon donné de 17.84 m qui correspond à une surface de 10 ares, il est possible de recenser les petits, moyens, gros et très gros bois. Cela permet notamment de savoir si une catégorie domine ou si elles sont toutes représentées. Pour la Délimitation des placettes d'échantillonnage, les étapes ci-dessous ont été suivies :

- ↗ Déterminer le centre de la placette et planter un jalon au centre ou bien repère fixe.
- ↗ Évaluer la pente pour déterminer le rayon correspondant.
- ↗ Cocher les arbres-limites de la placette d'inventaire.

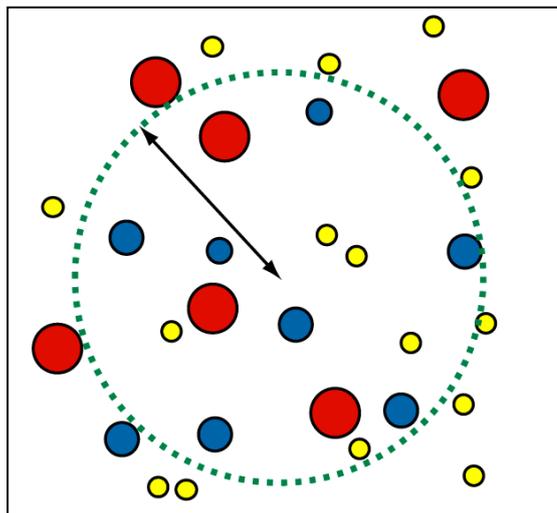


Fig. 32 : Détermination d'une placette circulaire (TOMASINI, 2002).

Chapitre IV : Matériels et méthodes

La forme pour laquelle nous avons opté et choisie dans cette étude est la forme de la placette circulaire avec une superficie de 10 ares et un rayon de 17,83 m, mais qui peut varier en fonction de la pente.

Dans le cas de notre inventaire, la précision des mesures dendrométriques des placettes est liée au choix de type de placette. Aussi, à la méthode d'installation de ces placettes qui est très importante, et qui peut varier en fonction de la pente de terrain. Dans le cas des terrains accidentés, on doit corriger le rayon des placettes et ce suivant la pente, comme le montre la figure 33 et selon la formule de correction du rayon qui est indiquée ci-dessous.

Les meilleurs outils typologiques donnent une incertitude sur la surface terrière de l'ordre de 10 à 15 % (TOMASINI, 2002). Elle est suffisante pour classer des peuplements dans le cadre d'un aménagement ou pour suivre leur évolution.

$$R \text{ corrigé} = \frac{R \text{ plat}}{\cos \alpha}$$

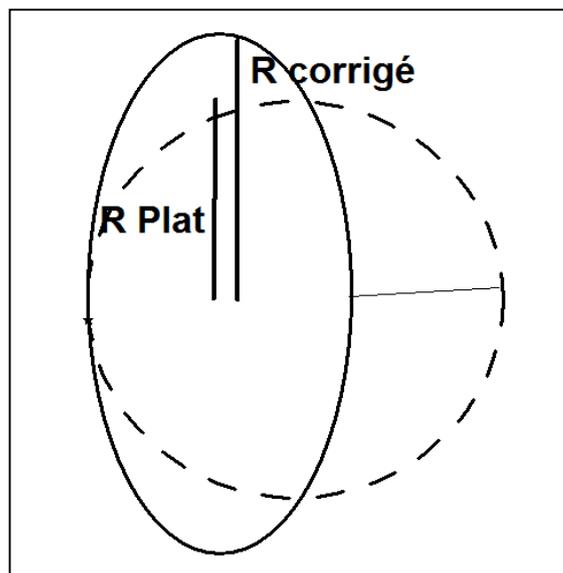


Fig. 33 : Schéma montrant la correction de la surface des placettes en terrain pentu (TOMASINI, 2002)

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Tab.27 : Le rayon d'une placette circulaire de 10 ares en fonction de l'angle de l'inclinaison de pente (PARDE et BOUCHON 1988).

Pente en degré	Rayon suivant la pente pour 10 ares de surface placette
0°	17.84
6°	17.9
10°	18
12°	18
16°	18,2

1. 3. Détermination des caractéristiques dendrométriques

1. 3.1. Les paramètres de mesures

Essentiellement les paramètres mesurés ce sont le diamètre de l'arbre à 1.30 m, rencontré à l'intérieur de la placette. Aussi la hauteur totale des arbres, en effet, toutes ces données récoltées sont nécessaire afin de construire une typologie structurale des peuplements.

1.3.1.1. Le diamètre des arbres

Le diamètre à hauteur de poitrine ou hauteur d'homme, correspond au diamètre d'un arbre mesuré à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol (METHOT et al, 2014). La mesure de diamètre des arbres est effectuée à l'aide d'un compas forestier ; méthode aisément maniable nécessite au moins deux personnes dont un fait la mesure pendant que l'autre enregistre les valeurs pour couvrir la placette comme montre la photo suivante.



Fig. 34 : Mesure de diamètre des arbres de chêne vert à l'aide d'un compas forestier (Cliché : BENABDALLAH, 2018)

Chapitre IV : Matériels et méthodes

La nature des arbres notamment les feuillus est fréquemment courbée, bourrèle ou en fourche dont chaque situation on implique des règles dendrométriques conventionnelles,

A titre d'exemple quand le sujet mesuré est bourrelé à 1.30 m, comme solution on prend le diamètre moyen entre deux mesures au dessous et au dessus de ce bourrelet, aussi l'arbre fourche au-dessus de 1.30 m considéré comme deux sujets, la figure suivante (Fig. 35), montre les différentes situations rencontrées.

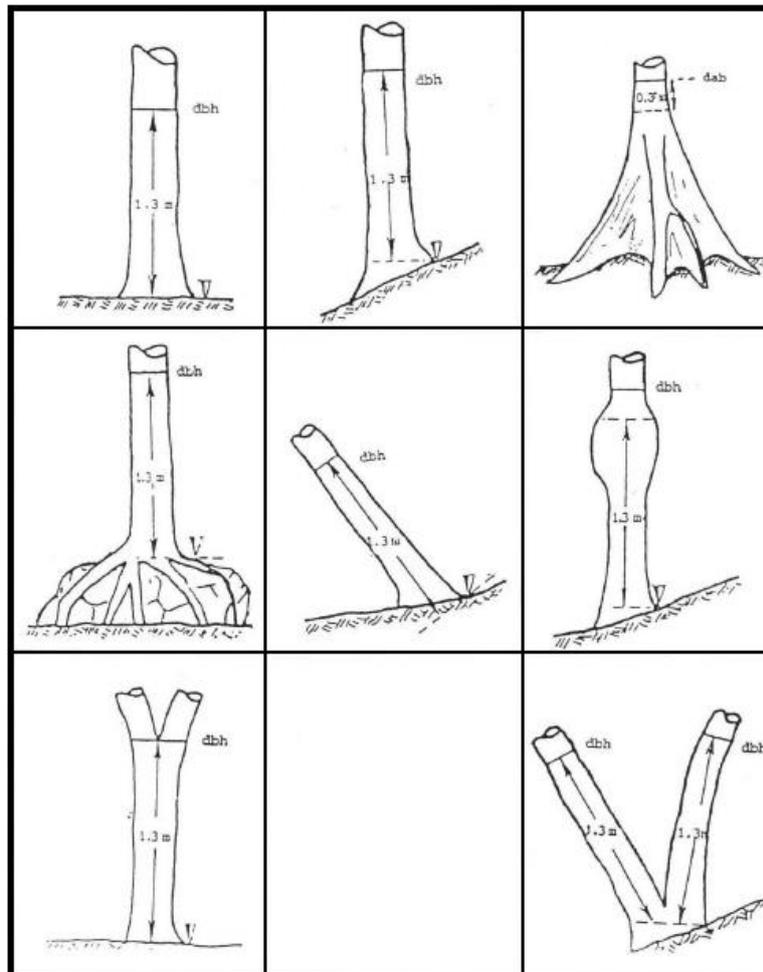


Fig. 35 : Procédures conventionnelles de mesure de diamètre des arbres sur pied (FORSTER et al., 2001).

Le sylviculteur doit apprécier la proportion d'arbres, qu'ils soient petits, moyens, grands ou très grands. Le diamètre de la tige est facile à mesurer, c'est le paramètre le plus important dans cet inventaire typologique. Il est utilisé pour distinguer les arbres, ainsi, les quatre principales catégories de diamètre sont mentionnées dans la figure suivante (Fig. 36) :

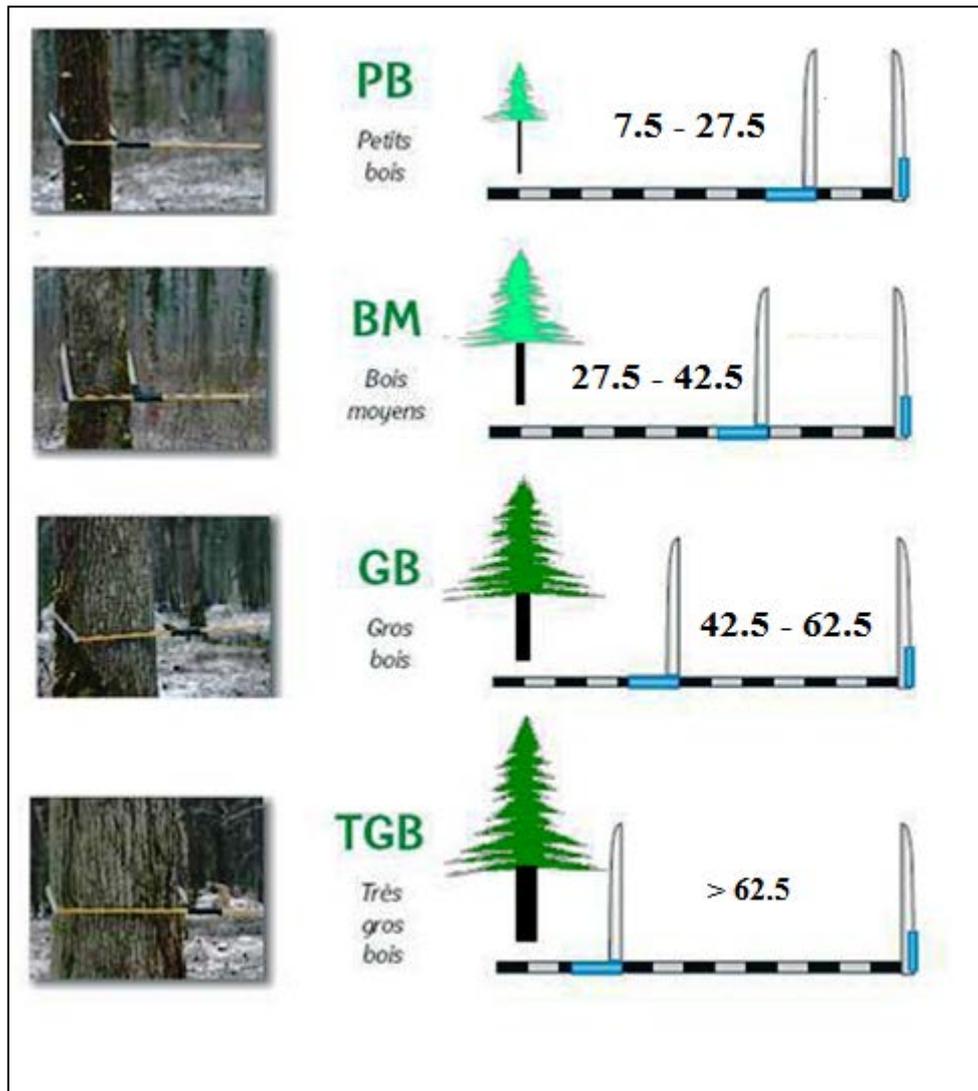


Fig. 36 : Les grandes catégories des diamètres d'arbres forestiers (LOMBARDINI et al., 2006)

Le diamètre moyen (\bar{d} en cm) qui représente le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne, est calculé comme la somme de tous les diamètres des arbres sur le nombre des tiges totales (BELARMAIN et al., 2008) :

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 \dots + d_n}{N} = \frac{\sum(n_i \cdot d_n)}{N}$$

Où

\bar{d} : Diamètre moyen

N : nombre des tiges totales

d_i : Diamètre des arbres

n_i : Répétition

1. 3.1.2. Mesure de la hauteur des arbres

La hauteur totale est mesurée à partir de la rencontre du sujet avec le sol jusqu'au point sommet du houppier, cette hauteur est très importante pour le calcul du volume et la productivité d'un peuplement, les mesures des hauteurs sont faites par le dendromètre BLUME-LEISS.



Fig. 37 : Photo du dendromètre BLUME-LEISS utilisé dans la mesure des arbres dans le cas de notre inventaire typologique.

Cet instrument est un dendromètre qui est simple à manipuler et qui sert à mesurer la hauteur des arbres forestiers (**Fig. 37**).

Le dendromètre Blum-Leiss est un instrument simple et robuste. Il est composé d'un boîtier antichoc plat en alliage léger.

Les pendules sont libérées grâce à 2 boutons-poussoirs :

- ↗ Celui du bas pour fixer la base du sujet ;
- ↗ Celui du haut pour fixer la hauteur du sujet.

La lecture entre les deux chiffres permet de contrôler l'arrêt, avant blocage, des pendules pendant les visées.

Enfin, avec le télémètre incorporé et la mire, accroché au préalable à l'arbre à mesurer, l'opérateur se place instantanément aux distances voulues et indiquées au cadran de l'appareil.

La hauteur moyenne est utilisée pour calculer la productivité et le volume moyen m³/ha du peuplement. Leurs usages prennent de plus en plus d'ampleur dans la pratique du métier forestier (**PARDE et BOUCHON, 1988**). La hauteur moyenne du peuplement est déterminée par l'équation mathématique suivante :

$$H_{moyenne} = \frac{\sum(n_i \cdot h_i)}{N}$$

Avec :

$H_{moyenne}$: Hauteur moyenne

n_i : Nombre de tiges arithmétique

N : Nombre total de tiges.

h_i : Hauteur des arbres (m).

1. 3.2. Les paramètres calculés

Pour les paramètres calculés, on les obtient par l'application des différentes formules mathématiques, notamment, la surface terrière (G m²/ha) et la densité des arbres (D tiges/ha).

1.3.2.1. La surface terrière

La surface terrière est une valeur essentielle pour avoir une classification structurale des peuplements dont elle donne à la fois une idée sur la richesse du peuplement d'un point de vue productivité et aussi le nombre d'arbres ou la densité. Généralement la pertinence d'appréciation de la surface terrière donne une typologie plus précise (**LOMBARDINI, 2006**).

Par définition la surface terrière est la superficie de la coupe transversale d'un arbre mesuré à 1,30 m (dhp : diamètre à hauteur de poitrine) au-dessus du sol (**PARDE et BOUCHON, 1988**), qui s'exprime en mètre carré à l'hectare (Fig. 38).

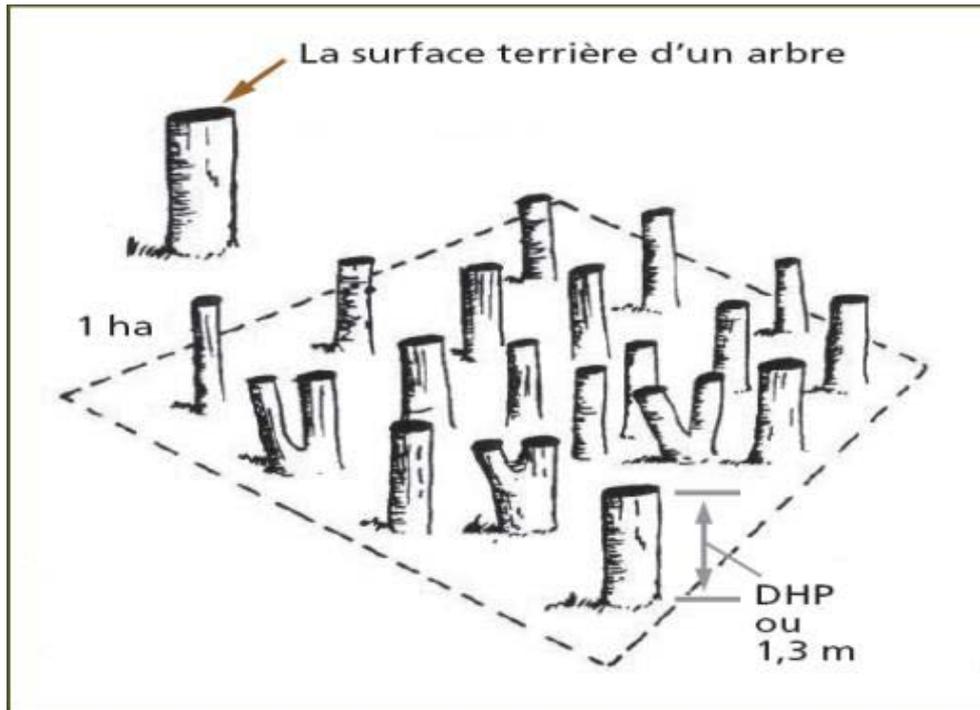


Fig. 38 : Schéma montrant la surface terrière des arbres (FORSTER et al., 2001).

$$G = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i^2}{4P_i} \right) / S$$

Avec :

C_i = Circonférence à 1,30 m de l'arbre i ;

n = nombre total d'arbres de la parcelle ;

S = surface totale de la parcelle en ha ;

G : = surface terrière totale de la parcelle en m^2/ha .

1.3.2.2. La densité

La densité (N) est un descripteur de base concernant l'état de la parcelle et aussi un indice simple de la compétition moyenne dans le peuplement. Elle correspond, au nombre total de tiges rapporté à l'hectare. Généralement les peuplements jeunes ont une densité très élevée par rapport aux vieux peuplements ou ceux qui sont pauvres. On fait l'hypothèse que les individus sont disposés de façon aléatoire, la densité N est égale :

$$N = \frac{n}{S}$$

Avec :

Chapitre IV : Matériels et méthodes

n= nombre d'arbres dans la parcelle ;

S = surface de la placette en ha ;

N = Densité des arbres en Nbr tiges/ha.

1.3.3. Autres paramètres d'inventaire

1.3.3.1. L'identification des caractéristiques sylvicoles

L'allure générale de chaque placette donne la perception sur les caractéristiques sylvicoles par le régime des peuplements forestiers, qu'il soit taillis, futaie ou taillis sous futaie. Aussi, on prend en considération le stade de développement des peuplements : jeune, adulte ou vieux.

1.3.3.2. La composition en essences

Le canevas d'inventaire typologique des peuplements pour les placettes impose de remplir, préalablement la composition en essence d'arbre de chaque sujet. En effet, c'est un paramètre très important rentrant avec celles des catégories du bois dans la matrice des données, qui par la suite, elle fera l'objet d'une analyse et un traitement statistiques.

1.3.3.3. La régénération du chêne vert

Dans les placettes des peuplements qui ont été identifiés dans le cadre de cet inventaire, nous avons estimé le recouvrement des fronts pieds (des semis), des rejets de souches (Fig. 39) Et des jeunes tiges dont la hauteur ne dépasse pas 1,50 à 2 mètres et dont le diamètre est inférieur à 7,5 cm. La connaissance de ces individus (semis, rejets) permet d'avoir une idée sur la régénération des peuplements de chêne vert au niveau de la zone des monts de Tlemcen et afin de connaître la dynamique et l'évolution de ces peuplements forestiers.



Fig. 39 : Photos des jeunes tiges du chêne vert de la région d'Ain Ghoraba (Cliché ZAOUI M., 2018)

1.3.3.4. Les caractéristiques stationnelles

Les données prélevées dans les placettes qui sont installées d'une manière aléatoire et temporaire sur terrain incluent aussi des données stationnelles. En effet, la réalisation des mesures au niveau des placettes impose chaque fois la prise des coordonnées géographiques à l'aide d'un « GPS » et aussi de remplir une simple fiche technique incluant des données liées à la station notamment la topographie (pente, exposition, altitude). On peut aussi déterminer d'autres caractéristiques telles que : la nature du substrat liée au sol, le recouvrement de la végétation naturelle, la charge caillouteuse...etc.

1.3.4. Traitement statistique des données

Le traitement des données est une étape très importante dans cette étude typologique sur les peuplements de chêne vert. Grâce au traitement statistique par le logiciel R (**IHAKA et GENTLEMAN, 1996**) qui est considéré comme libre d'accès, on peut faire une classification structurale permettant de donner les différents types de peuplements existant actuellement dans les Monts de Tlemcen.

L'interprétation de ces résultats concernant les groupes typologiques, conduite à la réalisation d'une clé de détermination spécifique pour les peuplements de chêne vert (yeuseraie) de la zone d'étude. Cette étape d'analyse nécessite, préalablement, une codification de données récoltées sur terrain.

1.3.4.1. Codification des données récoltées

L'étape de la codification des données doit être faite avant le traitement statistique. On peut faire cette démarche avant la réalisation de notre inventaire, dont on peut directement répertorier ces données dans un canevas (ou fiche d'inventaire) qui doit être rempli au moment de réalisation des placettes sur terrain. Dans notre cas d'étude, la codification des données collectées à partir de cet inventaire est effectuée comme suit :

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1.3.4.2. Codification spécifique

Cette étape consiste à donner un code pour chaque espèce des arbres, qui sont rencontrés au niveau des placettes.

CV : Chêne Vert,

CL : Chêne Liège,

CZ : Chêne Zéen ,

GE : Genévrier,

TH : Thuya,

PA : Pin d'Alep,

OL : Oléa.

1.3.4.3. Codification des catégories de bois

Cette deuxième étape consiste à codifier les différentes catégories de bois trouvées dans la placette, et ce, comme suit :

PB : Petit Bois,

BM : Bois Moyen,

GB : Gros Bois,

TGB : Très Gros Bois.

1.3.4.4. Codification des placettes

Les placettes sont aussi concernées par cette phase de codification. Ces dernières ont été numérotées de 01 à 80 et codifiées par des caractères : **P01, P02.....P80**.

Tab. 28 : La matrice (table de contingence) des données codifiées.

P	CVPB	CVBM	CVGB	CVTGB	CZPB	CZBM	CZGB	CZTGB	GEPB	.	.	PATG B
1	17	2	0	0	0	0	0	0	0	.	.	0
2	29	2	0	0	0	0	0	0	0	.	.	0
3	24	0	0	0	0	0	0	0	5	.	.	0
4	30	1	0	0	0	0	0	0	1	.	.	0
.
.
80	6	6	3	0	0	0	0	0	.	.	.	0

1.3.4.5. Choix du traitement statistique

Afin d'effectuer cette étape de traitement statistique, les données récoltées dans chaque placette, qui regroupent des informations à caractère qualitatif (l'espèce de chaque arbre) et d'autres quantitatifs (diamètre des sujets), doivent être transformées en caractères qualitatifs.

Notre objectif de ce traitement statistique, de manière précise, est de trouver les facteurs regroupant chaque type de peuplement, ainsi, le traitement statistique adéquat pour cet objectif est l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) avec la classification ascendante hiérarchique (C.A.H).

1.3.4.5.1. Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C)

L'AFC (l'analyse factorielle des correspondances) est une méthode factorielle de réduction de dimension pour l'exploration statistique d'un tableau de contingence identifié par deux variables qualitatives. A partir de l'analyse en composantes principales, elle peut définir des profils. Ainsi, on peut obtenir du modèle statistique associé, estimation avec une représentation graphique simultanée des modalités des variables (**BENZEKRI, 1973**).

C'est une méthode d'analyse descriptive multidimensionnelle qui s'applique rigoureusement à des tableaux de contingence (matrice des données) à n ligne et p colonnes (**BENZEKRI, 1973**). Dans notre étude les lignes représentent les 80 placettes d'échantillonnages et les colonnes sont représentées par les données relatives à la composition spécifique en relation avec les différentes catégories du bois comme montré dans le tableau ci-dessus (Tab. 28).

Dans la case (i, j) d'un tableau de contingence se trouve le nombre positif d'occurrences du couple (i, j). Dans un tel tableau, les lignes et les colonnes jouent des rôles symétriques. L'analyse factorielle des correspondances conduit à la représentation simultanée des points des deux ensembles « groupe des placettes, groupe des individus » dans un même espace de dimension restreinte, tout en respectant au mieux les "proximités" ou distances entre les points des deux ensembles. L'analyse du double nuage des points individus et des points caractères repérés dans les plans principaux qui sont significativement engendrés par les axes de variation maximale du nuage de points permettant ainsi, de définir des classes des placettes homogènes, de caractériser ces classes, de déterminer les liaisons entre les caractères et de donner une interprétation des différents axes.

1.3.4.5.2. Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H)

Il existe de nombreuses techniques statistiques conçues pour diviser la population en différentes catégories ou sous-groupes. L'un de ces méthodes est la classification ascendante hiérarchique (C.A.H) réalisée à partir des résultats d'une analyse factorielle des correspondances.

Avec cette classification, nous essayons d'assurer au maximum que les individus regroupés au sein d'une même catégorie soit homogènes et qui doivent aussi similaires que possible. Cela nous permet d'obtenir une différence entre les différentes catégories, constituant, ainsi des groupes hétérogènes.

Le principe de la classification « C.A.H » est de collecter des individus selon un critère de similitude prédéfini, qui sera exprimé sous la forme d'une matrice de distance, indiquant la distance entre chaque individu est multiplié par deux (BENZEKRI, 1973). La distance entre deux observations identiques est nulle. Plus les deux observations sont différentes, plus la distance est grande. La classification « C.A.H » recueillera ensuite les individus de manière itérative pour générer un dendrogramme ou un arbre de classification. La classification est ascendante, car elle commence par une observation individuelle. Il est hiérarchique, car il produit des classes ou des groupes de plus en plus grands, y compris des sous-groupes. En coupant cet arbre à une certaine hauteur sélectionnée, nous générerons les partitions requises.

2. Partie II : Aperçu cartographique sur les types de peuplements et le risque d'incendie

2.1. Système d'Information Géographique (S.I.G) et Télédétection

Cette deuxième partie du chapitre méthodologie du travail est conçue pour la réalisation d'une carte des types des peuplements on appliquant le système d'information géographique (S.I.G). Ainsi, on peut faire référencer à des documents anciens comme les cartes d'états-majors ou photos aériennes. On peut même exploiter les relevés de GPS pour la délimitation des types de peuplements et qui sont vérifiés par l'image Google earth.

Selon **DIDIER, (1993)** «un système d'information géographique est un système informatique permettant à partir des diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace ».

La télédétection est utilisée dans le cas de notre étude, pour la création d'une carte d'Alea et de risque des feux de forêts dont nous avons exploité une image satellitaire de LANDSAT OLI8 (2018) pour une scène couvrant la totalité des Monts de Tlemcen. La méthode appliquée pour ce travail est celle de l'N.D.V.I « l'indice de végétation » associé avec les paramètres de la topo-morphologie pour apprécier le risque d'incendie.

Selon **SCANVIC, (1993)** « La télédétection est définie comme un ensemble de technologies mises en œuvre à partir d'avions, de ballons ou de satellites, conçus 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 ».

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**).

2.2. Méthode d'élaboration de la carte des types de peuplements

Pour l'élaboration de la carte des types de peuplement du chêne vert dans notre zone d'étude (Monts des Tlemcen), les étapes ci-dessous ont été suivies :

- ↗ Etude cartographique en vue d'élaboration d'une carte des types de peuplements
- ↗ Vérification des données de la carte avec celle de terrain : Les sorties sur terrain qui ont été effectuées dans la première partie d'étude sur l'inventaire typologique et la détermination des structures des peuplements de chêne vert étaient nécessaires afin de réaliser cette partie cartographique et de vérifier ces types de peuplements.

2.2.1. Création de la carte des types de peuplements

Pour cette partie, le travail de la cartographie est effectué dans un ordinateur, tout en utilisant des logiciels de SIG et de télédétection pour le traitement de l'image satellitaire de la zone des monts de Tlemcen et qui permet de réaliser une carte finale représentant les zones de grandes structures à travers la zone d'étude. Le plan de cette étude cartographique sur l'ordinateur est comme suit :

- ↗ Traitement de l'image satellitaire (Avoir le fichier ROI standard pour la trichromie R.V.B et le découpage à partir du masque de la zone d'étude).
- ↗ Classification de l'image satellitaire par voie assistée.
- ↗ Vectorisation de la couche raster issue de cette classification.
- ↗ Confirmation des données sur terrain : Cette étape est réservée pour vérifier la carte obtenue avec la réalité du terrain. La partie d'étude qui consiste à faire des sorties sur terrain (les 80 placettes réalisées de l'étude typologique) a été exploitée afin de réaliser cette vérification.

2.2.1.1. Données et matériels utilisés

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

2.2.1.2. Micro-ordinateur

Pour effectuer cette partie cartographique de notre travail, nous avons utilisé un micro-ordinateur qui possède les caractéristiques suivantes : Processeur : Intel CORE™ i5-480, 500 GB HDD.

2.2.1.3. Logiciels informatiques

Les logiciels S.I.G, sont généralement utilisés pour le géo-référencement, la digitalisation, l'analyse thématique, la mise en page des documents cartographiques. Les logiciels de télédétection, sont nécessaires pour le traitement et la classification de l'image satellitaire type Landsat.

2.2.1.3.1. Le logiciel MAP INFO 8.0

Le Map Info est un logiciel SIG de la cartographie informatisée. Il permet de traiter des données contenant des informations géographiques, en liaison avec un système de représentation géographique (KAREN.K.KEMP, 2008 ; in ZENZAN, 2016). Selon BARBIER (2002) Map Info est un outil de type Système d'Information géographique (S.I.G) qui sert à créer, traiter et à cartographier l'information géographique.

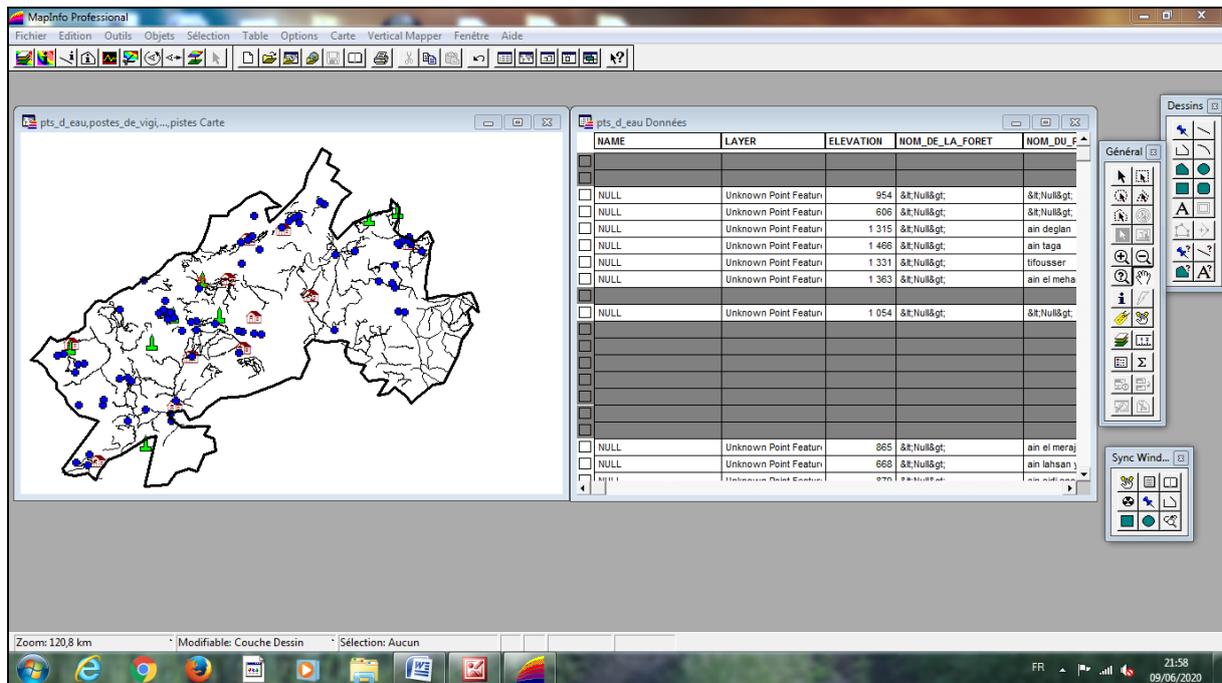


Fig. 40 : Le logiciel S.I.G « Map-info 8.0 » utilisé dans l'étude cartographique.

2.2.1.3.2. Le logiciel E.N.V.I 4.1

C'est un logiciel de télédétection et de traitements d'images satellitaires. Il est servi pour la transformation d'images (combinaison des bandes), fusionnement des bandes à haute résolution et les travaux de classification (supervisée et non supervisée) et la détection des changements d'occupation des sols. L'E.N.V.I est trouvé actuellement, sous forme des applications (E.N.V.I tools) qui sont intégrées dans des logiciels SIG et traitement de l'image satellitaire comme l'ArcGis (BARET et GUYOT, 1991).

