



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID -TLEMSEN-



**Faculté des sciences
de la nature et de vie et des sciences de la terre et de l'univers
Département des sciences de l'agronomie et des forêts**

**Project de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Mastère
Option: Ecologie, gestion conservation de la biodiversité (E.G.C.B).**

Thème:

**Relations structure des peuplements forestiers-
biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen**

Présenté par :

Mr. BOUDELAL Mahmoud A.B.

Soutenu le: 02/02/2014, devant la commission d'examen composée de:

Mr MEDJAHDI B	Maitre de conférence B	Président
Mr. BENCHERIF K	Maitre de conférence B	Promoteur
Mr BERRICHI Med	Maitre de conférence B	Examineur
Mr ENABDELLAH Med	Maitre de conférence B	Examineur

Année universitaire 2013-2014

Dédicaces

Dieu merci de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout et d'accomplir mes études.

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère . . . À mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger., mes frères Chakib, Isslem, Zakia Ibtissem et à ma Bienne aimé Pretty ruby ainsi à toute la famille Baba Ahmed Tonton Hafid Tante (Tata Ismahen), Adil, Lilia, sans oublier Baba Ahmed Malik et Zirari Mohamed, Que dieu les gardes et les protège

Remerciements

Au terme de ce travail, j'ai le plaisir d'adresser mes vifs remerciements à :

- Monsieur l'encadreur BENCHERIF KADA maitre de conférences B au département d'Agro-foresterie Université d'Abou Bekr Belkaid Tlemcen pour ses précieux conseils et son apport scientifique qui m'ont été d'une grande aide.
- Mr MEDJAHDI B maitre de conférence B au département des sciences de l'agronomie et des forêts Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen , d'avoir la gratitude d'accepter de présider l'honorable commission d'examen.
- Mr BEABDELLAH Med maitre de conférences B et Mr BERRICHI M maitre de conférence B au département des sciences de l'agronomie et des forêts Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, pour l'honneur qui m'ont fait en acceptant d'examiner ce modeste travail.
- Mes sincères remerciement s'adressent à BENFRIHA Abdelrazzak pour son soutien et pour son inquiétude , merci infiniment.
- Et pour finir, les plus grand des remerciements à mon frère DJEMI Redouane pour son aide apporté sur le terrain, ainsi mon frère BOUDELAL Chakib, merci à tout ceux qui m'ont fait confiance, qui m'ont soutenus, qui ont crus en moi, qui m'ont aidés de près ou de loin à fin de réaliser mon projet de fin d'étude (mémoire).

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1: Concept de la biodiversité	
1. Introduction.....	3
1.1. Définition.....	3
1.2. Historique.....	3
2. Les différents niveaux de la biodiversité.....	4
2.1. La diversité des écosystèmes.....	4
2.2. La diversité des espèces ou la diversité spécifique.....	4
2.3. La diversité génétique.....	4
3. Evolution de la biodiversité.....	5
4. Importance de la biodiversité.....	6
5. Mesure de la biodiversité.....	7
5.1. Evaluation de la Biodiversité.....	7
5.2. Indices statistiques de la biodiversité.....	8
5.2.1. Indice de Shannon.....	8
5.2.2. Indice de Simpson.....	10
5.2.3. La dominance.....	10
6. Etat actuelle de la biodiversité.....	11
Chapitre 2: Caractérisation des peuplements forestiers	
1. Définition d'un peuplement forestier.....	13
2. caractéristiques d'un peuplement forestier.....	13
2.1. le régime forestier.....	14
2.2. la structure.....	14
2.3. La composition.....	15
3. définition la structure d'un peuplement forestier.....	16
3.1. Les attributs structuraux.....	16
3.2. La complexité structurale.....	17
4. description de la structure d'un peuplement.....	17
5. Les attributs structuraux fréquemment utilisés.....	18
5.1. Les feuilles.....	18
5.2. Le couvert forestier.....	19
5.3. Le diamètre des arbres	19
5.4. Distribution en classe de diamètres ($D_{1.30}$).....	20
5.5. Hauteur des arbres.....	20
5.6. Distribution spatiale des arbres.....	21
5.7. Les espèces.....	22
6. Importance de la structure des peuplements forestiers pour la biodiversité.....	22
Chapitre 3: Présentation de la zone d'étude	
1. situation.....	26
2. forêts du Parc National de Tlemcen.....	30
2.1. Forêt domanial de Zarifet.....	30
2.2. Forêt domaniale de Hafir.....	31
2.3. Forêt domaniale de Tlemcen.....	33
3. Caractères générales du climat.....	35
3.1. Précipitations.....	35
3.2. Températures.....	35

4. Etages bioclimatiques.....	36
5. Géomorphologie.....	39
5.1. Altitude.....	39
5.2. Pente.....	39
6. Pédologie.....	40
6.1. Sols fersialitiques rouges.....	40
6.2. Sols bruns fersialitiques.....	40
6.3. Sols fersiallitiques bruns types Terra fusca.....	40
6.4. Sol brun calcaire sur travertin.....	40
6.5. Sols bruns calcaires en alternance avec des travertins en place.....	41
6.6. Sols fersiallitiques rouge à caractère vertique.....	41
6.7. Sols fersiallitiques rouge et mosaïque.....	41
7. Relation Sol-Végétation.....	41
8. Hydrologie - Hydrographie	43
9. Unités écologiques du Parc National de Tlemcen.....	46
9.1. La Chênaie.....	46
9.2. La Pinède.....	48
9.3. Formations de falaises.....	48
9.4. Barrage EL MEFFROUCHE.....	49
9.5. Garrigues.....	49
9.6. Terrains de cultures.....	50
10. Infra structures routières.....	52

Chapitre 4 : Etude de la relation Structures forestières-biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen.

1. Matériels et méthode.....	54
1.1. Matériels et méthodes.....	54
1.2. Méthode de travail.....	54
2. Détermination des paramètres stationnelles.....	54
3. Echantillonnage et délimitation des placettes.....	55
4. Présentation des paramètres stationnelles des cinq stations	55
5. Mesure des caractéristiques dendrométriques.....	57
5.1. Mesure des circonférences.....	57
5.2. Mesures des hauteurs.....	57
5.3. Mesure de la densité.....	57
6. Mesure de la biodiversité.....	58
6.1. Indice de Shannon.....	58
6.2. Indice d'équitabilité	58
7. Résultats et discussion.....	59
7.1. Structures des peuplements.....	59
7.2. Biodiversité intra - peuplement.....	63
8. Calcule des indices statistiques.....	87
9. Relation structure du peuplement - biodiversité.....	89
10. Conclusion.....	93

I.INTRODUCTION

La notion de biodiversité est devenue de plus en plus préoccupante à l'échelle internationale, régionale et nationale et les études dans cet axe sont de plus en plus nombreuses et diversifiées. Cependant, la forêt reste tout de même l'objet d'étude privilégiée en particulier sur des aspects qui portent sur son mode de gestion, sa protection, sa valorisation à des échelles intra-spécifiques et interspécifiques ainsi qu'à la diversité des écosystèmes et des paysages et en particulier la diversité de la strate arborée.

La strate arborée définit la structure du peuplement et il est intéressant de connaître la relation entre structure des peuplements forestiers et biodiversité végétale. En effet, les modes de gestion (donc les traitements sylvicoles) conduisent à des structures souhaitées et ces dernières ne sont pas toujours favorables au maintien ou à l'apparition d'une biodiversité végétale équilibrée.

En Algérie où la sylviculture et les traitements sylvicoles sont relégués au dernier plan des préoccupations des gestionnaires, les peuplements forestiers se présentent sous différentes structures et il n'existe pas un accord commun quant à celle qui est meilleure pour la biodiversité. L'étude présentée dans ce mémoire tente d'étudier cette relation structure-biodiversité végétale au niveau du parc national. L'étude n'a nullement l'ambition de trancher sur la meilleure structure de peuplement pour cette biodiversité mais de l'évaluer par l'un des indices fréquemment utilisés, notamment celui de Shannon, et ce au niveau de chaque structure rencontrée.

A cet effet, ce travail a été structuré en quatre chapitres : le premier, intitulé Concept et notion de biodiversité, est une présentation historique et évolutive de cette notion et le deuxième, intitulé Caractérisation des peuplements forestiers, définit cette notion de peuplement forestier, ses caractéristiques dendrométriques et sylvicoles et aborde en particulier les différentes structures possibles qu'on peut rencontrer.

Le troisième chapitre est une présentation de la zone d'étude, en l'occurrence le parc national de Tlemcen, en ce qui concerne le milieu physique et biotique. Enfin le quatrième chapitre, qui est l'essentiel de ce travail, décrit la méthodologie utilisée pour étudier cette relation structure-biodiversité, analyse et discute simultanément les résultats obtenus.

CHPITRE I

Concept de la biodiversité

Chapitre 1: Concept de la biodiversité

1. Introduction

1.1. Définition

1.2. Historique

2. Les différents niveaux de la biodiversité

2.1. La diversité des écosystèmes

2.2. La diversité des espèces ou la diversité spécifique

2.3. La diversité génétique

3. Evolution de la biodiversité

4. Importance de la biodiversité

5. Mesure de la biodiversité

5.1. Evaluation de la biodiversité

5.2. Indices statistiques de la biodiversité

5.2.1. Indice de Shannon

5.2.2. Indice de Simpson

5.2.3. La dominance

6. Etat actuelle de la biodiversité

1. Introduction

La **biodiversité** (ou diversité biologique) se présente sous un nombre considérable de formes et de modes de vie différents qui résultent d'adaptations des espèces aux contraintes qui les entourent pour s'alimenter, se défendre, se reproduire, s'adapter aux milieux, *etc.*.

1.1. Définition

En 1988, l'assemblée générale de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) réuni au Costa Rica adopte la définition suivante : « La diversité biologique, ou biodiversité, est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Ceci inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs [dite diversité écosystémique] ». (XVIIIème Assemblée Générale de l'UICN, 1988).

1.2. Historique

Le terme *biodiversité* a été formé par Walter Rosen et vulgarisé par le professeur Edward O. Wilson, professeur à l'Université d'Harvard, lors de la publication du compte-rendu du premier forum américain sur la diversité biologique, organisé par le National Research Council en 1985. Le mot *biodiversité* lui a été suggéré en remplacement de diversité biologique, jugé moins efficace en terme de communication. Le terme *biological diversity* lui-même provient de Thomas Lovejoy, en 1980, spécialiste des forêts tropicales devenu conseiller principal du Président de la Banque Mondiale pour la Biodiversité en 1998 (Conférence internationale de la "Biodiversité", 2005) .

Depuis 1986, le terme et le concept sont très utilisés parmi, les dirigeants et les citoyens. L'utilisation du terme par les biologistes, les écologues, les écologistes coïncide avec la prise de conscience de l'extinction d'espèces au cours des dernières décennies du XX^e siècle. (Conférence internationale de la "Biodiversité", 2005) .

Au cours de la convention sur la diversité biologique qui s'est tenue le 5 juin 1992, la diversité biologique a été définie dans l'article deux comme étant «La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes» .

2. Les différents niveaux de la biodiversité:

La biodiversité se caractérise à trois niveaux (Conférence internationale de la "Biodiversité", 2005) .

2.1. La diversité écosystémique:

c'est-à-dire la diversité des écosystèmes. Les écosystèmes sont des ensembles d'organismes vivants qui forment une unité fonctionnelle par leurs interactions (déserts, forêts, océans...). La diversité écosystémique caractérise la variabilité des écosystèmes, leur dispersion sur la planète et leurs relations structurelles et fonctionnelles. Les espèces qui les peuplent remplissent des rôles fonctionnels.

2.2. La diversité des espèces ou diversité spécifique:

c'est-à-dire la diversité des espèces exprimées par :

- le nombre d'espèces vivantes
- la position des espèces dans la classification du vivant
- la répartition en nombre d'espèces par unités de surface et les effectifs de chaque espèce.

2.3. La diversité génétique

est la diversité des gènes des différents organismes. Les gènes permettent la transmission des caractères propres à une espèce. La diversité des gènes reflète la diversité des caractères d'une population (par exemple la couleur des yeux ou la résistance à une maladie). La diversité génétique comprend les caractéristiques des gènes et leur répartition au sein d'une espèce mais aussi la comparaison des gènes des différentes espèces. Elle permet aux espèces de s'adapter à un environnement changeant, de résister aux parasites et aux nouvelles maladies.

La diversité génétique est due à deux causes , les mutations: qui introduisent de nouveaux gènes dans le patrimoine héréditaire et la sexualité: qui assure un brassage constant des gènes entre des individus génétiquement différents.

3. Evolution de la biodiversité

L'évolution de la biodiversité n'a pas été régulière au cours des temps géologiques : Il y a des phases de diversification (comme durant le Cambrien-Ordovicien ou Jurassique-Crétacé) où le nombre d'espèces qui apparaissent est supérieur au nombre d'espèces qui disparaissent. On reconnaît des phases de stabilité (Carbonifère-Permien) avec un équilibre entre apparition et disparition d'espèces. Ces phases sont entrecoupées de crises biologiques (5 majeures) où le nombre d'espèces disparaissant est bien supérieur au renouvellement faunique.

- Fin Ordovicien (-440 Ma, 57% d'extinction des genres dans la faune marine)
- Fin Dévonien (-365 Ma, 50% d'extinction)
- Fin Permien (-245 Ma, 83% d'extinction)
- Fin Trias (-205 Ma, 48% d'extinction)
- Fin Crétacé (-65 Ma, 50% d'extinction)

l'extinction se produit lorsqu'une espèce ne peut plus survivre ou se reproduire dans un milieu, et est incapable de gagner un nouveau milieu qui lui conviendrait.

Pour qu'il y ait extinction en masse, il faut que cette crise réponde à trois critères : taxinomique, temporel et spatial.

- **Taxinomique** : disparition de rangs élevés (au moins au niveau des familles) et à modes de vie différents ou chute drastique de la biodiversité (espèces, genres, familles) et de la biomasse.
- **Temporel** : cette crise doit se dérouler rapidement à l'échelle des temps géologiques (quelques jours à 1 ou 2 Ma).
- **Spatial** : l'extinction en masse doit être ressentie à l'échelle du Globe ou sur de très grandes distances.

Les principales causes à l'origine des extinctions de masse sont :

1. les cataclysmes géologiques (éruptions volcaniques, variations du niveau marin, glaciation),

2. les chutes d'astéroïdes,
3. des changements brutaux du milieu,
4. de la prédation (cas du dodo à la Réunion),
5. la compétition (certaines espèces introduites se multiplient rapidement, au détriment d'espèces locales),
6. des maladies, virus,
7. des causes génétiques,
8. de la disparition ou l'extinction d'une ressource dont dépendait l'espèce pour sa survie ou sa reproduction : pollinisateur, proie...

Sur la base des registres fossiles, les paléontologues estiment que la durée de vie moyenne d'une espèce est de 5 millions d'années.

Ainsi les espèces qui vivent aujourd'hui autour de nous représentent moins de 2% du nombre total d'espèces apparues sur Terre.

4. Importance de la biodiversité

L'importance de la biodiversité pour les êtres humains se traduit par la multitude des services fournis par les écosystèmes. Ceux-ci peuvent être classés dans quatre catégories:

Approvisionnement économique: Les écosystèmes et leurs espèces sont des facteurs de production pour de nombreux biens comme l'eau potable, les

denrées alimentaires, les agents énergétiques, les matériaux de construction et les principes actifs pharmaceutiques. Ils sont importants pour la pollinisation et la lutte contre les espèces nuisibles dans l'agriculture. Les ressources génétiques sont indispensables au développement de nouvelles plantes utiles, de matières premières pour l'industrie et de nouveaux médicaments.

Fonction régulatrice améliorant la sécurité: Des ensembles naturels d'êtres vivants stockent le CO₂, offrent une protection contre les avalanches et les crues, préviennent les risques d'érosion et régulent le climat.

Services culturels: Les écosystèmes et leurs espèces contribuent à la diversité des paysages et permettent ainsi aux êtres humains d'y puiser une satisfaction d'ordre esthétique. Le développement de la culture et des sociétés humaines est intimement lié à la biodiversité (notamment les connaissances traditionnelles en matière de plantes médicinales).

Prestations fondamentales: Les écosystèmes fournissent des prestations auxquelles l'être humain n'a pas recours directement, mais qui sont essentielles, comme la production d'oxygène, le maintien du cycle des éléments nutritifs ou du cycle de l'eau.

5. Mesure la biodiversité

5.1. Evaluation de la biodiversité

Différentes méthodes sont adoptées pour estimer la biodiversité (Silbaugh & Betters, 1997) mais aucune d'elles n'est encore considérée comme efficace dans toutes les circonstances (BEEBY & BRENNAN, 1997). En effet, le choix des méthodes et des échelles dépend de l'objectif voulu.

Ainsi, une mesure de biodiversité correcte nécessite d'évaluer tous les aspects de la biodiversité dans un écosystème donné, mais une telle tâche paraît pratiquement impossible à accomplir. Toutefois, (VAN KOOTEN 1998) a indiqué que trois aspects interviennent dans la mesure de biodiversité, l'*échelle*, la *composition* et le *point de vue*.

L'échelle correspond aux diversités alpha, bêta et Gamma¹, **L'aspect composition** concerne la détermination de ce qui constitue une population minimum viable pour la survie d'une espèce. Enfin **l'aspect point de vue** renvoie à l'existence de nombreux points de vue qui sont nécessairement subjectifs et chargés de valeurs, et qui constituent l'objectif de la mesure effectuée.

¹La richesse en espèces à surface fixée correspond à la diversité α . On peut aussi s'interroger sur la variation dans l'espace de la composition en espèces des habitats. La diversité- β est une mesure de la biodiversité qui consiste à comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Cela suppose de comparer le nombre de taxons qui sont uniques à chacun des écosystèmes. A une plus grande échelle enfin, la diversité γ décrit la richesse en espèces d'une région bioclimatique..