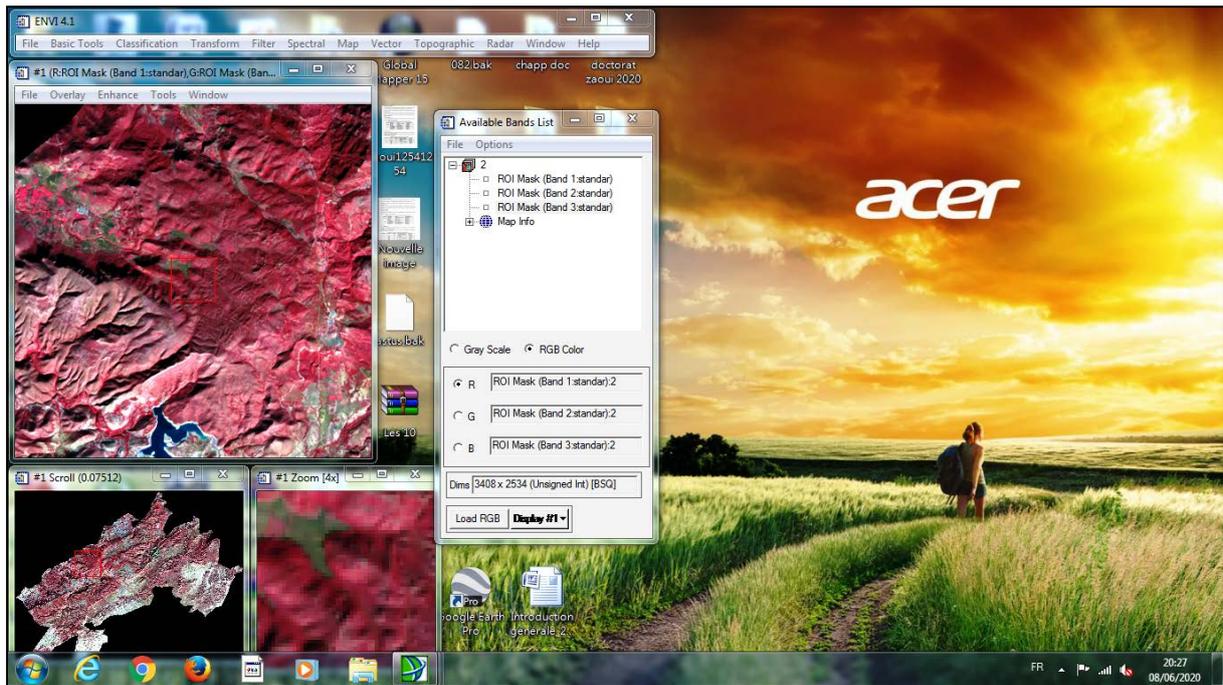


Fig. 41 : Le logiciel E.N.V.I., utilisé dans le traitement de l'image satellitaire LANDSAT 8OLI.

2.2.1.4. Traitement de l'image satellitaire par le logiciel E.N.V.I 4.1

Dans l'objectif de déterminer la cartographie des grands types concernant les structures des peuplements de chêne vert dans la région des Monts de Tlemcen, nous avons utilisé la méthode de traitement de l'image satellitaire, afin de déterminer ces grandes structures. Cette étape nous permet de classifier les peuplements de la zone d'étude en fonction de la végétation existante et ceci par la réflexion des rayonnements dans le R.V.B ou la signature spectrale. L'approche cartographique abordée dans ce travail est définie par les étapes de traitement d'image suivantes :

- ↻ Acquisition de l'image satellitaire Landsat 8 (OLI)
- ↻ Extraction d'image avec l'E.N.V.I 4.7
- ↻ Composition colorée dans le Rouge, vert et le Bleu (R.V.B).
- ↻ Classification de l'image satellitaire en mode supervisée avec l'E.N.V.I 4.7
- ↻ Mise en page de la classification par l'E.N.V.I ou le Mapinfo.
- ↻ Sortie de résultat (carte des grandes structures des peuplements de chêne vert).
- ↻ Interprétation et définition de la nomenclature.

2.2.1.4.1. Acquisition de l'image satellitaire

Dans cette étude, nous avons utilisé une image satellitaire LANDSAT 8 OLI (Operational Land Imager) qui couvre la région des monts de Tlemcen. Notons que le satellite Landsat-8/LDCM (Landsat Data Continuity Mission) a été lancé, le 11 février 2013 par la NASA ; avec un capteur radiomètre multi-spectral. Ainsi, cette image présente une résolution de 30 mètres avec sept (07) bandes spectrales et une bande panchromatique.

L'image satellitaire Landsat 8 (OLI) a été téléchargée gratuitement à partir du site web de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), dont il faut posséder d'un compte d'utilisateur pour accéder aux images disponibles. Cet ensemble de données est disponible gratuitement pour usage non commercial : recherche universitaire et autres. La date d'acquisition de cette image est récente : 17/01/2018 (**Fig. 42**).

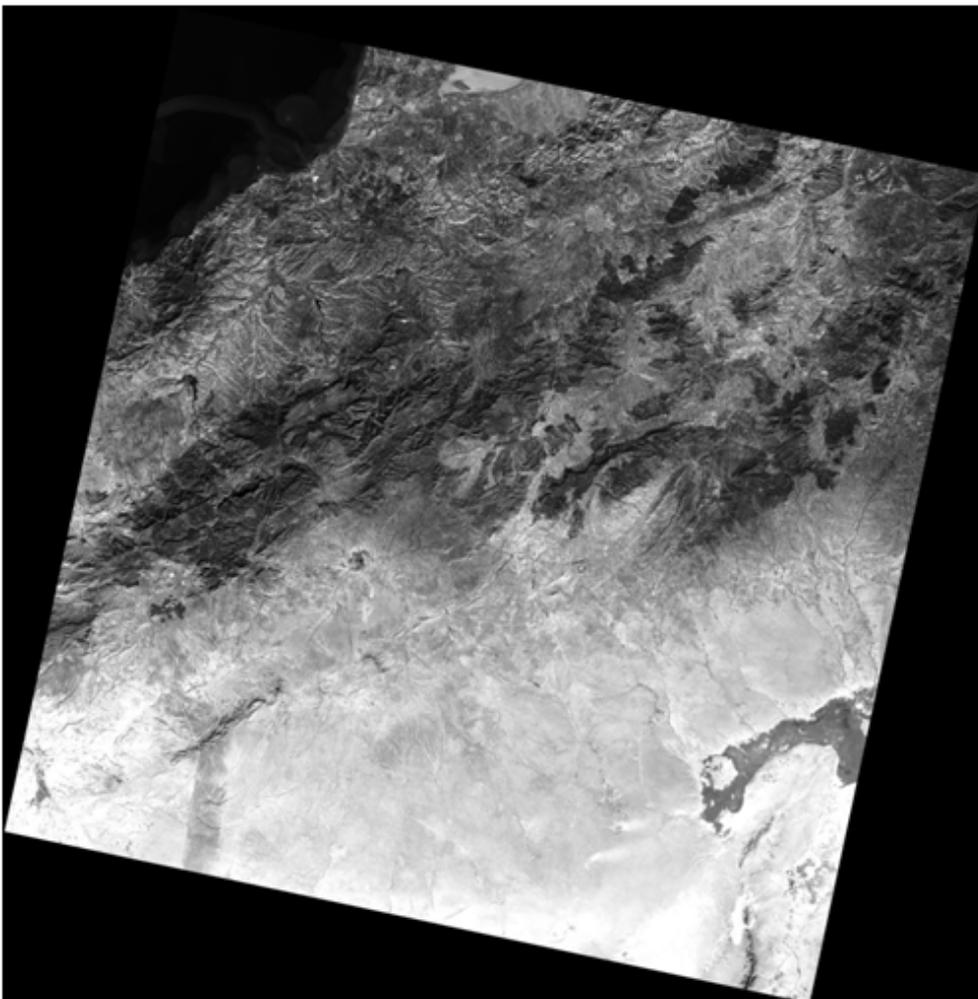


Figure 42 : Image Landsat 8OLI de la zone d'étude « Monts de Tlemcen, Wilaya de Tlemcen » (Path 196, Row 036) (date : 17/01/2018).

2.2.1.4.2. Composition colorée

Les satellites de la série Landsat, portent plusieurs capteurs comme les systèmes TM (Thématique Mapper), Thematic Mapper Plus (ETM+) et : Operational Land Imager) avec le capteur infrarouge thermique (TIRS) pour le Landsat 8 . Selon **BARET et GUYOT, (1991)**, le capteur Landsat 8 OLI, comporte les bandes multi-spectrales suivantes (Tab. 29) :

Tab. 29 : Bandes multi-spectrales du satellite Landsat 8 OLI – 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").

L'information apportée par un seul canal ne permet pas toujours de donner un détail satisfaisant pouvant refléter de près ce qu'on espère ressortir à partir des données télédétection.

Pour ce fait, 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. 30**).

Tab. 30 : Les longueurs d'ondes et les couleurs affectées pour chaque bande.

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

2.2.1.4.3. Extraction d'image

L'extraction de l'image est faite en correspondance avec 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.

2.2.1.4.4. Classification multi-spectrale

Elle consiste à attribuer un pixel ou un groupe de pixels d'une classe donnée et elle se généralise à l'ensemble de l'image en utilisant des méthodes automatiques de classification et ceci en suivant deux modes (supervisée et non supervisée). Dans notre cas nous avons choisi la première méthode de classification « supervisée ».

2.2.1.4.5. Classification supervisée

Cette méthode repose sur une bonne connaissance du terrain. Le but de ces opérations est de remplacer l'analyse visuelle des données image par des techniques quantitatives pour automatiser l'identification des éléments dans une scène (BLANC *et al.*, 2000 ; SAMSON *et al.*, 2000). Ceci implique normalement l'analyse des données image multi spectrale et l'application de règles de décision sur des bases statistiques pour la détermination de l'identité des types de couverts de terrain de chaque pixel de l'image. En effet, la classification a pour but d'attribuer chaque point de la scène observée à une des classes identifiées. Choix des sites d'entraînements évaluation des signatures spectrales : Pour cela, des échantillons ont été localisés sur l'image à partir de leurs coordonnées géographiques (Fig. 43). Cette opération a été faite directement sur écran.

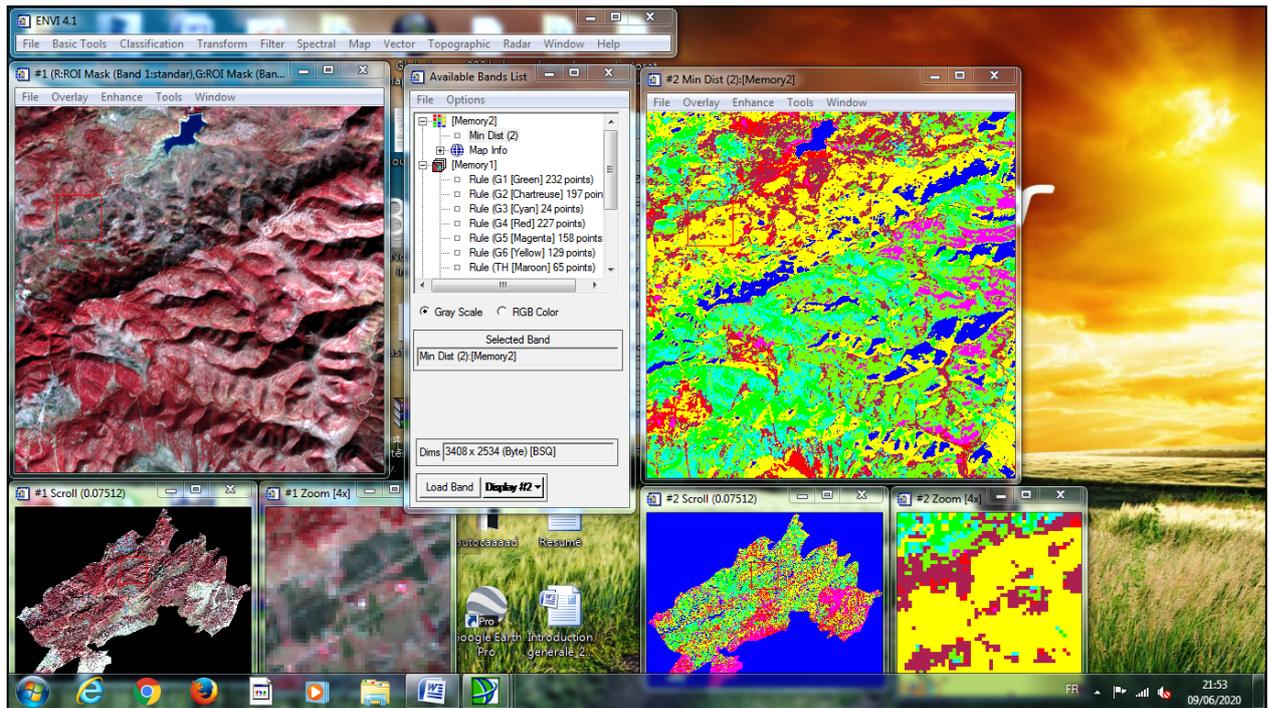


Fig. 43 : Réalisation de la classification supervisée de l'image satellitaire Landsat 8OLI dans le logiciel E.N.V.I 4.1.

2.3. Méthode de création de la carte « d'Aléa » de risque de feu

Dans une zone forestière, on peut identifier l'aléa ou le risque d'incendie par la puissance du front de feu liée à la couverture végétale et au topo-morphologie identifiée.

Le calcul d'aléa sera donc estimé sur un lieu donné comme étant la puissance potentielle du front de feu. L'aléa est évalué à partir d'une connaissance empirique des conditions d'éclosion, et surtout de propagation des feux de forêts, traduisant essentiellement le risque subit par une parcelle, si celle-ci est touchée par un incendie de forêt.

Les facteurs pris en compte pour évaluer l'aléa dans le cas de la végétation des monts de Tlemcen, sont les plus influents sur les conditions de propagation des incendies et qu'il s'agit :

- ↻ Du couvert végétal dont les paramètres descriptifs interviennent dans le calcul de l'indice de végétation (variation de l'indice d'N.D.V.I).
- ↻ Du relief représenté par les paramètres topographiques et de l'ensoleillement qui intervient dans le calcul de l'indice topo-morphologique (variations de la pente et de l'exposition).

Ces paramètres retenus pour l'étude de l'aléa sont issus des données de terrain et de traitement informatique de l'image satellitaire.

2.3.1. Détermination de l'indice de végétation « N.D.V.I »

Depuis 1973, l'N.D.V.I (Normalized Difference Vegetation Index Standardised ou indice différentiel normalisé de végétation) est utilisé pour étudier la végétation (**BARET et GUYOT, 1991**).

Son utilisation est avantageuse, son calcul est simple et sa normalisation réduit les effets d'arrière-plan tout en discriminant le spectre de la végétation (**HIERNAUX & JUSTICE, 1986**). 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

Cet indice est sensible à la vigueur et à la densité de la végétation (**BENHANIFIA et al, 2004**). 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**).

Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs positives, généralement comprises entre 0,2 et 0,8. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses (**SELLERS, 1985**). Selon **HADDOUCHE et al. 2011**, le N.D.V.I se révèle être un outil bien adapté pour différencier et hiérarchiser la densité des couverts végétaux. Il présente la particularité d'augmenter en présence de végétation dense. Il est aussi un bon indicateur pour le suivi régional de la végétation.

Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé la méthode de l'N.D.V.I pour élaborer une carte du risque d'incendie à travers la zone des monts de Tlemcen. La démarche part du principe que le 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 le risque d'incendie augmente quand le couvert végétal est dense.

2.3.2. Détermination de la topo-morphologie

2.3.2.1. Classe des pentes

Selon **HETIER (1993)**, les paramètres topographiques influencent les incendies de forêt, mais le pourcentage de la pente influence directement le comportement des incendies de forêt. En effet, la vitesse de propagation du feu est accentuée avec le degré de pente très élevé (**MARGERIT, 1998**).

D'après **DUPUY (2000)**, la pente favorise non seulement la montée du feu, mais accroît les échanges convectifs. Il y a un écoulement de gaz chauds depuis le foyer vers la végétation non brûlée, qui s'accroît d'autant plus que l'angle formé entre la colonne de convection et le combustible est fermé. Quatre classes de pentes ont été fixées par les français, Département des Pyrénées-Orientales (**BELKAID , 2016**) dont la relation entre le relief et le risque d'incendie est déterminée dans le tableau suivant :

Tab. 31 : Relation relief-risque d'incendie de forêt

Seuil de pente (%)	Influence sur la propagation d'incendie
0 à 15	Peu d'influence
15 à 30	Accélération modérée
30 à 60	Forte accélération
Supérieur à 60	Risque de turbulence d'embrasement

(Source : département des Pyrénées orientales, 2006 in., **BELKAID, 2016**)

2.3.2.2. Classes d'exposition

L'étude de l'exposition du point de vue pyrologie, nécessite d'identifier les quatre classes d'exposition : Nord, Est, Ouest et Sud (Fig. 7 et Tab. 32).

La variation de l'I.R.D « l'indice de risque » suivant les caractéristiques des trois variables : (la pente, l'exposition et l'NDVI), est donnée dans le tableau suivant (Tab. 32) :

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Tab. 32 : Variation de l'I.R.D suivant « L'N.D.V.I, la pente et l'exposition ».

Conditions (Indicateurs)	Classes de l'N.D.V.I (Couvert végétal)	Classes de pente	Classes d'exposition	Risque d'incendie (I.R.D)
Classe 1	1 (0-0,1) faible	1 (0-15%) faible	1 (315°-45°) Nord (faible)	Risque faible (0 <I.R.D<1)
Classe 2	2 (0,1-0,5) moyenne	2 (15-30%) moyenne	2 (45°-135°) Est (moyenne)	Risque moyen (1<I.R.D<2)
Classe 3	3 (0,5-0,75) dense	3 (30-60%) forte	3 (225°-315°) Ouest (forte)	Risque élevé (2<I.R.D<3)
Classe 4	4 (0,75-1) très dense	4 (>60%) très forte	4 (135°-225°) Sud (très forte)	Risque très élevé (3<I.R.D<4)

Le tableau ci-dessus (Tab. 32), qui sert dans la réalisation de la carte de risque de feu ou d'Aléa montre la variation du risque d'incendie de forêt en fonction des trois paramètres « L'N.D.V.I, la pente et l'exposition ». Le facteur d'exposition des versants peut influencer la propagation des feux de forêts. Généralement les expositions Nord ont un risque faible où la brise maritime adoucit le climat, par contre les expositions Est et Ouest ont un danger moyen à fort, et ce, suivant le taux d'ensoleillement. Les expositions Sud ont un risque très fort dont le vent du siroco fait assécher les végétaux et provoque le déclenchement des feux de forêts.

Chapitre VI :
Résultats et interprétions

Chapitre VI : Résultats et interprétations

Ce chapitre présente les types des peuplements résultants de cette étude typologique au niveau de la région des Monts de Tlemcen avec une clé de détermination qui a été élaborée pour l'ensemble de ces peuplements. Aussi, on a procédé à la détermination des caractéristiques dendrométriques les plus importantes, concernant les types de peuplements de chêne vert à fin de définir leurs productions ligneuses.

Une troisième partie de notre étude est consacrée à la présentation des résultats de l'étude cartographique des types de peuplements de chêne vert. D'autres couches d'informations ont été obtenues à partir de l'analyse des données sur les logiciels S.I.G et télédétection, qui a conduit à la réalisation d'une carte des risques d'incendie au sein de ces peuplements forestiers à base de chêne vert.

Partie 1 : Résultats de l'étude d'inventaire : typologie des peuplements

L'inventaire par l'utilisation de l'échantillonnage aléatoire stratifié sur terrain a été réalisé afin d'obtenir des données récoltées dans 80 placettes d'échantillonnage. Le nombre de placettes choisi a été nécessaire afin de couvrir au maximum l'ensemble des types de peuplement existants actuellement dans la yeuseraie des monts de Tlemcen. Ces placettes ont été utilisées dans le traitement des données statistique relatif à notre analyse typologique.

1. Résultats du traitement statistique des données et détermination de la typologie des structures des peuplements.

1.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Nous cherchons à établir des groupes de relevés concernant les placettes d'échantillonnage, le traitement statistique des données par l'application de l'analyse A.F.C (l'analyse factorielle des composantes), nous a permis d'obtenir les coordonnées des relevés sur le premier axe factoriel et ce, à partir de la classification hiérarchique des nuages des points (les individus) et qui s'avère en matière d'information, très intéressante par rapport au deuxième axe factoriel (Fig. 44) .

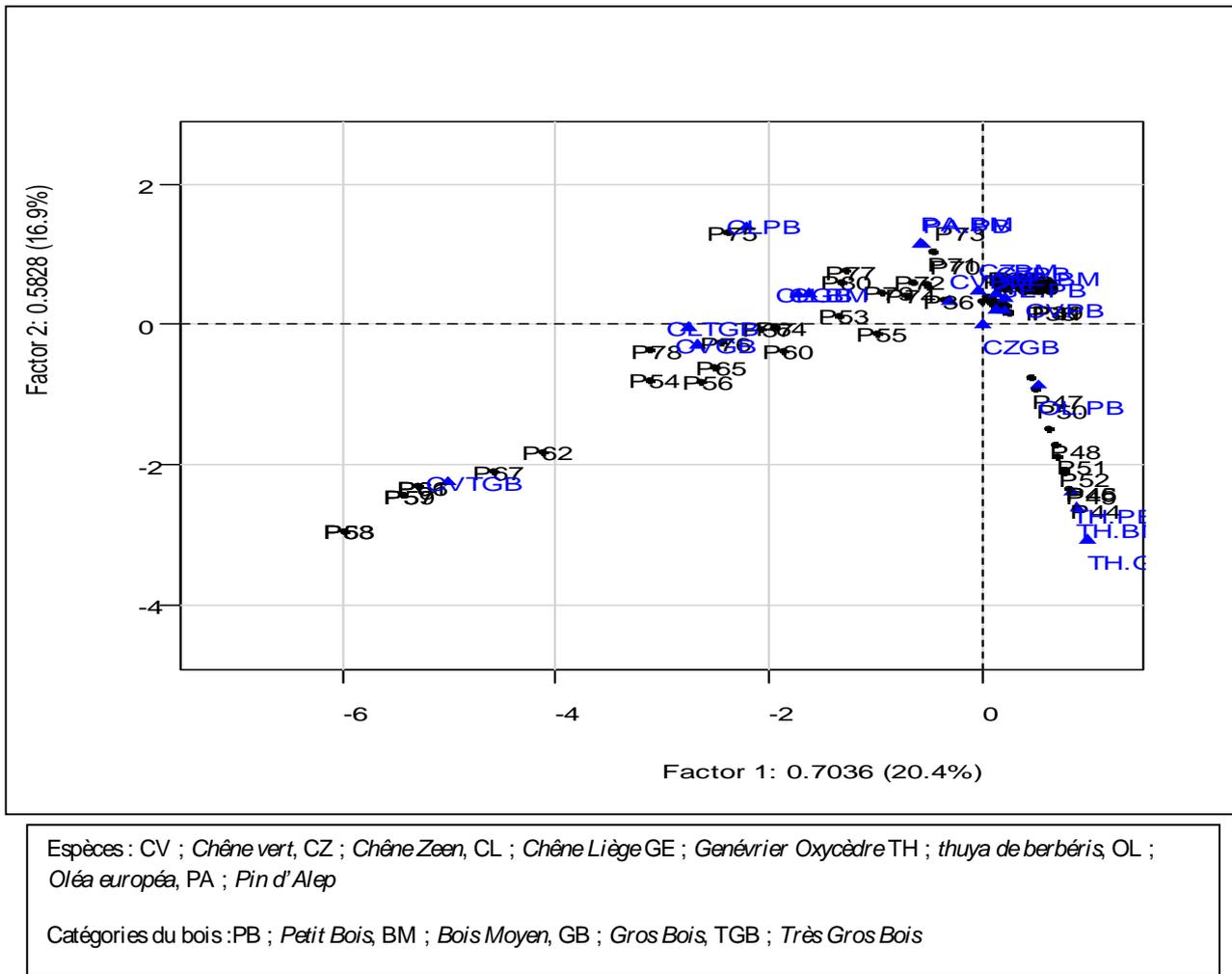


Fig. 44 : Plan factoriel de l'analyse factorielle des composantes (A.F.C) des 80 placettes d'échantillonnage.

Le plan factoriel de l'analyse A.F.C (Axe 1), montre que l'axe horizontal dégage 20.4% de l'inertie totale est structuré de manière générale suivant des proximités : Dans le coté des valeurs positives on trouve les catégories de petit-bois. Vers le coté négatif, on trouve la présence des catégories de gros bois. L'axe vertical dégage 16.9% d'inertie, dont on observe la répartition des espèces au sein du plan factoriel. D'un point de vue statistique, il faut préciser que l'axe 1 contient le plus d'information par rapport à l'axe 2 du fait qu'elle dégage la valeur la plus élevée, en ce qui concerne le taux d'inertie.

La distribution des placettes et de structures dans le plan horizontal et vertical (Axe1-Axe2) de l'AFC nous à donner les groupes (les types et sous-types) répartis suivant ces placettes qu'on a effectués dans la partie terrain avec un échantillonnage aléatoire stratifié.

1.2. Détermination des types de peuplements à partir de la méthode de classification ascendante hiérarchique (C.A.H)

L'analyse des données par l'A.F.C premier traitement statistique nous a permis d'obtenir des résultats concernant la répartition des nuages de points (placettes) au sein du plan factoriel (Axe1 et Axe 2). Afin de perfectionner au maximum nos résultats, nous avons utilisé la deuxième analyse des données qui est appelée : la classification ascendante hiérarchique du moment d'ordre deux (C.A.H) et qui est une méthode plus détaillée que celle de la première analyse, ce qui nous amène à reclasser dans un deuxième temps, certaines lectures afin d'améliorer notre étude typologique.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'approche hiérarchique du moment d'ordre deux (C.A.H) tend à maximiser la variance entre les groupes et à minimiser la variance au sein du groupe (**ROUX, 1985**). La hiérarchisation des groupes est basée sur le résultat de l'analyse précédente (l'A.F.C), sur le nombre de tiges dans la catégorie de diamètre. L'avantage de cette méthode de classification est donc de mettre en évidence les groupes de relevés (placettes) et ses sous-groupes (Fig. 45).

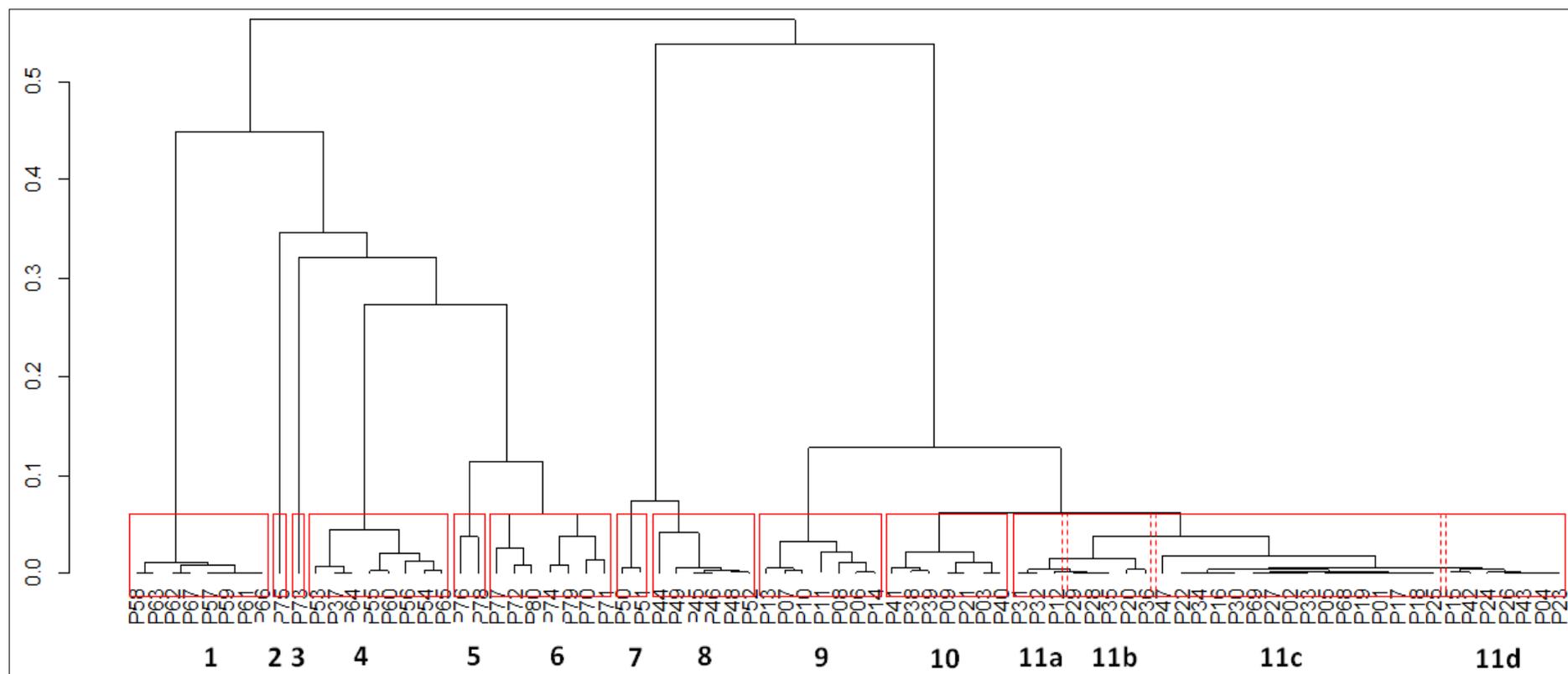


Fig. 45 : Résultat de la classification ascendante hiérarchique (C.A.H) des types de peuplements de chêne vert dans les monts de Tlemcen.

Chapitre VI : Résultats et interprétations

À partir de cette étude typologique, on peut distinguer 14 types et sous-types, dont le 11^{ème} types, se différencié à un taux d'inertie de 93% comme montré dans la figure 45. Sachant que ce dernier type se subdivise en quatre sous-types, la différenciation entre ces derniers sous types, qui se caractérise par un taux d'inertie inférieur à 93%, est effectuée notamment par les différentes valeurs de surfaces terrières, la densité ou le recouvrement du chêne vert au sein du sous-type. Ainsi, les résultats obtenus à partir de la classification des données de l'analyse A.F.C et de la C.A.H, en ce qui concerne ces 14 types et sous types sont présentés comme suivant :

Type 01 : Vielle Futaie de chêne vert pure à très Gros Bois dominant,

Type 02 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne-liège à Petit Bois dominant.

Type 03 : Taillis de chêne-vert mixte avec futaie de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant.

Type 04 : Futaie de chêne vert pure à Gros Bois dominant.

Type 05 : Futaie mixte de chêne vert et chêne-liège avec dominance de Gros Bois.

Type 06 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen, de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant.

Type 07 : Taillis mixte de chêne vert, thuya de berberie et Oléa à dominance de Petit Bois.

Type 08 : Taillis mixte de chêne vert et thuya de berberie à dominance de Petit Bois.

Type 09 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen à Petit Bois dominant.

Type 10 : Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre et Oléa europea à dominance de Petit Bois.

Type 11a (sous-type 11a) : Taillis de chêne vert mixte avec le genévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière.

Type 11b (sous-type 11b) : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière.

Type 11c (sous-type 11c) : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une surface terrière importante.

Type 11d (sous-type 11d) : Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec une surface terrière importante.

1.2.1. Analyse graphique et description des types de peuplements

L'analyse graphique de la distribution des classes de diamètre au sein de la zone d'étude a permis de décrire les types de peuplements de chaque placette et de caractériser, ainsi leur structure.

Chaque type est déterminé par le choix d'une placette moyenne au sein du groupe structural de peuplement, la placette moyenne qui a un taux d'énergie élevé dégagé de la première colonne de l'AFC.

Chaque type est décrit succinctement en se basant sur :

- ↻ La catégorie du bois dominante dans la placette (PB, BM, GB ou TGB) ;
- ↻ La composition en essence forestière ou la pureté s'il le peuplement est composé de chêne vert seulement ;
- ↻ L'état de sylviculture ou le traitement sylvicole : Taillis, Futaie ou Taillis sous Futaie ;
- ↻ La richesse du peuplement et productivité exprimés en surface derrière.
- ↻ La densité généralement donne une idée sur l'état du peuplement : ouvert, dense et très dense.

Type 01 :

Vieille Futaie de chêne vert pure à très Gros Bois dominant

Tab. 33 : Caractéristiques dendrométriques du type 01

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	0	0	0	50
Totale		0	0	0	50
densité tige/ha		50			
surface terrière m ² /Ha		31			
diamètre moyen m		0.89			
Hauteur moyenne m		8,45			

Représentation graphique

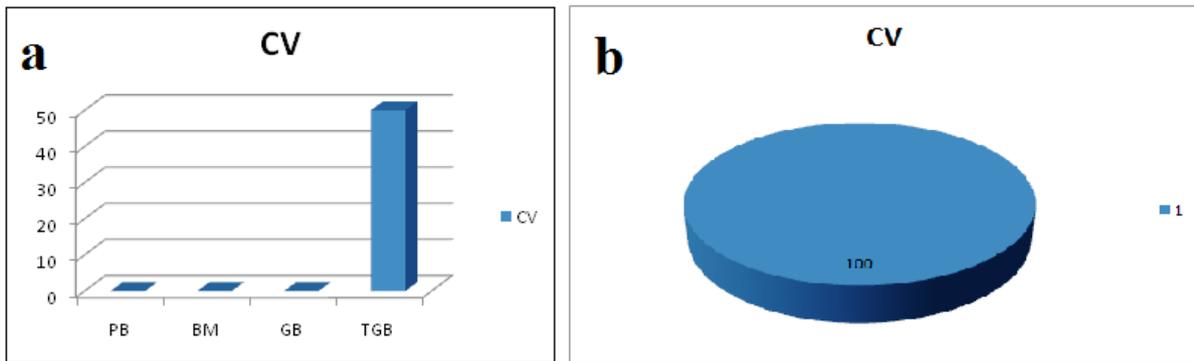


Fig. 46 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 01) (structure régulière).

Description du peuplement :

Généralement c'est une vieille futaie pure de chêne vert de très gros bois présent des arbres âgés de plus de 200 ans (Fig. 46) , avec une densité insignifiante de petit bois de chêne vert (inférieurs à 5%), ces peuplements aussi se présentent en faible densité de 50 tiges/Ha et une surface terrière considérable 31 m²/Ha comme indique le tableau 33. Dans ce peuplement la régénération est faible, le diamètre moyen est calculé de 89 cm où on peut trouver des sujets atteignent 145 cm de diamètre comme valeur max avec une hauteur dominante de 8.45 m. Vue l'état de vieillissement de ce type de peuplement des opérations de régénération et d'amélioration seront nécessaires.

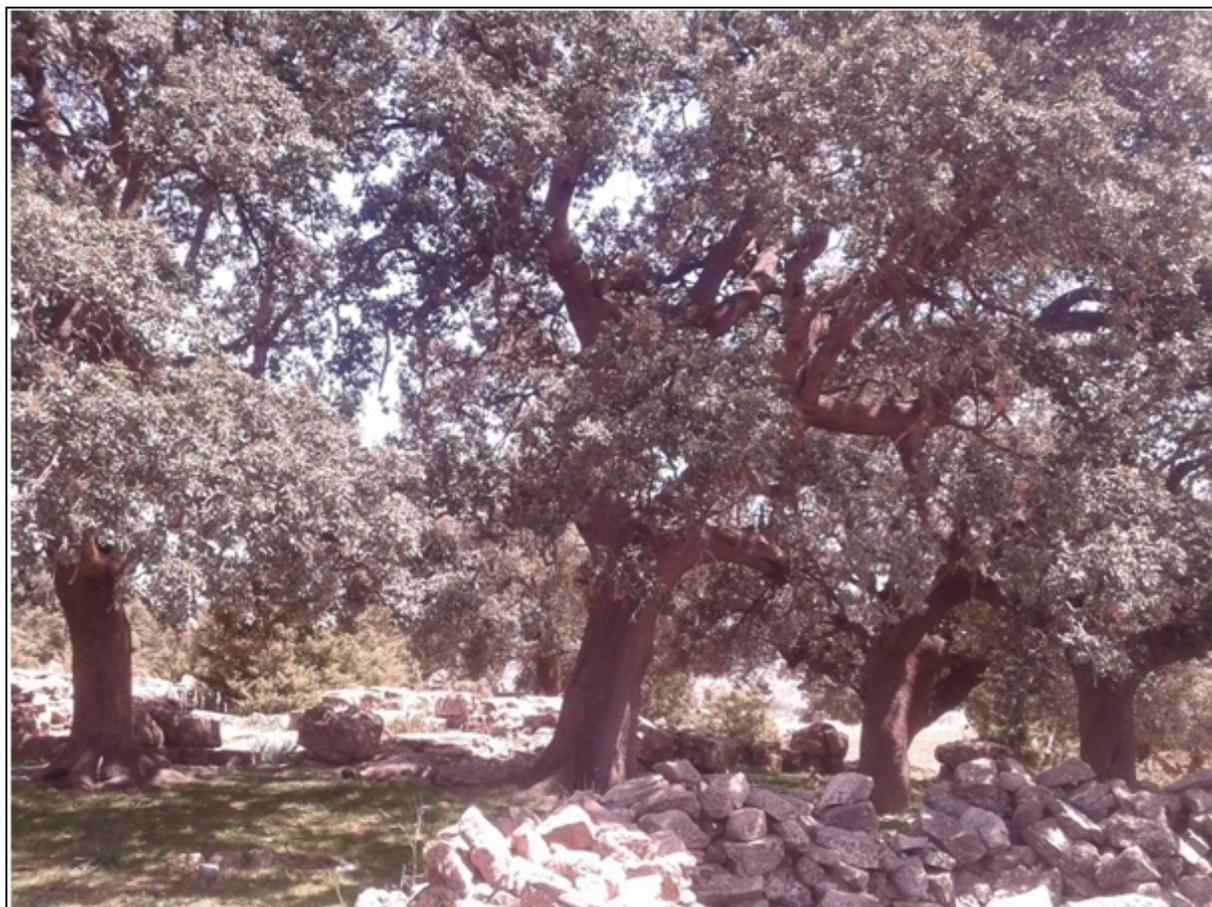


Fig. 47. Type 01 : Vieille Futaie de chêne vert pure à très Gros Bois dominant se trouve dans la région de Sehbe.

Type 02 :

Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne-liège à Petit Bois dominant.

Tab. 34 : Caractéristiques dendrométriques du type 02

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	230	40	40	0
	CL	0	10	10	0
Totale		230	50	50	0
densité tige/ha		330			
surface terrière m ² /Ha		17,18			
diamètre moyen m		0,22			
Hauteur moyenne m		5,2			

Description du peuplement

C'est un taillis de chêne vert mixte avec des arbres-futaies de chêne-liège à petit bois et gros bois dominant. La structure de ce type est irrégulière dont la présence des arbres de chêne-liège est remarquable dans ce peuplement comme montre la figure 48 avec une densité plus ou moins importante 330 tiges/Ha. La régénération touche les deux essences, dont les rejets et ou semis, se protègent sous un couvert arbustif et herbacé assez important (Fig. 49). La richesse de ce peuplement est aussi importante avec une surface terrière de 17.18 m²/Ha et un diamètre moyen de 22 cm. La hauteur dominante est de 5,2 m qui est représentatives pour l'ensemble des arbres de la placette.

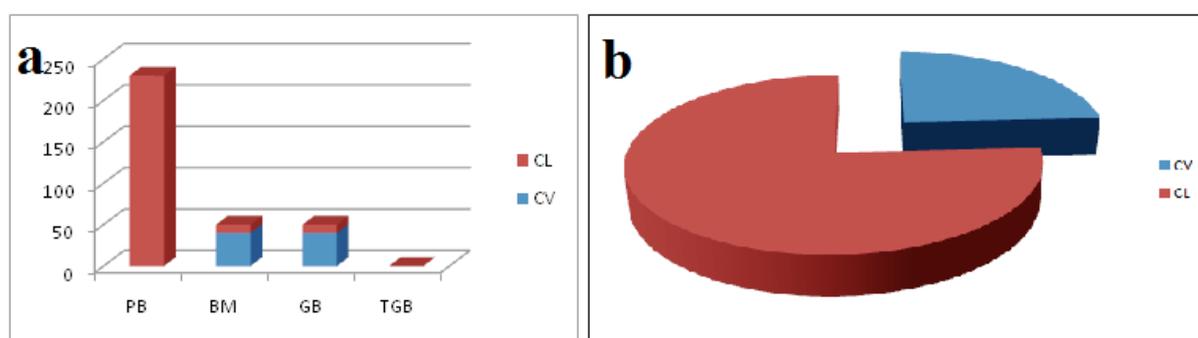


Fig. 48 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 02) (structure irrégulière).



Fig. 49. Type 02 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne-liège à Petit Bois dominant se trouve dans la région de Zarifet.

Type 03 :

Taillis de chêne vert mixte sous futaie de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant

Caractères du peuplement :

Tab. 35 : caractéristiques de type 03

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	110	10	0	0
	CL	20	0	0	0
	PA	60	100	0	0
Totale		190	110	0	0
densité tige/ha		300			
surface terrière m ² /Ha		13,44			
diamètre moyen m		0,21			
Hauteur moyenne m		8,25			

Description :

Peuplement mixte dont on trouve trois espèces en mélange : le chêne vert (sous forme d'un taillis), le chêne-liège et le Pin d'Alep (sous forme d'une futaie). Les arbres de chêne vert et le chêne-liège se présente naturellement en bouquets ou dispersés et en mélange avec le pin d'Alep qui est une essence issue de reboisement avec une régénération artificielle (Fig. 51). La densité de ce type de peuplement est moyenne : 300 tiges/Ha avec une richesse assez importante. La surface terrière de ce peuplement est de 13.44 m²/Ha. pour les catégories de bois en remarque la dominance de petit bois on ce qui concerne la totalité des arbres de peuplement et une dominance de bois moyen pour le Pin d'Alep. Dans ce peuplement on trouve des arbres ayant un diamètre moyen de 21 cm et une hauteur moyenne de 8.25 m.

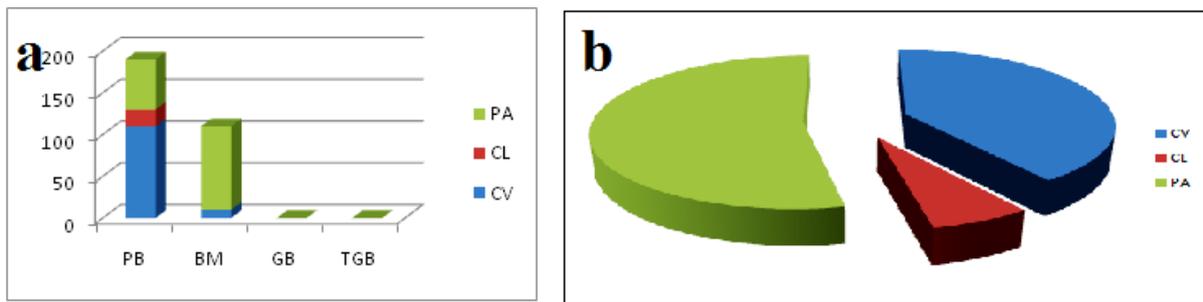


Fig. 50 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 03) (structure régulière).



Fig. 51. Type 03 : Taillis de chêne-vert mixte avec futaie de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant se trouve dans la région de Zarifet.

Type 04 :

Futaie pure de chêne vert à Gros Bois dominant (structure régulière),

Caractères du peuplement :

Tab. 36 : caractéristiques de type 04

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	10	50	80	0
Totale		10	50	80	0
densité tige/ha		140			
surface terrière m ² /Ha		20,96			
diamètre moyen m		0,41			
Hauteur moyenne m		5,8			

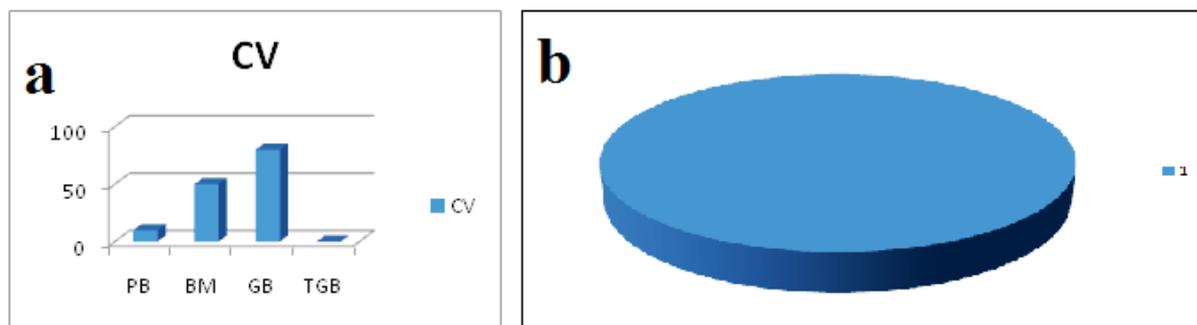


Fig. 52 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 04) (structure régulière).

Description :

Ce type de peuplement est composé des arbres de chêne vert à gros bois dominant (futaie pure) avec une densité moyenne de 140 tiges /Ha (Fig. 52). Ce peuplement de chêne vert se caractérise par les présences des individus ayant un âge d'environ 100 ans, notant que le chêne vert présente une croissance lente, ce type se caractérise par un diamètre moyen de 41 cm avec une surface terrière de 21 m²/Ha et une hauteur moyenne de 5.8 m appartenant aux arbres de gros bois.



Fig. 53. Type 04 : Futaie de chêne vert pure à Gros Bois dominant se trouve dans la région de Sehbe.

Type 05 :

Futaie mixte de chêne vert et chêne-liège avec dominance de Gros Bois.

Tab. 37 : caractéristiques de type 05

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	0	0	20	30
	CL	0	50	30	10
Totale		0	50	50	40
densité tige/ha		140			
surface terrière m ² /Ha		33,07			
diamètre moyen m		0,51			
Hauteur moyenne m		8,1			

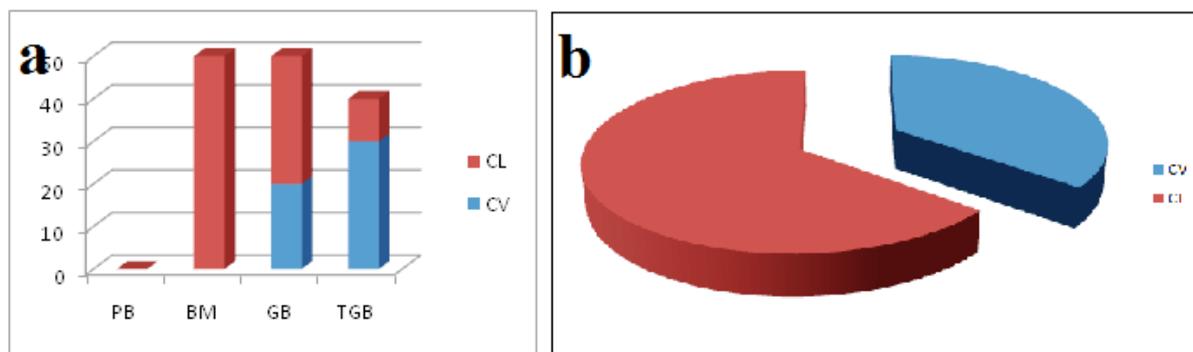


Fig. 54 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 05) (structure régulière).



Fig. 55. Type 05 : Futaie mixte de chêne vert et chêne-liège avec dominance de Gros Bois se trouve dans la région de Zarifet.

Description :

Ce type de peuplement constitue une futaie mixte de chêne vert et de chêne-liège avec dominance de gros bois (Fig. 58). Ce type de peuplement se caractérise par l'absence de petit-bois et la présence de bois moyen où il est inférieur à 40 %. Le diamètre moyen des arbres est

Chapitre VI : Résultats et interprétations

supérieur à 50 cm avec une surface terrière considérable de l'ordre de 33 m²/Ha. La densité des arbres est estimée à 140 tiges/Ha avec une dominance remarquable de chêne-liège. La hauteur moyenne des arbres dans la placette est de 8 m caractérisant les arbres de chêne-liège.

Type 06 :

Taillis de chêne vert mixte avec des futaies de chêne zéen, Pin d'Alep et chêne-liège à Petit Bois dominant.

Tab. 38 : caractéristiques de type 06

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	100	30	0	0
	CZ	0	10	0	0
	CL	0	30	20	0
	PA	20	10	0	0
Totale		120	80	20	0
densité tige/ha		220			
surface terrière m²/Ha		10,4			
diamètre moyen m		0,24			
Hauteur moyenne m		5			

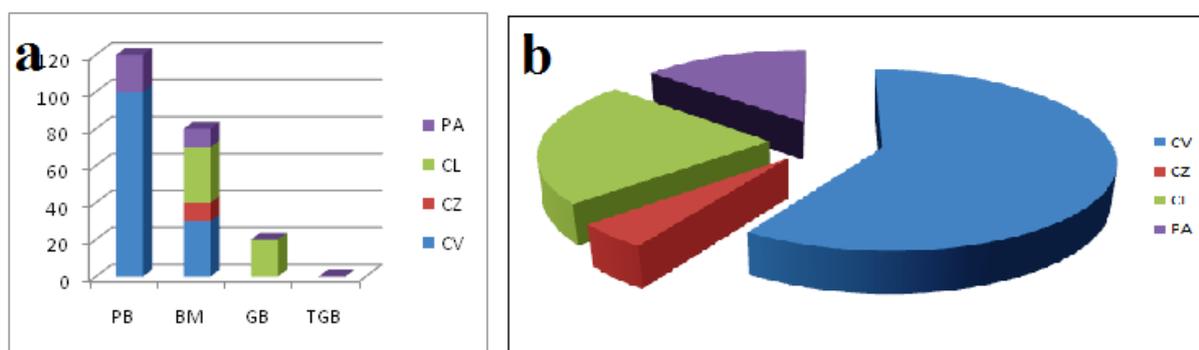


Fig. 56 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 06) (structure irrégulière).

Description :

Ce type peuplement est un taillis de chêne vert en mélange avec des arbres-futaies de : chêne-liège, chêne zéen et Pin d'Alep avec dominance de petit bois et bois moyen (Fig. 56). Au niveau de ce peuplement, les trois premières essences se présentent et se régénèrent naturellement par contre on se qui concerne le pin d'Alep, il est issu d'un reboisement avec régénération artificielle, cependant on peut trouver quelques semis issus de régénération naturelle, mais très faible. La densité de ce peuplement est moyenne : 220 tiges/Ha avec

Chapitre VI : Résultats et interprétations

dominance du chêne vert. Les autres essences notamment les deux chênes ont une densité assez faible à l'exception du Pin d'Alep qui présente avec une densité plus ou moins importante surtout en petit bois et bois moyen.



Fig. 57. Type 06 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen, de Pin d'Alep et de chêne-liège à Petit Bois dominant se trouve dans la région de Zarifet.

Type 07 :

Taillis mixte de chêne vert, de Thuya et de l'Olea à dominance de Petit Bois.

Tab. 39 : caractéristiques de type 07

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	180	0	0	0
	OL	40	0	0	0
	TH	230	30	0	0
Totale		450	30	0	0
densité tige/ha		480			
surface terrière m²/Ha		8,44			
diamètre moyen m		0,14			
Hauteur moyenne m		3,5			

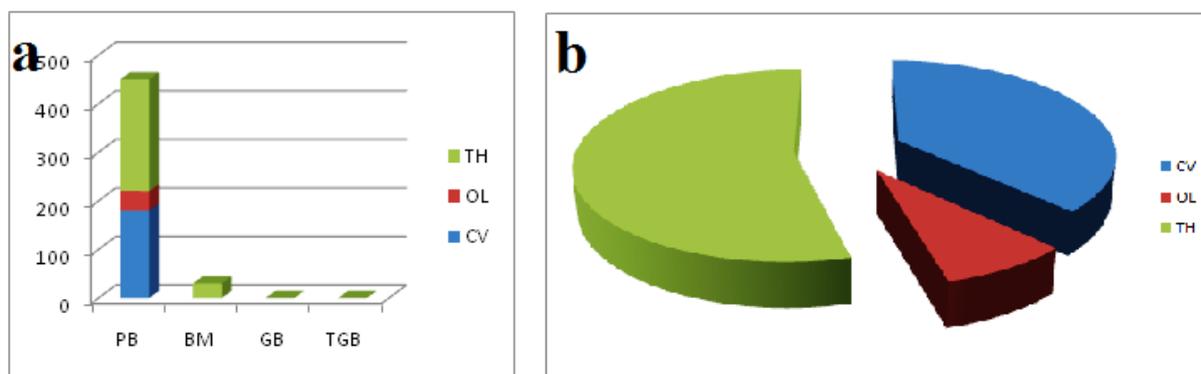


Fig. 58 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 07) (structure régulière).

Description :

Ce type de peuplement est un taillis mixte de chêne vert et de thuya de berberie en présence d'oléa europea avec une dominance de Petit Bois. C'est un peuplement caractérisé par une densité assez importante avec 480 tiges/Ha et une faible surface terrière 8.44 m²/Ha. Le diamètre moyen de ce type de peuplement est de 14 cm, caractérisant les arbres de thuya de berberie avec une hauteur moyenne de 3.5 m.



Fig. 59. Type 07 : Taillis mixte de chêne vert, thuya de berberie et Oléa à dominance de Petit Bois se trouve dans la région d’Ain Ghoraba.

Type 08 :

Taillis mixte de chêne vert et thuya de berberie à dominance de Petit Bois.

Tab. 40 : caractéristiques de type 08

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	140	0	0	0
	TH	210	80	0	0
Totale		350	80	0	0
densité tige/ha		430			
surface terrière m ² /Ha		9,8			
diamètre moyen m		0,16			
Hauteur moyenne m		3,75			

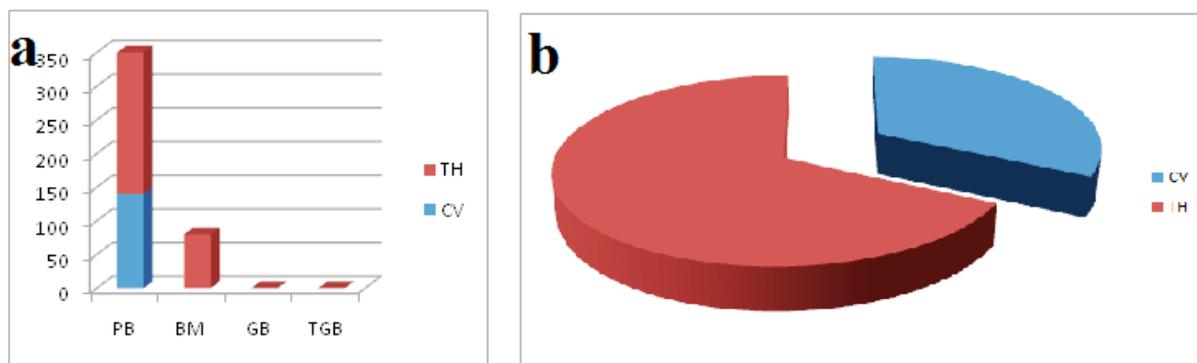


Fig. 60 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 08) (structure régulière).

Description :

Dans ce type de peuplement, le taillis de thuya et de chêne vert se caractérise par une densité moyenne de 430 tiges /Ha. Ce peuplement est jeune avec une surface terrière assez faible de 9.8 m²/Ha. La hauteur moyenne des arbres est faible : 3.75 m et le diamètre moyen pour les deux essences : chêne vert et Thuya est de 16 cm. On note aussi la présence des sujets qui sont moins importants d'un point de vue grosseur avec un diamètre inférieur à 7.5 cm, qui sont non pris en considération dans notre inventaire (Fig. 60).



Fig. 61. Type 08 : Taillis mixte de chêne vert et thuya de berberie à dominance de Petit Bois se trouve dans la région d'Ain Ghoraba.

Type 09 :

Taillis mixte de chêne vert avec futaie de chêne zéen à Petit Bois dominant.

Tab. 41 : caractéristiques de type 09

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	340	100	0	0
	CZ	60	30	0	0
Totale		400	130	0	0
densité tige/ha		530			
surface terrière m ² /Ha		12,66			
diamètre moyen m		0,16			
Hauteur moyenne m		4,35			

Description :

Le chêne vert dans ce type de peuplement est présent sous forme d'un taillis en mélange avec des arbres futaie de chêne zéen dont le petit bois est le plus dominant (Fig. 62). La densité des arbres dans ce type de peuplement est de 530 tiges/Ha avec une surface terrière moyenne de 12.66 m²/Ha. La régénération du chêne vert dans ce type est fréquente sous forme des rejets de souche observés sous les arbres de chêne zéen.

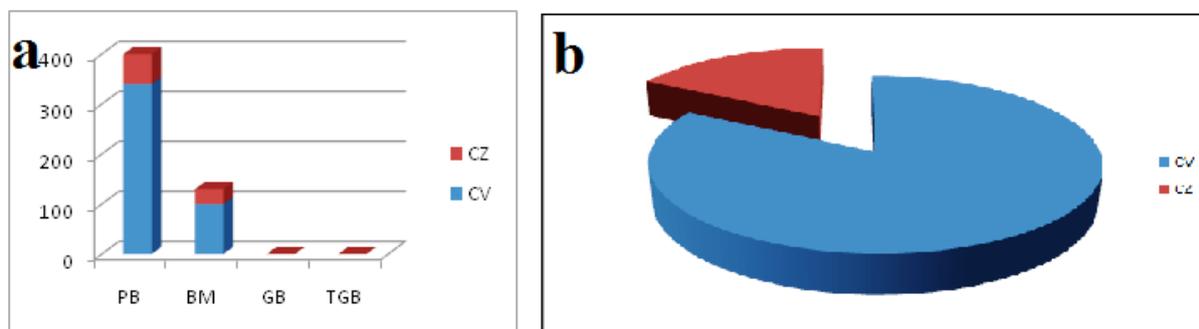


Fig. 62 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 09) (structure régulière).



Fig. 63. Type 09 : Taillis de chêne vert mixte avec futaie de chêne zéen à Petit Bois dominant se trouve dans la région de Terny.

Type 10 :

Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre et Oléa europea à dominance de Petit Bois.

Tab. 42 : caractéristiques de type 10

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	320	0	0	0
	GE	30	0	0	0
	OL	20	0	0	0
Totale		370	0	0	0
densité tige/ha		370			
surface terrière m ² /Ha		5,61			
diamètre moyen m		0,14			
Hauteur moyenne m		3,1			

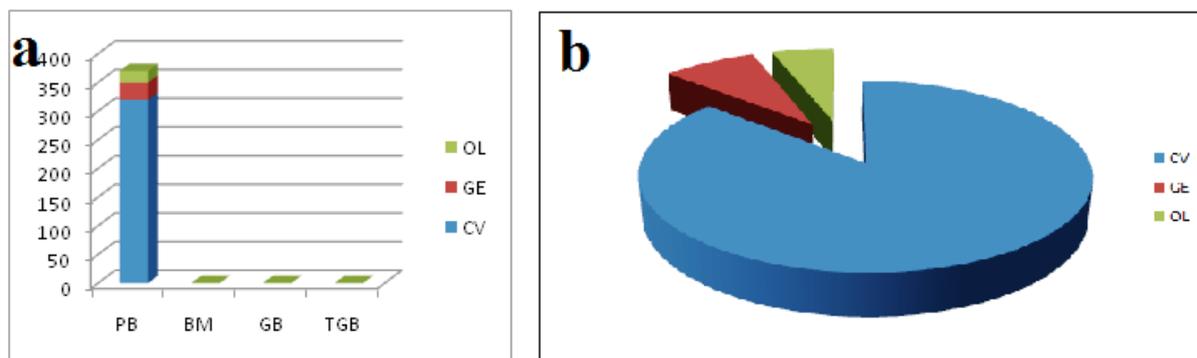


Fig. 64 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 10) (structure régulière).

Description :

C'est un peuplement mixte marqué par la présence du chêne vert, du Genévrier oxycèdre et de l'Oléa europea avec dominance de petit bois (Fig. 64). Dans ce type de peuplement, la densité des arbres est faible avec une moyenne de 370 tiges/Ha. On observe aussi que la surface terrière est aussi très faible avec 5.6 m²/Ha. Néanmoins, nous avons observé une densité assez importante des sujets, dont le diamètre inférieur à 7.5 cm. La hauteur moyenne est aussi faible dans ce type de peuplement avec 3 m de même pour le diamètre moyen qui est de l'ordre de 14 cm.



Fig. 65. Type 10 : Taillis de chêne vert mixte avec génévrier oxycèdre et Oléa europea à dominance de Petit Bois se trouve dans la région d’Ain Ghoraba.

Type 11a :

Taillis mixte de chêne vert et de Génévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec surface terrière assez importante (11,43 m²/ha).

Tab. 43 : caractéristiques de type 11a

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	350	110	0	0
	GE	0	10	0	0
Totale		350	120	0	0
densité tige/ha		470			
surface terrière m ² /Ha		11,43			
diamètre moyen m		0,16			
Hauteur moyenne m		3,95			

Description :

Ce peuplement est formé par un taillis mixte de chêne vert et Genévrier oxycède à petit-bois dominant avec surface terrière assez importante (11,43 m²/ha) et une densité moyenne de 470 tiges/Ha. Ce type de taillis est connu par une densité très élevée des sujets ayant un diamètre moins de 7.5 cm comme illustré dans la figure 67. On note que la hauteur moyenne est de l'ordre de 4 m et qui est représentative surtout pour les arbres de chêne vert.

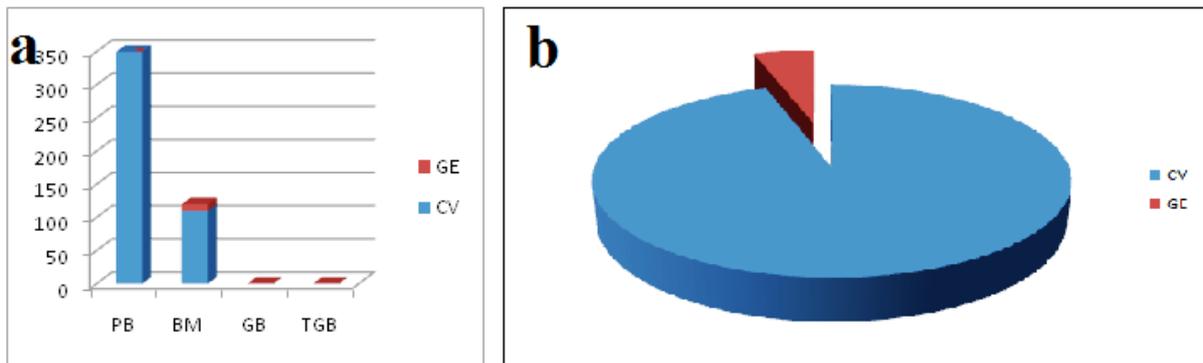


Fig. 66 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11a) (structure régulière).



Fig. 67. Type 11a : Taillis de chêne vert mixte avec le genévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière se trouve dans la région de Terny.

Type 11b :

Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant et surface terrière assez importante (G=14.34 m²/ha).

Tab. 44 : caractéristiques de type 11b

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	550	100	0	0
Totale		550	100	0	0
densité tige/ha		650			
surface terrière m ² /Ha		14,34			
diamètre moyen m		0,16			
Hauteur moyenne m		4,7			

Description :

Le taillis de chêne vert dans ce cas présente sous forme d'un peuplement pur avec dominance de petit-bois. Ce type présente une densité assez importante (650 tiges/Ha) et une

richesse dont la surface terrière est de 14.34 m²/Ha. C'est un peuplement jeune avec un diamètre moyen de 16 cm et une hauteur moyenne de 4.7 m (Fig. 69).

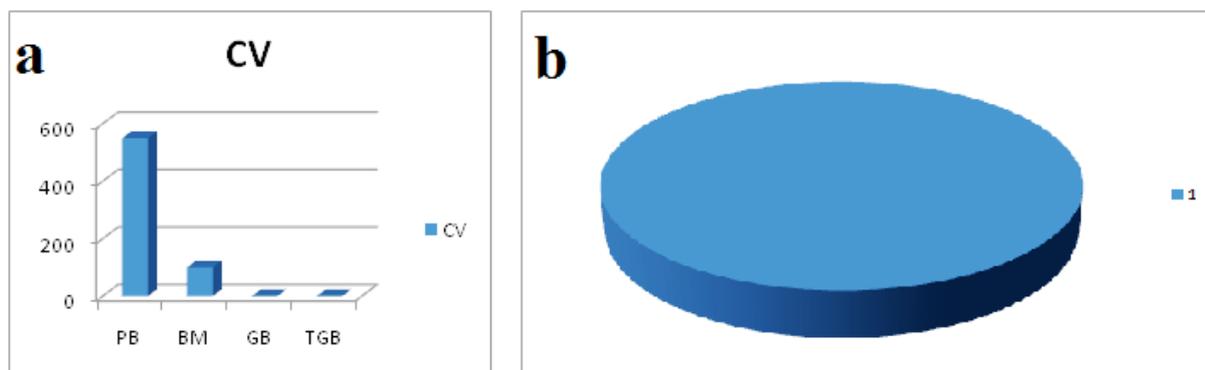


Fig. 68 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11b) (structure régulière).



Fig. 69. Type 11b : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une faible surface terrière se trouve dans la région de Terny.

Type 11c :

**Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant et surface terrière plus importante
(G=15.08 m²/ha).**

Tab. 45 : caractéristiques de type 11c

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	680	70	0	0
Totale		680	70	0	0
densité tige/ha		750			
surface terrière m ² /Ha		15,08			
diamètre moyen m		0,15			
Hauteur moyenne m		4			

Description :

C'est un taillis pur de chêne vert dont les sujets sont marqués par la dominance du Petit Bois. Ce type de peuplement montre une densité élevée de l'ordre de 750 tiges/Ha, ainsi, on note la présence de nombreux sujets inférieurs au diamètre de 7.5 cm. C'est un jeune peuplement ayant une richesse est importante dont on trouve une surface terrière importante de 15,08 m²/Ha (Fig. 70). Le diamètre moyen des sujets de chêne vert est de 15 cm, ainsi, la hauteur moyenne est de 4 m.

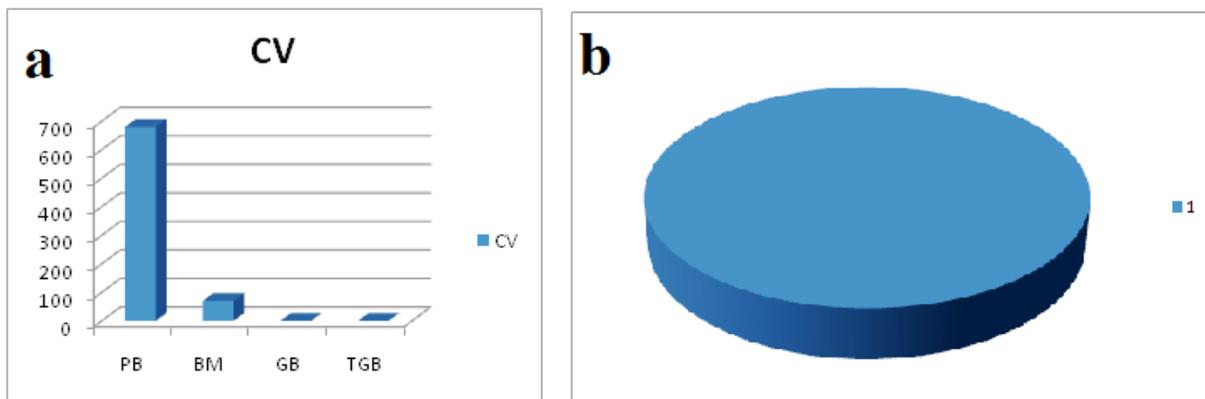


Fig. 70 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11c) (structure régulière).