5.2. Indices statistiques de biodiversité

Les indices employés pour mesurer la biodiversité sont classés en deux groupes:

non paramétriques quand ces indices ne sont pas directement liés à des paramètres de la loi de distribution des abondances (par exemple : indice de Simpson, indice de Shannon), et **paramétriques** lors que les indices sont très directement liés à la loi de distribution.

La plupart des indices (**voir annexe**) prennent en compte les deux composantes de la biodiversité : la richesse ou la densité basée sur le nombre d'espèces, la fréquence ou l'abondance relative d'espèces et leur degré de dominance (HAMILTON, 2005). Toutefois, il ne faut pas confondre biodiversité et richesse en espèces, la biodiversité incluant la richesse spécifique, mais n'étant pas limitée à elle (LEVEQUE & MOUNOLOU, 2003).

5.2.1. L'indice de Shannon

L'indice le plus couramment utilisé dans la littérature (SANDSTROEM *ET AL.*, 2006) est celui de Shannon, basé sur la théorie de l'information. Shannon et Weaver (1962) ont donné à la formule de Shannon le nom d'«entropie». L'entropie de Shannon, manipule des données en classes dans une distribution statistique (ATLAN, 2006). Cet indice de Shannon a été employé très fréquemment par les écologistes pour mesurer la biodiversité.

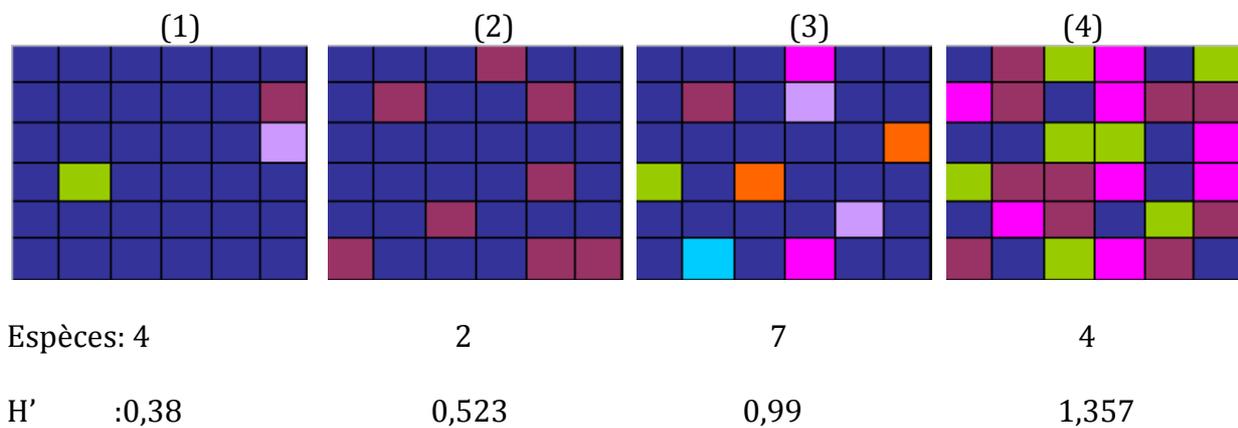
Son intérêt vient du fait qu'il combine une mesure de la richesse taxonomique et l'équitabilité (ODUM, 1969). La richesse représente le nombre d'espèces existant dans un peuplement et l'équitabilité se définit par le degré de régularité des espèces dans un peuplement. L'équitabilité maximale correspond à une répartition égale de toutes les espèces dans le peuplement.

Pour un nombre constant d'espèces comptabilisées (figure 01), l'indice de Shannon (H') est minimal si par exemple, dans un peuplement, une espèce est dominante et les autres espèces sont représentées par un seul individu. Il est maximal quand les espèces sont variées et réparties de façon équitable (FRONTIER, 1983). Cet indice est donc peu sensible à l'existence des espèces rares dans le peuplement (FARINA, 2000). La forme la plus classique de l'indice de Shannon est la suivante:

$$H' = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$$

Où : p_i est la fréquence de l'espèce i dans le peuplement; m est le nombre des espèces.

Figure 01. Indice de Shannon calculé dans quatre populations différentes au nombre d'espèces et distributions différentes.



Dans cet exemple (**figure 01**), on peut observer 4 populations dont le nombre et la fréquence d'espèces sont différents. L'indice de Shannon (H') rend bien compte de l'équitabilité, puisque entre les populations (1) et (4) qui ont le même nombre d'espèces, la valeur maximale de l'indice est obtenue pour la population (4) qui ne contient pas d'espèces rares.

De même, les deux espèces de la population (2) ont des fréquences mieux équilibrées que les 4 espèces de la population (1), ce qui conduit à une valeur de l'indice plus élevée. Il en est de même pour la population (4) par rapport à la population (3). Une distribution plus équitable des fréquences conduit à une valeur plus élevée de l'indice de Shannon.

5.2.2. L'indice de Simpson

Il mesure la probabilité avec laquelle deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (BAKER, 1997). Cet indice (S) est corrélé inversement avec la diversité. Par conséquent, la diversité est maximale quand la valeur de (S) égale 0 et minimale quand cette valeur est de 1. Il se calcule par la formule :

$$S = \sum_{i=1}^m p_i^2$$

Où : p_i est la fréquence de l'espèce i dans le peuplement ; m est le nombre d'espèces.

5.2.3. La Dominance

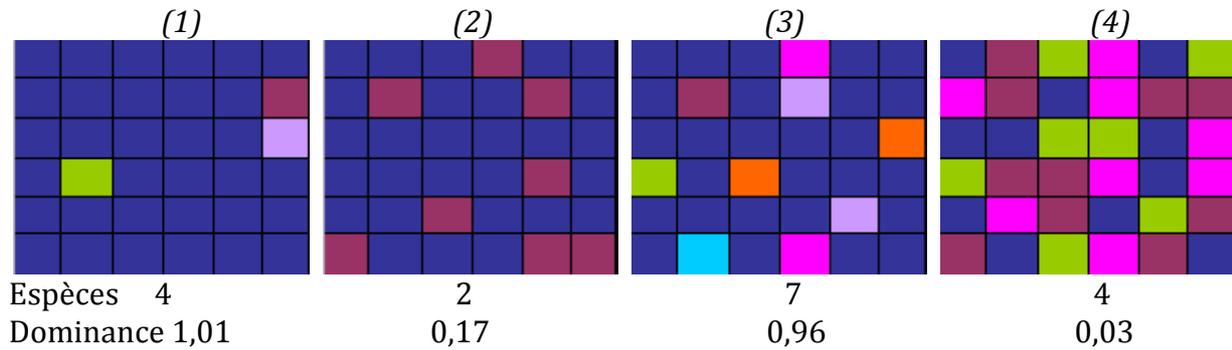
Elle est liée à l'indice de Shannon mais correspond à un aspect complémentaire à l'entropie, mettant en évidence les espèces qui dominent dans le groupe. Elle se calcule selon la formule suivante :

$$D = \ln(m) - H'$$

Où : m est le nombre des espèces possibles dans le peuplement ; H' : indice de Shannon.

Selon cet indice, la diversité maximale correspond à une valeur faible de dominance (figure 02). Par conséquent, la population 4 est la plus diverse, car sa valeur de dominance est la plus faible. On constate finalement que les trois indices (Shannon) estiment que la diversité maximale est portée par la population 4, alors que l'indice de Richesse estime que la population 3 est la plus diverse.

Figure 02. Indice de Dominance calculé pour quatre populations différentes au nombre d'espèces et distributions différentes.



6. Etat actuel de la biodiversité

L'état actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du monde vivant, les espèces actuelles représentent une infime partie du total des espèces ayant existé depuis les débuts de la vie. Sur l'ensemble de la planète, la biodiversité, depuis les bactéries jusqu'aux plantes, depuis les espèces jusqu'aux écosystèmes – est en déclin.

En quelques décennies, les altérations et les destructions causées par l'homme aux écosystèmes naturels – en particulier les forêts primaires, les forêts tropicales, les zones humides, les mangroves, les lacs, les rivières, les mers et les océans – ont crû à un rythme inquiétant. On estime que le nombre des espèces connues –a décliné d'environ 40% depuis les années 1970.

Selon l'Evaluation des écosystèmes pour le millénaire publiée par les Nations Unies en 2005, les taux actuels d'extinctions d'espèces seraient jusqu'à 1000 fois plus élevés que les niveaux jugés naturels.

CHPITRE II

Caractérisation des peuplements forestiers

Chapitre 2: Caractérisation des peuplements forestiers

1. Définition d'un peuplement forestier
2. caractéristiques d'un peuplement forestier
 - 2.1. le régime forestier
 - 2.2. la structure
 - 2.3. La composition
3. définition la structure d'un peuplement forestier
 - 3.1. Les attributs structuraux
 - 3.2. La complexité structurale
4. description de la structure d'un peuplement
5. Les attributs structuraux fréquemment utilisés
 - 5.1. Les feuilles
 - 5.2. *Le couvert forestier*
 - 5.3. *Le diamètre des arbres*
 - 5.4. Distribution en classe de diamètres ($D_{1.30}$)
 - 5.5. *Hauteur des arbres*
 - 5.6. Distribution spatiale des arbres
 - 5.7. Les espèces
6. Importance de la structure des peuplements forestiers pour la biodiversité

1. Définition d'un peuplement:

Un peuplement forestier est une fraction de forêt ou de parcelle forestière qui se distingue des parties avoisinantes par :

- Son origine (son régime)
- Sa structure
- Sa composition
- Sa répartition
- Son traitement
- Son dénombrement (sa richesse)
- Sa répartition des classes d'âge ou de dimension
- Ses hauteurs

2. Caractéristiques des peuplements

La caractérisation d'une forêt repose notamment sur la description des arbres qui la composent. Étant donné qu'un peuplement forestier est une population d'arbres dont les caractéristiques sont homogènes, cette description est réalisée non pas, arbre par arbre, mais par populations d'arbres. Un peuplement forestier est essentiellement caractérisé par

- Le *régime* : futaie, taillis, taillis sous futaie.
- le traitement qui va influencer sa *structure* : répartition des arbres par classes d'âge (ou diamètres)
- la *composition*¹ en essences (dominantes et secondaires).

D'autres caractéristiques telles que le stade de développement , la richesse (densité ou surface terrière), l'état sanitaire et la stabilité peuvent également entrer dans la description d'un peuplement.

¹ La composition d'un peuplement peut être « pure » si plus de 80% des arbres appartient à la même essence. Sinon il s'agit d'un peuplement « mélangé » où on pourra déterminer une essence dominante et des essences secondaires.

2.1. Le régime forestier

Le régime forestier dépend du mode de régénération des arbres.

- Les arbres issus de semences ou de plants forment une futaie. Les arbres s'y développent par pieds individualisés.
- Les arbres issus de rejets de souche forment un taillis. Les arbres s'y développent autour de la souche dont ils sont issus et forment une cépée.
- Une population d'arbres issus aussi bien de semences que de rejets de souches forment un mélange taillis-futaie.

La composition d'un peuplement peut être « pure » si plus de 80% des arbres appartient à la même essence. Sinon il s'agit d'un peuplement « mélangé » où on pourra déterminer une essence dominante et des essences secondaires.

2.2 La structure

La structure du peuplement est définie par la répartition des arbres en fonction de leur âge (ou, corrélativement, de leur diamètre).

Dans une structure **régulière**, tous les arbres ont **le même âge** (et donc approximativement le même diamètre et la même taille). On parle, selon le cas de **futaie régulière** ou de **taillis simple**.

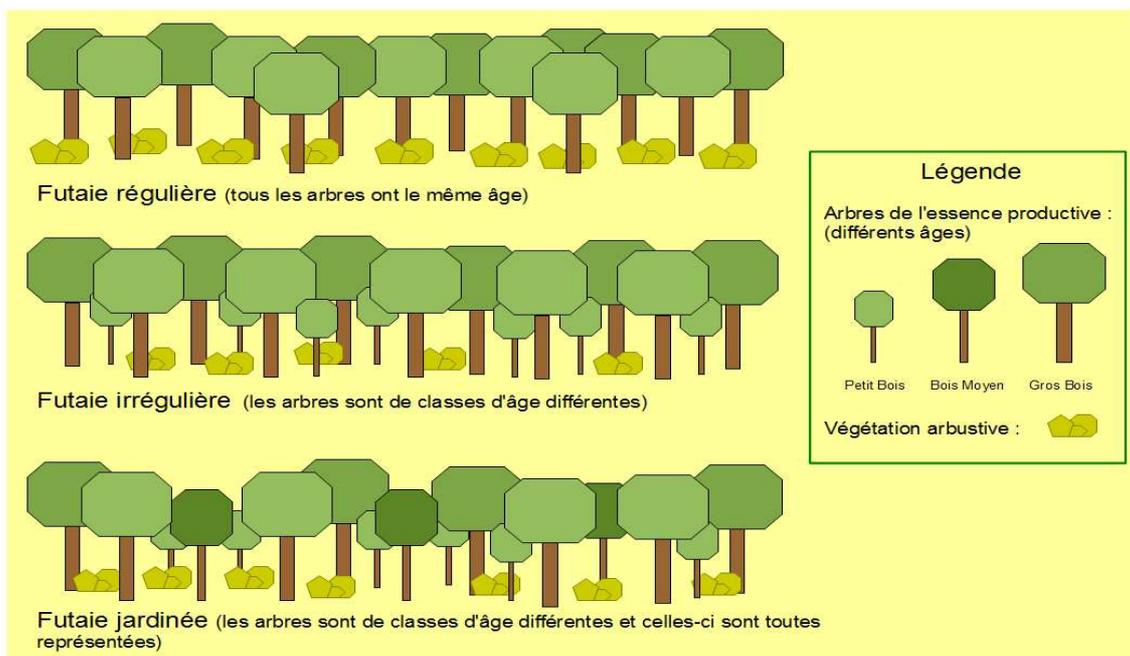


Figure 03: Les régimes d'une futaie (<http://www.maforet.net/dossiers/gestion-forestiere/11-analyser-une-foret/72-les-peuplements>)

Dans une structure **irrégulière**, plusieurs classes d'âge coexistent. On parle, selon le cas, de **futaie jardinée** ou de **taillis fureté** lorsque toutes les classes d'âge sont représentées. Le mélange irrégulier peut se faire pied par pied ou par zones de surfaces restreintes (trop petites pour constituer une unité de gestion forestière) et on parle alors de futaie irrégulière (ou de taillis) par bouquets ou parquets.

Il existe également des structures mixtes, c'est-à-dire des structures irrégulières à la fois par pieds d'arbres et par bouquets et/ou parquets.

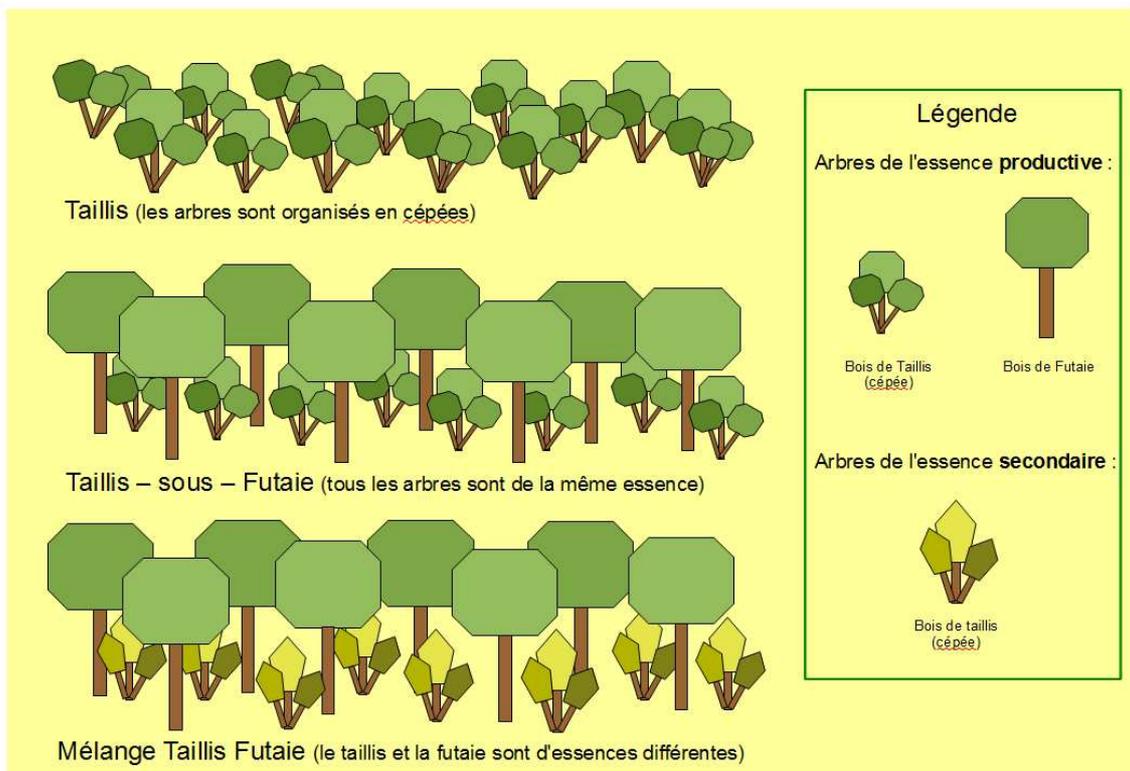


Figure 04: Les régimes de taillis (<http://www.maforet.net/dossiers/gestion-forestiere/11-analyser-une-foret/72-les-peuplements>)

Le **taillis sous futaie** est un cas particulier où il existe à la fois des arbres de francs pied et un taillis de la même essence en sous-étage.

2.3. La composition :

On détermine la composition d'un peuplement en faisant un inventaire des essences présentes et l'importance de leur nombre et de la surface qu'elles couvrent.

Le dénombrement des bois rend compte du stade de développement des arbres : semis, perches, petit bois, bois moyens, gros bois, très gros bois. Leur richesse, exprimée en « surface terrière ». La surface terrière, exprimée en m², est définie comme étant la surface des sections orthogonale aux tiges des arbres à 1,3 m du sol. Elle permet de rendre compte de la richesse du capital sur pied.