Fig. 71. Type 11c : Taillis pur de chêne vert à Petit Bois dominant avec une surface terrière importante se trouve dans la région de Terny.

Type 11d :

Taillis mixte de chêne vert et de Genévrier oxycèdre à Petit Bois dominant avec surface terrière importante (12,33 m²/ha) .

Tab. 46 : caractéristiques de type 11d

SP		PB	BM	GB	TGB
N Tiges /Ha	CV	560	70	0	0
	GE	30	0	0	0
Totale		590	70	0	0
densité tige/ha		660			
surface terrière m ² /Ha		12,33			
diamètre moyen m		0,15			
Hauteur moyenne m		5,12			

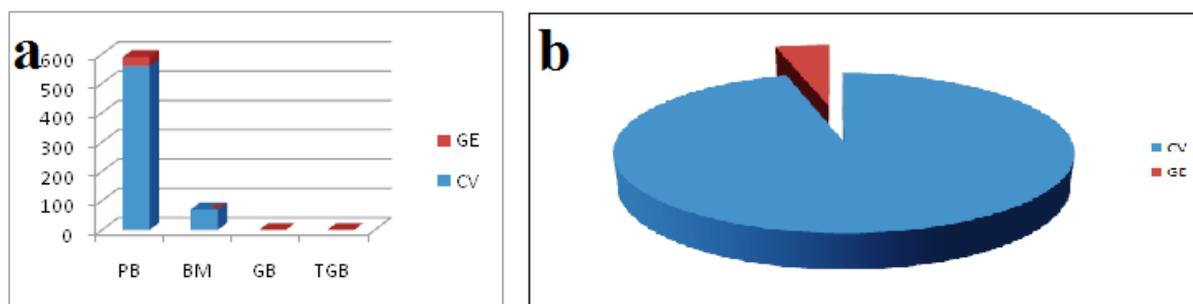


Fig. 72 : Graphes de la répartition du nombre de tiges en fonction des catégories du bois (structure du peuplement) (a) et de la composition des tiges de peuplements (b) (type 11d) (structure régulière).

Description :

Ce peuplement est un taillis mixte de chêne vert et de Genévrier oxycèdre (Fig. 73) Avec une dominance de Petit Bois. La densité des sujets dans ce peuplement est assez élevée (660 tiges/Ha) avec une surface terrière moyenne de 12.33 m²/Ha. C'est un peuplement jeune avec un diamètre moyen des arbres de 15 cm, la hauteur moyenne estimée de 5.12 m. On note aussi la présence de nombreux sujets ayant un diamètre inférieur à 7.5 m avec des rejets des souches.



Fig. 73. Type 11d : Taillis de chêne vert mixte avec genévrier oxycèdre et Oléa europea à dominance de Petit Bois se trouve dans la région de Terny.

1.3. Élaboration de la clé de détermination de la yeuseraie (chêne vert) des Monts de Tlemcen

La typologie des peuplements regroupe les peuplements forestiers en types selon des caractéristiques déterminantes : le capital sur pied (quantifié par la surface terrière ou la densité des arbres), la structure (proportions de petits bois, bois moyens et gros bois), et la composition en essences. Les deux premières caractéristiques déterminent une typologie dendrométrique. Ainsi, on note que cette typologie est variée d'une région à d'autre c'est-à-dire on ne peut pas appliquer cette dernière typologie dans une autre région que celle des monts de Tlemcen. Les données relatives aux pourcentages des catégories de bois des 14 types avec des caractéristiques dendrométriques de la surface terrière et densité des arbres, sont données dans le tableau suivant (Tab. 47).

Les données utilisées employées dans la construction de la clé de détermination

Chapitre VI : Résultats et interprétations

Tab. 47 : Pourcentages des catégories de bois des 14 types avec des caractéristiques dendrométriques (surface terrière et densité des arbres).

type	Catégories du bois				% du CV	Ø moyen (m)	Surface terrière (m ² /Ha)	Densité (tiges/Ha)
	PB %	BM%	GB%	TGB%				
T1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	0.89	31.00	50
T2	69.70	15.15	15.15	0.00	75.75	0.22	17.18	330
T3	63.33	36.67	0.00	0.00	40	0.21	13.44	300
T4	7.14	35.71	57.14	0.00	100	0.41	20.96	140
T5	0.00	35.71	35.71	28.57	35.71	0.51	33.07	140
T6	54.55	36.36	9.09	0.00	59.1	0.24	10.40	220
T7	93.75	6.25	0.00	0.00	37.5	0.14	8.44	480
T8	81.40	18.60	0.00	0.00	32.55	0.16	9.80	430
T9	75.47	24.53	0.00	0.00	83.02	0.16	12.66	530
T10	100.00	0.00	0.00	0.00	86.49	0,14	5.61	370
T11a	74.47	25.53	0.00	0.00	94.87	0.16	11.43	470
T11b	84.62	15.38	0.00	0.00	100	0.16	14.34	560
T11c	90.67	9.33	0.00	0.00	100	0.15	15.08	750
T11d	89.39	10.61	0.00	0.00	95.02	0.15	12.33	660
Moyen	63.18	19.27	8.36	9.18	74.53	0.26	15.41	388

La clé de détermination structurale des peuplements est un outil indispensable pour le classement de chaque type de peuplement qu'on a rencontré sur terrain. Il est utile afin de programmer les actions sylvicoles et réaliser le plan d'aménagement de ces peuplements forestiers. En effet, l'étude typologique est une étape précurseur de l'aménagement forestier, puisque la représentation typologique structurale, ce ne qu'une image fugace de la dynamique d'une forêt.

La méthode qu'on a abordée pour l'élaboration de la clé de détermination des types est de faire présenter des données suivant des colonnes déterminant les caractéristiques des peuplements forestiers existants dans la zone d'étude, comme illustrée dans la figure 74.

☞ La première colonne est consacrée pour le caractère de la pureté du peuplement ; chêne vert pur ou mélangé.

☞ La nature des essences présente dans le même type de peuplement : résineux, feuillues ou les deux à la fois feuillue et résineux, est mentionnée dans la deuxième colonne de la clé.

☞ Le caractère de la dominance des catégories du bois et le pourcentage de chêne vert dans le peuplement sont présentés dans la troisième colonne.

☞ La structure du peuplement (régulière ou irrégulière) est notée dans la quatrième colonne, et ce, pour chaque type.

Chapitre VI : Résultats et interprétations

↗ Dans la cinquième colonne on note les espèces accompagnatrices du chêne vert et ce spécifiquement dans les peuplements mixtes.

↗ On note la richesse ou la surface terrière ($G \text{ m}^2/\text{ha}$) de chaque type de peuplement et ce, dans la sixième colonne de la clé de détermination.

↗ Enfin, on donne un code pour chaque type de peuplement afin de faciliter l'identification de ces types, voir septième colonne de la de détermination (Fig. 74).

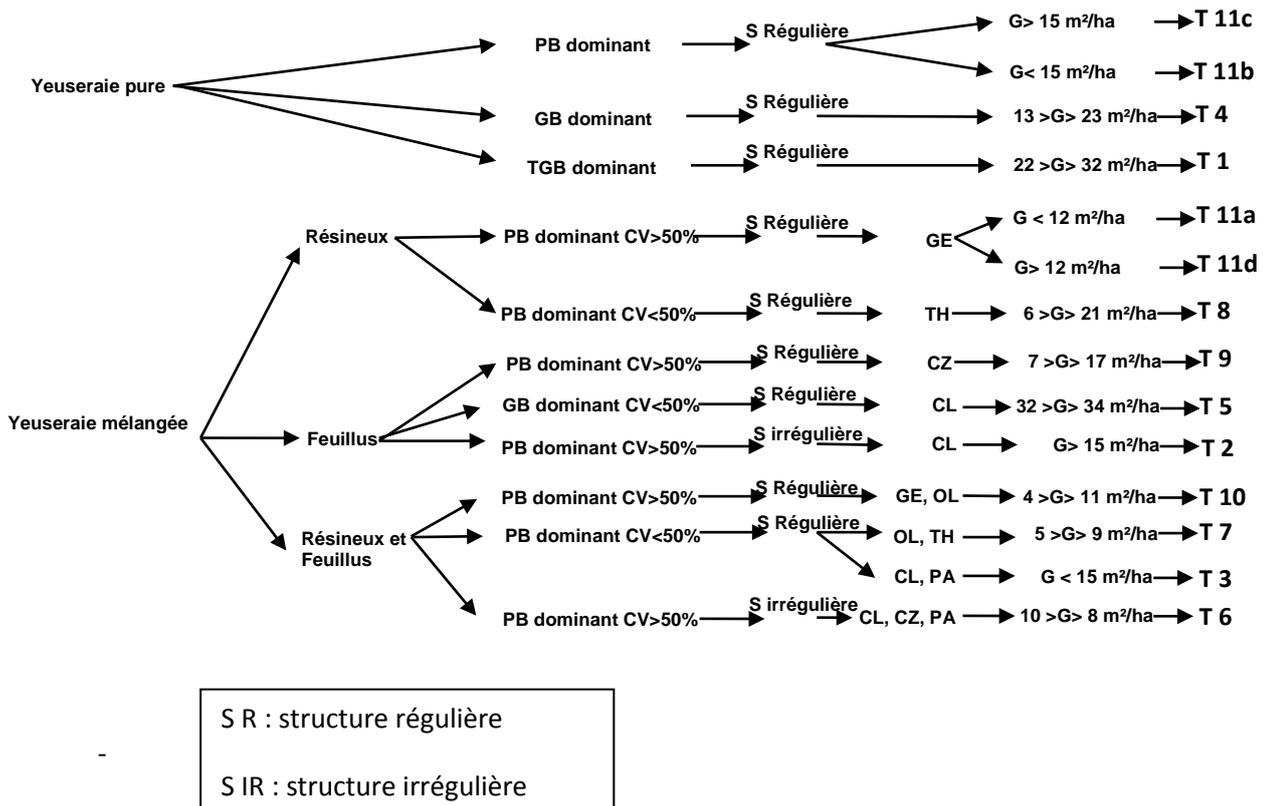


Fig. 74 : Clé de détermination des types de peuplement de chêne vert dans les Monts de Tlemcen.

2.1. Partie 2 : Évaluation de la production du chêne vert

L'objectif de cette partie est de traiter et représenter les différentes caractéristiques dendrométriques des peuplements et de la production ligneuse du chêne vert dans les monts de Tlemcen. Les résultats de notre inventaire dendrométriques sont donnés dans le tableau 48. Des diagrammes ont été dressés et des analyses statistiques ont été faites sur les différents paramètres dendrométriques du chêne vert pour mieux caractériser les peuplements d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

2.2. Résultat des paramètres dendrométriques

2.2.1. Diamètre des arbres

L'analyse de la figure 75, montre que le diamètre moyen (d 1.30) des placettes est varié entre 14 cm (placette Type T10) et 89 cm (placette T1), avec une valeur moyenne pour l'ensemble des placettes de l'ordre de 26 cm.

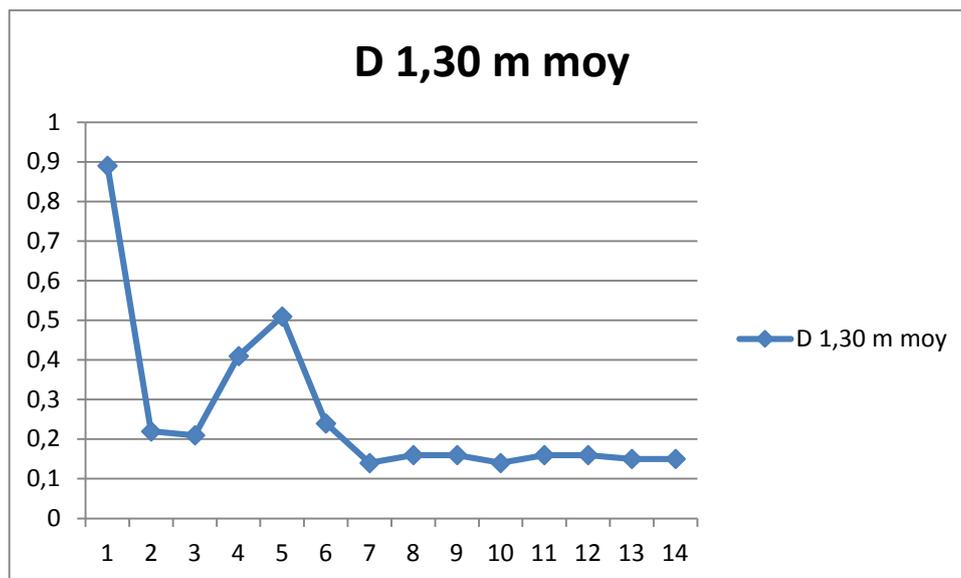


Fig. 75 : Courbe de la répartition des diamètres à 1.30 par placette.

2.2.2. Hauteur moyenne

Pour la hauteur moyenne des arbres représentant les 14 types de peuplement de yeuseraie dans les Monts de Tlemcen (Fig. 76), est comprise entre 3.1 m (placettes T10) et 8.45 m pour la placette du type T1.

Le tableau récapitulatif des différents paramètres dendrométriques (Tab. 48), donne une hauteur moyenne des arbres des 14 types des peuplements estimée de 5.12 m.

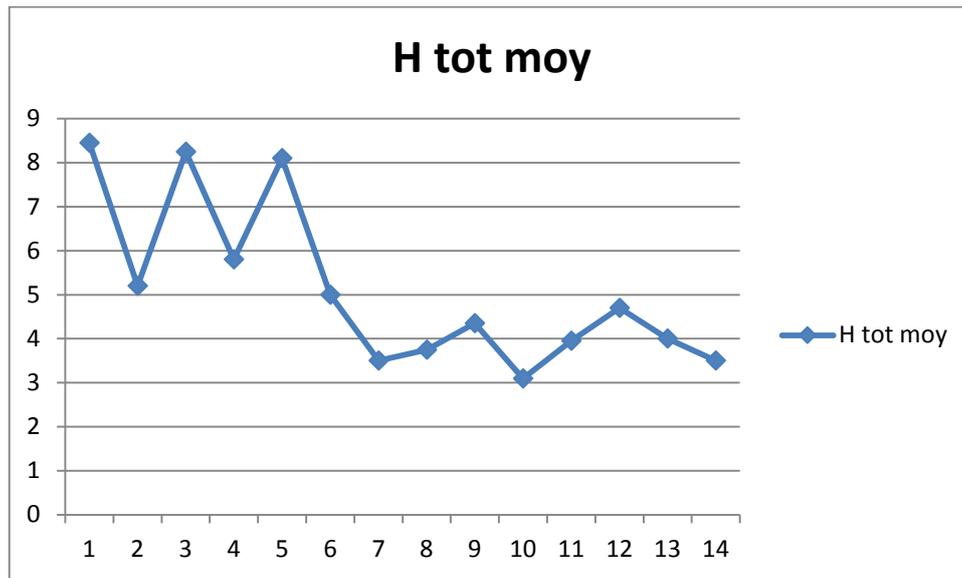


Fig. 76 : Courbe de la répartition des hauteurs moyennes par placette.

2.2.3. Surface terrière

La surface terrière pour les arbres de nos placettes, est variée entre 5.61 m²/Ha dans la placette représentant le type T10 et 33.07 m²/Ha pour le type T5, avec une moyenne générale pour les 14 types de l'ordre de 15.41 m²/Ha.

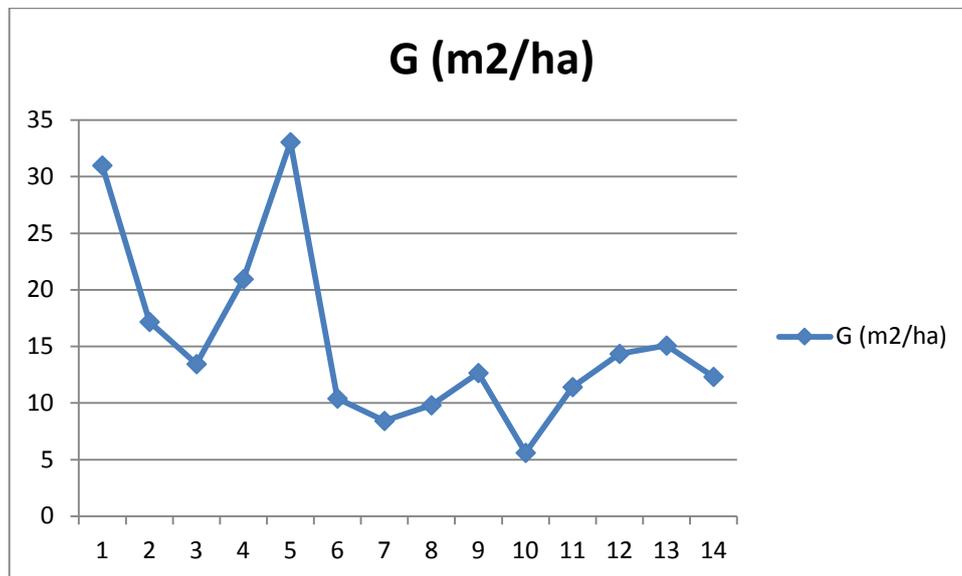


Fig. 77 : Courbe de répartition de la surface terrière par placette

2.2.4. Densité des arbres

La densité est une caractéristique dendrométrique, qui est étroitement liée à divers concepts tels que : la concurrence entre les individus et le degré du couvert d'un peuplement forestier (RONDEUX ,1992). La densité est calculée, sur la base du nombre d'arbres par unité de surface.

D'après les résultats obtenus à partir de notre inventaire (Tab. 48) et la figure au dessous, il ressort que la densité des peuplements de chêne vert de la zone des monts de Tlemcen est variée entre 50 tiges/ha (placette T1) et 750 tiges/ha (placette T11c). La valeur de la densité moyenne des peuplements de chêne vert dans cette zone est de 388 tiges/ha.

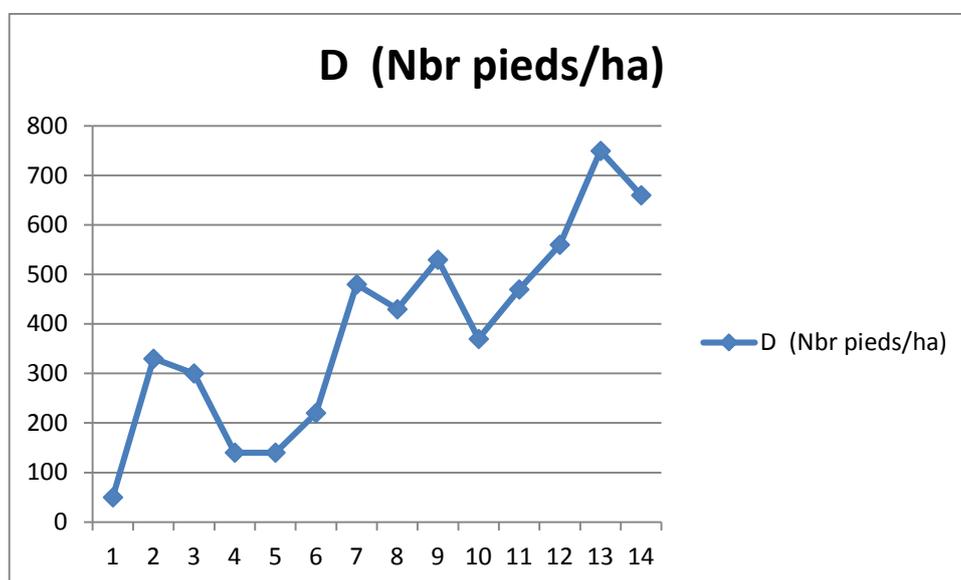


Fig. 78 : Courbe de répartition de la densité des arbres par placette

2.3. Estimation du volume moyen des arbres et du peuplement

Parmi les nombreuses formules de cubage d'arbres, nous nous sommes intéressés, au modèle du volume réel d'un arbre debout (PARDE & BOUCHON, 1988), dont la formulation est la suivante :

$$V=f \times g \times 1,30 \times h$$

V : volume de l'arbre en m³.

f : coefficient de forme de l'arbre

(f : égale à 0,52 dans le cas du chêne vert de la région des monts de Tlemcen)

H : hauteur moyenne en m.

g 1,30 : surface terrière de l'arbre à 1,30 m

Chapitre VI : Résultats et interprétations

D'après les résultats du tableau 48, ainsi que l'observation de la figure 79, on remarque que le volume moyen de peuplements des monts de Tlemcen est de 46.74 m³/ha. Ce volume présente une valeur plus élevée dans la placette T5 avec 139.29 m³/ha. La placette de type T10, présente la valeur la plus faible avec 9.04 m³/ha.

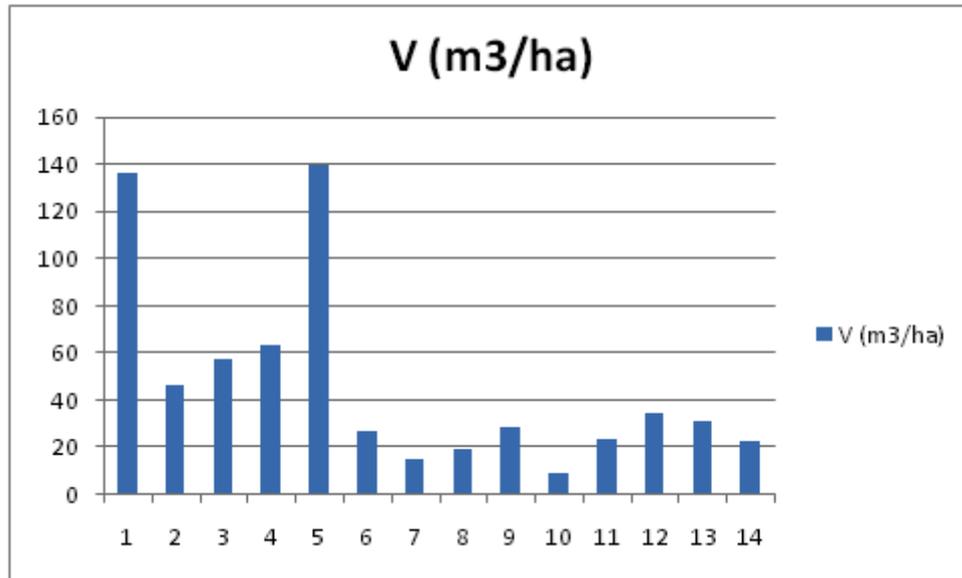


Fig. 79 : Répartition du volume moyen des arbres par placettes

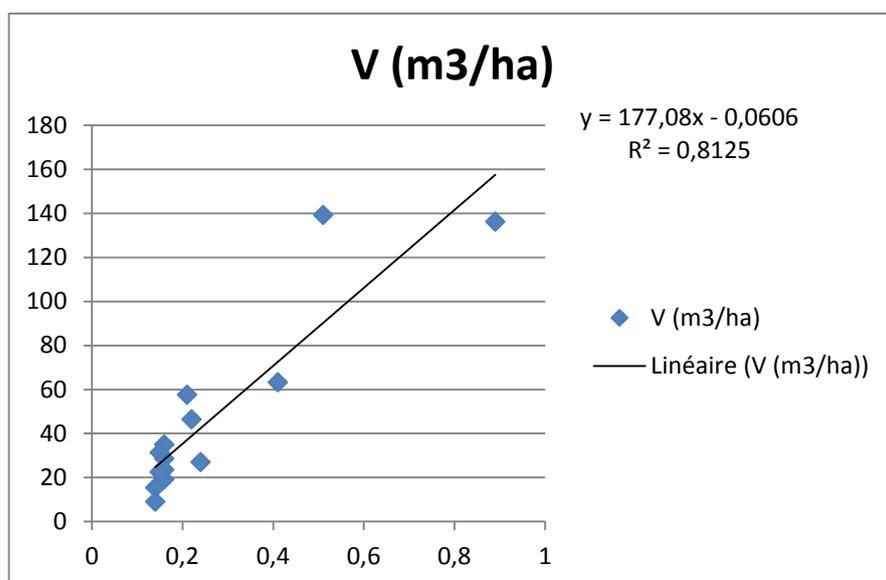
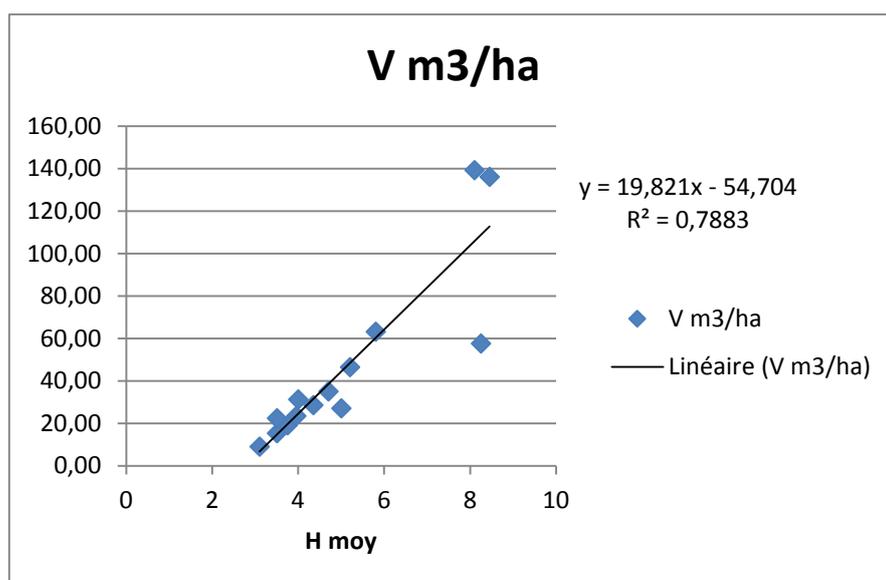
Tab. 48 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen).

	D 1,30 m moy	H tot moy	D (Nbr pieds/ha)	G m ² /ha	V m ³	V m ³ /ha
T1	0,89	8,45	50	31	13,62	136,21
T2	0,22	5,2	330	17,18	4,65	46,45
T3	0,21	8,25	300	13,44	5,77	57,66
T4	0,41	5,8	140	20,96	6,32	63,22
T5	0,51	8,1	140	33,07	13,93	139,29
T6	0,24	5	220	10,4	2,70	27,04
T7	0,14	3,5	480	8,44	1,54	15,36
T8	0,16	3,75	430	9,8	1,91	19,11
T9	0,16	4,35	530	12,66	2,86	28,64
T10	0,14	3,1	370	5,61	0,90	9,04
T11a	0,16	3,95	470	11,43	2,35	23,48
T11b	0,16	4,7	560	14,34	3,50	35,05
T11c	0,15	4	750	15,08	3,14	31,37
T11d	0,15	3,5	660	12,33	2,24	22,44
Moyenne	0,26	5,12	388	15,41	4,67	46,74

2.4. Tarif de cubage

L'étude des caractéristiques dendrométriques, concernant la hauteur moyenne et le diamètre moyen des arbres, nous a permis de déterminer la production des peuplements de chêne vert en m³/ha.

Pour la détermination du tarif de cubage de notre peuplement, nous avons utilisé un tarif mathématique pour l'estimation du volume moyen des arbres de chêne vert existants dans la région des monts de Tlemcen.



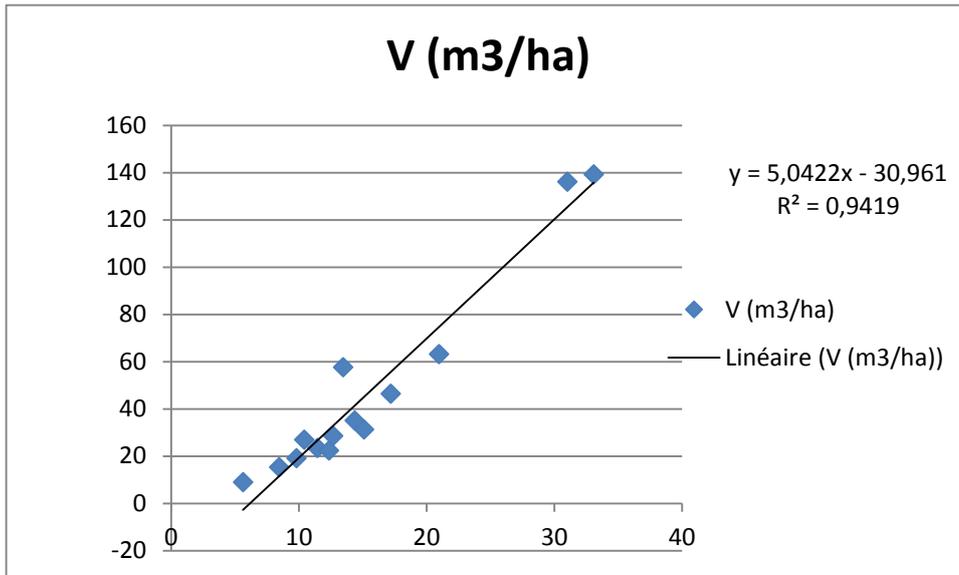


Fig. 80 :Relation mathématique entre volume moyen et les paramètres dendrométriques (diamètre : d 1.30 , Hauteur moyenne : H moy et surface terrière totale : G à1.30).

2.4.1. Interprétation des relations de tarif

Les tarifs de cubage obtenus, concernant les relations mathématiques entre le volume moyen et les caractéristiques dendrométriques des arbres, sont illustrés par la figure n ° 80. L'analyse de cette dernière montre une bonne corrélation entre le volume moyen en m³ et la surface terrière totale des placettes (en m²), avec une forte valeur du coefficient de corrélation R² qui est de l'ordre de (94,1%).

Par contre, nous avons observé une corrélation entre le volume et la hauteur moyenne des arbres de l'ordre de (R²= 78,8 %). Le diamètre à 1.30 des arbres montre une corrélation moyenne avec R²=81,2%.

3. Partie3 : Résultats de la cartographie des types de peuplements et de risque d'incendie

3.1. Carte d'occupation du sol

Le résultat d'une classification d'image satellitaire par le biais du logiciel E.N.V.I est une carte d'occupation du sol. La carte doit être bien présentée (légende, quadrillage, flèche du nord, échelle...). Le logiciel E.N.V.I donne des fonctionnalités conviviales de mise en page.

Sortie des résultats (la délimitation des zones boisées) : Le produit final donnera lieu à une carte d'occupation des sols ou carte des grandes structures.

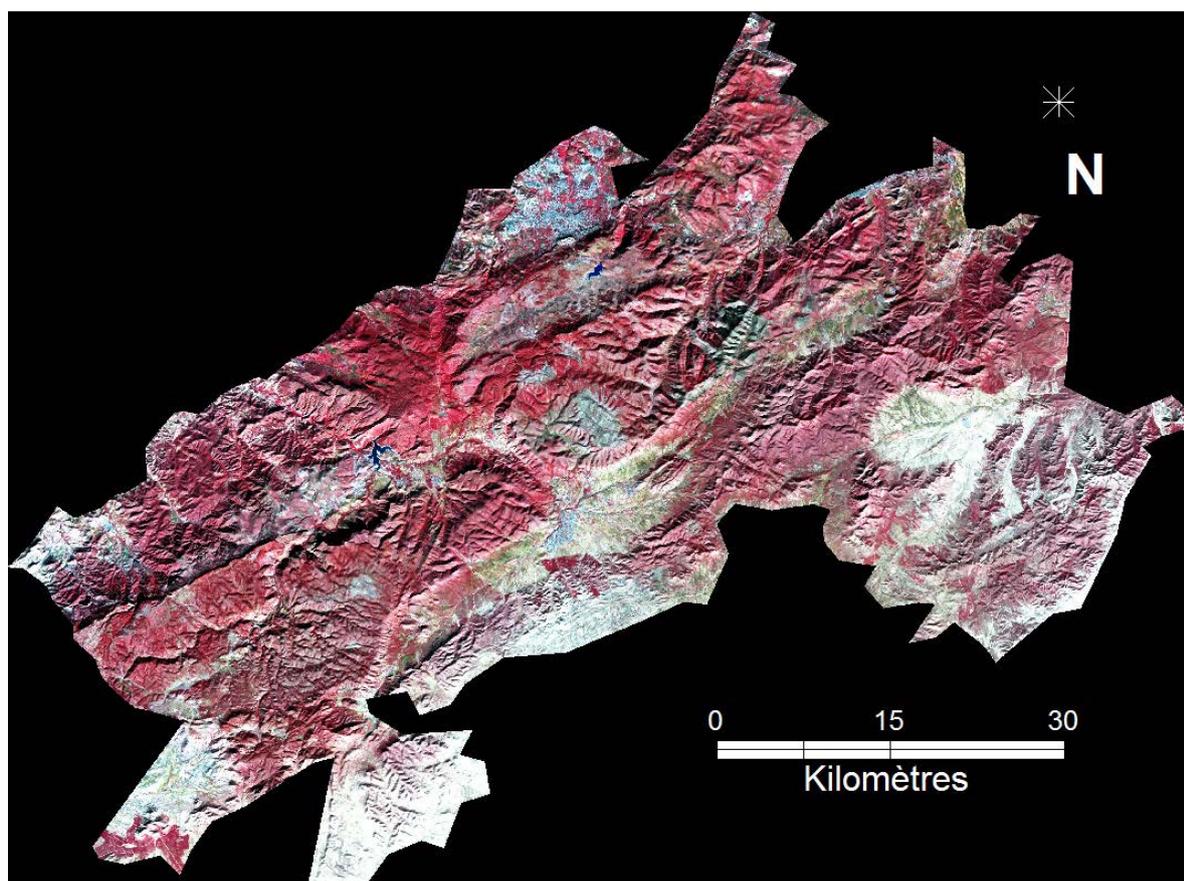


Fig. 81 : Extrait de la carte satellitaire LANSAT « monts de Tlemcen » avec composition colorée TM 5.4.2.

La carte d'occupation des sols, résultat de la télédétection « traitement d'image satellitaire de la zone d'étude » a été rapportée dans le logiciel S.I.G Map info 8.0, pour procéder à la digitalisation de nouveau les couches de dessin et l'élaboration d'une carte finale des occupations du sol relative à notre zone d'étude. Pour présenter cette carte, les couleurs ont été choisies selon l'état du couvert végétal c'est-à-dire en fonction des

Chapitre VI : Résultats et interprétations

groupements végétaux qui correspondent à chaque formation forestière existante dans la région des monts de Tlemcen.

Il faut noter que l'utilisation de ces techniques informatiques basée sur les logiciels S.I.G (Système d'information géographique) nous a permis de faire une approche cartographique de la végétation naturelle. Cet outil est aujourd'hui très utilisé par les forestiers dans la gestion et l'aménagement des forêts, notamment pour les tâches cartographiques.

La carte d'occupation du sol réalisée pour la zone d'étude « monts de Tlemcen » (Fig. 82), ainsi que nos sorties sur terrain confirment cette diversité des occupations.

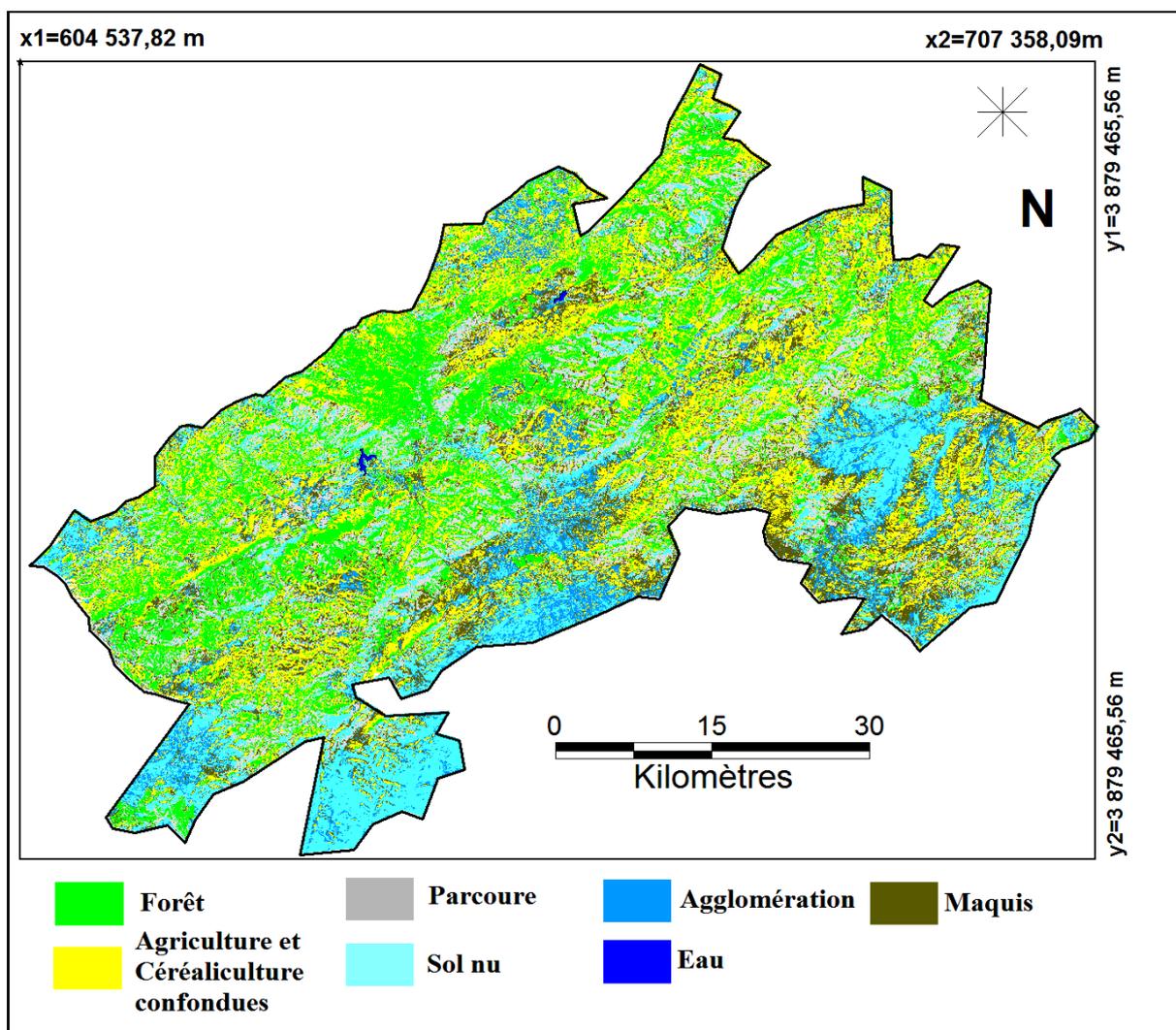


Fig. 82 : Carte d'occupation du sol de la région des Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).

Chapitre VI : Résultats et interprétations

L'analyse cartographique de la carte d'occupation du sol grâce à des fonctions statistiques existantes dans le logiciel S.I.G Map info nous a permis de calculer les différentes surfaces relatives à chaque type d'occupation. Ainsi, cette analyse statistique nous montre l'existence des occupations suivantes :

Tab. 49 : Surfaces des occupations des sols dans les Monts de Tlemcen.

Formation	Surface (Ha)	(%)
Forêt	123000	36.93
Maquis	97000	29.12
Parcoure	32004.95	9.61
Agriculture et Céréaliculture confondues	28474.75	8.55
Agglomération	20048.88	6.02
Sol nu	45939	9.7
Eau	217	0,07
Total	333038	100,00

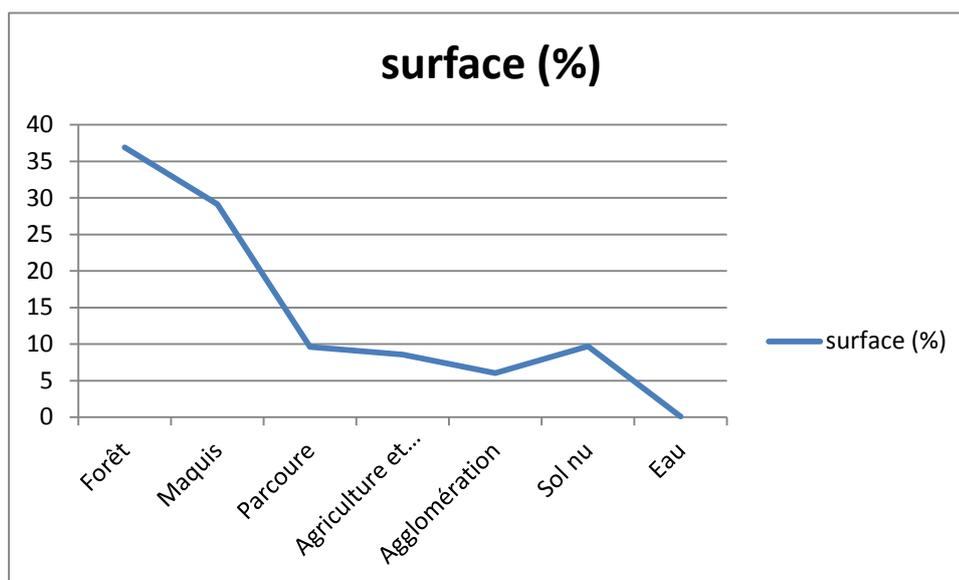


Fig. 83 : Représentation graphique des occupations des sols « surface en ha » dans les Monts de Tlemcen.

L'analyse du tableau 49 et les figure 83 ; montre que les formations forestières des monts de Tlemcen, sont représentées par une superficie considérable de 220 000 ha soit un taux de 66.05 %. Les zones à vocation forestière ou de terrains de parcours sont représentées par une superficie de 32 004.95 ha, soit un taux de 9.61 %. Les terrains d'agricultures sont représentés par une superficie de 28 474.75 ha soit un pourcentage de 8.55 %. Enfin les terrains nus qui sont représentés par une surface moyenne de 45 939 ha soit un taux de 9.7 %.

L'analyse de ces résultats montre que les monts de Tlemcen est une zone forestière et ce vue l'importance des surfaces occupées par la végétation naturelle (forêts et maquis).

3.2. Carte des types de peuplements

Les forêts des monts de Tlemcen offrent un paysage naturel remarquable et très diversifié, lié aux circonstances du climat, du sol et du relief. Elles sont caractérisées par la présence des groupements à chêne vert dans un état pur ou en mélange avec le chêne Zeen , le thuya de berberie, le chêne-liège et d'autres essences comme le genévrier oxycèdre et l'oléa europea.

Après l'élaboration de la carte d'occupation des sols, étape préliminaire pour la délimitation des zones boisées dont le chêne vert fait partie de ces peuplements naturels.

La délimitation, l'identification des différentes séries de composition végétale de la yeuseraie (peuplements de chêne vert) dans un document cartographique actuel reste une étape fastidieuse, qui nécessite toute une utilisation combinée des documents nouveaux et ancienne comme les cartes d'état-major, les photos aériennes. Dans note cas nous avons utilisé l'ancienne carte d'ALCARAZ (1977) comme référence afin de mieux délimiter les groupements végétaux à chêne vert et les autres formations forestières existantes dans les des monts de Tlemcen.

On s'appuie aussi sur la carte d'occupation des sols (Fig. 82) pour voir l'état des formations forestières, pour bien délimiter les zones à couvert végétal forestier. On utilise aussi le logiciel Google earth, afin de réaliser les polygones d'extension de K.M.L, K.M.Z, relatifs aux groupements forestiers et ce, afin de corrigé certains délimitations notamment dans les zones limitrophes.

La phase de prospection du terrain est considérée comme une étape nécessaire notamment pour faciliter la délimitation des peuplements de chêne vert pur et des peuplements mixtes avec les autres essences forestières. Il faut noter que la différenciation de ces groupements forestiers est une étape fastidieuse, ce qui nous a obligés à faire ces visites de terrain et en même prendre des points de G.P.S qui sont utile dans la vérification et la confirmation des ces peuplements sur la carte élaborée par les logiciels de S.I.G et Télédétection (Fig. 84).

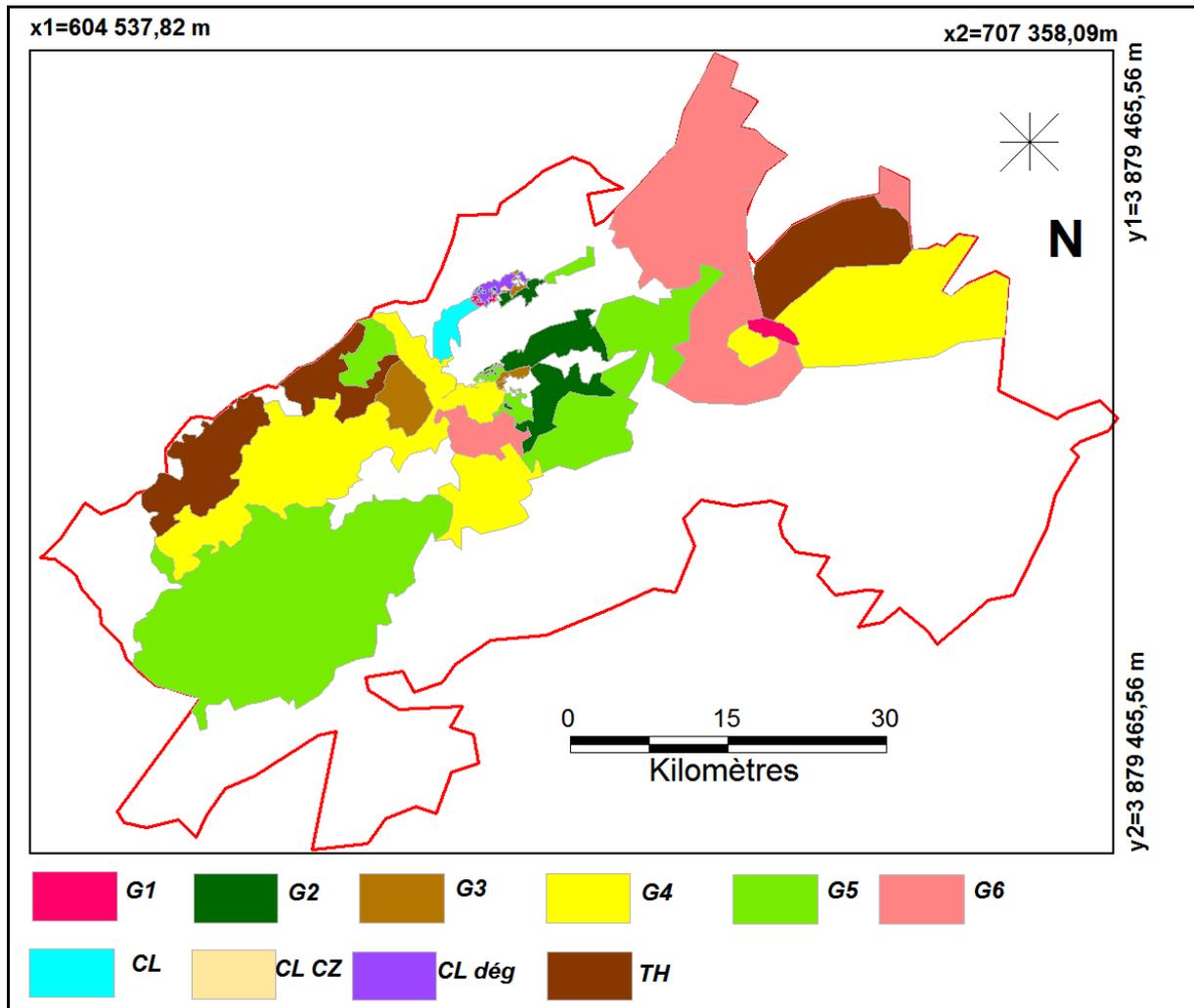


Fig. 84 : Carte des types de peuplements de chêne vert et des formations forestières dans les Monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).

La cartographie des types de peuplement dans les grandes structures forestières des monts de Tlemcen, a été faite en s'appuyant sur la classification supervisée de l'image satellitaire des zones boisées qui ont été ressorties à partir de la carte d'occupation des sols. Les polygones d'échantillonnage utilisés dans cette classification d'image satellitaire, ont été pris à partir des points GPS relevés sur terrain, ainsi les points représentatifs des autres formations forestières existantes dans les monts de Tlemcen ont été fixés à partir de la carte **d'ALCARAZ (1977)** avec vérification des limites à partir de l'image de Google Earth. À partir de l'analyse statistique de la carte des types de peuplements de chêne vert et des formations forestières dans les Monts de Tlemcen (Fig. 84), qui a été réalisée dans le logiciel S.I.G Map info, nous avons pu calculer les surfaces (Tab. 50) et déterminer les limites de chaque groupement et qui sont représentés comme suit :

Chapitre VI : Résultats et interprétations

G1 : Ce groupe forestier représente les types : T6, T3, T2, T5, avec une superficie de 843,3 Ha. Il est caractérisé surtout par la présence d'une composition d'espèces ligneuse de Chêne vert et Chêne Liège. On note aussi la présence du chêne zéen et le Pin d'Alep qui se caractérisent par la présence de toutes les catégories du bois.

G2 : Il regroupe les sous-types : T11a, T11b, T11c, T11d (avec une superficie 5943 Ha). Dans ce groupe on trouve des peuplements de chêne vert sous forme de taillis avec dominance de petit bois. Le chêne vert se trouve soit à l'état pur ou en mélange avec le genévrier oxycèdre.

G3 : Dans ce groupe forestier on trouve un seul type de peuplement qui est le T9, (représenté par une superficie de 2712). Ce peuplement est caractérisé par la présence du chêne vert en mélangé avec le chêne zéen dont on note la dominance des deux catégories de bois moyens et petit bois.

G4 : Il regroupe les deux types : T8, T7 (Superficie : 43810 Ha). Dans ce groupe on remarque la dominance du taillis mixte du chêne vert en mélange avec le thuya de berberie et le genévrier oxycèdre.

G5 : Il regroupe les deux types : T4, T1 (Superficie : 53900 Ha). On trouve dans ce groupe forestier des peuplements de chêne vert pur avec dominance de la catégorie de gros bois, les autres catégories sont plus ou moins représentées.

G6 : Il est représenté par un seul type de peuplement, qui est le T10 (Superficie : 31110 Ha). Dans ce type on trouve un mélange d'espèces ligneuses : chêne vert, genévrier oxycèdre et Oléa europea avec dominance de la catégorie de petit bois.

Tab. 50 : Répartition des types de peuplements dans les groupements forestiers à chêne vert avec les autres formations forestières, dans Monts de Tlemcen.

Grandes structures (groupements forestiers)		Types	Surface (Ha)	%
G1		T6, T3, T2, T5	843,3	0,51
G2		T11a, T11b, T11c, T11d	5943	3,60
G3		T9	2712	1,64
G4		T8, T7	43810	26,51
G5		T4, T1	53900	32,62
G6		T10	31110	18,83
Totale (A)				
Autres formations	CL	/	1192	0,72

Chapitre VI : Résultats et interprétations

forestières	CL-CZ	/	23	0,01
	CL dégradé	/	5385	3,26
	TH	/	20310	12,29
Totale (B)				
Totale (A+B)			165228,3	100%

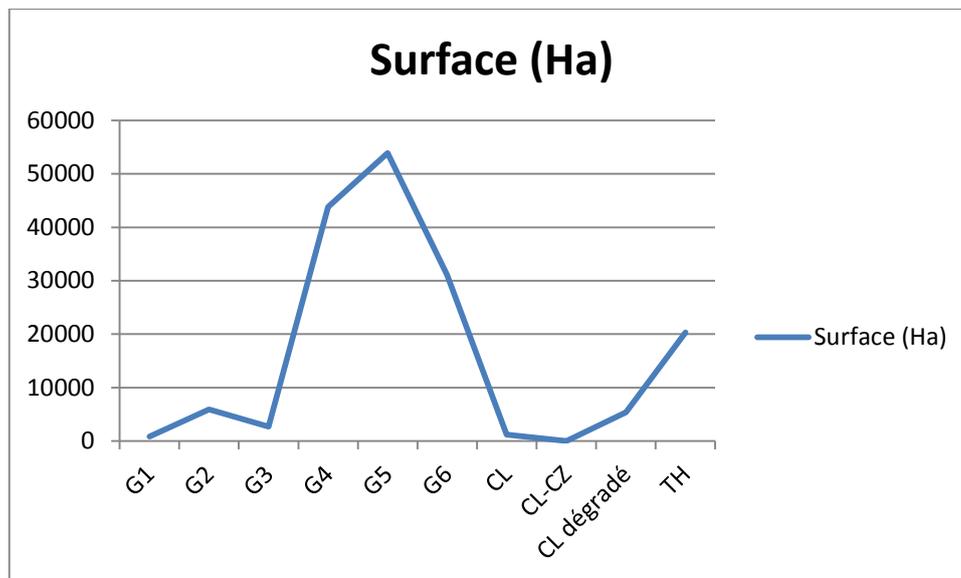


Fig. 85 : Superficies des grands types « groupements forestiers » avec les autres formations forestières dans les Monts de Tlemcen.

L'analyse du tableau (Tab. 50) et la figure 85, qui présente les superficies occupées pour chaque groupe forestier existant dans les monts de Tlemcen, montre que le groupement forestier G1, est représenté par une superficie de 843,3 ha soit un taux de 0.51 % de la zone forestière totale de la zone d'étude. Les zones de groupe G2 sont représentées par une superficie de 5943 ha, soit un taux de 6.3 %. Les peuplements forestiers du groupe G3 sont représentés par une superficie de 2712 ha soit un pourcentage de 1.64 %, le groupe structural G4 se présente avec une superficie de 43810 et un taux de 26,51%. Enfin, les peuplements existants dans le groupe forestier G6 sont représentés par une surface forestière de 31110 ha soit un pourcentage de 8.83 %. Ainsi, d'après cette analyse on note que : le taillis représente la superficie les plus importante avec 80864 Ha : (Taillis pur 2972 Ha ; taillis mixte : 77892 Ha). Ainsi, la futaie pure de chêne vert est représentée par une superficie de 53900 Ha.

3.3.Élaboration de la carte de risque d'incendie

Dans cette partie de travail, nous avons réalisé une étude cartographique pour la détermination de la carte de risque d'incendie à travers le territoire des monts de Tlemcen.

Ainsi, les sorties qui ont été faites sur terrain étaient nécessaires afin de confirmer l'existence de ces zones de risques, et ce, à partir des observations qui ont été faites sur la structure des peuplements forestiers et le recouvrement de la végétation naturelle. À l'aide de l'image satellitaire Landsat 8 O.L.I, l'image de Google Earth et le M.N.T (modèle numérique de terrain) relatif à la zone d'étude, nous avons pu établir les différentes cartes notamment, la carte des pentes, de l'exposition et de la carte de l'indice de végétation, qui sont tout utilisées pour l'établissement de la carte de risque d'incendie.

3.3.1. Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I »

Le traitement de l'image satellitaire Landsat 8 O.L.I par le logiciel E.N.V.I et le S.I.G Map info, nous a permis d'obtenir la carte de l'indice de végétation (N.D.V.I) de la zone d'étude « monts de Tlemcen », qui couvre une superficie totale de 333 000 ha (Voir tab. 49).

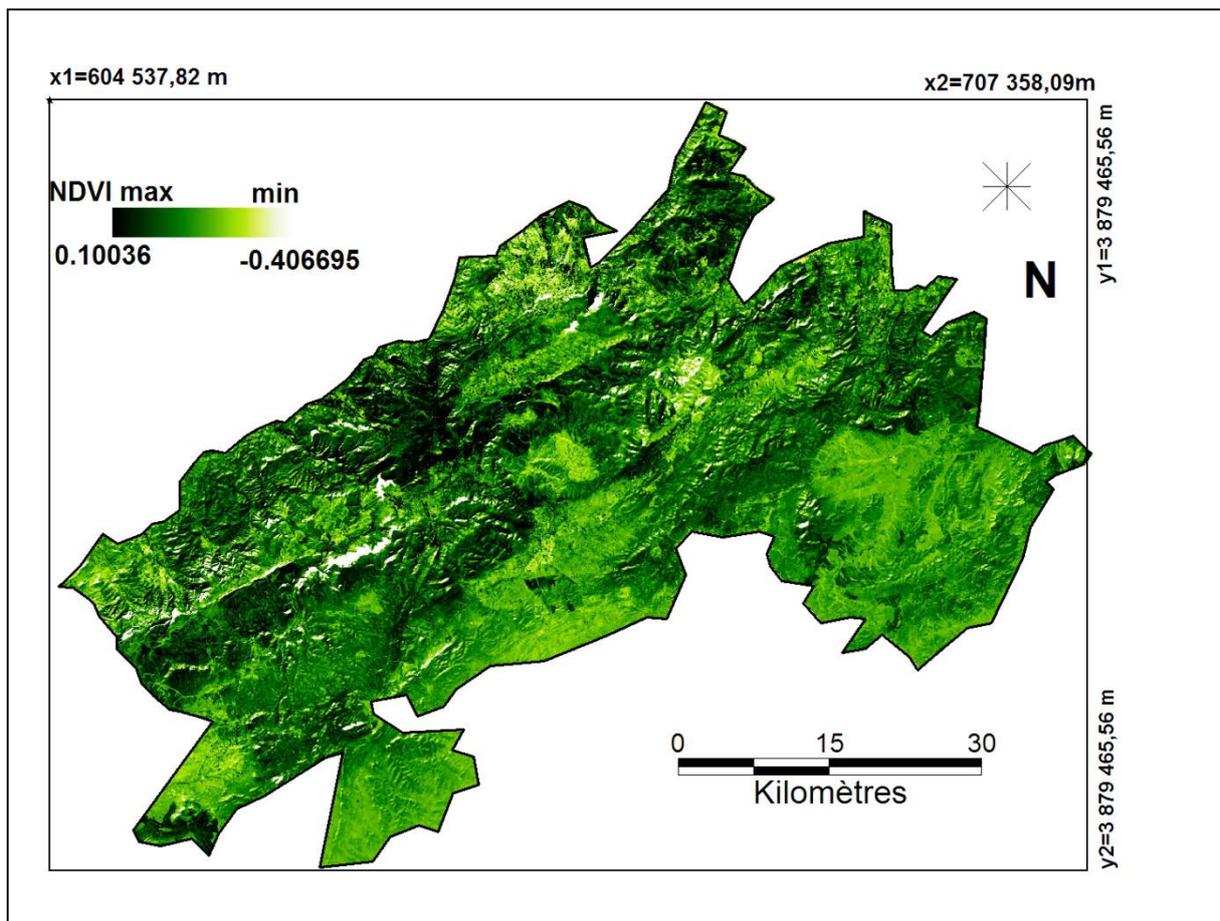


Fig. 86 : Carte de l'indice de végétation « N.D.V.I » des Monts de Tlemcen.

Chapitre VI : Résultats et interprétations

L'indice de végétation (N.D.V.I), est varié généralement de -0.406695 à 0.10036. Les valeurs les plus élevées sont représentées par des surfaces en vert plus sombre. Les surfaces plus claires représentent les sols nus ou les vides.

L'image N.D.V.I (indice différentiel normalisé de végétation) de la zone d'étude a été soumise à une classification supervisée (Fig. 86) avec un nombre de quatre 04 classes qui sont déterminées en relation avec l'état du couvert végétal :

- Faible : sol nu.
- Moyen : terrains d'agriculture, arboriculture et de maquis dégradé.
- Fort : forêts et maquis dense.
- Très fort : forêts denses

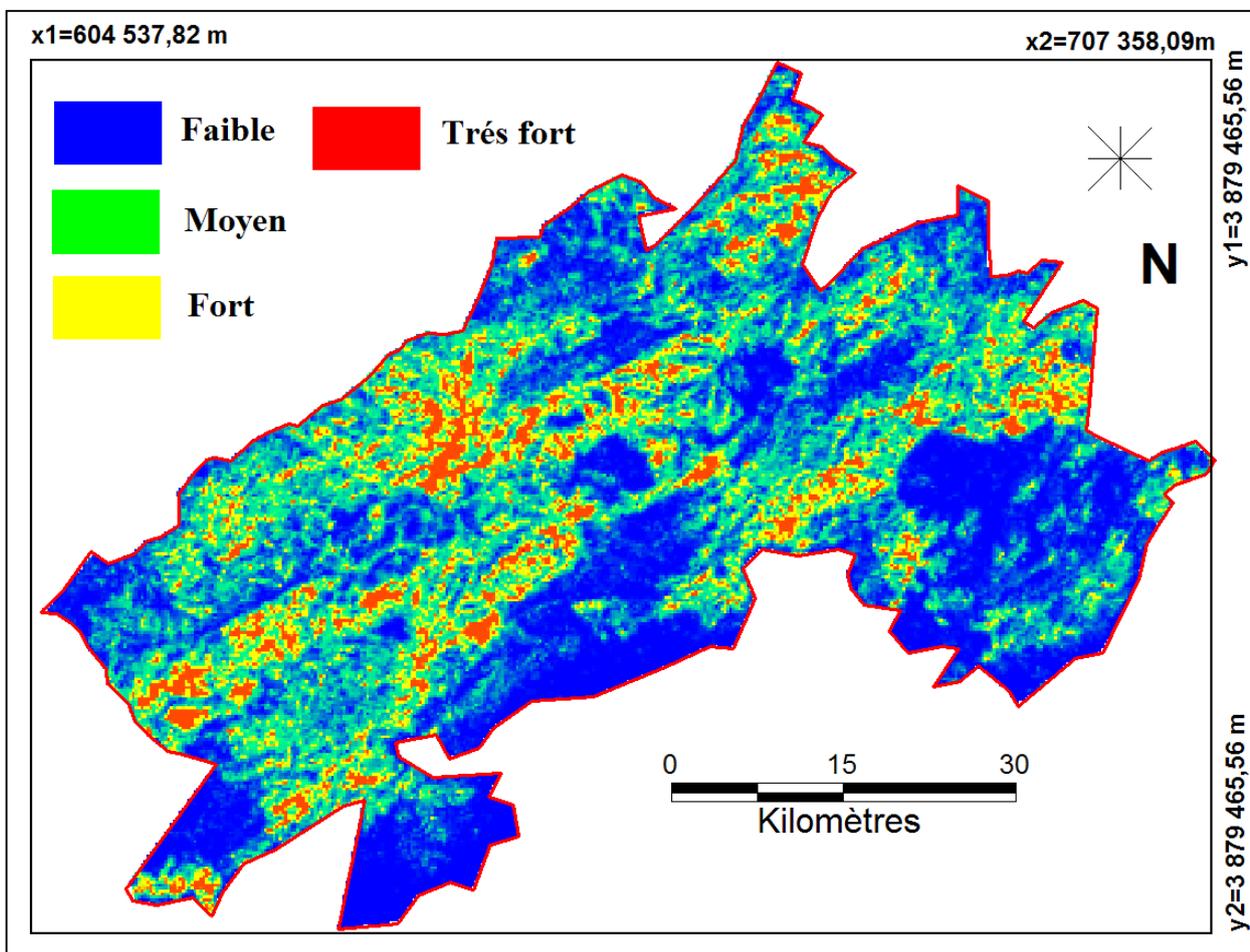


Fig. 87 : Carte de l'indice de végétation classifiée, « monts de Tlemcen » (N.D.V.I classifié).

Une 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, tout en

Chapitre VI : Résultats et interprétations

utilisant un logiciel S.I.G Mapinfo. L'application de cette méthode a permis d'obtenir les résultats suivants :

Tab. 51 : Superficies des classes de l'indice de végétation « N.D.V.I » des Monts de Tlemcen.

Classes d'NDVI	Surface (Ha)	%
Faible	186834,75	56,10
Moyen	120268,93	36,11
Fort	20786,9	6,24
Très fort	5147,42	1,55
Total	333038	100,00

L'analyse des résultats obtenus (Tab. 49 et Fig. 87), montre que la zone d'étude présente un taux de boisement fort et très fort de l'ordre de 25 934.32 ha, soit un pourcentage de 7.79 %. Les zones ayant un couvert végétal faible sont représentées par une grande superficie qui est égale à 186 834.75 ha et un pourcentage de 56.10 %. Les zones à forte présence de la végétation sont représentées par une surface moyenne qui est estimée à 120 268.93 ha soit un pourcentage de 36.11%.

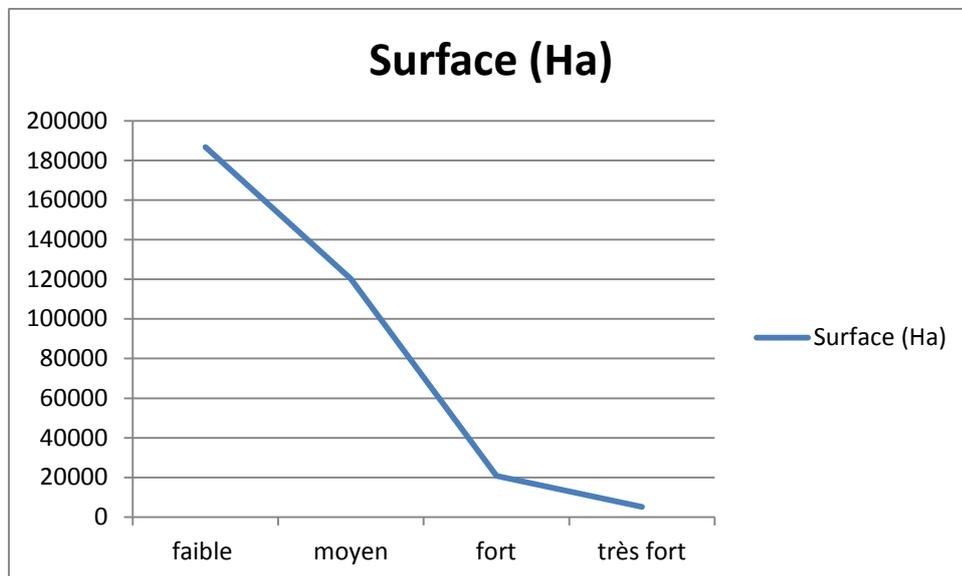


Fig. 88 : Représentation graphique des superficies relatives aux classes d'N.D.V.I.

L'importance de la densité du couvert végétal au niveau de la zone d'étude, augmente le risque d'incendie, d'où la nécessité de prendre les mesures nécessaires afin de protéger cette zone contre l'incendie.