3. Définition de la structure d'un peuplement

Dans la littérature écologique, la structure d'un peuplement est communément décomposée en deux termes: les attributs structuraux et la complexité structurale (MCELHINNY *et al.*, 2005).

3.1. Les attributs structuraux

A l'échelle d'un peuplement, la structure est définie en terme de plusieurs attributs structuraux. Caractériser la structure d'un peuplement revient à caractériser tous ses attributs structuraux. Ces attributs structuraux décrivent différents éléments du peuplement (exemple : arrangement des feuilles, couvert de la canopée, diamètre et hauteur des arbres, distribution spatiale des arbres, nombre d'espèces,...). Caractériser ces attributs structuraux permet une mesure de :

- a. l'abondance, par exemple la densité d'arbres d'une certaine classe de diamètre (ACKER *et al.*, 1998) ;
- b. l'abondance relative, par exemple la diversité des diamètres (GOVE, 1996 ; BUONGIORNO *et al.*, 1994), la surface terrière d'une espèce précise dans un mélange (SPIES & FRANKLIN, 1991) ;
- c. la richesse, par exemple la richesse des espèces dans la canopée (MUNKS *et al.*, 1996) ;
- d. la variation des tailles, par exemple l'écart type des diamètres (SPIES & FRANKLIN, 1991) ; et enfin
- e. la variation spatiale, par exemple la variation des distances au plus proche voisin dans un peuplement (FRANKLIN *et al.*, 1981).

Ces différents attributs donnent une caractérisation des différents éléments constituant le peuplement et ceux qui caractérisent les variations sont d'une importance particulière car ils peuvent aussi décrire une hétérogénéité à l'échelle du peuplement (MCELHINNY *et al.*, 2005).

3.2. La complexité structurale

La complexité structurale (utilisée préférentiellement à diversité structurale, terme considéré ambigu, MCELHINNY *et al.*, 2005) d'un peuplement est considérée comme une mesure de l'ensemble des différents attributs structuraux présents, ainsi que la relative abondance de chacun de ces attributs. L'ensemble des attributs du peuplement participe à sa complexité structurale.

4. Description de la structure d'un peuplement

La description de la structure d'un peuplement passe en général par la description de ses attributs structuraux. Plusieurs attributs structuraux ont été utilisés dans la littérature pour décrire les structures forestières. Il n'y a pas de suite définitive d'attributs structuraux, différents auteurs soulignant dans leurs études l'importance d'un attribut ou d'un ensemble de différents attributs. Les attributs structuraux sont choisis pour différents objectifs.

Ils permettent en général de caractériser : par exemple la biodiversité d'un écosystème forestier donné (BEBI *et al.*, 2001 ; BACHOFEN & ZINGG, 2001) ; ou encore un habitat pour un groupe faunique particulier (WATSON *et al.*, 2001 ; NEWSOME & CATLING, 1979).

D'autres auteurs choisissent des attributs parce qu'ils sont relativement faciles à utiliser et à modéliser, et leur utilisation permet de faire un lien vers des attributs structuraux plus complexes (WIKSTROM & ERIKSSON, 2000 ; GOVE, 1996 ; BUONGIORNO *et al.*, 1994). Dans d'autres cas, des attributs sont choisis parce qu'ils permettraient de faire un lien avec la dynamique du peuplement (CONDIT *et al.*, 1998).

Il arrive aussi que la disponibilité des mesures systématiques (dans des placettes permanentes) définissent les attributs structuraux utilisés (ACKER *et al.*, 1998 ; MALTAMO *et al.*, 1997).

De nombreux auteurs utilisent des attributs qui permettent de faire la différence entre les structures de différents peuplements, ou encore entre différents stades de succession d'un peuplement (DEWALT *et al.*, 2003 ; ZIEGLER, 2000 ; TYRRELL & CROW, 1994 ; SPIES & FRANKLIN, 1991

5. Les attributs structuraux fréquemment utilisés

5.1. Les feuilles

L'arrangement vertical des feuilles est l'un des attributs les plus fréquemment utilisés pour décrire la structure d'un peuplement forestier (BROKAW & LENT, 1999). C'est aussi le premier pour lequel une relation a été établie entre un élément de structure et une mesure de la diversité faunique. (MAC ARTHUR & MAC ARTHUR 1961) ont établi une relation linéaire entre la diversité de la taille des feuilles (DTF) qui décrit l'arrangement des feuilles en plusieurs strates verticales, et la diversité des espèces d'oiseaux.

La DTF est basée sur la quantité de feuilles dans une couche horizontale donnée. Elle permet de distinguer les couches foliaires des herbes, arbustes et arbres. Cette étude et ce lien avec la présence d'oiseaux ont encouragé l'usage de la DTF.

Cette mesure a ainsi été largement utilisée par d'autres auteurs comme indicateurs de la biodiversité (TANABE *et al.*, 2001 ; GOVE, 1996 ; BUONGIORNO *et al.*, 1994), même si elle n'est reliée à la diversité d'aucun autre groupe faunique que les oiseaux.

Cependant, cet attribut apparaît ambigu parce qu'il n'existe pas de méthode standard dans la bibliographie pour sa mesure ; la délimitation des hauteurs de strates foliaires est arbitraire (SULLIVAN *et al.*, 2001 ; TANABE *et al.*, 2001). (PARKER & BROWN 2000) "qui ont utilisé cet attribut pour caractériser une forêt mélangée de chênes" ont fait une synthèse sur l'utilisation du terme « stratification foliaire » d'un couvert forestier dans la littérature. Ils ont conclu que la stratification foliaire est difficile à mesurer, et les différences de significations dans la littérature sont difficiles à concilier. Cette difficulté est due à la présence d'arbres de tolérance différente à l'ombrage, qui forment une couverture continue du sol à la canopée. Ils suggèrent donc qu'il serait plus significatif de définir des strates en fonction du gradient de lumière créé par les feuilles (changement dans la disponibilité de lumière), plutôt que d'utiliser l'arrangement vertical des feuilles lui-même.

En conclusion même si l'utilisation de l'arrangement vertical foliaire est commune et fréquente dans la littérature, il est difficile de savoir quoi et comment mesurer pour caractériser cet attribut. Cette difficulté est d'autant plus grande en peuplement hétérogène. Il apparaît plus efficace de caractériser la structure horizontale du couvert forestier et ses variations (causées par les trouées).

5.2. Le couvert forestier

Des changements de structure de couvert peuvent être indicatifs du stade de développement d'une forêt : la quantité de couvert augmente d'un niveau faible à l'initiation du peuplement vers un maximum après fermeture de la canopée, au début de la phase d'exclusion des tiges. Puis la quantité de couvert diminue pendant que les arbres de la canopée arrivent en fin de vie ; des trouées dans la canopée se forment alors dans les vieux stades (FRANKLIN *et al.*, 2002 ; OLIVER & LARSON, 1996).

Les trouées forestières sont un attribut structural important, elles caractérisent la variation dans la couverture de la canopée. En Amérique du nord, (TYRRELL & CROW 1994 ET ZIEGLER 2000), ont trouvé que la proportion de trouées, leur taille moyenne et leur distribution en classes de taille étaient des attributs structuraux importants pour distinguer une vieille forêt mélangée épicéa - feuillus des stades de succession plus jeunes.

Les attributs relatifs au couvert forestier sont importants pour la description de la structure forestière, mais ils apparaissent relativement peu dans la littérature, les études sont surtout centrées sur des attributs relatifs aux tailles des tiges, tels le diamètre, la hauteur ou le volume.

Ceci reflète le fait que :

- a. une association entre la taille des tiges et d'autres attributs comme la distribution des feuilles, la dimension des couronnes et la production de bois mort de différentes tailles peut être facilement faite ;
- b. les données sur la taille des tiges sont plus faciles à acquérir, sont plus fiables et ont un suivi historique dans plusieurs dispositifs expérimentaux.

5.3. Le diamètre des arbres

C'est une mesure universelle de la taille des arbres dans la littérature concernant les structures forestières (MCELHINNY *et al.*, 2005). C'est un attribut structural très utilisé et la mesure est faite à hauteur de poitrine. On peut alors le quantifier pour un peuplement en terme de moyenne des Diamètres à Hauteur de Poitrine (D1.30). écart type des D1.30, nombre d'arbres excédent un diamètre seuil (par exemple les arbres les plus gros), distribution en classes de $D_{1.30}$.

5.3.1. La moyenne des D1.30

Elle augmente généralement avec l'âge du peuplement. La surface terrière est un attribut directement relié à la moyenne quadratique des D1.30. Elle est indicative du volume du peuplement et de la biomasse.

5.3.2. L'écart type des D1.30

C'est une mesure de la variabilité dans la taille des arbres et elle est considérée comme indicative de la diversité des tailles à l'intérieur d'un peuplement. C'est un attribut de valeur pour décrire et comparer les peuplements. (SPIES & FRANKLIN 1991) ont trouvé que l'écart type des D1.30 étaient plus utile qu'une mesure de la diversité des hauteurs pour différencier les stades de succession dans une forêt de sapin.

5.3.3 Le nombre d'arbres dont le diamètre est supérieur à un diamètre seuil

Cet attribut est une mesure du nombre des plus gros arbres. Le problème ici est la définition de la valeur seuil pour définir un arbre « gros », elle varie évidemment suivant les études. La base écologique de cette valeur n'est pas claire, il faudrait utiliser des valeurs différentes pour différents sites, espèces et types de forêts (MCELHINNY *et al*, 2005).

5.4. La distribution en classes de D1.30

En établissant des intervalles caractérisant différentes catégories de diamètres, comme c'est le cas pour les typologies habituelles utilisées en peuplements irréguliers (ALLAIN *et al*, 2004). Ces typologies sont basées sur le diamètre des bois, et leur répartition en catégories : Gros Bois, Bois Moyens et Petits Bois. Ici les diamètres de pré-comptage et les limites catégorielles sont liés au diamètre d'exploitabilité (ALLAIN *et al*, 2004).

5.5. La hauteur des arbres

La relation entre les hauteurs et les diamètres des arbres est bien établie dans la littérature (TEMESGEN & GADOW, 2004), on peut penser que les attributs structuraux associés aux diamètres peuvent servir pour évaluer les attributs relatifs à la hauteur (BUONGIORNO *et al.*, 1994). Cependant parce que cette relation n'est pas linéaire et dépend de plusieurs facteurs (notamment la fertilité), il est plus significatif d'utiliser les attributs directement associés à la hauteur pour caractériser les éléments verticaux de la structure.

L'écart type des hauteurs d'arbres est ainsi plus indicatif des couches foliaires verticales que l'écart type des D1.30 (ZENNER, 2000). L'attribut le plus simple associé à la hauteur des arbres est la hauteur de la canopée, dérivable de données de télédétection (BEBI *et al.*, 2001 ; MEANS *et al.*, 1999), et qui peut être indicatif du stade de succession (KAPPELLE *et al.*, 1996), du nombre de strates (SPIES, 1998) et de la biomasse du peuplement (MEANS *et al.*, 1999).

La variation dans la taille (hauteur et diamètre) des arbres est un important attribut structural ; elle est complexe à caractériser car elle dépend autant de l'arrangement horizontal des arbres que de leur taille (ZENNER, 2000 ; SVENSSON & JEGLUM, 2001). La diversité des tailles d'arbres pour caractériser la structure horizontale est ainsi insuffisante, les peuplements présentant une distribution en classe de diamètres similaire peuvent avoir des arrangements spatiaux très différents.

Il apparaît ainsi que l'utilisation de la diversité des tailles comme attribut de structure a plus à voir avec le fait qu'elle est facile à mesurer, et à elle seule, elle ne caractérise pas totalement la structure du peuplement. Il est important de tenir compte également de la distribution spatiale des arbres (ZENNER, 2000 ; MCELHINNY *et al.*, 2005) particulièrement en peuplement hétérogène (GOREAUD, 2000).

5.6. La distribution spatiale des arbre

Un certain nombre d'auteurs a utilisé la distribution spatiale des arbres comme attribut structural. La manière la plus simple est d'utiliser le nombre d'individus par hectare comme une mesure de la distance moyenne entre les arbres. Cette manière simple a été utilisée avec succès pour distinguer différents stades de succession pour une forêt non gérée de sapin (SPIES & FRANKLIN, 1991), et pour distinguer des forêts tropicales primaire et secondaire (FERREIRA & PRANCE, 1999).

Une approche plus complexe et plus informatrice consiste à décrire les distances entre les arbres en terme de variation et non en terme de moyenne. Cette approche est certainement plus significative parce qu'elle pourrait être un bon prédicteur de la taille et de la distribution des trouées, distribution importante pour les processus écologiques critiques tels la régénération, la compétition et la mortalité (SVENSSON & JEGLUM, 2001). Les variations dans les distances entre les arbres sont généralement décrites par des indices quantifiant la répartition spatiale des arbres (MCELHINNY *et al.*, 2005).

5.7. L'espèce

C'est peut-être l'élément le plus simple et le plus intuitif pour caractériser un peuplement. Les attributs précédemment décrits sont en général évalués en fonction des différentes espèces constituant un peuplement donné. En effet la présence d'un mélange de plusieurs espèces, de tolérance différente par rapport à l'ombrage, produira certainement plusieurs strates forestières, une large variété de diamètres et de hauteurs, un arrangement horizontal complexe des tiges (SPIES & FRANKLIN, 1991).

Pour quantifier les attributs structuraux des peuplements et surtout pour faciliter la comparaison entre les peuplements, des indices de structure ont été développés (WATSON *et al*, 2001). Ils permettent de quantifier objectivement et de manière fiable la structure des peuplements, qui autrement, serait décrite de manière verbale (STERBA & ZINGG, 2006).

6. Importance de la structure des peuplements forestiers pour la biodiversité

Le type de traitement d'un peuplement forestier conduit vers une structure influant la nature, la présence et la répartition des plantes et des animaux forestiers. De nombreuses espèces forestières sont inféodées à certains types de peuplements ou stades sylvicoles "espèces d'ombre, de lumière, de bois très âgés ou des stades juvéniles, etc."(Centre Régionale de la Propriété Forestière (**CRPF**) Ile-de-France, 2009).

La présence de tous les stades de développement dans les strates arbustive et arborescente et leur répartition dans l'espace permettent d'augmenter la capacité d'accueil d'un territoire en offrant aux espèces animales et végétales une multitude de conditions pour se nourrir, se réfugier et se reproduire.

Le mélange des essences au sein d'un peuplement semble améliorer sa stabilité lorsqu'il affecte toutes les strates de végétation ; il diminue sa sensibilité aux maladies (GIP ECOFOR - 2004), produit un humus de meilleure qualité et peut faciliter son adaptation au changement climatique annoncé.

De même, la pratique de régimes sylvicoles différents favorise la juxtaposition de parcelles traitées en taillis simple, taillis sous futaie et futaie. Elle crée, à plus ou moins grande échelle, une mosaïque de peuplements de toutes surfaces, jeunes et âgés, éclairés et ombragés, avec des degrés d'humidité divers et des lisières variées. Elle participe ainsi à l'amélioration de la biodiversité forestière.

La présence fréquente d'une régénération naturelle (semis) en sous-bois permet de conserver le potentiel génétique et spécifique du peuplement et lui garantit une bonne résilience face aux fortes perturbations (tempête, incendie, ...) ainsi qu'une capacité d'adaptation optimale dans le cadre d'un changement climatique.

CHPITRE III

Présentation de la zone d'étude

Chapitre 3: Présentation de la zone d'étude

1. situation
2. forêts du Parc National de Tlemcen
 - 2.1. Forêt domaniale de Zarifet
 - 2.2. Forêt domaniale de Hafir
 - 2.3. Forêt domaniale de Tlemcen
3. Caractères générales du climat
 - 3.1. Précipitations
 - 3.2. Températures
4. Etages bioclimatiques
5. Géomorphologie
 - 5.1. Altitude
 - 5.2. Pente
6. Pédologie
 - 6.1. Sols fersialitiques rouges
 - 6.2. Sols bruns fersialitiques
 - 6.3. Sols fersiallitiques bruns types Terra fusca
 - 6.4. Sol brun calcaire sur travertin
 - 6.5. Sols bruns calcaires en alternance avec des travertins en place
 - 6.7. Sols fersiallitiques rouge et mosaïque
 - 6.6. Sols fersiallitiques rouge à caractère vertique
7. Relation Sol-Végétation

8. Hydrologie - Hydrographie

9. Unités écologiques du Parc National de Tlemcen

9.1. La Chênaie

9.2. La Pinède

9.3. Formations de falaises

9.4. Barrage EL MEFFROUCHE

9.5. Garrigues

9.6. Terrains de cultures

10. Infra structures routières

1. Situation

Le parc national de Tlemcen, créée par Décret exécutif N°93/177 du 12 Mai 1993, a entamé son programme de travail á partir de 1995. Il recouvre une superficie de 8225,04 hectares. Il s'étend sur la partie Nord des monts de Tlemcen et englobe plusieurs Djebels dont les altitudes varient entre 1084m (Djebel Sebt) et 1418m (Djebel al Koudia). Il est recouvert en partie par la forêt de Tlemcen, la forêt d'Ifri et en partie par la forêt de Hafir .

Le parc national s'inscrit entre les coordonnées Lambert Nord-Algérie suivantes :

Tableau 01 : Coordonnées Lambert du parc national de Tlemcen

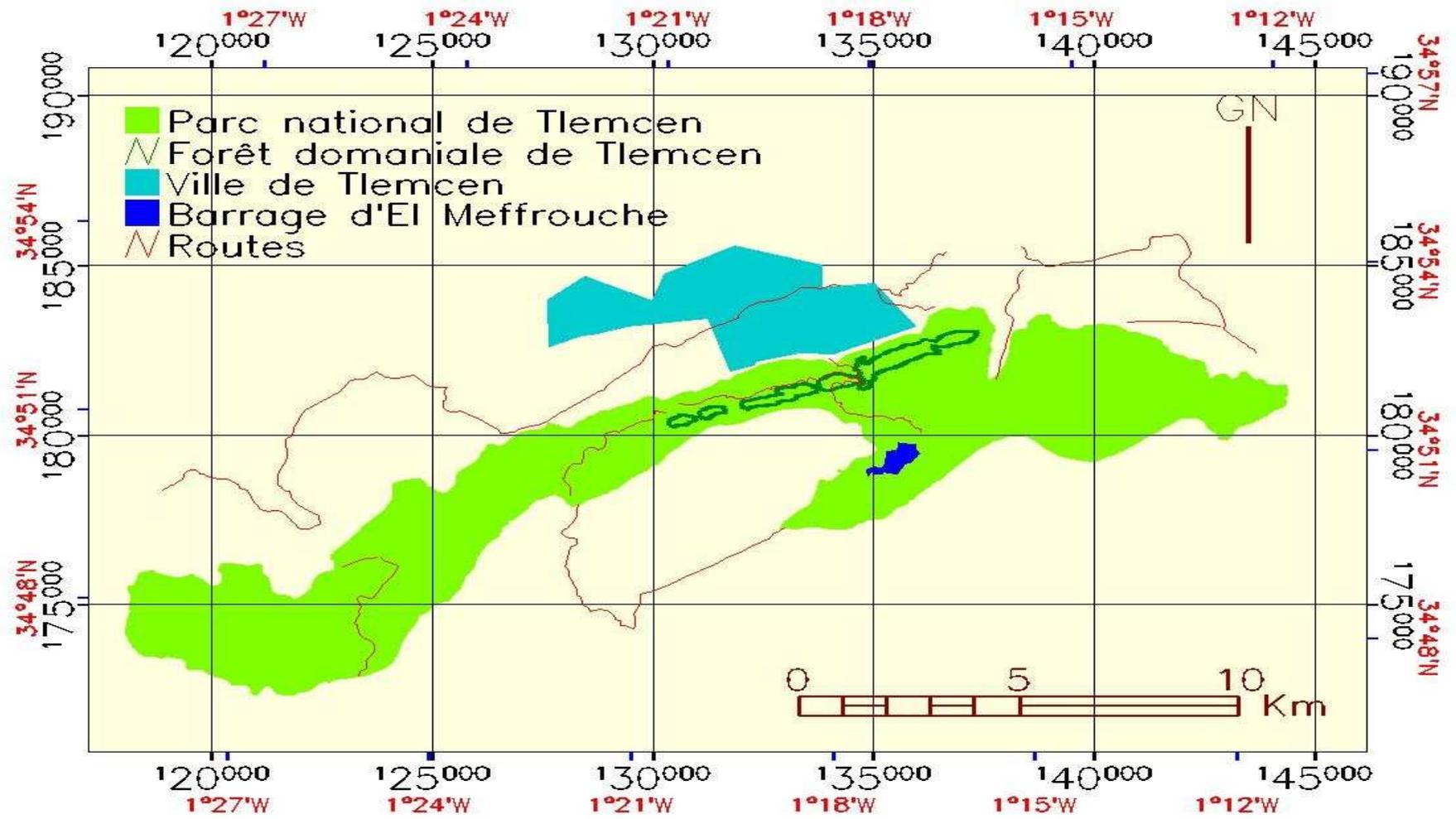
Nord	X	137,4 Km	Ouest	X	118,2 Km
	Y	183,7 Km		Y	174 Km
Sud	X	120,9 Km	Est	X	144,2 Km
	Y	172,5 Km		Y	180,7 Km

Source : Atlas des parcs nationaux, ANNEX

Administrativement, le parc national de Tlemcen recouvre 07 communes dont les superficies respectives sont indiquées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau02 : Répartition de la surface du parc par commune
(Plant de gestion II 2006-2010)

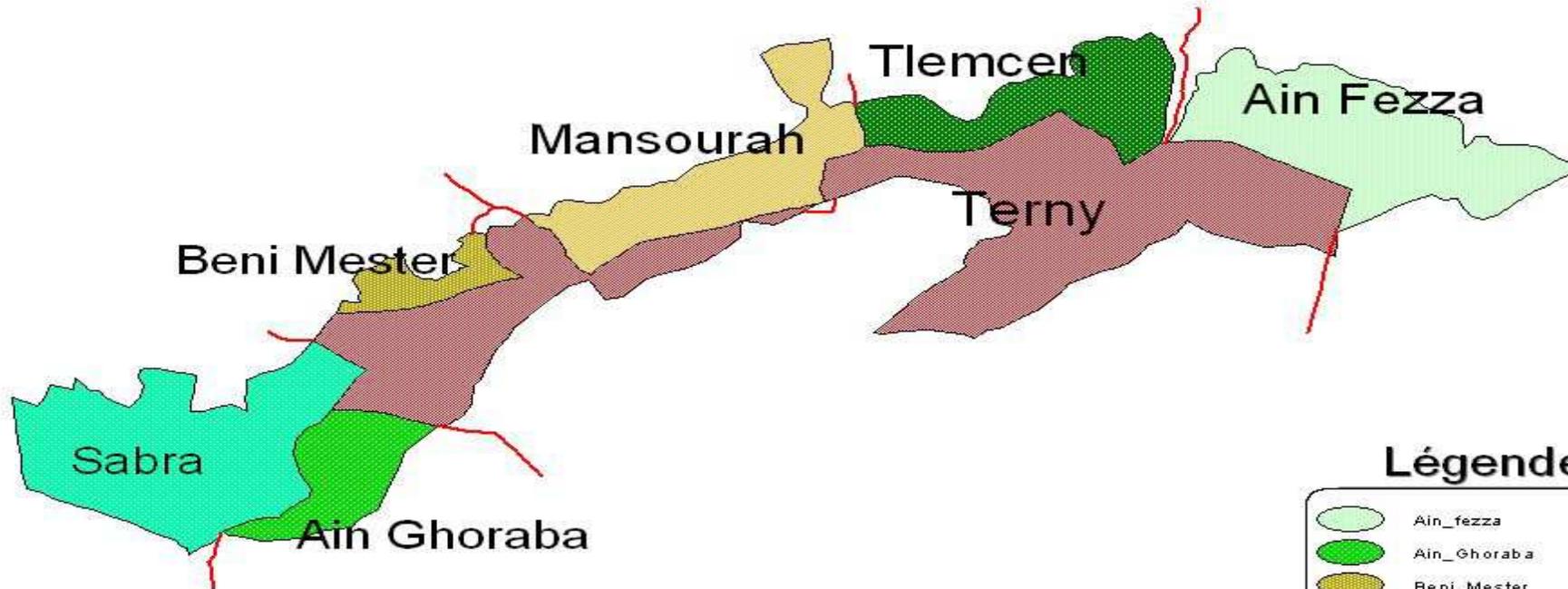
Commune	Superficie (Ha)	Pourcentage territoriale(%)
- Terny	3200	40%
- Sabra	1682	20%
- Ain Fezza	1535	18%
- Tlemcen	731	09%
- Mansourah	546	07%
- Ain Ghoraba	342	04%
- Beni Mester	189	02%



Carte 01: Situation du Parc Nationale de Tlemcen (PNT) Plant de gestion II 2006-201



Découpage Administratif



Légende



2 0 2 Kilomètres

Carte 02: Découpage administratif du Parc National de Tlemcen (PN, Plant de gestion II 2006-2011)

2. Les Forêts du Parc National de Tlemcen :

2.1. La forêt de Zarifet

A. Situation géographique et administrative

La forêt de Zarifet relève de la circonscription des forêts de Tlemcen et de Parc National de Tlemcen. Elle s'étend sur trois communes : Beni Mester (189 Ha), Terny (659 Ha), Mansourah (83 Ha). Elle est située au Sud-ouest de la ville de Tlemcen et s'inscrit entre les coordonnées Lambert suivantes :

X₁	123,3k m	X₂	129,8 km
Y₁	177 km	Y₂	180,5 km

B. Description

C'est une forêt naturelle qui comporte trois groupements végétaux à base de chênes liège, chêne vert et chêne zen.

Elle présente deux zones bien distinctes: une zone Sud-Est d'où s'étend un massif de montagnes et de mamelons et la zone Sud-Ouest des grands espaces de Diss et des roches.

Une autre zone s'étend au Nord-Ouest de l'autre versant de la chaîne montagneuse, avec une pente assez importante, et de larges ravins descendant du Sud au Nord.

Tableau 03: Parcellaire de Zarifet (Parc National de Tlemcen, 2006)

Communes	Numéro des parcelles	Superficies des parcelles	Superficie des parcelles par communes
Mansourah	04	361,25 Has	83Has
			278,25 Has
Terny	03	207Has	207Has
	02	158 Has	57,25Has
			100,75Has
Beni Mester	01	204,75Has	88,25Has
			116,50Has

2.2. Forêt domanial de Hafir

A. Situation géographique et administrative

La Forêt domaniale de Hafir relève de la circonscription des forêts de Hafir et du Parc National de Tlemcen et s'étend sur deux communes Sebra (1559 Has) et Ain Ghoraba (94 Has). La Forêt est située au Sud-Ouest de la ville de Tlemcen, et s'inscrit entre les coordonnées Lambert suivantes :

X₁	118	X₂	124
Y₁	172,7	Y₂	177,3

B. Description

La Forêt domaniale de Hafir, couvre une superficie de 10.157 Hectares, la partie chevauchante du parc étant de 1653 Has, situé en totalité au Sud-Ouest du chef lieu de Tlemcen. Les essences les plus importantes qui peuplent la forêt sont, le Chêne liège, le

Chêne zen et le Chêne vert. Elle se développe sur un massif montagneux orienté de l'Est à l'Ouest à une altitude de 1000 à 1420m.

Tableau 04: parcellaire de la forêt domaniale Hafir (Plan de gestion I du Parc National de Tlemcen 2006-2010)

Commune	Numéro de parcelles	Superficie des parcelles	Superficie des parcelles par communes
Ain Ghoraba	02	94Has	94Has
Sebra	03	72Has 89Are73c	12Has 43Ars 81c
	04	03Has 39Are 48c	
	05	05Has 64Are 68c	
	01	36Has 08Are 25c	
	01	35Has 55Are 88c	
	02	50Has 91Are 53c	
	03	33Has 19Are 59c	
	01	90Has	
	02	106Has	
	03	68Has	
	01	22Has 07Are 69c	
	01	430Has	
	01	146Has	
	01	414Has 40Are	

2.3. Forêt domanial de Tlemcen

A. Situation géographique

La forêt domaniale de Tlemcen est située en amont de la ville de Tlemcen, elle s'inscrit entre les données Lambert suivantes :

X₁	131,8	X₂	137
Y₁	180,7	Y₂	182.8

B. Situation administrative

La forêt domaniale de Tlemcen relève de la circonscription des forêts de Tlemcen et du Parc National de Tlemcen

C. Localisation

La forêt domaniale de Tlemcen est limitée Au Nord par la commune de Tlemcen, à l'Est : territoire par commune de Ain Fezza , à l'Ouest : territoire de la commune de Mansourah et au Sud par Terny .Elle s'étend sur trois communes : Tlemcen :(206Has 15 Are 65c), Mansourah (40Has 29 Are 40c) et Terny (16Has 25Are 00c).

D. Description

- Elle couvre une superficie de 272 Has 70Ars 05c en amont de Tlemcen
- Constituer par un boisement artificiel de Pin l'Alep en 1890
- Elle comprend (Djebel Moudjer 1236m, Djebel Benian 1235m, Djebel Chair 1215m), la majeure partie à une exposition Nord.

Tableau 05: tableau de parcellaire de la forêt domaniale de Tlemcen (Plan de gestion I du Parc National de Tlemcen 2006-2010)

communes	Numéro de parcelles	Superficie des parcelles	Superficie des parcelles par communes
Tlemcen	356	28Has 71 Are 40c	206 Has 15Are 65c
	584	00Has 38 Are 55c	
	584 ²	00Has 16 Are 80c	
	584 ²	6Are 40c	
	587	44Has 13Are 80c	
	592	49Has 18Are 50c	
	593	08Has 72Are 80c	
	594	09Has 03Are 00c	
	586	15Has 85Are 40c	
	639	24Has 69Are 00c	
	633	25Has 20Are	
Terny	627	15Has 30Are 20c	26Has 25Are 00c
	633	10Has 94Are 80c	
Mansourah	627	14Has 18Are 00c	40 Has 29Are 40c
	607	13Has 18Are 00c	
	566	12Has 36Are 40c	

3. Caractère général du climat

Le climat est relativement sec sur l'ensemble de la région, la pluviométrie atteignant 800 mm sur une étendue appréciable est le plus souvent mal répartie. La hauteur des pluies diminue d'Est en Ouest. Elle baisse également du Nord vers le Sud et connaît une légère augmentation en exposition Nord.

Les hauteurs mensuelles peuvent tout comme la pluviométrie annuelle s'écarter de leur moyenne et la répartition sur les douze mois de l'année est différente tant d'une année à l'autre que de la moyenne générale.

3.1. Les précipitations

La tranche pluviométrique est dépendante de la position des principaux reliefs par rapport à la mer donc aux vents humide. Elle diminue d'Est en Ouest et du Nord vers le Sud mais elle est importante sur les versants Nord et sur les sommets élevés.¹

Le nombre de jours de pluie est insuffisant puisqu'il ne présente que l'équivalent de deux mois (70 jours en moyenne) avec un maximum en période hivernale et automnale.

Les précipitations estivales biologiquement intéressantes sont assez faibles et ne représentent pour la région que 6% au maximum de la tranche annuelle (qui varie entre 25 et 42mm) et ne peuvent avoir une influence direct sur le comportement de la végétation (Plant de gestion II 2006-2010 Parc Nationale de Tlemcen) .

L'enneigement est présent sur l'ensemble de la région au delà d'une altitude de 1200m. Le nombre de jours de neige varie de 7 à 25 avec une couche moyenne de 10 à 20 cm d'épaisseur.

Les précipitations de la région se caractérisent également par les pluies le plus souvent orageuses et parfois même torrentielles qui augmentent au fur et à mesure que la latitude baisse. On enregistre entre 40 et 116 pluies orageuses en moyenne par an à Hafir avec une intensité par 24 heures entre 30 et 70 mm en moyenne (BENABDELLI, 1996).

3.2. Les températures

Les valeurs déterminantes de m et M témoignent d'une stabilité relative du climat n'ayant aucune influence sur la végétation. Les températures minimales moyennes varient dans la région de 0,8 à +2,6°C.

Le mois le plus froid correspond à janvier, l'écart enregistré est faible et déterminant puisque même dans les conditions les plus extrêmes la valeur de m ne descend pas au-delà de -2°C (BENABDELLI, 1996).

Les températures maximales moyennes (M) oscillent entre 30 et 35°C , écart insignifiant pour la végétation qui devient plus faible en altitude.

4. Les étages bioclimatiques

Selon (HOUROU et al., 1977). La classification climatique est basée sur trois critères.

Premier critère : classification en fonction des précipitations (mm) et c'est ainsi que le climat est divisé en étage bioclimatique.

Tableau 06: Les étages bioclimatiques (Plant de gestion 2006-2010 Parc National de Tlemcen)

Etages bioclimatiques	précipitations
Humide	>800
Sub-humide	800-600
Semi-aride	600-400
Aride supérieur	300-400
Aride moyen	200-300
Aride inférieur	100-200
Saharien	<100

Deuxième critère : classification de la moyenne des minimas du mois le plus froid $m(^{\circ}\text{C})$.

EMBERGER., 1955 et SAUVAGE., 1963, subdivisent les étages bioclimatiques en sous-étages à partir de certaines valeurs de $m(^{\circ}\text{C})$.

Tableaux 07: Les sous-étages Bioclimatique (Plant de gestion, Parc National de Tlemcen)

Moyenne des minima du mois le plus froid (m)	-3	0	3	7	11
Sous étage	Froid	Frais	Tempéré	Chaud	

Troisième critère : classification en fonction de la moyenne des maximas du mois le plus chaud (M) .

Emberger.,1955et Sauvage.,1963, subdivisent les variantes thermiques en sous-variantes en fonction de «M».

Tableau 0 8: les sous-variables thermiques (Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen)

Sous-variante thermique	M (°c)
Température diurne basse	<10
Température diurne moyenne	10à12
Température diurne élevée	12à15
Température diurne très élevée	>15

Le tableau 08 montre la correspondance entre l'étage bioclimatique et l'étage de végétation. A ce propos le parc national de Tlemcen peut s'inscrire dans deux étages de végétations forestières :

- Le thermo-méditerranéen qui correspond aux formations de conifères thermophiles, mais aussi aux formations à Olivier, Caroubier et Lentisque.
- Le méso-méditerranéen est essentiellement constitué par les forêts de chêne sclérophylles.

Tableau 09: Correspondance entre étages bioclimatiques et étages de végétation
(Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen)

Etages bioclimatiques	Etages de végétation	Valeurs de P		Valeur de Q	
		min	max	min	max
Semi-aride	Thermo-méditerranéen	400	600	45	70
		600	800	70	110
Sub-humide	Méso-méditerranéen	600	800	70	110

Deux principaux étages bioclimatiques sont définis à l'échelle du parc

- L'étage semi-aride.
- L'étage subhumide.

5. La géomorphologie

5.1. Altitude

Situé dans les monts de Tlemcen, le Parc National comprend d'Est en Ouest les massifs montagneux suivants : Djebel Bou-Arb dont l'altitude atteint 1122 m au point géodésique au lieu dit les grottes , Djebel Dokara 1113 m , Djebel Sebt 1084 m , Djebel Dahr el-Barhal 1230 m , Djebel Tichtiouine 1206 m , Djebel Hanif 1279 m , Djebel Chouka 1166 m, Djebel Beniane 1235 m , Djebel Guendouza 1272 m , Djebel Temama 1271 m , Djebel El-Koudia 1418 m, Djebel Taksemt 1393 m, Djebel El-Merdja 1309 m, Djebel Tatsa 1264 m et enfin Djebel El-Koun 1302m .

Le profil de ces monts présente des lignes de crêtes aiguës, parfois plus atténuées et arrondies entrecoupées par des vallées et des plateaux (Lalla-Setti, Meffrouche , Ain-Fezza). La variation altitudinale y est donc très importante ce qui a contribué à la répartition de l'occupation des terres et des formations végétales créant ainsi des microclimats à l'intérieur du Parc.