3.3.2. Conditions topographiques

Les paramètres topographiques influencent les incendies de forêt, mais le pourcentage de la pente influence directement le comportement des incendies de forêt. En effet, la vitesse de propagation du feu est accentuée avec le degré de pente. On note aussi que la variation de l'exposition influe sur la propagation du feu et le risque d'incendie d'une manière globale.

3.3.2.1. Pentes

La carte des pentes est établie à partir du M.N.T de la zone d'étude et l'utilisation du logiciel Vertical Mapper. Cette carte représente les différentes classes de pente, afin de montrer les zones homogènes et faire ressortir les superficies de ces dernières classes (Voir **Fig. 6 au chapitre II**).

La vectorisation de la carte des pentes, a permis de calculer les superficies des différentes classes de pentes qui présentent au niveau des monts de Tlemcen (voir Tab. 12, au chapitre II).

Tab. 52 : Superficies des classes de pente dans les monts de Tlemcen.

Classes de pente		Superficie en Ha	% de surface
0 à 15%	Faible	164 254.34	49.32
15 à 30%	Moyenne	133 947.88	40.22
30 à 60%	Forte	24 478.29	7.35
>60%	Très forte	10 357.49	3.11
Total		333 038	100

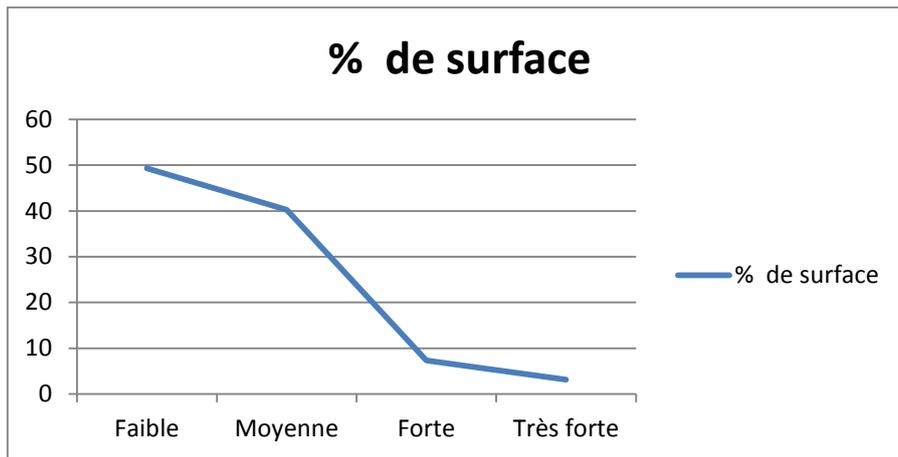


Fig. 89 : Représentation graphique des classes de pentes dans les monts de Tlemcen.

La carte des pentes (Fig. 6) présentée dans le chapitre II, montre une représentation graphique des quatre 04 classes de pentes au niveau de la zone d'étude. La classe de faible pente présente une surface de 164 254.34 ha, soit un taux de 49.32 %. La classe moyenne de pente est la classe dominante, dont elle est représentée avec 133 947.88 ha, soit 40.22 %. On note aussi, la présence des deux classes de pentes : forte avec 10 357.49 ha soit (7.35%) et très forte avec 10 357.49 ha soit (3.11 %).

D'après ces résultats, on peut retenir que la zone des monts de Tlemcen est une zone de montagne avec des pentes moyennement accidentées. Ainsi, selon le tableau des classes de pentes (Tab. 52), on peut classer cette zone comme une zone à risque moyen puisque les terrains ne sont pas fortement accidentés.

3.3.2.2. Expositions

L'étude de l'effet de l'exposition sur le risque d'incendie, nécessite de connaître ce risque dans les quatre classes d'exposition : Nord, Est, Ouest Sud (Fig. 6, chapitre II).

L'évaluation de chaque classe d'un point de vue risque d'incendie est montrée comme suit :

- ↗ Classe présentant un risque très fort : Exposition Sud, incluant les versants exposés au vent dominant et au siroco.
- ↗ Classe présentant un risque fort : Exposition ouest.
- ↗ Classe présentant un risque moyen : Exposition Est.
- ↗ Classe présentant un risque faible : Exposition Nord qui présente les versants exposés à la brise maritime.

Tab. 53 : Superficies des classes d'expositions dans les monts de Tlemcen.

Classes d'expositions	Superficie en ha	%
Nord (Faible)	80661,8036	24,22
Est (Moyen)	95415,387	28,65
Ouest (Fort)	59413,9792	17,84
Sud (Très fort)	97546,8302	29,29
Total	333038	100

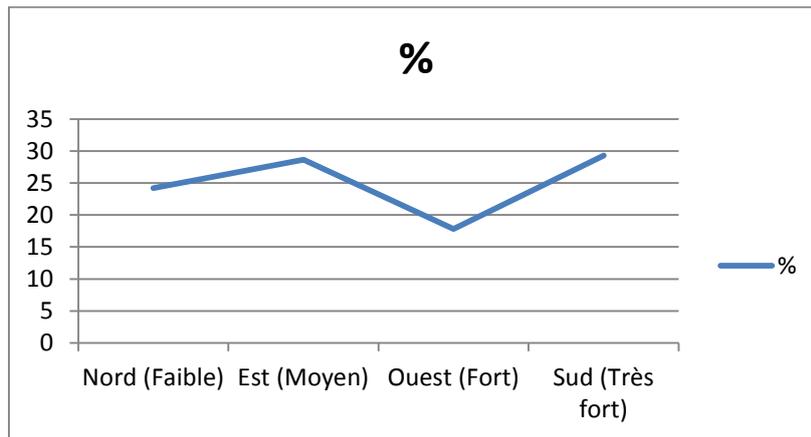


Fig. 90 : Représentation graphique des classes d'expositions dans les monts de Tlemcen.

D'après les résultats obtenus concernant les superficies des quatre classes d'expositions existant dans les monts de Tlemcen (Fig. 89 et Tab. 53), on peut observer que la répartition de ces quatre classes est presque égale d'un point de vue superficie avec une légère dominance de l'exposition Sud, et une valeur minimale pour l'exposition Ouest.

3.3.4. Détermination de l'indice de risque d'incendie (I.R.D)

1.4.1. Carte de risque d'incendie

Pour illustrer les zones à risque d'incendie dans notre zone d'étude, nous avons utilisé les indicateurs suivants :

- ↻ L'indice différentiel normalisé de végétation (N.D.V.I).
- ↻ L'indice topographique de pente.
- ↻ L'indice de l'exposition (Nord, Sud, Est, Ouest)

Chapitre VI : Résultats et interprétations

Ainsi, la combinaison de ces trois indicateurs de surface nous a permis d'élaborer une carte de l'indice de risque d'incendie (Fig. 90). Notons que cette étape a été faite directement dans le logiciel S.I.G Map info.

La synthèse de l'ensemble des cartes de l'I.N.D.V.I et pentes dans un S.I.G, a permis d'obtenir l'indice de risque d'incendie I.R.D relatif à la zone d'étude, et ce, selon la classification suivante :

- ↗ Risque faible avec un indice ($0 < \text{I.R.D} < 1$)
- ↗ Risque moyen avec ($1 < \text{I.R.D} < 2$)
- ↗ Risque élevé (fort) avec ($2 < \text{I.R.D} < 3$)
- ↗ Risque très élevé (très fort) avec ($3 < \text{I.R.D} < 4$)

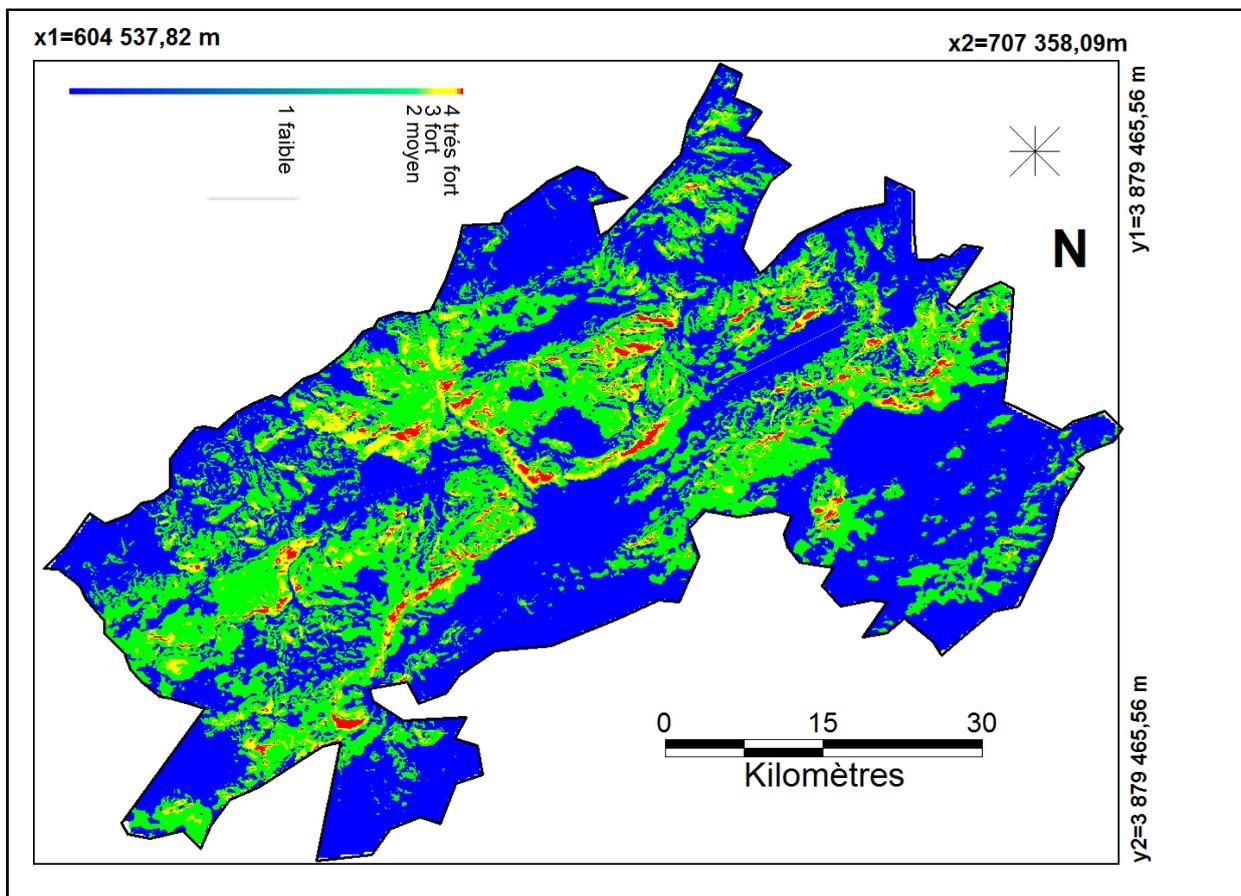


Fig. 91 : Carte de risque d'incendie dans les monts de Tlemcen (ZAOUI, 2020).

Chapitre VI : Résultats et interprétations

Tab. 54 : Variation de l'I.R.D suivant les caractéristiques des trois variables : (la pente, l'exposition et l'N.D.V.I).

Conditions (Indicateurs)	Classes de l'N.D.V.I (Couvert végétal)	Classes de pente	Classes d'exposition	Risque d'incendie (I.R.D)
Classe 1	1 (0-0,1) faible	1 (0-15%) faible	1 (315°-45°) Nord (faible)	Risque faible (0 <I.R.D<1)
Classe 2	2 (0,1-0,5) moyen	2 (15-30%) moyenne	2 (45°-135°) Est (moyenne)	Risque moyen (1<I.R.D<2)
Classe 3	3 (0,5-0,75) dense	3 (30-60%) forte	3 (225°-315°) Ouest (forte)	Risque élevé (2<I.R.D<3)
Classe 4	4 (0,75-1) très dense	4 (>60%) très forte	4 (135°-225°) Sud (très forte)	Risque très élevé (3<I.R.D<4)

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus (Tab. 54), ainsi que l'observation de la figure concernant la représentation graphique des superficies en pourcentage des classes de risque d'incendie dans les zones boisées des monts de Tlemcen (Fig. 91), on peut déterminer quatre zones de risques (faible, moyen, élevé et très élevé).

On remarque, que les trois indicateurs : le N.D.V.I, la pente et l'exposition, fournissent des informations très importantes sur le risque d'incendie et la sensibilité du couvert végétal vis-à-vis de l'incendie. En outre, plus l'indice de risque d'incendie (I.R.D) est important, plus l'N.D.V.I et la pente sont aussi importants. À l'inverse, si le risque est faible on assiste à la diminution de la pente et de l'N.D.V.I.

En général, les N.D.V.I et les pentes supérieurs à 3 avec l'indice de risque (3<I.R.D<4) sont associés à une couverture forestière très dense. N.D.V.I et pente en dessous de 1 avec (0 <I.R.D<1) sont associés à des sites ayant une faible couverture végétale et un faible risque d'incendie (Voir Tab. 54)

Le calcul de la superficie et le pourcentage des différentes classes de risque d'incendie ou indice de risque (I.R.D), nous a permis de déterminer les quatre zones de risques suivantes :

Tab. 55 : Superficies et pourcentages des classes de risque d'incendie dans les zones boisées des monts de Tlemcen.

Classes de risque	Superficie en ha	%
Faible	55726	25,33
Moyen	66462	30,21
Fort	63008	28,64
Très fort	34804	15,82
Total	220000	100

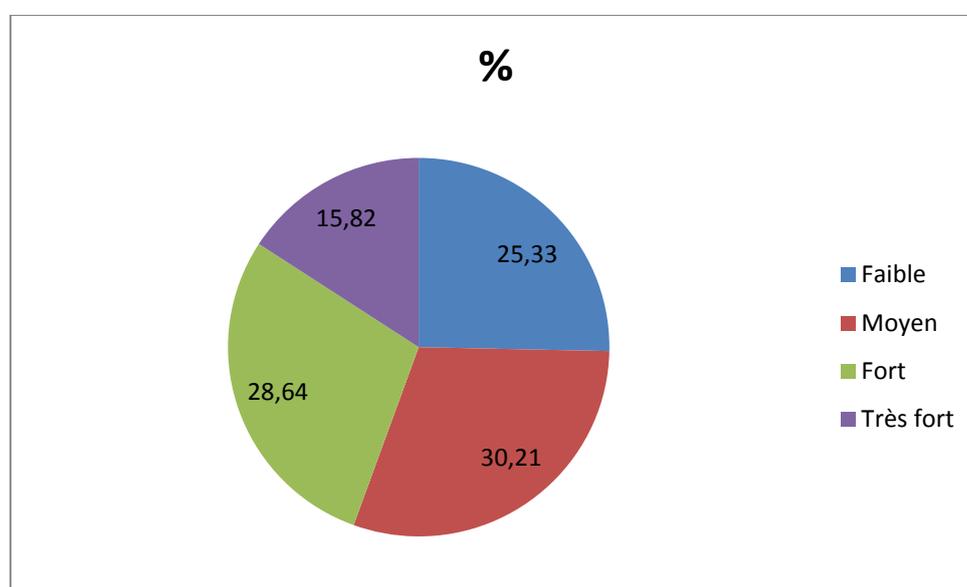


Fig. 92 : Représentation graphique des superficies en pourcentage des classes de risque d'incendie dans les zones boisées des monts de Tlemcen.

L'analyse du risque d'incendie dans les monts de Tlemcen (Tab. 55 et Fig. 91), montre que les zones de risque élevé à très élevé dans les zones boisées des monts de Tlemcen, sont représentés par une superficie importante de 97812 ha soit un taux de 44.46 %. Les zones de risque moyen sont représentées par une superficie de 66462 ha, soit un taux de 30.21 %. Enfin, les zones à faible risque d'incendie sont représentées par une surface moyenne avec 55726 ha et un taux de 25.33 %.

4. Recommandations: Traitement sylvicoles et proposition d'infrastructures de DFCI

4.1. Traitement sylvicoles des peuplements de chêne vert

Un peuplement forestier, doit être suivi par des opérations d'entretiens et de surveiller son évolution pour permettre une bonne croissance des arbres et par le même la durabilité du boisement.

Les travaux sylvicoles classiques à réaliser dans un peuplement forestier sont en général des opérations de soins tels que l'élagage et les éclaircies.

↗ **L'élagage**

On entend par L'élagage l'opération qui consiste à enlever les branches latérales le long des fûts des arbres.

↗ **L'éclaircie**

C'est une opération qui consiste à éliminer les sujets faibles, mal venants, pour permettre le développement des sujets de valeur. Cette opération vise d'abord à l'arbre son espace vital optimum et a sélectionné le bon arbre au bon endroit.

Dans le cas de la yeuseraie (chêne vert) des monts de Tlemcen, nous avons essayé de donner quelques remèdes techniques en s'appuyant sur le mode de gestion sylvicole concernant les peuplements de chêne vert (taillis, futaie, taillis sous futaie et le mélange d'espèces) :

4.1.1. Taillis

Ces Peuplements sont très répandus en Algérie du Nord, c'est la forme la plus commune. Ce mode est lié à la fréquence des incendies. Ce taillis est caractérisé par l'extrême densité où la plupart des brins sont jeunes (20 à 30 ans).

Le taillis est constitué essentiellement de sujets issus des rejets sur souches formant des touffes sur ces dernières, appelées cépées. Le renouvellement du taillis est réalisé grâce aux rejets de souches notamment par une coupe à blanc ou un recépage.

Le taillis simple est considéré comme le traitement préférable aux peuplements de chêne vert, et ce, pour les raisons suivantes :

- ↗ La faculté de cette essence à rejeter vigoureusement de souches.
- ↗ Une productivité considérable de bois dans chaque rotation (période de régénération des souches), par rapport au futaie et taillis sous futaie.

- ↪ Le taillis montre un aspect de résistance et d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques pour une régénération.

Les types de peuplements de chêne vert résultants de notre étude structurale de la yeuseraie, qui ont un régime de taillis simple sont : T7, T8, T10 et les quatre sous types de T11.

Cependant, dans le cas du traitement de ces types on peut procéder à une conversion du taillis simple vers la futaie suivant les deux méthodes suivantes :

- ↪ Le balivage ; est l'action de repérer et sélectionner les plus beaux brins d'une souche de taillis, afin de favoriser leur croissance optimale.
- ↪ L'exploitation de taillis par une coupe rase définitive, que ce soit par bandes ou par troués, suivie par une opération de dessouchage puis procédé à une régénération assistée par semis.

Le dépressage demeure l'opération fondamentale pour le traitement du chêne vert. Il sera, donc indispensable de ne laisser dans les cépées qu'un nombre limité de rejets, et ce, selon la vigueur de la végétation. Selon **BOUDY (1955)**, dans le traitement des peuplements de chêne vert, il y'aura en principe deux coupes d'éclaircies séparées entre elles par une durée de 20 ans ou on enlèvera 1/3 dans la première et 1/3 dans la seconde. Il y'aura enfin des coupes de nettoyage portant sur les sujets dépérissants.

4.1.2 Futaie

Une Futaie est formée par des arbres provenant du développement des semis. Elle est soit régulière ou irrégulière.

Les plantes issues de semis ont une meilleure forme avec une régénération naturelle. Les sujets sont vigoureux, présentant une bonne résistance aux conditions du milieu en comparaison avec ceux élevés en pépinière (régénération artificielle).

Les vieilles futaies : Ce sont généralement des peuplements ouverts ou clairs très anciens, se présentent comme des yeuseraies pures. Ces peuplements sont composés d'un certain nombre de quatre à cinq arbres par placette et présentent un diamètre moyen varie de 80 à 130 cm.

Les types de peuplements de chêne vert résultants de notre étude structurale de la yeuseraie des monts de Tlemcen et qui ont un régime de futaie sont : T1, T4 et T5.

Dans les futaies adultes ou vieilles futaies, on trouve des arbres qui sont considérés comme des portes-graines assurant la régénération naturelle, pour cet objectif on doit procéder aux opérations suivantes :

- ↪ Un crochetage du sol afin de favoriser la régénération issue de porte-graine.

- ↪ Une coupe de régénération si celle-ci atteint.
- ↪ Une coupe sanitaire pour le vieux bois notamment ceux qui en déperissement.

Après régénération, les opérations des dépressage et d'éclaircie sont très conseiller pour les jeunes futaies, afin d'alléger les peuplements, minimiser la propagation du feu de forêt et aussi la concurrence entre les sujets.

4.1.3 Peuplements de chêne vert en mélange avec d'autres essences

Le peuplement dans ce cas est formé d'un mélange de chêne vert dans la majorité ces des taillis de chêne vert avec des arbres d'âges variés, composés essentiellement par des réserves ou futaies, dont on trouve :

- ↪ Futaie ou réserve avec une régénération par semis.
- ↪ Taillis avec régénération par rejets ou drageons.

Dans notre zone d'étude on a tendance à trouver le régime de taillis pour le chêne vert et la futaie qui est bien adapté au tempérament du mélange de chêne zéen (T6 et T9), le chêne-liège sous forme de futaie pour le type T2 et aussi le Pin d'Alep pour le T3.

On trouve aussi, le mélange de chêne vert en taillis et les trois essences chêne zéen, chêne-liège et pin d'Alep en futaie pour le T6.

L'état du chêne vert en mélange avec d'autres essences feuillues et résineuses, montre la nécessité de faire des travaux d'entretien de ces peuplements forestiers par des passages réguliers en coupe. L'objectif principal est d'obtenir un mélange de chêne vert avec d'autres essences, ainsi les travaux de rénovation consistent à faire les opérations suivantes :

- ↪ Une éclaircie assez forte dans les autres essences au profit du chêne vert, afin de favoriser l'essence principale.
- ↪ Une éclaircie sanitaire et de régénération dans le Chêne vert.
- ↪ Une élimination du maquis en conservant quelques grands arbousiers.

Pour permettre l'installation de la régénération, on doit effectuer un dessouchage du maquis ou un crochetage du sol. On veillera par la suite à réaliser des entretiens de cette régénération (dépressage, taille de formation, élagage). On réalise aussi, des interventions pour le mélange soit :

- ↪ Si le peuplement est débroussaillé, mais que la régénération de chêne vert est absente, le crochetage du sol est obligatoire.
- ↪ Si le peuplement est envahi par un maquis haut non exploitable le débroussaillage d'ouverture en plein effectué comme remède et aussi en procède au dessouchage du maquis

↗ Eclaircie légère d'amélioration dans toutes les essences.

4.2. Proposition d'infrastructures de DFCI

Pour la yeuseraie (peuplements de chêne vert) des monts de Tlemcen, il convient de noter que ces peuplements des zones de montagnes à bénéficier peu d'opérations préventives contre les incendies et ce au cours de ces dernières années. Le risque est donc accru pour ces peuplements de chêne vert qui dans la majorité reste vulnérable aux incendies suite à la présence des espèces ayant forte inflammabilité, d'où la nécessité de réaliser un plan de développement de D.F.C.I qui vise à protéger cette zone contre les feux des forêts. En plus, nous avons observé lors de nos sorties sur terrain la présence des incendie dans des peuplements de chêne vert notamment les taillis (Fig. 92). Les activités de loisir et des traces de pique-nique (barbecue) sont aussi signalées dans les peuplements de chêne vert (Fig. 93).



Fig. 93 : Taillis de chêne vert incendié (monts de Tlemcen).

D'après ces observations (Fig. 93), il est important de noter l'existence d'une forte menace que présentent ces actes envers nos peuplements de chêne vert. A cet effet, il est important de procéder à des mesures de protection et de prévention contre les incendies de forêts au niveau de la zone d'étude.



Fig. 94 : Trace de loisir (barbecue) dans un taillis de chêne vert (monts de Tlemcen).

Dans le cadre de la lutte préventive contre les incendies de forêt, et compte tenu de l'état actuel de la végétation des monts de Tlemcen qui se caractérise par une grande sensibilité aux incendies de forêt, nous proposons un certain nombre d'infrastructures de D.F.C.I. pour cette zone forestière. Ces dernières propositions sont nécessaires afin d'en garantir une meilleure protection de ce patrimoine forestier et ce, suivant les normes de **B.N.E.D.E.R (2009)** présentées dans le tableau 56.

Tab. 56 : Proposition d'équipements de D.F.C.I dans les forêts des monts de Tlemcen.

Type d'équipement	Normes selon B.N.E.D.E.R, 2009	Equipements suivants les normes dans la zone boisée (220000 Ha) des monts de Tlemcen	équipements existants	équipements manquants
Pistes	1 Km/50 Ha (2 Km ⁻¹)	4400 Km de pistes	1400 Km de pistes	3000 Km
T.P.F	2,5 Ha/100 Ha (5/200)	5500 Ha de T.P.F	1725 Ha de T.P.F	3775 Ha
Points d'eau	1 point d'eau/1000 Ha (1/10 Km ⁻¹)	220 points d'eau	90 points d'eau	130 points d'eau
Postes de vigie	1 poste/25 Km ² (1/25 Km ⁻²)	88 postes de vigie	1 poste de vigie	87 postes de vigies

4.2.1. Les tranchées pare-feu : T.P.F

Les normes établies par le **B.N.E.D.E.R (2009)**, concernant les infrastructures et les équipements de défense des forêts contre les incendies (D.F.C.I), fixent 02 Km de pistes forestières et 2,5 Ha de tranchées pare-feu pour une superficie forestière de 100 Ha et un point d'eau pour 1000 Ha de superficie forestière.

Pour le cas de notre zone d'étude, la densité du réseau de tranchées pare-feux est calculée comme suite :

220000 ha (superficie totale de la surface boisée des monts de Tlemcen) → 1400 Ha (superficie totale des T.P.F)

100 Ha → 0.64 Ha

2.5 Ha → 100 Ha (Norme théorique du réseau Pare-feu (T.P.F) de **B.N.E.D.E.R, (2009)**)

D'après ces résultats on peut dire que la zone d'étude est caractérisée par un manque remarquable dans le réseau de T.P.F qui a une densité faible (0.64 ha/ 100 ha) et ce, en comparaison avec la densité théorique (2,5 ha/100 ha). Les monts de Tlemcen présente des tranchées pare-feu qui ont des surfaces nettement au-dessous de la norme théorique de 2,5 ha pour 100 ha de forêt (**B.N.E.D.E.R, 2009**). Ce qui donne un écart de 1,86 ha/100 ha de T.P.F qu'elles doivent être proposées pour accomplir l'aménagement et la prévention de la zone d'étude contre le feu de forêt.

Le choix d'endroits pour l'emplacement des T.P.F proposées, nécessite l'exploitation de la carte des risques de feu de forêt (Fig. 90), sachant que l'endroit préférable est toujours quand le T.P.F est considéré comme coupure de combustible entre les habitats et les zones à risque élevé et très élevé, ainsi l'orientation de ces T.P.F est doit être fixer perpendiculairement avec le vent dominant.

La conservation des forêts de la Wilaya de Tlemcen veille à la réalisation d'une gestion forestière susceptible de limiter au maximum le nombre de foyers d'incendie et leur propagation, notamment l'ouverture et le développement des T.P.F. La zone d'étude (monts de Tlemcen) qui fait partie du patrimoine forestier de la Wilaya de Tlemcen présente un pourcentage considérable des T.P.F par rapport à la totalité de la wilaya.

4.2.2. Les Pistes

Le réseau de desserte notamment les pistes est faible comme montré dans la figure illustrant les équipements forestiers dans les monts de Tlemcen (Fig. 24), et qui a été présentée dans le chapitre III. Aussi, dans le tableau de n° 56, dont on trouve seulement une

Chapitre VI : Résultats et interprétations

distance de 1400 Km de pistes a été réalisée au lieu de 4400 Km pour se conforme aux normes établies soit un écart de 3000 Km de piste devrait être réalisé à l'avenir pour protégé les peuplements de chêne vert des monts de Tlemcen. Les pistes proposées doivent augmenter l'accessibilité aux zones de risque élevée de déclanchement du feu de forêt.

Cependant, il est nécessaire d'entretenir et d'améliorer régulièrement toutes les pistes existantes dans la zone d'étude. Surtout les pistes qui sont actuellement dégradées en raison de l'érosion et de l'émergence d'une végétation naturelle principalement la strate herbacée.

4.2.3. Les points d'eau

L'eau est la clé de voûte de toute lutte active. C'est le moyen principal d'extinction des feux. Les capacités de stockage des engins de lutte étant limitées. Il faut recourir à des réserves d'eaux artificielles ou naturelles. Celles-ci doivent être en nombre suffisant et bien réparties pour réduire les distances donc les durées de ravitaillement et optimiser les interventions de lutte contre les feux.

Notre zone d'étude dispose seulement de 90 points d'eau, il faut donc augmenter le nombre jusqu'aux 220 points d'eau pour couvrir toute la superficie de la zone boisée des monts de Tlemcen.

4.2.4. Les Postes de vigie

Un poste de vigie est une infrastructure forestière utilisée pour prévenir, surveiller et détecter les incendies de forêt. Il y a 2 postes de surveillance dans la zone d'étude, un est installé en rigide et l'autre en métallique en situation très dégradé.

Selon la norme B.N.E.D.E.R, en 2009, un poste de vigie doit être installé tous les 25 kilomètres. Dans la zone d'étude, pratiquement il existe un seul poste de vigie et pour couvrir toute la zone boisée des monts de Tlemcen, 87 postes de vigie (voir Tab. 56) doivent être ajoutés.

Conclusion générale

Conclusion générale

La zone d'étude qui correspond à la région des Monts de Tlemcen présente une grande diversité structurale et une production ligneuse du chêne vert non négligeable sur le plan économique et forestier. Cette zone est gérée par un climat de type méditerranéen avec la dominance du semi-aride et sub-humide.

D'un point de vue bioclimatique, la nouvelle période varie nettement par rapport à l'ancienne (1913-1938). La plupart des paramètres climatiques (Précipitations et températures) ont été analysés. Leurs variations mensuelles et saisonnières en relation avec l'altitude et l'éloignement de la mer ont été mises en évidence. En effet, la durée et l'intensité de la période sèche, le régime pluviométrique saisonnier, les valeurs du Q2 et les minima du mois le plus froid, nous ont permis de positionner les stations météorologiques sur le Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Mefrouche : sub-humide et les stations de Tlemcen, Béni-bahdel et d'Ouled Mimoune, se trouvent dans le semi-aride supérieur).

En plus des conditions climatiques et des sols qui déterminent la répartition des groupements végétaux, on trouve la pression anthropozoogène qui joue un rôle essentiel dans la diversité de la végétation naturelle. L'action de l'homme et ses troupeaux que subit le couvert végétal induit souvent une dynamique régressive et permis l'apparition des nouvelles structures à végétation dégradée telles que les matorrals et les pelouses.

Les résultats obtenus en ce qui concerne la détermination de la structure des peuplements montrent l'importance de l'utilisation de l'inventaire typologique pour identifier et décrire les types de peuplements de chênes verts dans les monts de Tlemcen. En effet, plusieurs types de peuplements ont été obtenus à partir de cette étude dont la majorité présente une structure régulière avec dominance d'une seule classe de diamètre (PB, BM, GB ou TGB). Dans notre étude typologique, le chêne vert est présent dans tous les types de peuplements identifiés, en fait, il a été observé dans différentes situations : taillis (7 types de peuplements), taillis en mélange avec futaie (4 types de peuplements), futaie (2 types de peuplements) et vieillie futaie (1 type de peuplement). Ainsi que dans les types purs de peuplements (3/14 de tous les peuplements) et mixtes (11/14 de tous les peuplements), dont

elle participe avec un pourcentage de couverture variant entre 32,55% (peuplement T8) et 100% (peuplements : T1, T4, T11b et T11c).

L'analyse des résultats obtenus montre l'efficacité des inventaires typologiques pour déterminer la structure des peuplements forestiers mixtes et hétérogènes. Cette typologie montre une grande diversité en ce qui concerne les types de peuplements, mais en plus une diversité d'espèces d'arbres (chêne vert : *Quercus rotundifolia* , chêne liège : *Quercus suber* , chêne zéen : *Quercus canariensis*, pin d'Alep : *Pinus halepensis*, thuya de berbérie : *Tetraclinis articulata* , Olea : *Olea europaea* et genévrier oxycèdre : *Juniperus oxycedrus*), ainsi 14 types et/ou sous-types ont été identifiés et regroupés dans la clé de détermination des types de peuplements. Ainsi, il faut noter que pour chaque type de peuplement de chênes verts, plusieurs traitements sylvicoles peuvent être appliqués. Par conséquent, la typologie des peuplements dans la présente étude est recommandée aux forestiers comme document descriptif, facilitant la prise de décisions et la gestion durable de ces forêts de chêne vert.

L'analyse dendrométrique des peuplements de chêne vert, montre que la production ligneuse est relativement faible, mais non négligeable (46.74 m³/ha). Même si cet accroissement n'est pas des plus intéressants par rapport aux besoins en bois dans un marché demandeur, ces essences forestières jouent un rôle très important au plan écologique dans la protection efficace du sol contre l'érosion au regard de leurs capacités de résistance. Leurs utilisations dans les actions de lutte contre la désertification est donc à envisager sérieusement.