5.2. Pentes

Trois classes de pentes prédominent : de 3-12,5 % de 12,5 - 25 % et de 25% à 50 % atteste un relief accidenté surtout en montagnes alors que les vallées et les plateaux présentent une légère pente de 0,3 % .

Ces terrains plats sont très localisés (plateau de Lalla-Setti - Ain-Fezza - El-Meffrouche)

Expositions : Les expositions les plus dominantes sont le nord-ouest et le sud-est ceci s'explique par l'orientation de la majorité des monts de Tlemcen qui s'étendent de l'Ouest vers l'Est.

Dans les versants exposés au nord la place est cédée généralement aux forêts qui prospèrent bien du fait de la faible insolation et de la forte humidité tel que la forêts domaniale de Tlemcen (*Pinus halepensis*), la foreet des cascades (*Pinus halepensis* et *Quercus ilex*) les foreets de Hafir et Zarifet (*Quercus suber* , *Quercus Ilex* et *Quercus faginea*) . Les versants sud sont occupés par des matorrals bas composés d'une végétation xérophile.

Le profil de ces monts présente des lignes de crêtes aiguës, parfois plus atténuées et arrondies entrecoupées par des vallées et des plateaux (Lalla-Setti, Meffrouche, Ain-Fezza) .La variation altitudinale y est donc très importante ce qui a contribué à la répartition de

l'occupation des terres et des formations végétales créant ainsi des microclimats à l'intérieur du Parc.

6. La pédologie

Les sols formés sous climat méditerranéen, présentent tous un caractère commun fondamental qui les oppose aux sols des climats tempérés : la plupart des sols de la région rentrent dans la catégorie des sols férsialitiques et bruns calcaire

D'après l'esquisse pédologique établie par (GOUAR .,1997) dans « étude du milieu » du parc nationale de Tlemcen, les types de sols rencontrés sur le territoire du parc peuvent se résumer de la manière suivante :

6.1. Sols férsialitiques rouges

C'est un sol lourd très pauvre en réserves d'eau, riche en base notamment en Ca^{++} , Mg^{++} et K^+ , existant sous une végétation climatique (de Chêne vert, Pin d'Alep) avec un sous bois assez dense. Ce type de sol se rencontre à Zarifet, Ain Fezza, El-Maffrouch. On y distingue la type lessivé et le type non lessivé avec une variante pseudogley.

6.2. Sols bruns férsialitiques

Ce sol prend naissance sur roche mère calcaire, sous l'influence d'un climat froid à saison sèche moins marquée. Ce sol à les mêmes caractéristiques d'ensemble que le sol férsialitique rouge mais plus humide et plus poreux. On le trouve essentiellement au niveaux de Zarifet et de Hafir.

6.3. Sols férsialitiques bruns types Terra fusca

Ce sol représente un matériau ancien (paléosol) de couleur brun foncée et composé d'argile de décarbonatation plus ou moins lourd, riche en Mg^{++} et Ca^{++} . Ce sol se serait formé sous l'influence d'un climat plus humide et moins chaud. On peut le rencontrer sur le coté Sud et Est du barrage El-Meffrouch.

6.4. Sol brun calcaire sur travertin

C'est un sol apparenté aux sols brunifiés par sa morphologie. La différence fondamentale réside dans la présence de carbonates de calcium actif dans tout le profil. La rubéfaction n'est pas complète dans ce type de sol. La teneur en Mg^{++} est faible. Ce type de sol est localisé au niveau de la forêt d'Ifri (Contour El Ourit).

6.5. Sols bruns calcaires en alternance avec des travertins en place

Ce sol présente les mêmes caractéristiques que le sol brun calcaire sur travertin mais il est moins profond, ainsi les travertins apparaissent de temps à autre. Ce type se localise dans la forêt d'Ifri.

6.6. Sols fersiallitiques rouge à caractère vertique

C'est un sol qui pendant une certaine période, surtout est des années sèches présente dans les 50 premiers centimètres de l'horizon B des fentes larges de 1 cm ou plus. Il est plus lourd (riche en argiles gonflantes) que le sol fersiallitiques rouge et possède une très bonne teneur en eau. On peut le trouver à Mansourah et sur le plateau de Lalla Setti.

6.7. Sols fersiallitiques rouge et mosaïque

Le mosaïque reflète le déséquilibre dans les sols qui sont le plus souvent peu profonds et où affleure de temps à autre la roche dolomitique, et par conséquent un tapis végétal très hétérogène. Cette catégorie domine surtout dans la tranche Est du parc national de Tlemcen, El Maffrouch, Dj. Massart, Dj-Tichtiouine, Ain Fezza, Dj- Dahe El Berhal, au Sud-ouest de Zarifet et à l'Est de Hafir.

7. La relation Sol – végétation

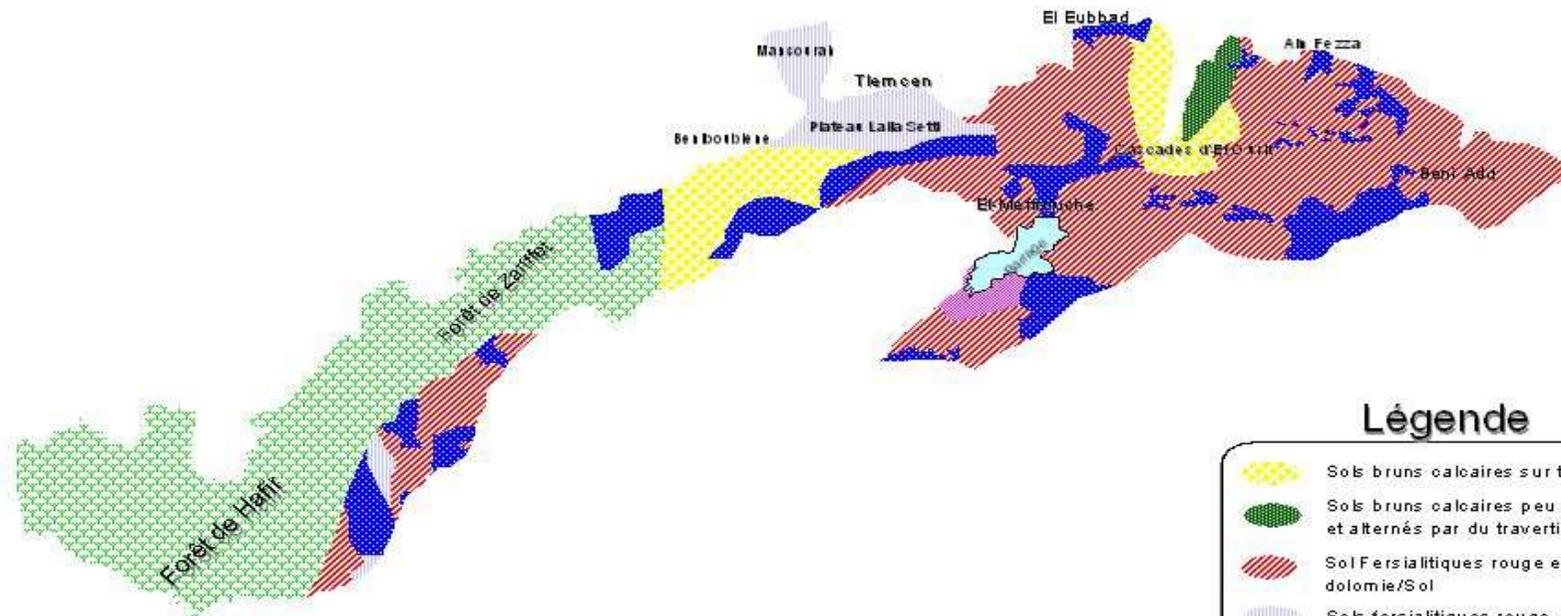
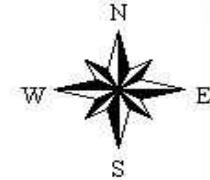
Les sols rencontrés se distinguent par une instabilité dans leur évolution, un lessivage intense, le faible taux de matière organique et l'affleurement de la roche mère ne facilitant point une approche de relation sol-végétation. Les Monts de Tlemcen relèvent essentiellement du Jurassique supérieur et moyen, formation couvertes par des groupements végétaux de chêne vert essentiellement.

La présence de couches gréseuses par endroit justifie le développement des formations végétales à base de chêne liège et de chêne zéen. Dans la région, pratiquement tous les sols sont colonisés par une végétation ligneuse présentant un encroûtement et/ ou une croute claire.

Les zones les plus arrosées sont liées par une abondance d'argile, de limon ou de sable avec leur effet néfaste à forte proportion sur la végétation. La physionomie des groupements végétaux est celle de matorral trouvé clair. La présence de ce faciès de dégradation est sans doute en relation avec le stress hydrique mais surtout édaphique.



Les Types Pédologiques



2 0 2 Kilomètres

Légende

- Sols bruns calcaires sur travertins
- Sols bruns calcaires peu profonds et alternés par du travertin en place
- Sols fersialitiques rouge et mosaïque dolomie/Sol
- Sols fersialitiques rouge à caractère verticale
- Sols fersialitiques rouges
- Sols fersialitiques bruns
- Sols fersialitiques bruns type Terra Fusca
- Barrage El-Meffrouche

Carte 03: Types pédologiques du Parc Nationale de Tlemcen (PNT) Plant de gestion II 2006-2010

8. Hydrologie, hydrographie

Le réseau hydrographique dans le Parc National est relativement dense , il est généralement alimenté par de nombreuses sources .La ligne de crête partant du Djebel Taksemt à l'Ouest au Djebel Benniane à l'Est matérialise la ligne de partage des eaux divisant le schéma hydrographique en deux réseaux bien distincts :

8.1. Le réseau hydrographique nord

Se composant de Oued Tlat , Oued Bounasser, Oued Inndouz , Oued Reyenne , Oued Dar Ziata , Oued Zarifet , Oued Magramane Oued Ouadallah et plusieurs chaabets .

8.2. Le réseau hydrographique sud

Se compose de tout le bassin versant de l'oued Nachef qui se continue en aval par l'oued Meffrouch . Cet oued traverse les monts de Tlemcen au niveau du Djebel Chouka et Djebel Hanif par des gorges profondes occasionnant plusieurs cascades connues sous le nom de cascades de l'Ourit .

a. Les sources

Une série de sources (Ain) se répartit sur l'ensemble du Parc National, alimentant la quasi-totalité du réseau hydrographique parmi elles , Ain Meharras qui alimente l'oued Meffrouche , Ain Krannez , Ain El Mohguene , Ain El Djerad , Ain el Fouera , Ain el Rhenza , Ain Safah , Ain Shrifia et d'autres .

b. Les oueds

Les oueds les plus importants dans le Parc sont l'oued Nachef et l'oued Meffrouche qui étaient tous les deux à régime permanent .En fait ce dernier n'est que la continuité en un réseau de canaux secondaires (affluents) de l'oued Nachef juste après le barrage de Meffrouche .Il va se perdre par la suite dans la plaine Tlemcenienne sous le nom de l'oued Saf-saf .

Ces deux cours d'eau vivent au rythme des saisons ; en hiver ils sont sujets à des crues et en été la forte évaporation engendre une diminution de l'eau par les phénomènes d'absorption et d'infiltration dans la masse calcaire perméable

La plupart de ces cours d'eau sont caractérisés par leur faible débit. Cependant le climat méditerranéen dominant dans la zone confère à ces oueds un régime hydrique très irrégulier. Des périodes de sécheresse relatives pouvant s'étaler sur 3 à 4 années consécutives sont suivies par des années fortement arrosées.

Les différents cours d'eau qui sont réduits en saison sèche à de simples filets d'eau ou sont complètement à sec, coulant entre des rives anormalement profondes, deviennent de véritables torrents en saison pluvieuse.

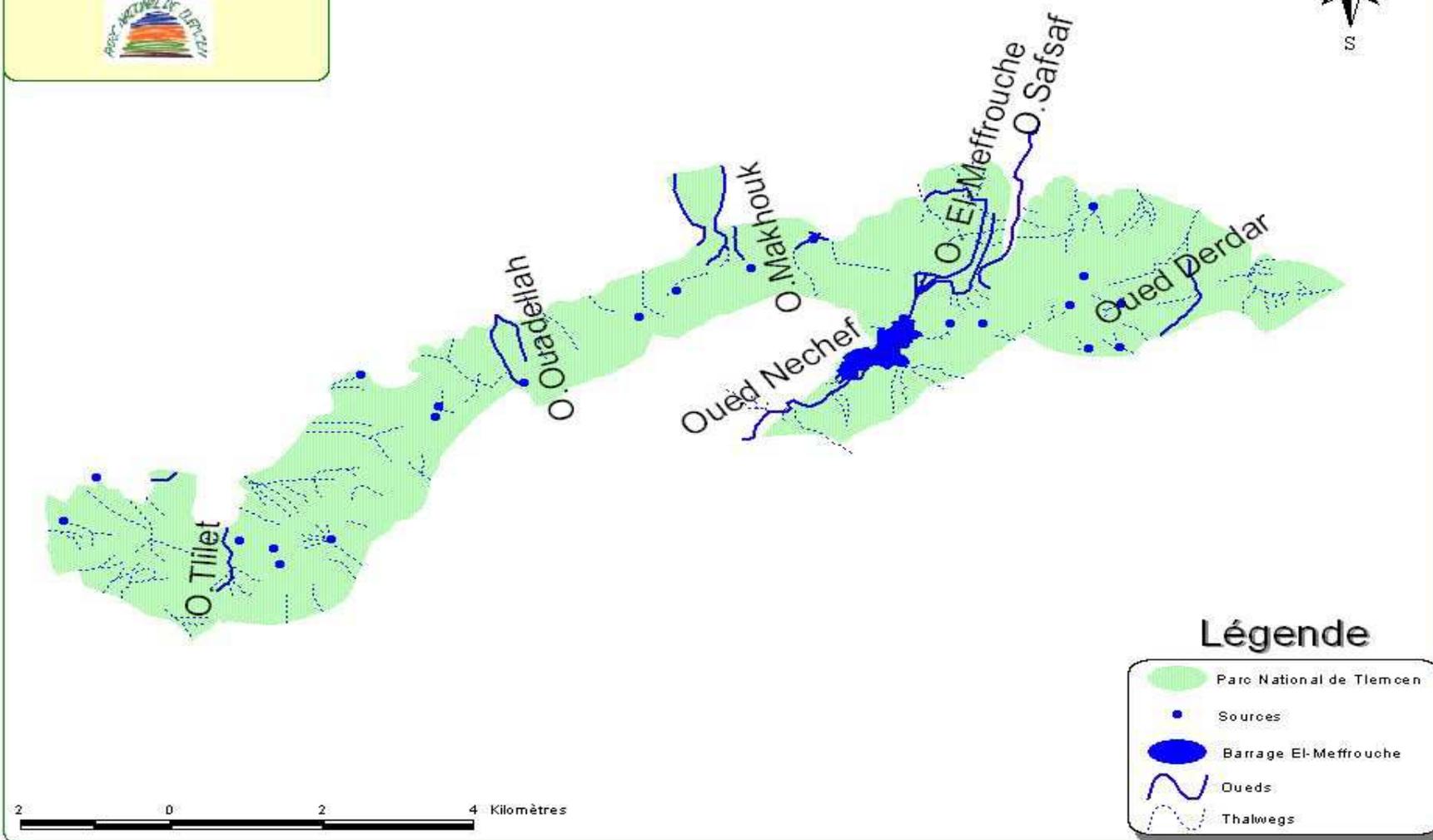
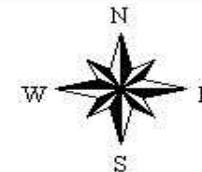
c. Le barrage El Meffrouche

Sur le cours de l'oued El Meffrouche il est limité au Sud par Djebel Nador, à l'Est par Djebel Bouleradour, à l'Ouest par Djebel Guendouza et Djebel Koudia et au Nord par la forêt de Zarifet et Djebel Beniane.

D'une capacité de 15 millions m³, le barrage forme un plan d'eau optimum de 148 Ha. Il alimente la ville de Tlemcen en AEP et irrigue la plaine de Tlemcen.



Réseau Hydrographique



Carte 04: Réseau hydrographique du Parc Nationale de Tlemcen (PNT) Plant de gestion II 2006-2010

9. Unités écologiques du Parc National de Tlemcen

La détermination des unités écologiques se base sur l'occupation des sols principalement, la nature du sol et enfin le relief. Le territoire du parc national comprend six unités déterminées à partir de la carte d'occupation des sols:

Tableau 10: Les unités écologiques du Parc nationale de Tlemcen

(Plant de gestion II 2006-2010)

Unités écologiques	Superficie (ha)	Pourcentage %
Chênaies (UE1)	3000,07	36,47 %
Pinèdes (UE2)	450	05,47 %
Falaises (UE3)	231.3	02,81 %
Milieu aquatique (UE4)	195	02,37 %
Garrigues et végétation de dégradation (UE5)	3001,28	36,48 %
Terrains de cultures /Vergers (UE6)	1272.72	15,47 %

9.1. La Chênaie

S'étend sur le centre et l'Ouest et l'Est , comprend le plus haut sommet du Parc Djebel Koudia 1418 m , l'altitude minimale étant de 830 m .Assise sur un sol fersiallitique brun et un relief très accidenté renfermant plusieurs Djebels , cette entité pourra être subdivisée en sous unités à savoir les groupements à chêne liège, chêne vert et à chêne zeen qui ,par ailleurs, suivant les conditions du milieu se trouvent sous forme de chênaie mixte ou des fois des mosaïques de formations très localisées .

- La subéraie de Hafir reste néanmoins sujet à un peuplement très hétérogène constitué essentiellement de *Quercus suber* , *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea ssp tlemceniensis* où cette dernière est présente dans des conditions écologiques locales très spécifiques caractérisées par un degré d'hygrométrie très élevé et un sol très

profond lui permettant de compenser tout déficit hydrique et d'assurer ainsi une fraîcheur permanente de la variante thermique dans son biotope naturel .