Le recours à la cartographie numérique (cartographie assistée par l'ordinateur) était très nécessaire, car elle nous a facilité la réalisation de la carte des types de peuplements de chêne vert. L'application de l'outil S.I.G et télédétection, nous a permis de cartographier les grandes structures issues de la yeuseraie des monts de Tlemcen. En outre, dans le cadre de la prévention et de la lutte contre l'incendie de forêt et afin de sauvegarder les peuplements forestiers de la yeuseraie des monts de Tlemcen, nous avons réalisé une carte de risque d'incendie dans cette zone d'étude. La carte a été construite à partir de l'application de l'outil S.I.G et télédétection avec une combinaison des deux indicateurs du milieu (l'N.D.V.I, la pente de terrain et même l'exposition), qui nous a permis de déterminer l'indice de risque d'incendie (I.R.D), suivant les quatre zones (Faible avec 55726 ha, soit 25,33% ; moyen 66462 ha soit 30,21 % ; élevé 63008ha, soit 28,64 % et très élevé 34804ha, soit 15,82%).

L'importance de l'évaluation de risque d'incendie au sein des peuplements naturels, comme le cas de la zone d'étude, qui est considérée comme une zone à risque d'incendie élevé. Cette démarche est une considérée comme une étape très importante pour conserver la biodiversité et gérer rationnellement ces peuplements forestiers, tout en assurant une meilleure protection surtout en ce qui concerne les zones qui présentent un risque d'incendie très.

Enfin, les structures observées actuellement, par leur étendue, leur diversité structurale et biologie de leurs essences constituent une importante valeur informative au plan écologique et dynamique, devant servir de base pour orienter tout programme d'action visant leur conservation et leur aménagement. Les forêts et matorrals à chêne vert de la zone d'étude assurent des fonctions antiérosives et hydrauliques dont l'importance n'est pas à démontrer, et qui de ce fait méritent d'être préservées et protégées, notamment contre les incendies de forêts.

Dans les peuplements de chêne vert, il y a lieu de procéder à des mises en défens périodiques, à la limitation des quantités de glands ramassés, à un crochetage du sol, à la mise en terre des glands et à l'ensemencement des glands de chêne vert dans les matorrals dégradés. Réaliser des opérations sylvicoles coupes d'assainissements, recépage, des éclaircies et nettoiemnts pour les taillis de chêne vert, dans le but de régulariser la densité, à déclencher le processus de rénovation naturelle et à diminuer la concurrence vitale entre les brins de la même espèce chêne vert et entre les autres essences (thuya, chêne zeen , genévrier, ...) et le chêne vert en mélange. Dans les vides, on propose une mise en défens sur une période de 10 ans, avec semis direct de semences du chêne vert.

Nos perspectives vont pour une étude complète et approfondie sur la pyrologie du chêne vert afin de pouvoir protéger et restaurer la végétation potentielle des groupements forestiers climaciques qui sont en train de se raréfier. En outre, il serait intéressant d'étudier la phytosociologie des groupements à chêne vert et les réponses des espèces aux différents facteurs de perturbations et le développement des pépinières afin d'améliorer ces espèces forestières dans le cadre d'une stratégie globale de mise en valeur et de conservation de ces ressources naturelles.

Référence bibliographique :

ACHERAR, M., RAMBAL, S., LEPART, J. 1991 : Evolution des potentiels hydriques foliaire et de la conductivité stomatique de quatre chênes méditerranéens, lors d'une période de sécheresse. *Annale des sciences forestières* 48 : 561-573.

ACHHAL, H. 1987 : Etude phytosociologique et dendrométrique des écosystèmes forestiers du bassin versant du N'fis (haut atlas central). Thèse Doc. Univ-Aix- Marseille III. 1- 188p.

AIDOU, A. 1983 : Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3^é cycle. Univ. Sei. Tech. H. BOUMEDIENE, Alger. 245 p + annexes.

AKRIMI, N., NEFFATI, M. 1994 : Dégradation du couvert végétal en Afrique du Nord. In. *Med. Campus n° 8 : Désertification et aménagement. Cours des séminaires 1993 de Médenine (Tunisie) et d'Agadir (Maroc).* Eds. G. COUDE-GAUSSSEN et P. ROGNON, Caen : 49-67

ALCARAZ, C. 1977 : Carte de la vegetation d'Oran au 1/500.000. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Univ. Alger.*

ARMIAUD, B., BOUZILLE, B., BONIS, A. 1996 : Analyse de la dynamique végétale selon la nature et l'intensité du pâturage : Exemple des marais communaux du maria poitrevin. *Annales de zootechnie.* Ed. Scientifique Elsevier, Provider., The British library.

BARBERO, M., BONIN, G., QUEZEL, P., LOISEL, R. 1990 : Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Foret Méditerranéenne.* XII : 194-215.

BARBERO, M., LOISEL, R. 1980 : Le chêne vert en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française.* 32p.

BARBERO, M. 1990 : Ecosystèmes forestiers méditerranéens Cours de Magister. *Inst. Biol. Univ. Tlemcen.*

BARBERO, M., LOISEL, R., QUEZEL, P. 1992 : Biogeography, ecology and history of Mediterranean Quercus ilex ecosystems. *Végétation* 99-100 : 19-34

BARBIER, P. 2002 : Cours Vertical Mapper V.2.6 ,livret 1 Version du Cours V1.0, IGN-ENSG-CERSIG, p 30.

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.

BARRY, J ., PONS, A., REILLE, M., TRIA, T H. 1976 : Notice de la carte internationale du tapis végétal et les conditions écologiques. Feuille d'Alger. CRBT. Alger. 42P

BATUT, A. 1886 : La photographie appliquée à la production du type d'une famille, d'une tribu ou d'une race, Paris, Gauthier Villars

BELARMAIN, F., KAKAI ROMAIN, G., BRICE, S., DIETER, P. 2008 : Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de wari-marou au Bénin. *Revue Ivoir. Sci. Technol.* p173 – 186

BELLON, S., CABANES, B., DIMANCHE, N., GUERIN, G., MSIKA, B. 1996 : Les ressources sylvo-pastorales des chênaies méditerranéennes. *Forêts méditerranéennes. XVII.3 :* 197-209.

BENABADJI, N. 1991 : Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba alba* au Sud de Scbdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Es Sciences. Univ. Aix Marseille ifi, St Jérôme 219 P+Ann.

BENABADJI, N., BOUAZZA, M., MAIBOUBI, A. 2001 : L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie, Algérie)- Forêt Méditerranéenne XXII.N°3. La forêt de Tlemcen Algérie. PP

BENABDALAH, 2011 : Analyse phytoécologique des groupements à thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) et à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.) dans les monts de Tlemcen (Algérie occidentale). Univ de Tlemcen.

BENABDELLAH MA, SM., AMRANI, A., ELHAITOU AND, S., OLLIER. 2010: Phytoecological analysis of plant communities with thuja (*Tetraclinis articulata* Vahl Masters) and holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) in the Mountains of Tlemcen (Western Algeria). *Ecologia mediterranea: International Journal of Mediterranean Ecology*, 36: 97-120.

BENABDELLI, K. 1983 : Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoiq ue sur la végétation dans la région du Telagh (Algérie). Thèse spec., Univ. Aix-Marseille HI. 185 p.

BENABDELLI, K. 1996 : Aspects physiononico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les Monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya (Algérie septentrionale - occidentale). Thèse Doc. Es Sc. Univ. Sidi Bel Abbes. T. 1, T. 2, Annexes. 356 p.

BENABID, A. 1985 : Les écosystèmes forestiers. Pré forestiers et pré steppiques du Maroc : Diversité, répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagement. *Forêt méditerranéenne*, T. VIII n°1, pp: 53-64.

BENEST, M. 1985 : Evolution de la plate forme de l'ouest algérien et du Nord-est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire". Doc – Lab-Géol. Lyon n°95. (Fasc1). Département des sciences de la terre. Université Claude Bernard. Lyon. 367 p.

BENHANIFIA, K., HADDOUCHE, I., BENS AID, A., SMAHI, Z., HAMIMED A. 2004: Characterization of the deforestation effect in a semi-arid region by the use of satellite

Images. Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology V (Proceedings Volume) Proceedings of SPIE Volume : 5232., February 2004.

BENZEKRI, J.P. 1960 : Analyse factorielle des correspondances. Bulletin de la Société Mathématique de France, Tome 88, p. 229-332.

BENZEKRI, J.P. 1973 : L'Analyse des données: l'analyse des correspondances. Tome 2, Dunod., 619 p.

BERRICHI, M. 2010 : Détermination des aptitudes technologiques du bois de quercus rotundifolia lamk et possibilités de valorisation. Tlemcen, p, 149.

BESTAOUI, Kil. 2001 : Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des Matorrals de la région de Tlemcen. Thèse de Magis. Ecologie. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 184 P+Ann.

BLANC FERAUD, L., SAMSON, C., AUBERT G., ZERUBIA, J. 2000 : Multiphase evolution and variational image classification. Dans Congress SIMAI, Ischia, Italie.

BOUAZZA, M. 1991 : Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa lenacissima* L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse. Doct.Univ. Aix Marseille. 119 P+ Ann.

BOUAZZA, M. 1995 : Etude phyto-écologique des steppes à *Siipa lenacissima*. L et *Lygeum sparlum* .L au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse. Doct. Sci.Univ.Tlemcen. 275 p+ Annexes.

BOUDERBA, D. 1989 : Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un taillis de chêne vert : biomasse, production et régénération. Mém. Ing. Univ. H. BOUMEDIENE, Alger massif d'Elhassasna (W. de Saida). Mem. D'Ing. INA d'Elharach, 90p.

BOUDY, P. 1950 : Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Tome 2. Edition. Larose, pp. 299-372.

BOUDY, P. 1952 : Gide du forestier en Afrique du Nord. Maison rustique. Paris. 105p.

BOUDY, P., 1955 : Economie forestière Nord Africaine, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, T. IV: 483 p. *Larose Edit., Paris*.

BOURLIERE, P, LAMOTTE, M. 1978 : La notion d'écosystème. Un problème d'écologie. Ecosystèmes terrestres, Ed, Masson. Paris, p10.

BOUSSAID, M., BEN FADHEL, N., CHEMLI R., BEN M'HAMED, M. 1999 - Structure of vegetation in Northern and Central Tunisia and protective measures. CIHEAM-Options Mediterraneennes, pp. 295-302.

BRUCIAMACCHIE, M. 1989 : Typologie des peuplements. *Revue Forestière Française*. XLI(6) :507-512.

- CHANDON, J.L., PINSON, S. 1981 :** Analyse Typologiques, théories et applications, Paris: Masson., 254 p.
- CHICOV, K.1991 :** Cours de dendrométrie. Polycopies de 3ème et 4ème années, institut de foresterie, Tlemcen, 102p
- CLAIRE, A. 1973 :** Notice explicative de la carte lithologique de la région de Tlemcen au 1/100000.
- COLLIGNON, B. 1986 :** Hydrologie applique des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen (Algérie), Tome 1. Mémoire de Doctorat nouveau régime, en hydrogéologie, Univ. D'Avignon.
- CORCUERA, L., CAMARO J., GIL-PELEGRIN, E. 2003 :** Effects of a severe drought on Quercus ilex radial growth and xylem anatomy. *Trees*, 18 : 83-92.
- DAHMANI, M. 1984 :** Contribution a l'étude des groupements à chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phyto-sociologique et phyto-ecologique. Thèse Doct. 3° Cycle : Univ. H.BOUMEDIEN, Alger. 238 p+ ann.
- DAHMANI, M. 1989 :** Les groupements végétaux des Monts de Tlemcen (Ouest algérien) : Syntaxonomie et phytodynamique. *Biocénoses*, 4 (1/2) : 28-69.
- DAHMANI, M. 1997 :** Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse de Doctorat Es-sciences. Ecologie. Institut des sciences naturelles. USTHB. Alger.329P
- DAHMANI, M. 2002:** Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie. *La forêt méditerranéenne*. XXIII, n° 2, octobre. 117-132.
- DAYA, A. 2006 :** Étude des contraintes de croissance des arbres sur pied d'eucalyptus grandis et du chêne vert caractérisation et valorisation sous forme de bois collé. Thèse Doctorat, Univ. Paul Verlaine de Metz, 128 p.
- DEL VILLAR, E. 1947 :** Les Quecus de l'herbier d'Algérie. Bulletin de l'Afrique du Nord : collection du globe .I :92-100.
- DELABRÂZE P. 1985 :** Base biologique et physique de la prévention des incendies de forêts. C.N.R.S. Mt. A.R.E.N. pp: I-16.
- DELABRAZE, P., VALETTE, J.C. 1974 :** Etude de l'inflamabilité et combustibilité. Consultation
- DEMBELE, F. 1996 :** Influence du feu et du pâturage sur la végétation et la biodiversité dans les jachères en zone soudanienne (Nord du Mali). Thèse. Doct. Etat. Fac. Sei. Aix-Marseille III. 250 p.
- DESHAYES ., al. 1990 :** La télédétection en agriculture : actes du colloque de Montpellier / organisé par CIHEAM [et al.] ; éd. Michel Deshayes, 1990.

- DIDIER, M. 1993** : Guide économique et méthodologique des SIG. Hermès, 330 pages
- DILHEM, A. 1982** : Etablissement d'un tarif de cubage pour les taillis de chêne vert de la région d'El Hassasna (W. Saida) et étude des principales propriétés physiques de cette essence. Thèse d'ingénieur agronome. INA. Alger. 40p.
- DOUMERGUE, F. 1910** : Carte géologique de l'Algérie au 1/50.000. Feuille n° 271, Lamoricière; Feuille n° 300, Terny ; feuille n° 270, Tlemcen. Publ. Serv. Carte géol. Algérie.
- DUCHAUFOR, Ph. 1977** : Pédologie 1. Pédogenèse et classification. Masson, Paris, 477p.
- DUCHAUFOR, Ph. 1984** : Abrège de pédologie. Ed. Masson et Cie. Paris. 220 p.
- DUCREY, M. 1996** : Recherches et expérimentations sur la conduite sylvicole des peuplements de chêne vert. Forêt Méditerranéenne XVII, 3 : 151- 168.
- DUPUY, J.L. 2000** : Les apports possibles de la physique du feu à la conception et à l'entretien des coupures de combustible. INRA, Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes, Équipe de Prévention des Incendies de Forêt, Avignon, Forêt Méditerranéenne t, XXI, 4 :497-510.
- ED DERFOUFI, F. 1986** : Gestion et dynamique des nutriments dans les taillis de chêne vert âgés et très jeunes. Thèse Doct. 3° cycle, U.S.T.L. Montpellier, 131 p.
- FAVRICHON, V., GOURLET-FLEURY, S., BAR-HEN, A., DESSARD, H. 1998** : Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide : éléments pour une méthodologie
- FEROUANI, F. 2001** : Contribution à une étude écologique et syntaxonomique du parc de Tlemcen (Versant Nord). Mém. D'ing. ISN. Univ. Tlemcen. 159 p.
- FORSTER H & al. 2001** : Méthodologie et Instruction pour l'Exécution des Inventaires Forestiers Détaillés et Participatifs au Niveau des Marchés Ruraux, (AEDE), edit ECO-Consult / Agritchad, page 35 - Tchade
- GIRARD, M. C. et GIRARD, C. M. 1999** : Traitement des données de télédétection. DUNOD, Paris., 529 p.
- GOUJON, P. 1976** : L'élevage et la forêt dans le bassin Méditerranéen. Colloque, élevage en méditerranée occidentale. C.N.R.S. actes du colloque international. Institut de recherche méditerranéen. Mai 1976.
- HADDOUCHE, D. 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.*
- HADDOUCHE, D., BENHANIFIA, K., GACEMI, M. 2011** : Analyse spatiale de la régénération forestière post-incendie de la forêt de Fergoug à Mascara, Algérie. *Revue Bois et forêts des traupiques, n°307.*

HADJADJ-AOUL, S. 1995 : Les peuplements du Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Algérie : phytoécologie, syntaxonomie et potentialités sylvicoles. Thèse. Doc. D'Etat : Univ. Aix-Marseille III. 159 p. et Annexes.

HADJADJ-AOUL, S. 1995 : Les peuplements du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, - Master) en Algérie : phytoécologie, syntaxonomie et potentialités sylvicoles. Thèse. Doc. D'Etat : Univ. Aix-Marseille III. 159 p. et Annexes

HAICHOIR, R. 2009 : Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie. Mém. Magister, Univ. Mentouri, Constantine, 151 p.

HAMMOUDI, A. 1982 : Contribution à l'étude d'un inventaire forestier (Méthodologie et analyse) dans les taillis de chêne vert (*Quercus ilex*) de la forêt d'El Hassasna (W.Saida). Thèse d'ingénieur agronome. INA. 73p.

HASNAOUI. 1998 : Etude des groupements à *Chamaerops humilis* Subsp *argentea*, dans la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 14: 80 P+Ann.

HETIER, JP. 1993 : forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ? Elément pour une gestion patrimoniale des écosystèmes forestiers littoraux ", Conservation de humide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéenne du saharien (Algérie Nord occidentale). Thèse Doctorat en sciences. 189 p.

HEYWOOD, V. 1995 : The mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecologia mediterranea*XXL(1/2): 11-18.

HIERNAUX & JUSTICE, 1986 : Suivi du développement végétal au cours de l'été 1984 dans le Sahel Malien. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1515–1531

HOUNDONOUGBO, J. S. H. 2011 : Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Triplochiton scleroxylon* et *Terminalia superba* dans les forêts reliques du Sud-Benin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC. 53p.

HOUNKPEVI A. ET AL. 2010 : Contribution à la gestion durable des forêts: caractéristiques écologiques et structurales de la forêt naturelle de Massi (Lama) au Sud du Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC. 137p.

IHAKA, R. , GENTLEMAN, R., 1996 : Language for Data Analysis and Graphics". *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 5 (3): 299–314.

IONESCO, T., et SAUVAGE, Ch. 1962 : Les types de végétation du Maroc, essai de nomenclature et de définition. *Rev. Geogr. Maroc*. 1-2: 75-86.

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.

LE HOUEROU, H.N. 1980 : L'impact de l'homme et ses animaux sur la forêt méditerranéenne. 1ere partie, *Forêt méditerranéenne*, II , 1 : 31-44.

LE HOUEROU, H.N. 1971 : Les bases écologiques de la production pastorale et fouragères en Algérie. F.A.O. Div. Prod. Prot. Plats. 60 p.

LE HOUEROU, H. 1973 : Fire and vegetatiore in mediterraneah basin. Taik Timbers Fire Ecology - Conférence., 13 : 237-277. Research station. Talahssee Florida.

LE HOUEROU, H.N. 1969 : La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rec. Agro. Tunisie, 42 5. 624 p.

LEONARDI, S., RAPP, M. 1990 : Production de phytomasse et étulisation des bioéléments lors de la reconstitution d'un taillis de chêne vert. Acta Oecologica, 11 (6) : 819-834.

LEPART, G., ESCARE. 1983 : La succession végétale, mécanismes et modèles, analyse bibliographique. Bulletin écologique. N° 3 et 14, pp 133-178.

LETREUCH BELAROUCI, N. 1995 : Réflexion autour du développement forestier : les zones a potentielles de productions. Les objectifs. OPU. Alger 69p.

LOISEL, R., GOMILLA, H., ROLANDO, C. 1990 : Déterminisme écologique de la diversité des pelouses dans la plaine de la Crau (France méridionale), Eco. Médit. XVI, 25 5-277, Volume jubilaire dédié au- professeur Pierre QUEZEL.

LOMBARDINI, F. 2006 : La typologie des suberaies varoises : un outil pour une rénovation forestière raisonnée (The typology of the Varoises cork oak stands: a tool for sustainable forest management). Office National des Forêts (ONF), Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 16 p.

LONG, G. 1960 : Les terrains de parcours de plaines, de plateaux et de basse montagne dans la région méditerranéenne. Fourrages, 4, PP. 47-127.

M' HIRIT, O. 1999 : La Forêt Méditerranéenne: Espace Ecologique, Richesse Economique et Bien Social. *Unasyva*, vol.50, 15p.

MAIRE, R. 1926 Carte phytogeographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouvernement General d'Algerie. Services des cartes Alger.78p

MANI, Z., MEGROUN, N., SKANDER, S. 1992 : Etude phytoécologique et éco-dendrométrie des chênaies vertes dans l'Atlas blidéen. Mem. Ing., Univ . H. BOUMEDIENE, Alger, 90 p.

MARGERIT, J., 1998.- Modélisation et simulations numériques de la propagation de feux de forêts. Thèse Doct. Institut National polytechnique de lorraine. Nancy, France, 260p.

MERZOUKI, A., LOSSAINT, P., RAPP, M. 1989 : L'effet d'une à blanc sur la minéralisation de l'azote d'un sol rouge méditerranéen. Rev. Ecol. Sol, 26 (2) : 133-154.

METHOT, S, BLAIS, L, GRAVEL, J, LATREMOUILLE, I, ST-PIERRE, S, VEZEAU, S. 2014 : Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestier. 237 p.

MIGLIORETTI. 1986 : Evolution comparée des architectures et structures des peuplements mélangés à chêne vert et à chêne pubescent en forêt domaniale de la Gardiole de Rians(Var).Ecologia méditerrané. XII (3 et 4) : 133-147.

MIGLIORETTI, F. 1987 : Ecologie et dendrométrie des peuplements purs et mélangés de chêne vert (*Quercus ilex*L) et de chêne pubescents (*Quercus pubescens* Willd) en Provence. Thèse Doct. D'Etat , Univ. Aix-Marseille III. 218 p + Ann.

NAVEH, Z. 1974 : Effet of fire in the Meditenanean region. In lire an Ecosystems, Academic press, New York, pp:401-434.

ORSINI, PH., CHEYLAN, G. 1996 : La faune sauvage des chênaies (les vertébrés terrestres). Forêt Méditerranéenne, XXII, 3 : 145-150.

PANAIOTIS, Ch. 1996 : Etude des potentialités de pérennisation du chêne vert (*Quercus ilex* L.) en Corse : Le cas de la forêt du Fango (Réserve de l'homme et la Biosphère). Thèse Doct. en Sc., Univ. Corse, 259 p.

PARDE J., 1958 : Une notion nouvelle et fructueuse : l'indice C. V. P. revue forestière française. 7P

PARDE, J., BOUCHON, J. 1988 : Dendrométrie. ENGREF. ISBN/ Réf. :: 9782857100256 .2ème édition., 328 p.

PERES TREJO. 1996 : Desertification and land degradation. The european Mediterranean. Officinal publication of the European communities. 63 P.

PONS, A., VERNET, J. 1971 : Une synthèse nouvelle de l'histoire du chêne vert (*Quercus ilex* L). Bulletin de la société botanique de France.118 : 841-850.

QUEZEL, P. 1979 : La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. Forêt Méditerranéenne 1 (1) : 7-78.

QUEZEL, P., BARBERO, M., BENABID, A. 1987 : Les incendies sur les structures et architecture des écosystèmes méditerranées coll. Tern. Giens.

QUEZEL, P. 2000 : Reflexions sur l'évolution de la flore et de la vegetation au Maghreb Meditteraneen. Ibis Press. Edit. Paris, 117 p.

RODA, J.M., GERNARD J., GORSE C. 2004 : Aspects économiques de la production de parquet massif de chêne vert. Forêt méditerranéenne, XXV, 2 : 119-130.

ROLLET, B. 1974 : architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine CTFT Nogent- sud-marne, France 298p.

ROMANE, F. 1987 : Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doct. Es.Science, Marseille.

ROUSE J. W. , HAAS, R. H., SCHELL, J. A., DEERING, D. W., HARLAN J. C. 1974: Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation. NASA/GSFC Type III final report, Greenbelt, Maryland, 50 p.

ROUX, M. 1985. Algorithmes de classification. ED. Masson. Paris. 151p.

SAMSON, C., BLANC FÉRAUD L., AUBERT G., ZERUBIA, J. 2000 : A level set model for image classification. International Journal of Computer Vision, 40 (3) : 187-198.

SCANVIC, J. 1993 : Utilisation de la télédétection dans les sciences de la terre. Manuels et méthodes, B.R.G.M, 1993, France, p158

SEIGUE, A. 1985 : La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. pp. 82 - 91.

SELLERS, P. J. 1985: Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration', International Journal of. Remote Sensing., 39 p.

SELOSSE, R. 2011 : Ectomycorrhizal communities in a Mediterranean forest ecosystem dominated by *Quercus ilex*: seasonal dynamics and response to drought in the surface organic horizon. Ann. Forest sci., 68: 57-68.

SYLVAIN, G., XAVIER, J. 2001 : Modélisation et cartographie des peuplements et des paysages :p 467.

TOMASINI, J. 2002 : Introduction aux différentes techniques d'inventaire forestiers., 4p.

TRABAUD, L. 1971 : Les combustibles végétaux dans le département de l'HERAULT, 68 p., photos, 3 cartes coul. 1/1200 000 . C.E.P.E/C.N.R.S. Montpellier.

TRABAUD, L. 1996 : Réponses du chêne vert et du chêne blanc à l'action du feu . Forêt Méditerranéenne XXII, 3 : 243-252.

TRICART, J. 1996 : Géomorphologie et sols de l'Ouest du Nord de l'Afrique du Nord. Ed. Armand Colin.

TUTIN, G., BURGESS, N A., CHATER, A O., EDMONDSON, J R., HEYWOOD, V H., MOORE D VALLAURI D. 1997 : Restauration, conservation et gestion durable des forêts dans les Préalpes sud occidentales françaises. Contexte écologique de la problématique forestière. Mémoire volontaire présenté au onzième Congrès forestier mondial, tenu à Antalya (Turquie) en Octobre 1997, 6 p.

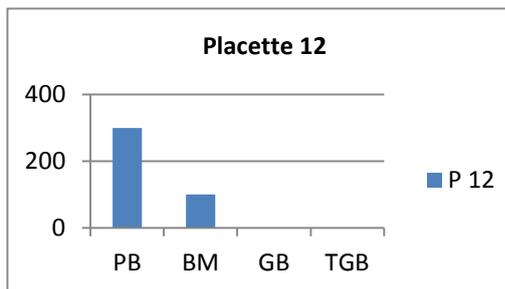
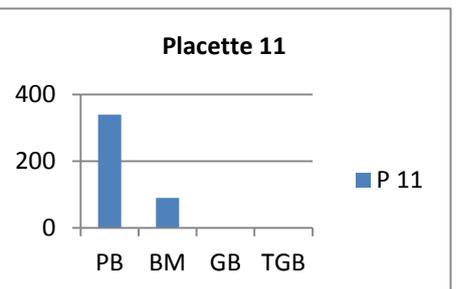
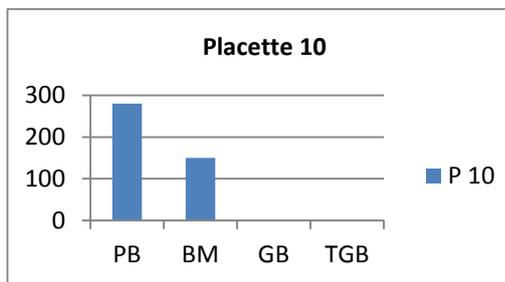
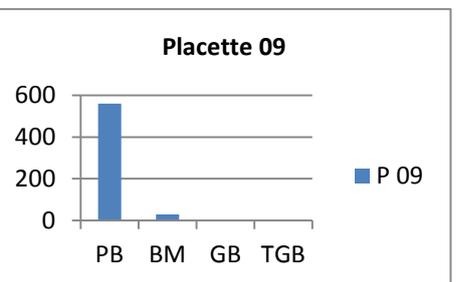
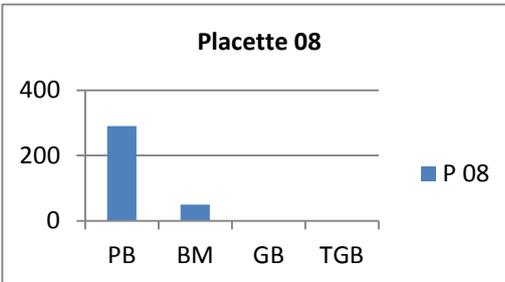
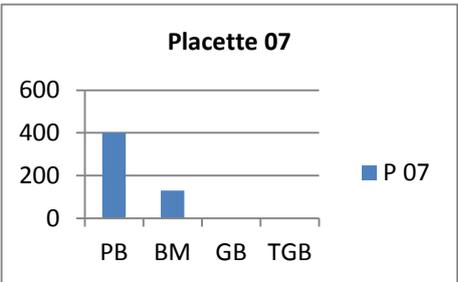
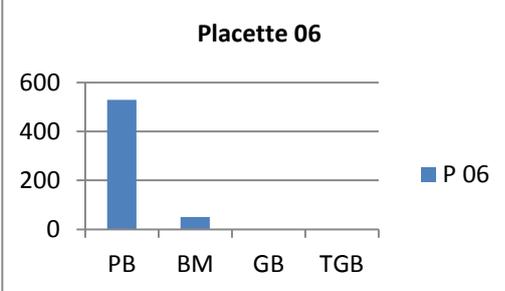
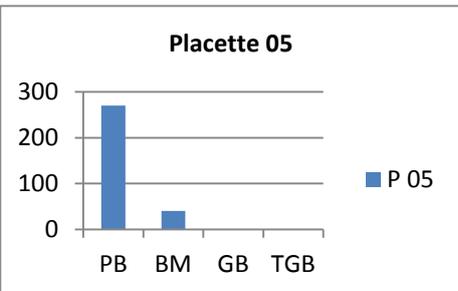
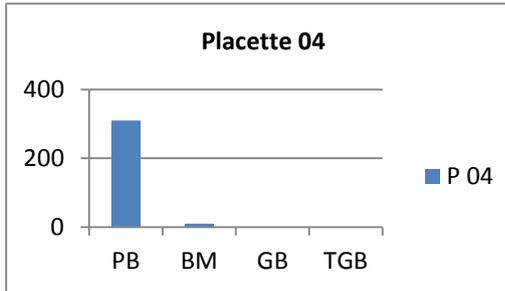
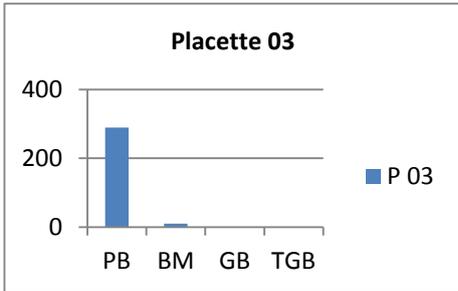
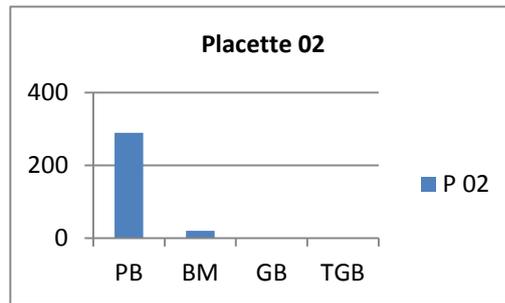
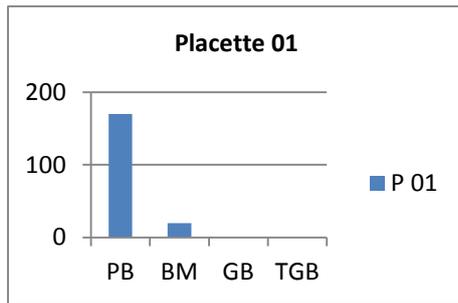
VALENTINE, M. D 1993 : Flora Europaea. Vol.1. 2nd. Cambridge. Cambridge University Press.