Le sous-bois dans cette forêt est composé essentiellement d'espèces caractéristiques du groupement de la chênaie mixte avec : *Erica arborea* , *Arbutus unedo* , *Viburnum tinus* , *Cistus salvifolius* , *Lavandula stoechas* , *Ampelodesma mauritanica*, *Juniperus oxycedrus ssp rufescens* et *Genista tricuspida* .

Néanmoins il faut souligner l'aspect thermophile de cette composition floristique caractérisant un milieu ouvert et un stade régressif dus à la faible régénération naturelle de la subéraie.

D'un autre côté, sujette à un incendie en Novembre 2004, la subéraie a du perdre environ 500 Has.

- Pour ce qui est de Zarifet on assiste à la prédominance d'une suberaie à *Erica arborea* (versant ensoleillé) composé de : *Quercus suber* , *Erica arborea* , *Genista tricuspida*, *Lavandula stoechas*, *Ampelodesma mauritanica*, *Phillyrea angustifolia* , *Cistus salvifolius* , *Daphne gnidium* , *Asparagus acutifolius* , *Arbutus unedo* , *Asphodelus microcarpus* , *Cytisus triflorus* .

A une hypsométrie élevée, la présence du chêne vert est beaucoup plus marquée dans la suberaie ; néanmoins l'existence de quelques sujets de chêne zeen à ce niveau là est à noter. On rencontre par ailleurs *Quercus coccifera* , *Genista tricuspida* , *Lonicera implexa* , *Dactylis glomerata*, *Carex halleriana* .

- Le groupement à chêne vert est rencontré en exposition sud avec des conditions édapho-climatiques spécifiques marquées , d'une part par un sol superficiel et un affleurement rocheux très apparent et d'autre part par une semi-aridité de son bioclimat; on a les espèces suivantes : *Pistacia lentiscus* , *Juniperus oxycedrus ssp rufescens* , *Olea europea* , *Ceratonia siliqua* et *Chamaerops humilis ssp. argentea*.
- La zeenaie est présente dans les cuvettes humides avec une strate arborescente de densité élevée et d'un sous-bois peu développé avec néanmoins la présence de : *Ruscus aculeatus* , *Viburnum tinus* , *Asparagus acutifolius* , *Cytisus triflorus* et *Cistus salvifolius* . C'est ainsi que le chêne zeen se développe au dépend du chêne liège dans les conditions écologique locales de ce dernier .

La chênaie est le lieu privilégié pour la pie grièche à tête rousse et le loriot d'Europe

9.2. La Pinède

Comprend les forêts de Pin d'Alep de Tlemcen, la forêt d'Ifri, Ain Fezza ainsi qu'une petite partie à Zariffet .

La forêt de Tlemcen de 286 Ha est issue d'un boisement qui date de 1890 ;en réalité il fait l'objet d'une forêt récréative et de protection, aussi cette vieille futaie assise sur un terrain accidenté et un apport de terre végétale ,est formée de sujets ayant atteint ou dépassé l'âge d'exploitabilité d'où la présence d'arbres morts sur pied ;

L'altitude varie entre 1039 m et 1198 m.

Pour les autres régions ce sont des bas perchis issus de reboisements qui ont supplanté le domaine du chêne vert, le substrat étant fersialitique plus ou moins profond

La présence d'espèces comme *Ampelodesma mauritanica* et *Chamaerops humilis ssp. argentea* indique la dégradation de la pinède et le surpâturage est déterminé par *Asphodelus microcarpus* .

L'unité abrite une faune spécifique ayant une préférence pour ce type de milieux tels le ciraète Jean - le- blanc, le pinson et le coucou gris.

9.3. Formations de falaises

S'étend sur la région d'El Ourit , présente des caractéristiques particulières par ses falaises comme site appréciée par les rapaces , par ses grottes ainsi que par son relief Kasrtique .L'altitude va de 770 m à 1250 m.

Les formations forestières de pin d'Alep et de chêne vert ont été touchées par une dizaine d'incendies depuis 1973 à nos jours qui ont engendré des dégradations considérables .

On rencontre par ailleurs : *Rubus ulmifolius*, *Acanthus mollis*, *Calycotome spinosa* , *Chamaerops humilis ssp argentea* , *Ampelodesma mauritanica* , *Brachypodium sylvaticum* , *Smilax mauritanica* , *Hedera helix*.

Aux environs des cascades (station humide) on note une grande diversité floristique marquée par la présence d'espèces aussi bien forestières que fruitières telles le micocoulier , le caroubier , l'orme , le cyprès , le frêne ,le mûrier , le noyer, le cerisier , le figuier en plus d'une strate herbacée très riche d'où l'appellation « Jardins d'El-Ourit ».

Les falaises accueillent une avifaune à grande composante de rapaces dont l'aigle de Bonelli ,le vautour fauve et le faucon pèlerin ainsi que les petits mammifères comme la genette et les reptiles.

9.4. Barrage EL MEFFROUCHE

Se situe au sud du Parc , unité assise sur dolomies et calcaires , elle comprend le barrage et l'environnement immédiat avec une altitude allant de 1115 m à 1198m .

Le périmètre du plan d'eau est totalement déboisé , on assiste à un affleurement de la roche mère , le tapis végétal étant réduit à un groupement de dégradation basé sur la présence de *Amplodesma mauritanica* et *Chamaerops humilis* ,qui marquent un stade très avancé de la dégradation de la chênaie verte.

Il arrive que le plan d'eau s'assèche complètement, comme ce fut le cas en 1998 et en fin 2006. En dehors de cette période, le lac attire un bon nombre d'oiseaux migrateurs (grand cormoran canard souchet, tadorne casarca, héron cendré.) et sédentaires (goéland argenté, foulque macroule...). L'eau est également un milieu de vie pour d'autres espèces comme la carpe, les oiseaux insectivores (hirondelle de fenêtres, bergeronnette,)

Le barrage est soumis par ailleurs à l'envasement ainsi qu'à l'érosion hydrique.

9.5. Garrigues

Occupe l'Est du territoire , sur un substrat fersiallitique ou une mosaïque dolomie-sol , cette unité caractérisée en majeure partie par une végétation très dégradée présentant ça et là quelques pieds de chêne vert et de genévrier qui témoignent de l'existence de la chênaie verte.

Vers l'extrême Est (les grottes) l'on rencontre des espèces comme *Chamaerops humilis* *Calycotum spinoza* , *Asphodelus microcarpus*, tous des indicateurs de la dégradation du chêne vert .

Deux aspects du relief caractérisent cette région ; les Djebels de l'Est et du Nord-Est avec une altitude maximum de 1230 m ainsi que la plaine du Meffrouch avec une altitude de 870m. Aussi on y rencontre le macroscléide de l'Afrique du nord, le chardonneret, et le guêpier d'Europe.

9.6. Terrains de cultures

Unité pouvant être subdivisée en sous unités, c'est le domaine des cultures céréalières et des vergers.

Chaque type de culture abrite une faune spécifique la caille des blés préfère les champs de céréales

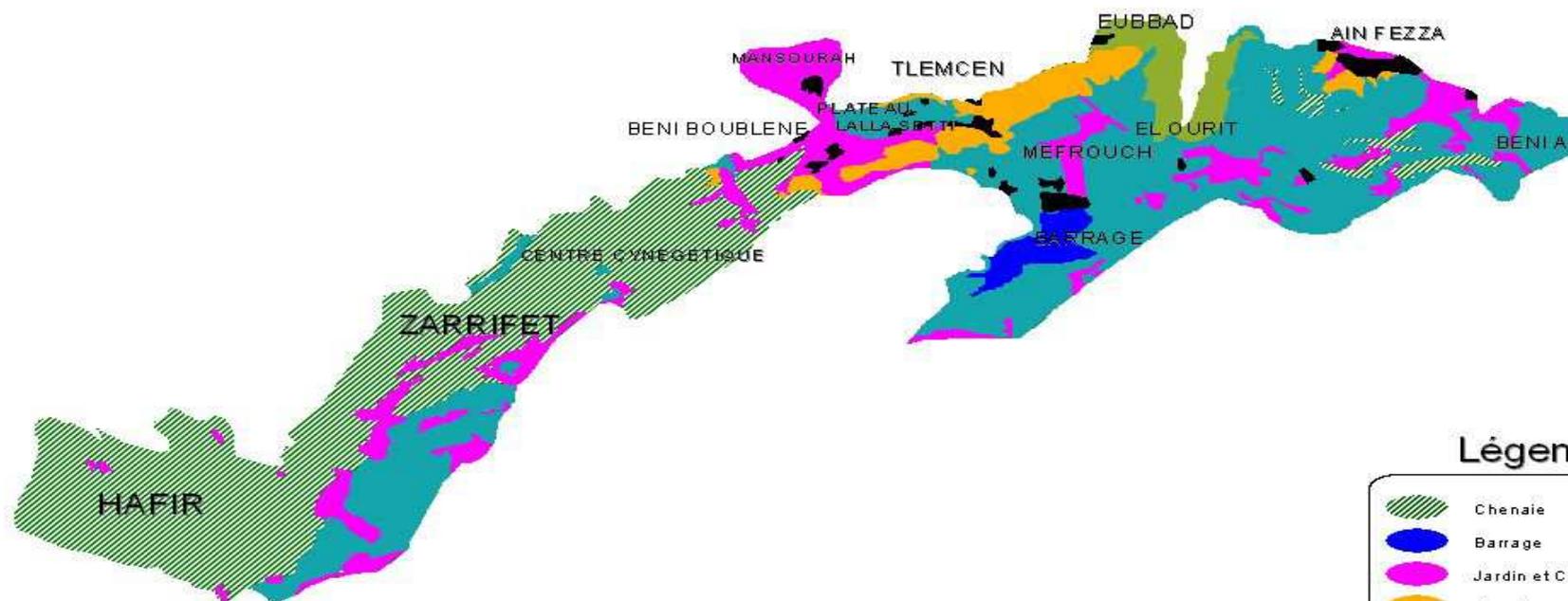
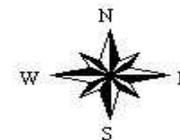
- les cochevis, les alouettes et les bruants fréquentent tous les milieux ouverts
(champs de céréales, jachère ou friches)

- typique le bulbul est aux jardins.
(Carte des unités écologiques en annexe)

Ministère de l'Agriculture
et du Développement Rural
Direction Générale des Forêts
Parc National de Tlemcen



Carte des Unités Ecologiques



Légende

- Chenaie
- Barrage
- Jardin et Culture
- Pined
- Région d'El Ourit
- Végétation dégradé
- Batis

2 0 2 4 Kilomètres

Carte05: Unités écologiques (carte d'occupation du sol) du Parc Nationale de Tlemcen (PNT) Plant de gestion II 2006-2010

10. Infrastructures routière

Il existe a l'intérieur du Parc, une série de pistes carrossables et de routes goudronnées Il existe aussi une liaison ferroviaire et une liaison aérienne avec la ville de Tlemcen. Toutes ces voies de communications permettent de donner une idée sur les possibilités de fréquentation touristique que peut offrir le Parc National de Tlemcen.

CHPITRE IV

Etude de la relation Structures forestières-
biodiversité au niveau du Parc National de
Tlemcen

Chapitre 4

Etude de la relation Structures forestières-biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen

1. Matériels et méthode
 - 1.1. Matériels et méthodes
 - 1.2. Méthode de travail
2. Détermination des paramètres stationnelles
3. Echantillonnage et délimitation des placettes
4. Mesure des caractéristiques dendrométriques
 - 4.1. Mesure des circonférences
 - 4.2. Mesures des hauteurs
 - 4.3. Mesure de la densité
5. Présentation des paramètres stationnelles des cinq stations
6. Mesure de la biodiversité
 - 6.1. Indice de Shannon
 - 6.2. Indice d'équitabilité
7. Résultats et discussion
 - 7.1. Structures des peuplements
 - 7.2. Biodiversité intra - peuplement
8. Calcul des indices statistiques
9. Relation structure du peuplement - biodiversité
10. Conclusion

1. Matériels et méthodes

1.1. Matériels

Le matériel utilisé pour asseoir les placettes et la prise des mesures est le suivant :

- Les jalons
- Le mètre-ruban
- L'équerre optique
- Le clisimètre
- Une boussole
- Un dendromètre Blume-Leiss
- un sécateur et des sachets en plastique pour le prélèvement des échantillons
- Un carnet de notes et des étiquettes pour la saisie de toute l'information sur les échantillons.

1.2. Méthodologie de travail

Cette méthodologie peut être schématisée en cinq étapes :

- ✓ Mesure des caractéristiques stationnelles (Altitude, Pente, Exposition,.....)
- ✓ Assiette des placettes
- ✓ Mesure des caractéristiques dendrométriques.
- ✓ Collecte d'échantillons de toutes les espèces floristiques présentes sur la station en vue de leur identification¹.
- ✓ Affectation a chaque espèce identifiée, de deux indices² : l'abondance-dominance et la sociabilité.
- ✓ Calcul de l'indice de Shannon

2. Détermination des paramètres stationnelles

Pour chaque station, les caractères stationnelles (exposition, pente, altitude,....) ont été relevés.

- **L'exposition** : déterminée pour chaque station à l'aide d'une boussole.
- **La pente**: déterminée pour chaque station à l'aide d'un clisimètre.

¹ Des clés d'identification sont utilisées en se basant sur la flore de Quezel et Santa (1962) afin d'établir un inventaire de toutes les espèces rencontrées dans les stations

² Cette caractéristique de deux indices a été adoptée par Braun – Blanquet (1951).

- L'**altitude** et les **Coordonnées géographiques** : a cause de la non disponibilité et du **GPS**, ces paramètres ont été déterminés grâce a l'outil **Google Earth**.
- **Recouvrement** : Il est exprimé en exprimant l'occupation de la surface du sol par le couvert végétal, ce paramètre est déterminé en (%) à vue d'œil.

3. Echantillonnage et délimitation des placettes

La méthode d'échantillonnage qui semble fournir le plus d'informations sur la structure de la végétation et sur la composition floristique d'un milieu est celle de l'aire minimale adoptée par Braun Blanquet (1951).

La notion d'aire minimale est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. Cette aire est de l'ordre de 100 à 400 m² pour les groupements forestiers et de 50 à 100 m² pour les formations de matorral (BENABID, 1984) et de 20 à 50 m² pour les pelouses (OZENDA, 1982). Dans cette étude, une aire minimale de 100 m² a été retenue.

Dans les stations retenues, une surface carré de 1hectare (100m×100m) a été délimitée par les jalons à l'aide de l'équerre optique et le ruban-mètre. Ensuite, cinq relevés floristiques sont réalisés dans 5 placettes-carré de 100m² (10m×10m) dan chaque station. L'emplacement des placettes est choisi d'une façon aléatoire (au hasard) pour que le travail ne soit pas dirigé

4. Présentation des paramètres stationnelles des cinq stations

Station 1 : Forêt de Lalla Setti (Monts de Tlemcen)

- Versant Nord
- Exposition : Nord-Ouest
- Coordonnées géographiques: 34°35'.51"N 1° 19'04.45"O.
- Altitude : 1070m
- Pente : 30%
- Substrat : Terrain rocheux calcaire avec affleurement de la roche mère.
- Peuplement : futaie régulière claire de Pin d'Alep boisée à partir de 1890

Station 2 : forêt de Hafir

- Versant sud.
Exposition : Sud-Est.
- Coordonnées géographiques: 34°46'46.38"N 1°25'42.22"O
- Altitude 1245m
- Pente : 33%
- substrat siliceux
- Peuplement : Taillis clair de chêne liège.

Station 3 : forêt de Zarifet 1.

- Versant Nord.
- Exposition: Nord-Ouest.
- Coordonnées Géographiques : 34°51'07.50 "N 1°21'07.13"O
- Altitude : 1022m.
- Pente : 17%
- Substrat calcaire
- Peuplement : Futaie régulière dense de Pin d'Alep.

Station 04 : Ain Fezza

- Versant Nord.
- Exposition : Nord-Ouest
- Coordonnées géographiques : 34°52'28.66" N 1°13'41.80"O
- Altitudes 885m.
- Pente : 40%
- substrat rocheux calcaire.
- Terrain très accidenté.
- Peuplement : Matorral

Station 5: Zarifet2 matorral

- Versant : Nord .
- Exposition : Nord .
- Altitudes 1060m.
- Coordonnée géographique : 34050'53,26 'N.
- Pente : 25%

- substrat calcaire
- Présence de quelques pieds de chêne vert *Quercus ilex*
- Peuplement : matorral arboré.

5. Mesure des caractéristiques dendrométriques

Le choix des arbres qui servent aux mesures dendrométriques doit être effectué d'une manière aléatoire et donne lieu à un échantillon représentatif du milieu étudié (OULDACHE, 1992). Pour cela on a choisi d'une façon aléatoire cinq arbres sur lesquels on a effectué les mesures dendrométriques dans chaque station, Puis on a établi les tableaux des caractéristiques dendrométriques des cinq stations. Les mesures concernent la circonférence, la hauteur et la densité.

5.1. Mesure des circonférences

Les circonférences des arbres ont été mesurées à 1,30m , à l'aide d'un mètre ruban en se plaçant systématiquement du côté amont de l'arbre. Pour les arbres Soudés à la base ou arbres fourchus en dessous de 1,30m, les mesures sont prises séparément alors que pour les arbres fourchus en dessus de 1,30m, on prend la mesure à 1,30m.

5.2. Mesure des hauteurs

La hauteur totale de l'arbre est définie comme étant la distance comprise entre le pied de l'arbre et son bourgeon terminal. La mesure s'est faite à l'aide d'un dendromètre Blume-Leiss..

5.3. Mesure de la densité

La notion de densité est étroitement liée à divers concepts tel que la concurrence entre individus (compétition) et le degré de recouvrement d'un peuplement forestier (RONDOUX, 1992). Elle est calculée sur la base du nombre d'arbre par unité de surface :

$$D = N_A / S_P$$

(D: densité, N_A : nombre d'arbres, S_P : surface de la placette).

6. Mesure de la biodiversité

6.1. Indice de Shannon

L'**indice de Shannon** est un indice permettant de mesurer la biodiversité il permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à $\ln_2 S$.

La valeur H' égale zéro si l'ensemble contient une seule espèce, et sont égale à $\text{Log}_2(S)$ si tout les espèces contiennent le même nombre d'individus, savant que les deux valeurs sont les limites d'une intervalle dans la quelle H' est variable, (BARBAULT, 1995)

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

H' : indice de biodiversité de Shannon

i : une espèce du milieu d'étude

p_i : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p_i = n_i / N$$

où n_i : est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

6.2. Indice d'équitabilité

l'indice d'équitabilité est le rapport entre l'indice de Shannon de l'échantillon et la valeur max que cet indice pourrait atteindre si toutes les espèces qui constituent l'échantillon y étaient également représentées. Il varie donc entre 0 et 1. Plus cet indice tend vers 1 plus le dispersion des des élément de la biodiversité est équitable, plus il tend vers zéro, plus il ya une dominance d'une espèce par rapport aux autres c'est à dire une dispersion non équitable (BLONDEL , 1979).

$$E = H' / H_{\max}$$

avec $H_{\max} = \ln_2 S$

E tend vers 0 lorsqu'il ya une dominance et vers 1 lorsqu'un maximum d'espèces participent au recouvrement.

7. Résultats et discussion

7. 1. structures des peuplements

Dans la station de Lalla setti, les hauteurs des arbres varient entre 16m et 19.50m dont la moyenne des hauteurs est de 17,50 m ; pour les circonférences, elles varient entre 2.18 et 1.58 avec une moyenne de 1.84m, puis les diamètres marquent une valeur maximale de 0.69m pour une arbre de 18m est une valeur minimale de 0.50m pour une arbre de 16m. Les autres arbres ont un diamètre variant entre 0.60m, 0.61m et 0.51 donnant une moyenne de diamètre de 0.58m. On remarque que tous les arbres ont presque le même diamètre et la même taille donc il s'agit d'une structure régulière ou tous les arbre appartiennent à la même classe d'âge, c'est une futaie régulière claire (recouvrement 50%) (voir tableau 27).

Tableau 11 : Caractéristiques dendrométriques(station 1 Lalla setti)

Arbres	hauteurs (m)	circonférence (m)	Diamètre (m)
Arbre 1	18,25	1,90	0,60
Arbre 2	17,75	1,61	0,51
Arbre 3	18	2,18	0,69
Arbre 4	19,5	1,92	0,61
Arbre 5	16	1,58	0,50
Moyennes	17,90	1,84	0,58

Dans la station de Hafir, une variation d'hauteur d'arbre entre 4.50m et 10m, avec des hauteurs tournant au tour de 6m à 7m donnant une moyenne de 6.80m. Pour les circonférences, on note un maximum de 0.95m et un minimum de 0.57m et une variation entre 0.87m et 0.86m (une moyenne de 0.82m). Les diamètres varient entre 0.27m et 0.28m avec un maximum de 0.30m et un minimum de 0.24m pour une moyenne de 0.27m. Il s'agit d'un taillis simple où les individus ont approximativement la même hauteur et le même diamètre.

Tableau 12 : Caractéristiques dendrométriques (station 2 Hafir)

Arbres	hauteurs (m)	circonférence (m)	Diamètre (m)
Arbre 1	4,50	0,57	0,24
Arbre 2	6,50	0,87	0,28
Arbre 3	6	0,86	0,27
Arbre 4	7	0,87	0,28
Arbre 5	10	0,95	0,30
Moyennes	6,80	0,82	0,27

Dans la station de Zarifet (Futaie dense de Pin d'Alep), on note une hauteur maximale de 13m et une minimale de 6.75m donnant une moyenne de 10.35m. Les circonférences sont très variables de 0.52m à 1.20m, avec une moyenne de 0.78m. Les diamètres varient de la même façon avec un maximum de 0.38m et un minimum de 0.16m pour une moyenne de 0.25m. On remarque que tous les arbres ont presque le même diamètre et la même taille : il s'agit d'une structure régulière ou tous les arbre appartienne à la même classe d'âge..

Tableau 13 : Caractéristiques dendrométriques (station 3 Zarifet)

Arbres	hauteurs (m)	circonférence (m)	Diamètre (m)
Arbre 1	13	0,78	0,25
Arbre 2	12	0,84	0,27
Arbre 3	7,50	0,58	0,19
Arbre 4	6,75	0,52	0,16
Arbre 5	12,5	1,20	0,38
Moyennes	10,35	0,78	0,25

Dans la station de Ain Fezza, les valeurs maximales et minimales des hauteurs sont comprises entre 3.75m et 8.25m avec une variations des hauteurs entre 4m et 5m donnant une moyenne de 5.1m. pour les circonférences on note une moyenne de 0.66m pour des hauteurs variant entre 0.41m et 0.84m, les diamètres sont compris entre 0.13m et 0.27m variant entre 0.20 et 0.23m pour une moyenne de 0.21m. On constate que toutes les arbres on presque le même diamètre et la même taille donc il s'agit d'une structure régulière ou toutes les arbre appartienne à la même classe d'âge, c'est une futaie régulière.

Tableau 14 : Caractéristiques dendrométriques (Station 4 Ain Fezza)

Arbres	hauteurs (m)	circonférence (m)	Diamètre (m)
Arbre 1	5	0,72	0,23
Arbre 2	4,50	0,69	0,22
Arbre 3	8,25	0,84	0,27
Arbre 4	4	0,62	0,20
Arbre 5	3,75	0,41	0,13
Moyennes	5,1	0,66	0,21

Dans la station de Zarifet matorral arboré de chêne vert (*Quercus ilex*), les arbres ont une hauteur qui vari entre 2.50m et 3m d'une moyenne de 2.90m avec une circonférence variant entre 0.20m et 0.25m avec une moyenne de 0.23m et pour les diamètres sa vari entre 0.60m et 0.80m donnant une moyenne de 0.70m.

A fin de comparer entre les caractéristiques dendrométriques et en se basant sur les tableaux des relevés floristiques (voir tableau 23) et sur le tableau de recouvrement des différents strates végétales des cinq stations (voir Tableau 27), on a tracés un tableau contenant les moyennes des caractéristiques dendrométriques, la densité des arbres et leur taux de recouvrements. c'est le tableau si dessous :

Tableau15 : Caractéristiques dendrométriques (station 5 Zarifet 1 matorral arboré)

Arbres	hauteurs (m)	circonférence (m)	Diamètre (m)
Arbre 1	3,5	0,25	0,08
Arbre 2	2,5	0,21	0,07
Arbre 3	3	0,24	0,08
Arbre 4	2,5	0,20	0,06
Arbre 5	3	0,23	0,07
Moyennes	2,9	0,23	0,07

Dans la forêt de Lalla Setti, la moyenne des hauteurs des arbres est de 17.90m d'une moyenne de circonférence de 1.84m et de 0.58m pour le diamètre, avec une densité de 600 arbres par hectare soit 0.060 arbre/ha , recouvrant 50% de la surface terrière.

Dans la forêt de Zarifet 1, la moyenne des hauteurs des arbres est de 10.35m d'une moyenne de circonférence de 0.78m et de 0.25m de diamètre avec une densité de 1020 arbres par hectare soit 0.102 arbres/ha recouvrant 80% de la surface de la terre.

Dans la forêt de Ain Fezza, , la moyenne des hauteurs des arbres est de 5.10m d'une moyenne de circonférence de 0.66m et de 0.21m de diamètre avec une densité de 760 arbres par hectare soit 0.076 arbres/ha recouvrant 75% de la surface de la terre.

Dans la forêt de Hafir, la moyenne des hauteurs des arbres est de 6.80m d'une moyenne de circonférence de 0.82m et de 0.27m pour le diamètre, avec une densité de 940 arbres par hectare soit 0.094 arbres/ha , recouvrant 25% de la surface terrière.

Dans la station de Zarifet 2 qui est un matorral arboré, les cinq pies qu'on a retrouvé donnent une moyenne d'hauteurs de 2.90m et une moyenne de 0.23m pour la circonférence, 0.07 pour le diamètre pour une densité de 100 arbres par hectare soit 0.010 arbres/ha recouvrant moins de 1% de la surface.

Bien que la forêt de Lalla Setti contienne les arbres les plus hauts avec des circonférences et des diamètres les plus importants, ces arbres ne recouvrent que 50% de la surface du sol, contrairement aux forêts de Ain Fezza et Zarifet qui leur recouvrent respectives est 75% et 80% du sol malgré qu'ils ne sont pas aussi hauts et n'ont pas des dimensions (circonférences et diamètres) aussi importantes que celles de Lalla Setti, mais qu'ils ont des densités bien plus importantes que celle de Lalla Setti.

Donc dans ce cas c'est pas la hauteur des arbres ou leurs diamètres qui expliquent la différence entre les taux de recouvrements entre les trois stations Zarifet 80% Ain Fezza 75% et Lalla Setti 25% le paramètre structurelle qui définit cette variabilité est la densité.

Puis dans la forêt de Hafir qui est une subéraie claire de chêne liège (*Quercus suber*), bien que ces arbres ont une densité importante que celles de Lalla Setti et de Ain Fezza mais qu'ils ne recouvrent que 25% du sol, avec des moyennes de hauteur de 6.80m; 0.80 pour la circonférence et 0.27m de diamètre alors qu'ils peuvent atteindre plus que 15m et jusqu'à 20m de hauteur ce qui leur permet de recouvrir plus de surfaces donc là le type de l'essence et ses dimensions (hauteur, diamètres) sont les paramètres qui expliquent ce taux de recouvrement.

et en fin pour la station 5 Zarifet (matorral arboré), là on est en présence d'une structure près forestière dont la strate arboré est pratiquement absente. c'est une formation claire et les cinq pieds qu'on a trouvé ne peuvent pas construire une strate arboré.

Tableau 16 : Les moyennes de caractéristiques dendrométriques, densité et recouvrement des cinq stations

stations	Hauteurs moyennes	Circonférences moyennes	Diamètres moyens	Densité Arbres/ha	recouvrement
Station 1 Lalla Setti	17.90	1.84	0.58	600/ 1ha = 0.060	50%
Station 2 Hafir	6.80	0.52	0.27	940/1ha = 0.094	25%
Station 3 Zarifet 1 Pinède	10.35	0.78	0.25	1020/1ha = 0.102	80%
Station 4 Ain Fezza	5.10	0.66	0.21	760/1ha = 0.076	75%
Station 5 Zarifet 2 Matorral	2.90	0.23	0.07	100/1ha = 0.010	<<1%

7.2. Biodiversité intra-peuplements

La biodiversité à l'intérieur des peuplements est étudiée suivant deux volets : qualitatif et quantitatif

A. Etude qualitative

Par la constitution d'un inventaire floristique de toutes les espèces rencontrées sur le terrain, la détermination de leurs types biologiques, leurs Abondance-dominance¹, taux de recouvrement et leur sociabilité².

B. Etude quantitative

Par la mise en valeur des proportions relatives aux :

- Nombre d'espèces par station (richesse spécifique)
- Nombre d'individus par espèce
- les fréquences des espèces et des individus

Ces quantités ont été mises dans des formules (Indice de diversité biologique de Shannon-Wiener, Indice d'équitabilité de Pielou).

Ces étapes (étude qualitative et étude quantitative) ont permis d'obtenir des informations sur la composition floristique des stations étudiées (richesse spécifique) leur fréquences, puis sur leurs répartition spatiale dans leur milieu naturel. Ces informations sont contenues dans les tableaux ci-dessous.

¹ Voir Annexe ,Coefficient d'abondance dominance (recouvrement) de Braun - Blanquet (Tableau 40)

² Voir Annexe, La sociabilité (Tableau 41)

La station de Lalla Setti

Tableau 17 : Relevé floristique Station 1: Lalla Setti (Pinède boisé de Pin d'Alep)

Espèces	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Relevé 5	Totale	Fréquence
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	53	59	64	51	40	267	1
<i>Asparagus actifolius</i>	3	4	12	7	1	27	1
<i>Ballota hirsuta</i>	4	0	4	3	0	11	0,6
<i>Calycotome spinosa</i>	9	0	12	7	1	29	0,8
<i>Chamaerops humilis</i>	0	3	5	2	3	13	0,8
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	1	0	0	1	0,2
<i>Eryngium campestre</i>	6	5	0	8	0	19	0,6
<i>Juniperus oxycedrus</i>	4	3	4	1	2	14	1
<i>Pinus halepensis</i>	6	6	6	8	4	30	1
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	12	8	0	1	5	26	0,8
Total	97	88	108	88	56	N=437	S = 10

Tableau 18 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres d'individus par espèce (Station Lalla Setti)

Espèces	Abondance-Dominance	Sociabilité	Nombre d'individus	Recouvrement
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	5	5	267	75%
<i>Asparagus actifolius</i>	1	2	27	5%
<i>Ballota hirsuta</i>	1	2	11	5%
<i>Calycotome spinosa</i>	2	3	29	25%
<i>Chamaerops humilis</i>	1	3	13	5%
<i>Daphne gnidium</i>	+	1	1	-1%
<i>Eryngium campestre</i>	+	2	19	1%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	1	14	15%
<i>Pinus halepensis</i>	3	1	30	50%
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	1	2	26	5%

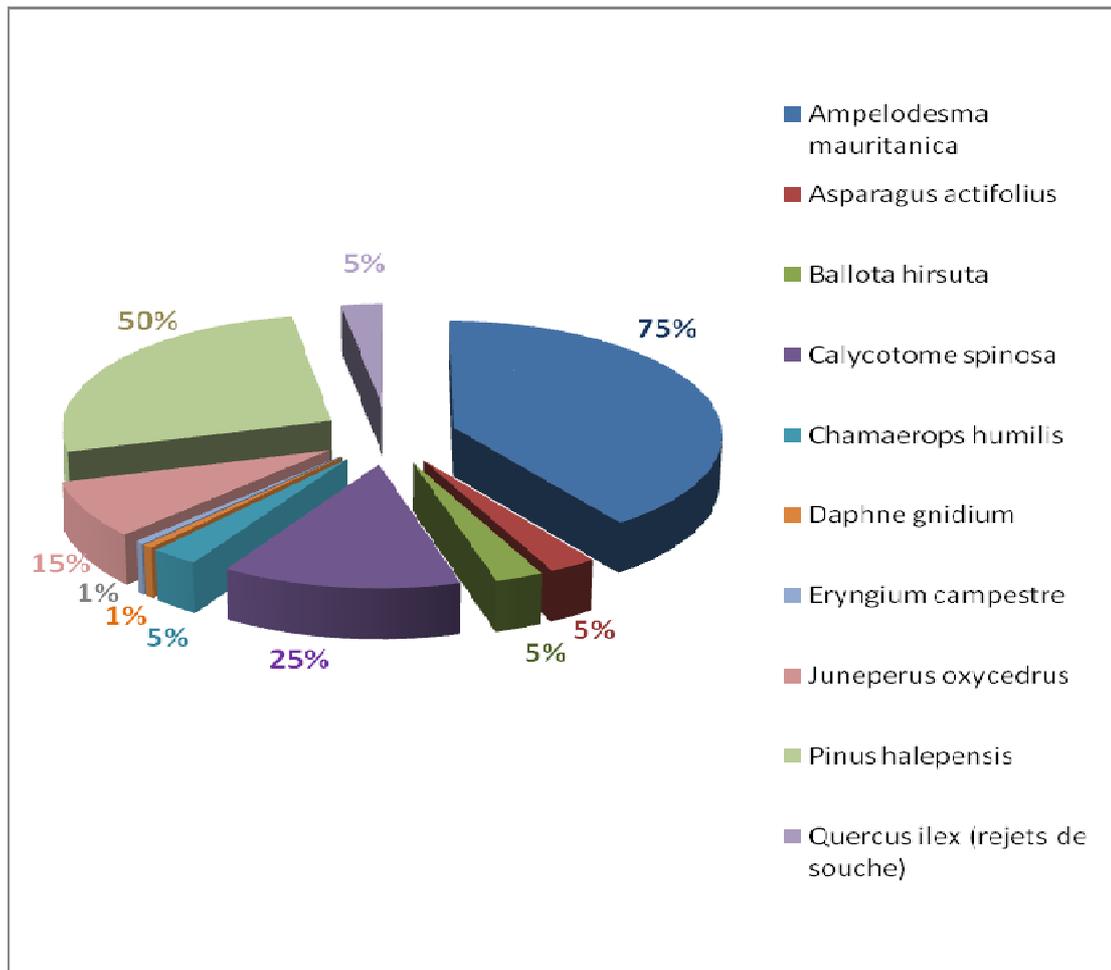


Figure 05: Pourcentage de recouvrement des espèces (station Lalla Setti)

La station de Lalla Setti contient une richesse spécifique $S = 10$ espèces avec un nombre total $N = 437$ individus de toutes les espèces, dont celle dominante qui est *Ampelodesma mauritanica*. Cette espèce recouvre 75% du sol avec un nombre d'individus $n = 267$ formant un tapis continu. La fréquence $F = 1$ (apparition dans tous les relevés), rend cette espèce non seulement la plus dominante mais aussi la plus abondante, suivie par *Pinus halepensis*, essence principale de la formation forestière de Lalla setti. Cette espèce recouvre 50% du sol avec un nombre d'individus $n = 30$ dispersés avec une fréquence $F = 1$. En troisième position vient le *Calycotome spinosa* avec un taux de recouvrement de 25% du sol, un nombre d'individus $n = 29$, groupés en formant des taches avec une fréquence de quatre apparitions sur cinq relevés soit $F = 0.8$. Enfin le *Daphne gnidium* et l'*Eryngium campestre*, avec une fréquence respective de $F = 0.2$ et $F = 0.6$, recouvrent respectivement moins de 1% et 1% de la surface du sol, occupant ainsi la dernière place dans le classement selon les taux de recouvrements.