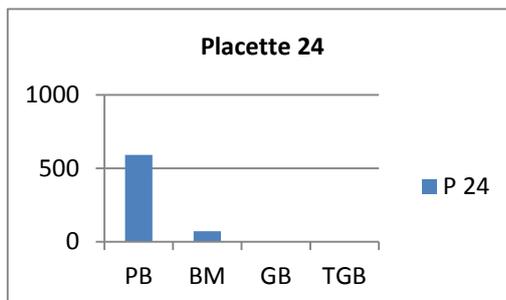
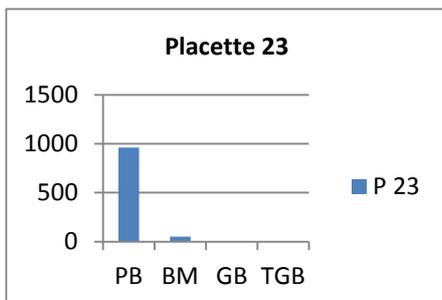
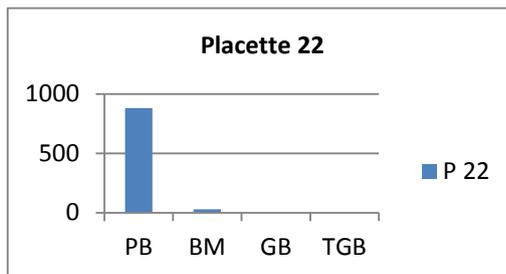
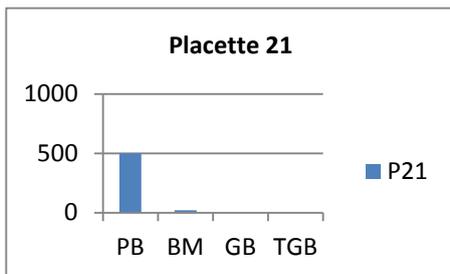
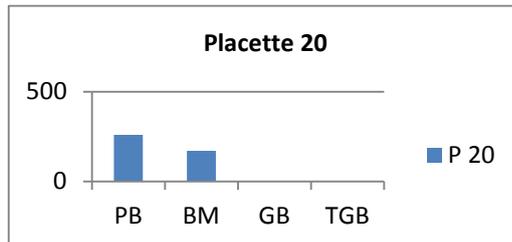
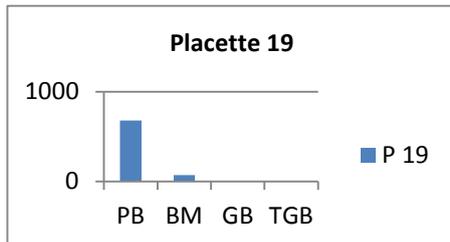
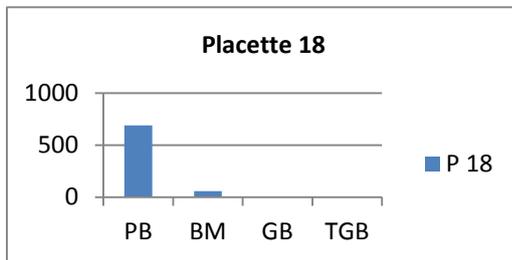
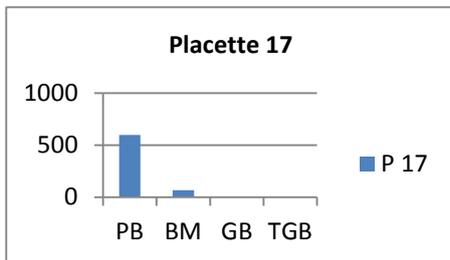
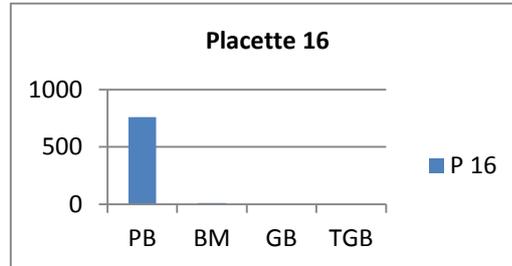
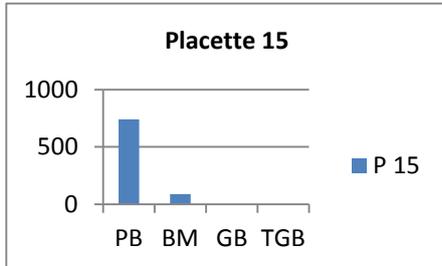
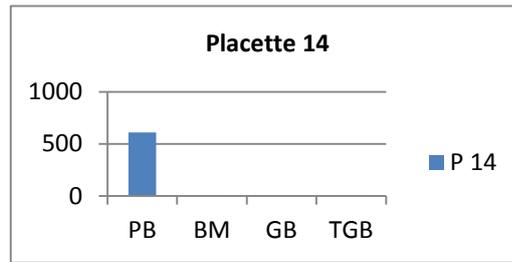
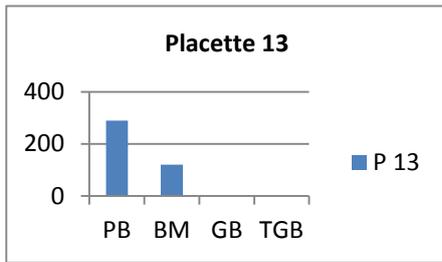
VIERS, G. 1970 : Géographie zonale des régions froides et tempérées. Nathan- Paris : 210 p.

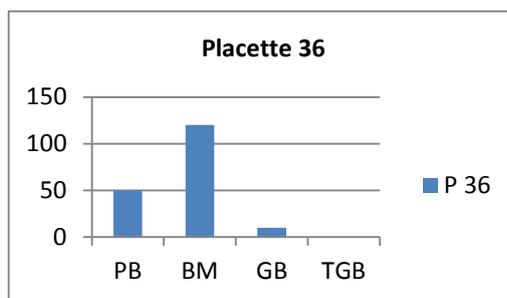
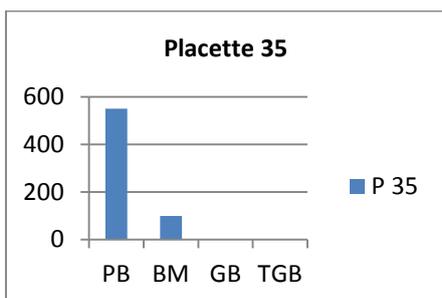
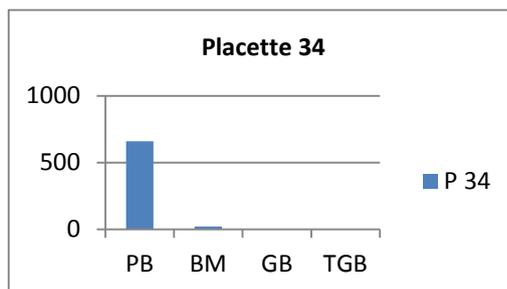
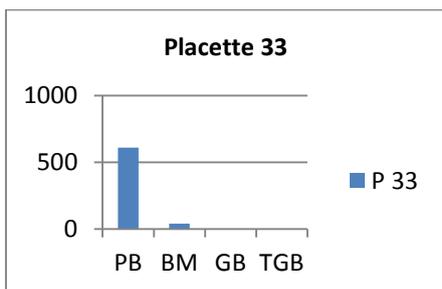
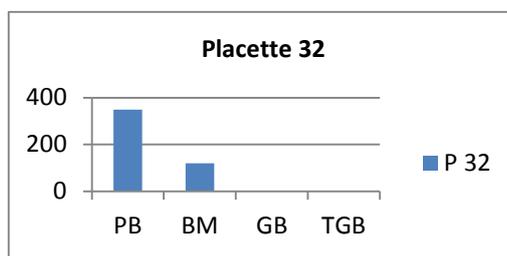
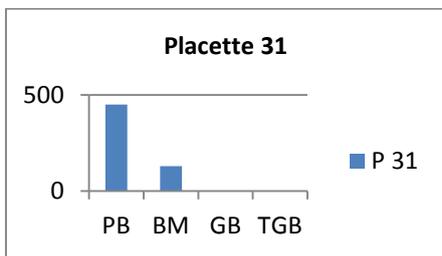
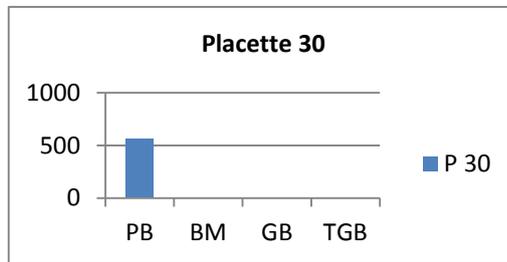
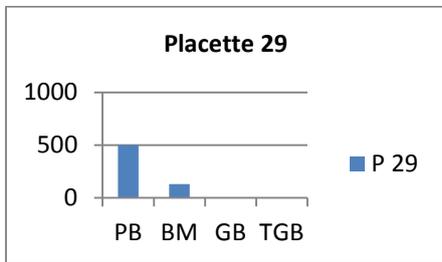
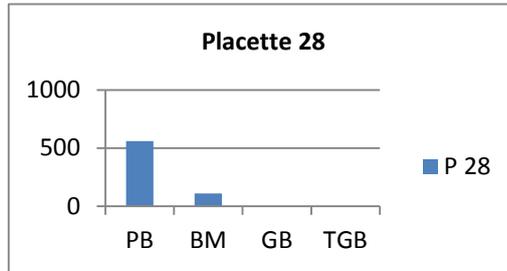
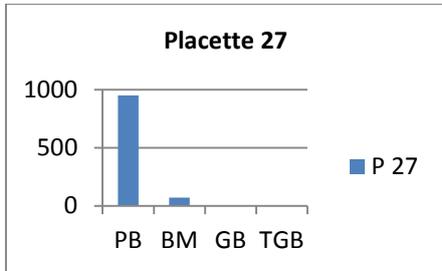
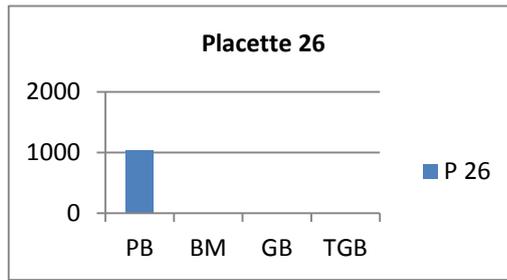
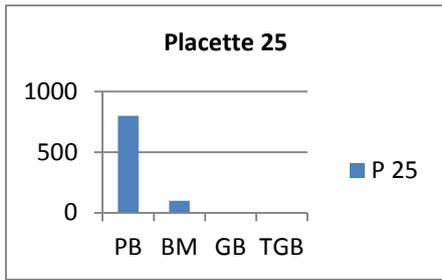
WALTER, H, STRAKA, H., LIETH, H. 1960 : Klimadiagram Weltatlas. Jerrafishar. Iena. Ecologia Mediterranea. Tome XVIII, 1992. Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix Marseille III.

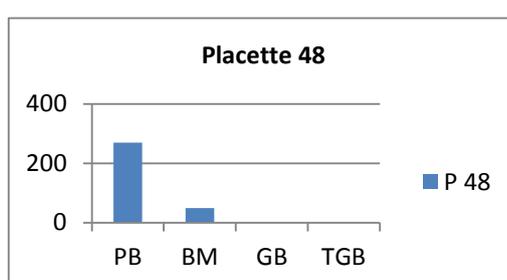
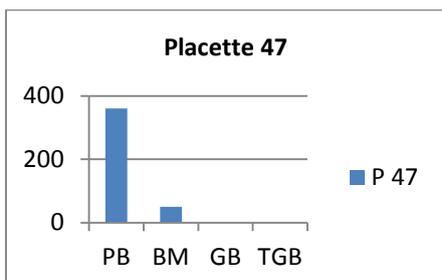
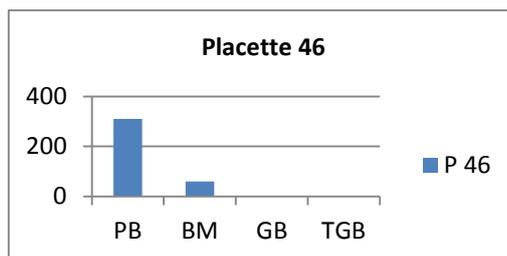
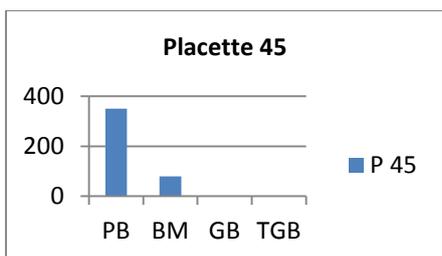
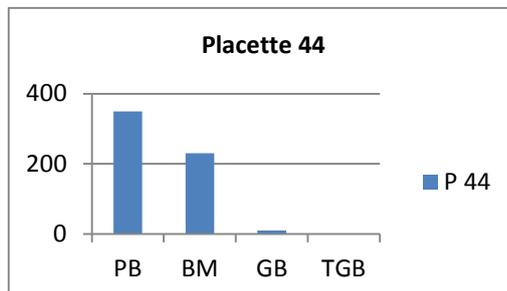
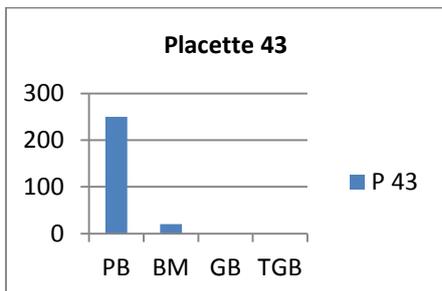
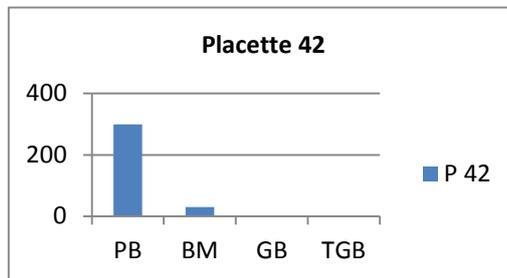
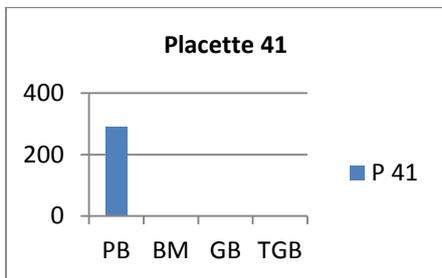
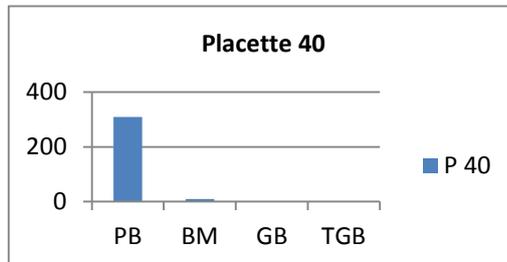
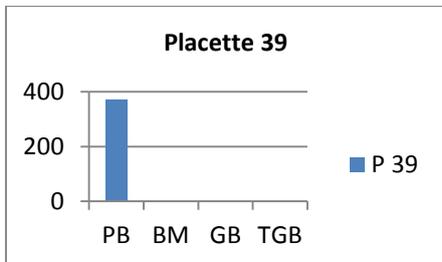
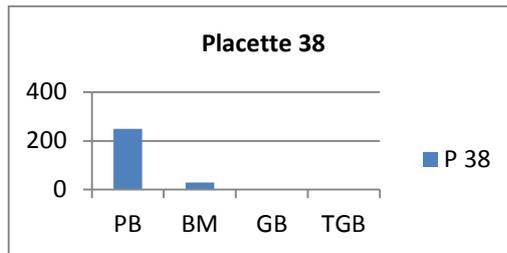
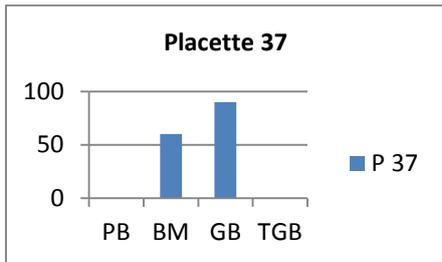
ZENZANE, W. 2016: Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt de Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Mémoire. Université de tlemcen, 2016, p60.

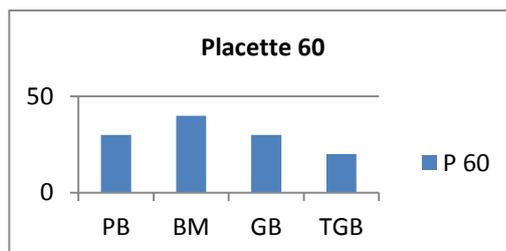
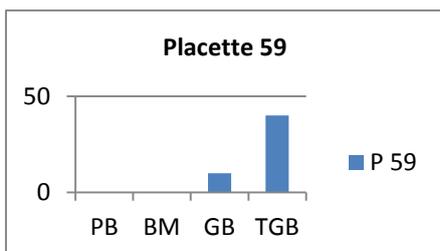
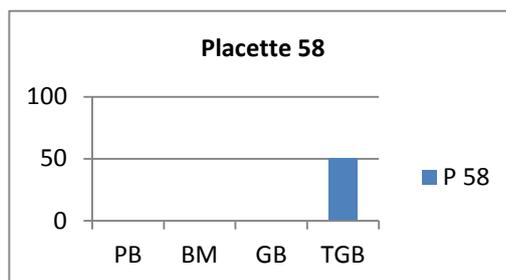
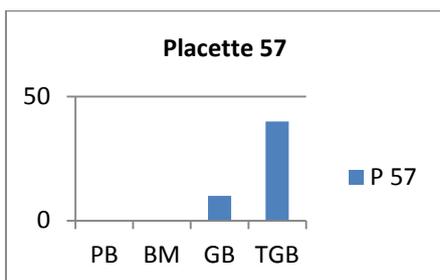
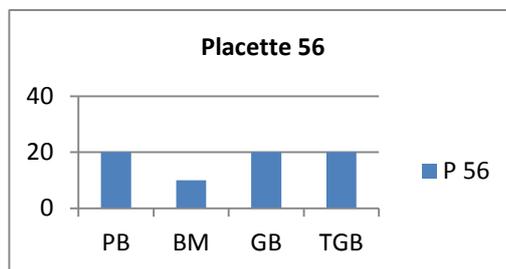
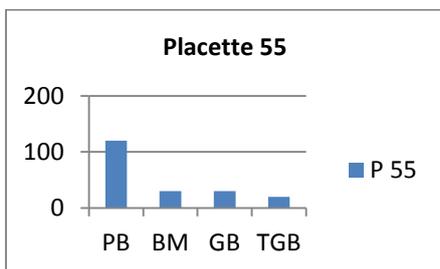
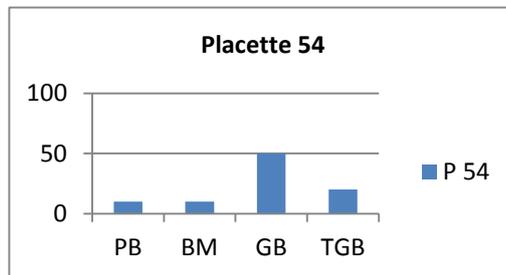
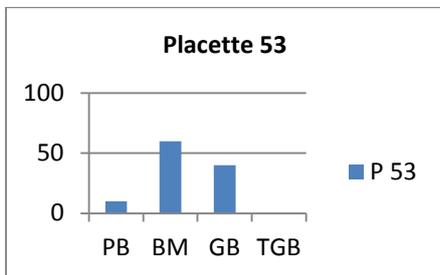
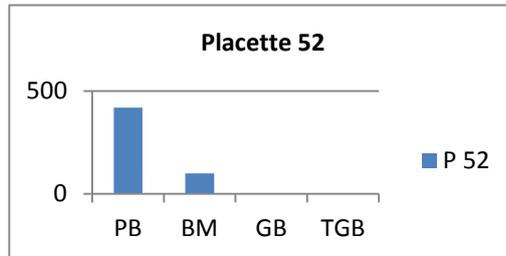
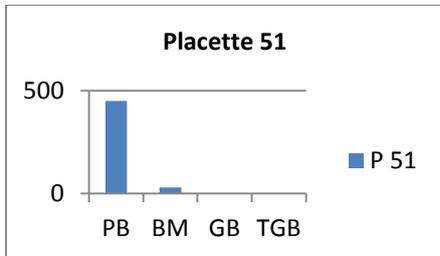
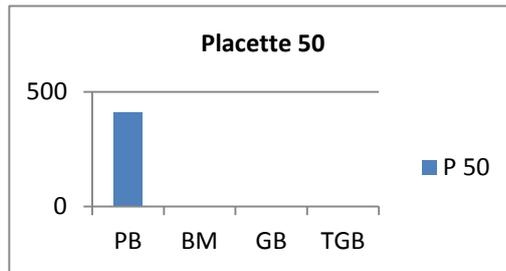
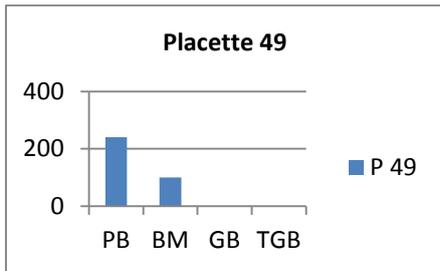
Répartition des tiges par catégorie de bois :

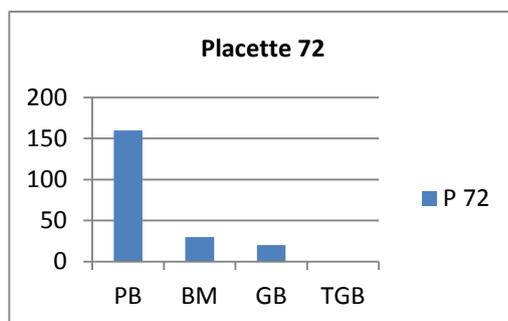
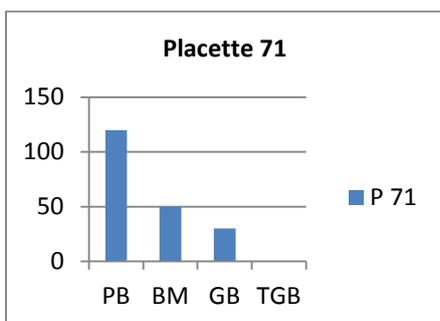
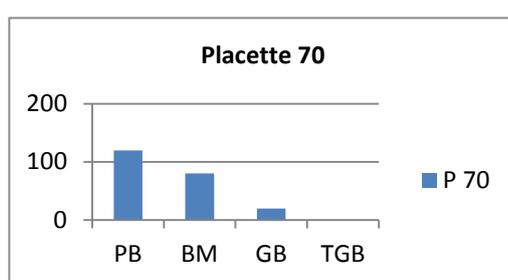
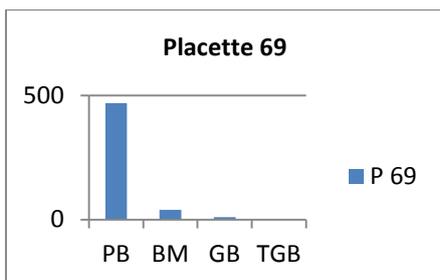
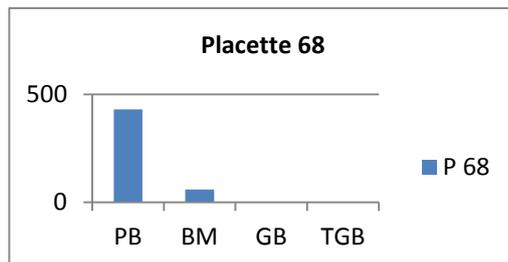
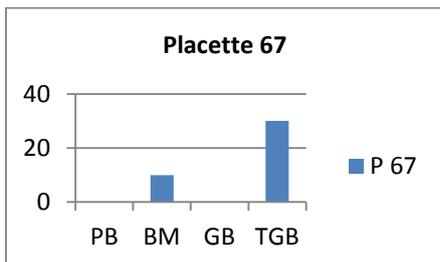
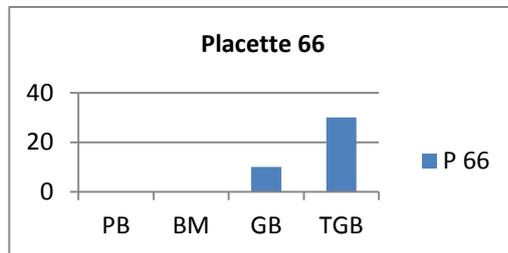
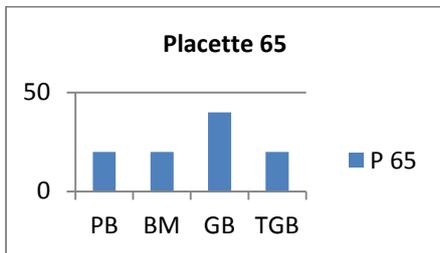
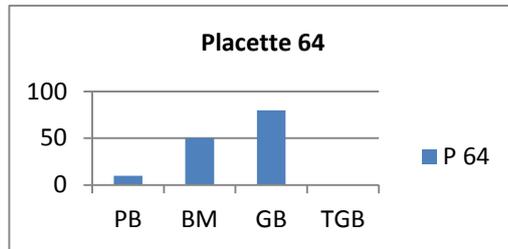
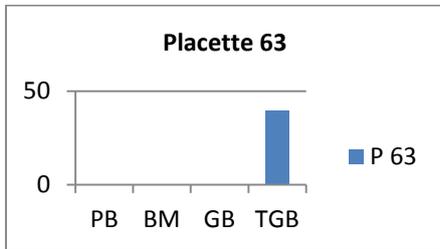
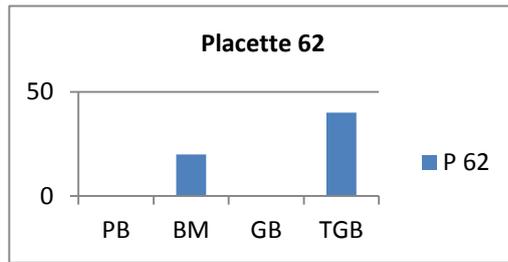
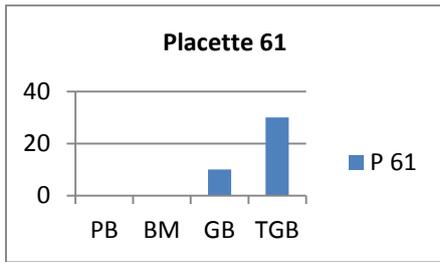


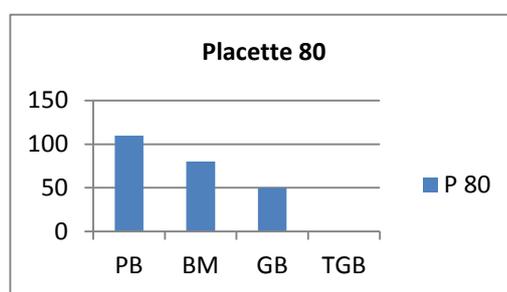
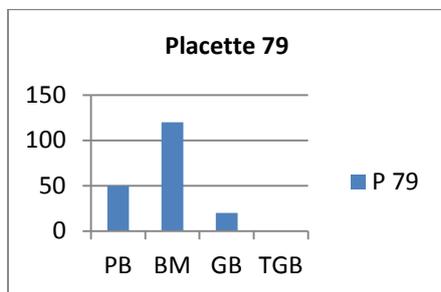
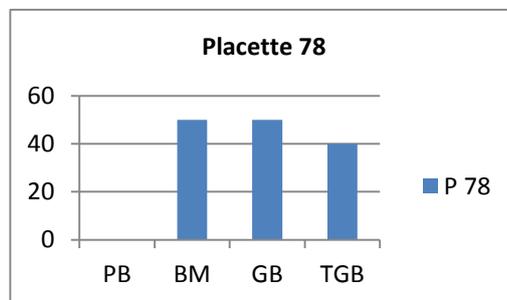
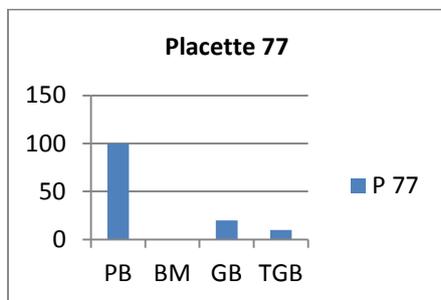
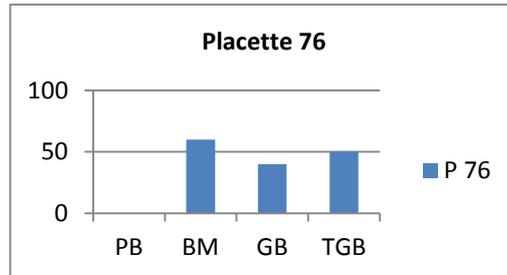
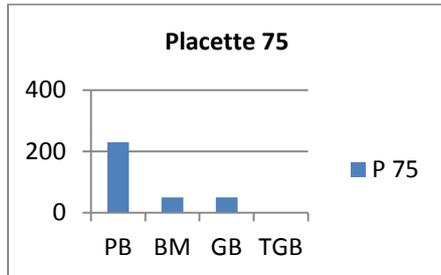
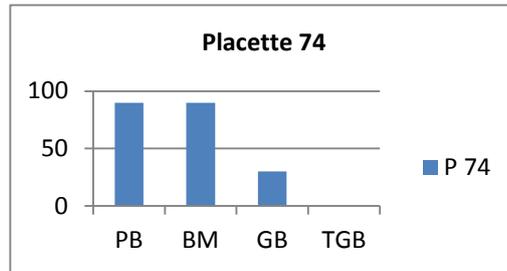
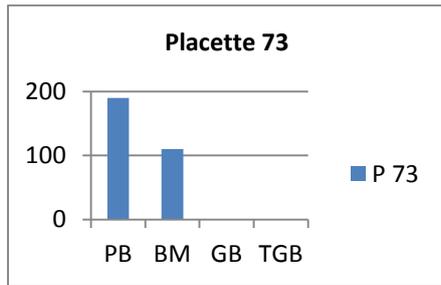












Traitement des données

Valeurs propres : 0.7036 0.5828 0.5411 0.4035 0.3029 ...

Lignes placettes contributions

	Axis1	Axis2	Axis3
P01	0.173591228	0.27013500	-0.21211538
P02	0.198559935	0.26295672	-0.21773747
P03	0.225137032	0.26132655	-0.27240933
P04	0.216465459	0.25745004	-0.22959544
P05	0.159026149	0.27432232	-0.20883582

P06 0.181587706 0.30263935 -0.23709839
P07 0.096117758 0.34165801 -0.21843387
P08 0.176539058 0.30860785 -0.24543890
P09 0.200212795 0.26150796 -0.23933340
P10 0.032502530 0.37807766 -0.21501274
P11 0.088874167 0.36126389 -0.24680591
P12 0.082646605 0.30345889 -0.19741761
P13 0.078304421 0.33318154 -0.19882244
P14 0.122483836 0.22838223 -0.28640296
P15 0.178171224 0.27154441 -0.21867515
P16 0.230135621 0.25387901 -0.22484723
P17 0.174072590 0.26999661 -0.21222376
P18 0.188014083 0.26583538 -0.21870211
P19 0.180901510 0.26803336 -0.21376140
P20 -0.004165644 0.32123846 -0.17209065
P21 0.206897549 0.25945509 -0.24369563
P22 0.217892391 0.25739882 -0.22209047
P23 0.205402032 0.26064845 -0.22671690
P24 0.169496631 0.27078996 -0.22257707
P25 0.169126303 0.27129097 -0.21389270
P26 0.235012917 0.25203068 -0.23567127
P27 0.196040625 0.26368100 -0.21717021
P28 0.137489086 0.28051403 -0.20398642
P29 0.111648357 0.28794300 -0.19816798
P30 0.238093721 0.25159113 -0.22663912
P31 0.111450077 0.29209926 -0.20171688
P32 0.094847814 0.29783165 -0.19881967

P33 0.200384571 0.26243216 -0.21814831
P34 0.220070966 0.25677250 -0.22258101
P35 0.143820846 0.27869371 -0.20541211
P36 -0.360707844 0.33284643 -0.09737686
P37 -2.062102112 -0.06878583 0.23115966
P38 0.199771874 0.17102580 -0.17655188
P39 0.252345537 0.17725670 -0.21878014
P40 0.223467740 0.26107179 -0.27681675
P41 0.250805989 0.15753124 -0.23265200
P42 0.198792958 0.26974634 -0.23169498
P43 0.189764903 0.26505972 -0.22503270
P44 0.820186184 -2.34821245 0.87490781
P45 0.765211117 -2.08952280 0.76194464
P46 0.764942866 -2.08685378 0.76042712
P47 0.468978379 -0.77636200 0.20809945
P48 0.629833241 -1.48937909 0.50881676
P49 0.772364120 -2.12784751 0.77986045
P50 0.505528647 -0.92499439 0.25082712
P51 0.688854793 -1.71948512 0.59648678
P52 0.720234669 -1.89114145 0.67853734
P53 -1.341653356 0.11080715 0.09262545
P54 -3.115052256 -0.80262515 -0.47154990
P55 -0.989584944 -0.14004890 -0.39015284
P56 -2.627841056 -0.82142187 -0.89555278
P57 -5.422863248 -2.44152313 -2.37133382
P58 -5.981816507 -2.95195017 -3.07526107
P59 -5.422863248 -2.44152313 -2.37133382

P60 -1.859101862 -0.38646169 -0.48766403
P61 -5.283124933 -2.31391638 -2.19535201
P62 -4.112770994 -1.82538080 -2.07972857
P63 -5.981816507 -2.95195017 -3.07526107
P64 -1.937979127 -0.05772424 0.20607459
P65 -2.498500634 -0.61444623 -0.50036269
P66 -5.283124933 -2.31391638 -2.19535201
P67 -4.580032372 -2.10702315 -2.32861170
P68 0.163060208 0.27316257 -0.20974415
P69 0.125089131 0.25261538 -0.20312149
P70 -0.490917708 0.53012536 0.72998624
P71 -0.512042260 0.57533720 0.98227772
P72 -0.643552893 0.59176203 1.36402887
P73 -0.469448634 1.02168737 1.98171116
P74 -0.710585706 0.41063260 0.62600492
P75 -2.387934317 1.30096678 4.95347690
P76 -2.441439623 -0.27267565 0.26198298
P77 -1.271908141 0.75371597 2.46197918
P78 -3.107457459 -0.37726483 0.63630167
P79 -0.930529935 0.45388753 0.80106982
P80 -1.314902683 0.59022349 1.73817782

Contribution des variables essence-categories bois :

	Comp1	Comp2	Comp3
CVPB	0.19971491	1.920664e-01	-0.16671234
CVBM	-0.31428454	3.265534e-01	-0.06521961

CVGB -2.67332313 -3.052216e-01 0.32687571
CVTGB -5.01759539 -2.253539e+00 -2.26211597
CZPB 0.12409825 4.310454e-01 -0.32184369
CZBM -0.03965365 4.805376e-01 -0.08812876
CZGB 0.00000000 -4.237760e-17 0.00000000
GE.PB 0.13317167 2.007071e-01 -0.33779317
GE.BM 0.20638588 3.718259e-01 -0.32134466
CLPB -2.20816869 1.384402e+00 5.05595974
CLBM -1.62399306 4.252359e-01 1.36436708
CLGB -1.73730190 4.227001e-01 1.54414662
CLTGB -2.76053791 -5.531131e-02 1.23107687
TH.PB 0.84337288 -2.396831e+00 0.88339172
TH.BM 0.88667048 -2.618398e+00 0.98539680
TH.GB 0.97779970 -3.075964e+00 1.18940407
OL.PB 0.52068871 -8.707218e-01 0.19685644
PA.PB -0.57099143 1.130271e+00 2.16494608
PA.BM -0.58536113 1.140918e+00 2.25289706

>