Station Hafir

Tableau 19 : Relevé floristique Station 2: Hafir (Subéraie à Chêne liège *Quercus suber*)

Espèces	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Relevé 5	Total	Fréquence
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	42	38	32	41	45	198	1
<i>Arbutus unido</i>	0	0	0	0	1	1	0,2
<i>Calendula arvensis</i>	2	0	0	3	0	5	0,4
<i>Chamaerops humilis</i>	1	0	0	2	0	3	0,4
<i>Cistus salvifolius</i>	120	140	190	88	125	663	1
<i>Daphne gnidium</i>	7	15	11	6	12	51	1
<i>Erica arborea</i>	5	7	12	16	15	55	1
<i>Genista tricuspidata</i>	7	21	9	18	10	65	1
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	0	0	0	2	3	0,4
<i>Juniperus oxycedrus</i>	10	8	12	8	10	48	1
<i>Lavandula stoechas</i>	17	38	80	15	15	165	1
<i>Quercus suber</i>	8	9	10	9	11	47	1
Totale	220	276	356	206	246	N= 1304	S = 12

Tableau 20 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres d'individus par espèce (Station Hafir)

Espèces	Abondance-Dominance	Sociabilité	Nombre d'individus	Recouvrement
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	3	3	198	30%
<i>Arbutus unido</i>	R	1	1	>>1%
<i>Calendula arvensis</i>	+	2	5	1%
<i>Chamaerops humilis</i>	1	2	3	5%
<i>Cistus salvifolius</i>	4	4	663	75%
<i>Daphne gnidium</i>	2	2	51	15%
<i>Erica arborea</i>	2	3	55	10%
<i>Genista tricuspidata</i>	3	3	65	25%
<i>Heracleum sphondylium</i>	+	1	3	1%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	1	48	20%
<i>Lavandula stoechas</i>	3	2	165	35%
<i>Quercus suber</i>	2	1	47	25%

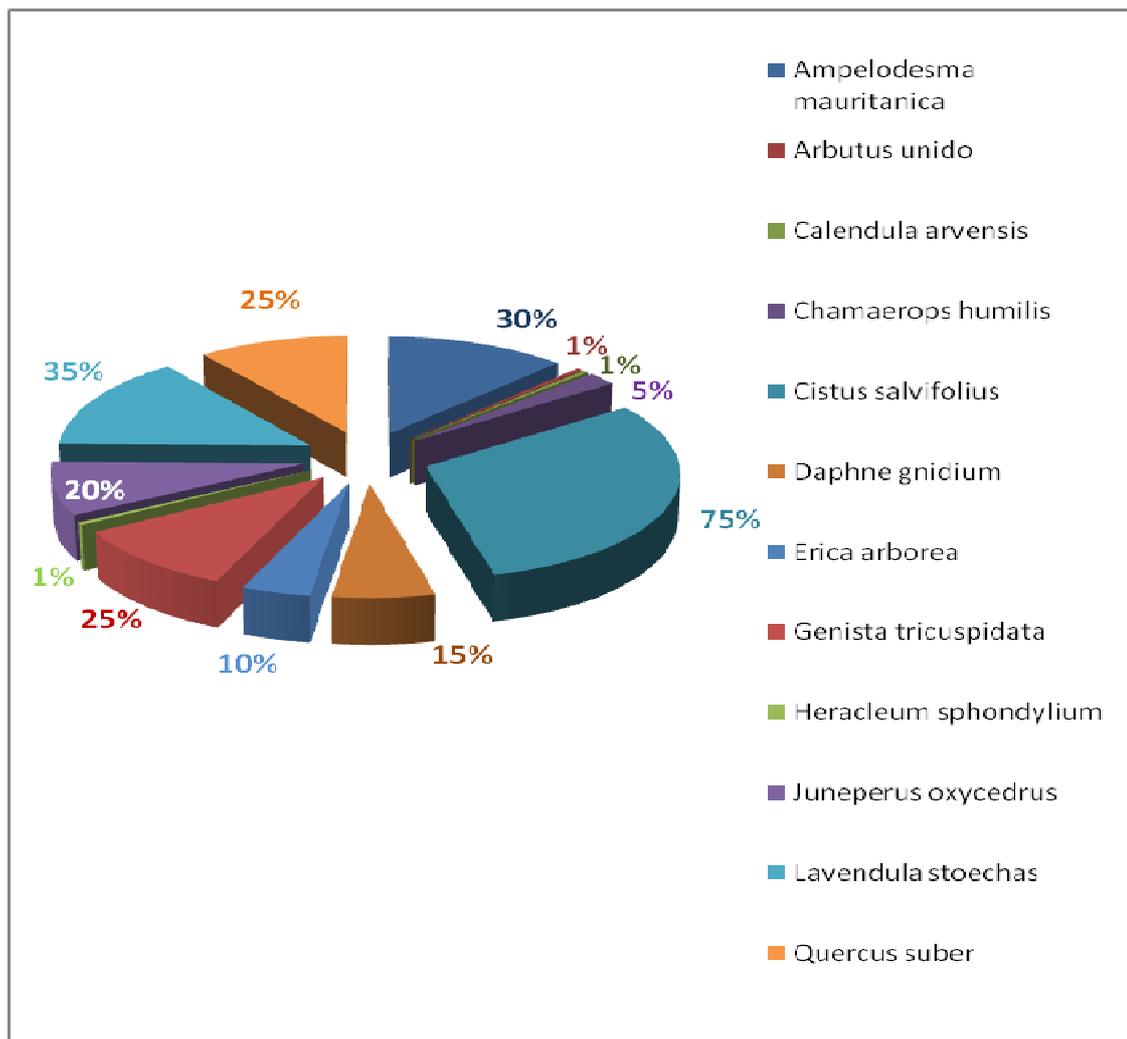


Figure 06 : Pourcentage de recouvrement des espèces (station Hafir)

La station de Hafir contient une richesse spécifique $S = 12$ espèces avec un nombre total $N = 1304$ individus de toutes les espèces. L'espèce la plus dominante est le *Cistus salvifolius* ; Celle-ci recouvre 75% du sol avec un nombre d'individus $n = 663$ formant un tapis discontinu. Avec une fréquence $F = 1$ (apparition dans tous les relevés), cette espèce est abondante et dominante. La *Lavandula stoechas* vient en deuxième position et recouvre 35% du sol avec un nombre d'individus $n = 165$ réparties en petits groupes avec une fréquence $F = 1$. En troisième position vient l'*Ampelodesma mauritanica* avec un taux de recouvrement de 30% ,un nombre d'individus $n = 198$, groupés en taches avec une fréquence $F = 1$. On a remarqué dans cette station une seule présence d'*Arbutus unedo* alors que *Quercus suber*, l'essence structurelle de la forêt de Hafir, recouvre 25% du sol en taillis simple clair.

Station Zarifet

Tableau 21 : relevé floristique Station 3 Zarifet 1 (Reboisement de pin d'Alep)

Espèces	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Relevé 5	Totale	Fréquence
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	68	34	42	73	63	281	1
<i>Asparagus actifolius</i>	13	12	5	13	18	61	1
<i>Ballota hirsuta</i>	0	0	0	20	0	20	0,2
<i>Chamaerops humilis</i>	1	0	0	1	6	8	0,6
<i>Cistus salvifolius</i>	1	9	28	0	0	38	0,6
<i>Eryngium campestre</i>	47	62	30	45	26	210	1
<i>Heracleum sphondylium</i>	7	22	15	0	0	44	0,6
<i>Lavandula stoechas</i>	0	0	0	2	0	2	0,2
<i>Pinus halepensis</i>	12	12	8	8	11	51	1
<i>Scilla autumnalis</i>	0	0	3	0	7	10	0,4
Totale	149	151	131	163	131	N= 725	S = 10

Tableau 22 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station Zarifet)

Espèces	Abondance-Dominance	Sociabilité	Nombre d'individus	Recouvrement
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	3	3	281	25%
<i>Asparagus actifolius</i>	1	2	61	5%
<i>Ballota hirsuta</i>	1	2	20	5%
<i>Chamaerops humilis</i>	1	2	8	5%
<i>Cistus salvifolius</i>	2	3	38	15%
<i>Eryngium campestre</i>	+	2	210	1%
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	2	44	5%
<i>Lavandula stoechas</i>	+	1	2	1%
<i>Pinus halepensis</i>	5	1	51	80%
<i>Scilla autumnalis</i>	+	2	10	1%

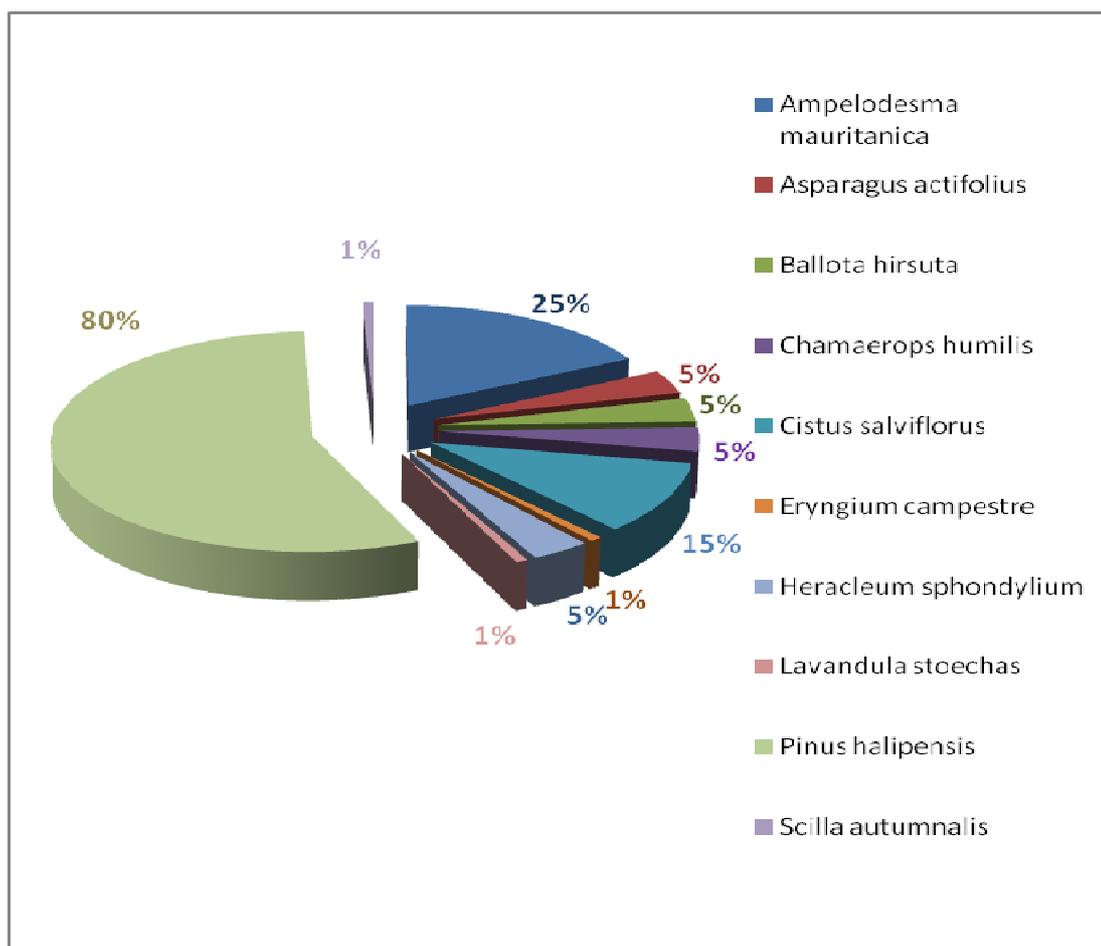


Figure 07 : Pourcentage de recouvrement des espèces (station Zarifet 1)

La station de Zarifet renferme une richesse spécifique $S = 10$ espèces avec un nombre total $N = 725$ individus de toutes les espèces, dont le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui est à l'origine de cette formation forestière, c'est l'espèce la plus dominante puisqu'elle recouvre 80% du sol avec un nombre d'individus $n = 51$, une fréquence $F = 1$. *Pinus halepensis* est suivi par l'*Ampelodesma mauritanica* en recouvrant 25% du sol avec un nombre d'individus $n = 281$ réparties en groupes et formant des taches avec une fréquence $F = 1$. *Eryngium campestre* est présente avec un nombre d'individus $n = 210$ et une fréquence $f = 1$. Cette espèce, rencontrée en groupes isolés, est abondante mais ne couvre que 1% du terrain. Avec un nombre d'individus $n = 2$ et une fréquence $f = 0.2$, c'est à dire une apparition sur cinq relevés, *Lavandula stoechas* marque sa présence dans la station de Zarifet alors que les autres espèces ont plus ou moins un même recouvrement de 5% et des fréquences variant entre 0.2 et 1.

Station Ain Fezza

Tableau 23 : relevé floristique Station 4: Ain Fezza

Espèces	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Relevé 5	Totale	Fréquence
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	5	29	14	19	8	75	1
<i>Asparagus actifolius</i>	0	0	0	1	0	1	0,2
<i>Ballota hirsuta</i>	3	0	0	0	2	5	0,4
<i>Calycotome spinosa</i>	14	21	26	25	27	113	1
<i>Chamaerops humilis</i>	28	38	23	19	17	125	1
<i>Juniperus oxycedrus</i>	8	5	6	6	9	34	1
<i>Lobularia maritime</i>	3	0	0	4	0	7	0,4
<i>Pinus halepensis</i>	3	4	8	12	11	38	1
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	1	7	9	3	11	31	1
<i>Scilla autumnalis</i>	9	3	7	0	3	22	0,8
Totale	75	11	89	89	88	N= 451	S = 10

Tableau 24: Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station Ain Fezza)

Espèces	Abondance-Dominance	Sociabilité	Nombre d'individus	Recouvrement
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	2	2	75	15%
<i>Asparagus actifolius</i>	1	1	1	1%
<i>Ballota hirsuta</i>	1	2	5	5%
<i>Calycotome spinosa</i>	3	3	113	50%
<i>Chamaerops humilis</i>	2	3	125	10%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	3	1	34	40%
<i>Lobularia maritime</i>	+	2	7	1%
<i>Pinus halepensis</i>	4	1	38	75%
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	1	3	31	5%
<i>Scilla autumnalis</i>	+	2	22	1%

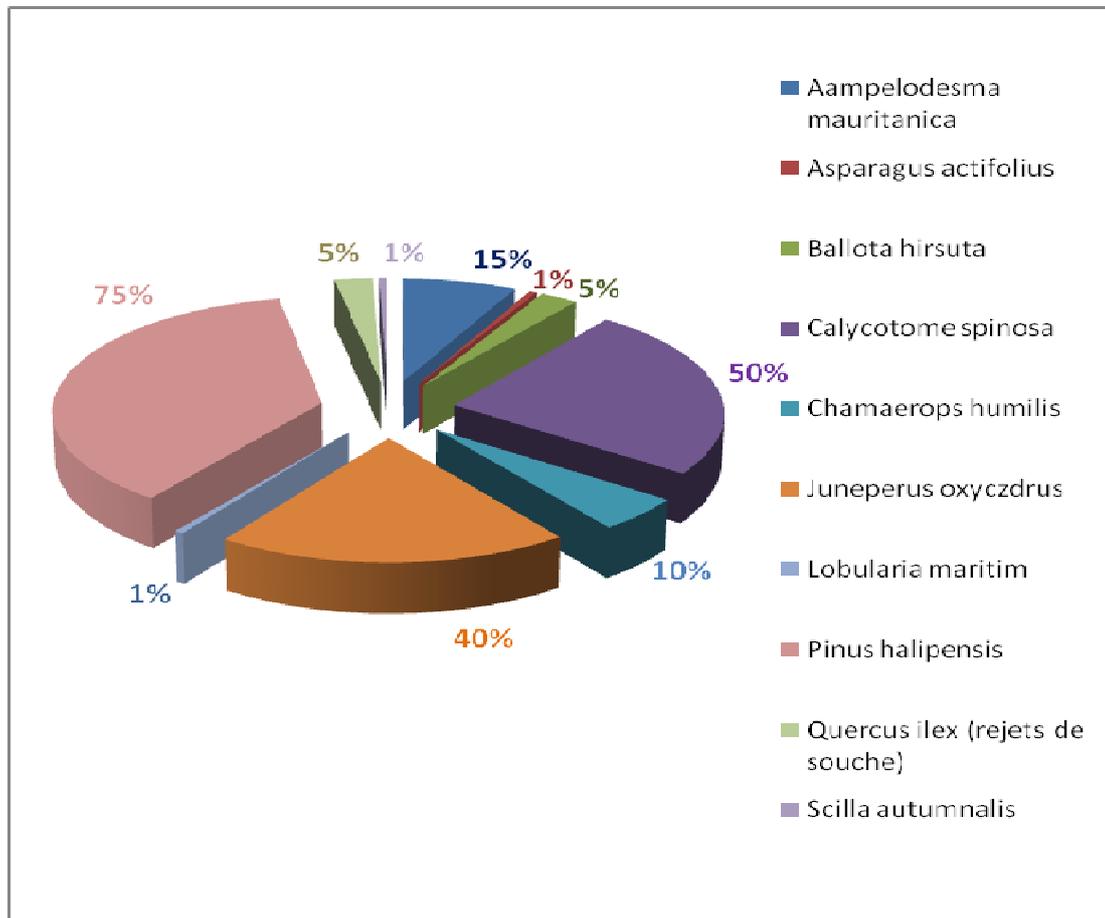


Figure 08 : Pourcentage de espèces (station Ain Fezza)

La station de Ain Fezza renferme une richesse spécifique $S = 10$ espèces avec un nombre total $N = 451$ individus de toutes les espèces, dont le Pin d'Alep qui est à l'origine de cette formation forestière. D'ailleurs, cette espèce est la plus dominante en recouvrant 75% du sol avec un nombre d'individus $n = 38$ et une fréquence $F = 1$. Pinus halepensis est suivi par *Calycotome spinosa* qui recouvre 50% du sol avec un nombre d'individus de $n = 113$ répartis en groupes et formant des taches avec une fréquence $F = 1$. En troisième position vient *Juniperus oxycedrus* avec un taux de recouvrement de 40% du sol, un nombre d'individus $n = 34$. On a observé une seule apparition d'*Asparagus actifolius*.

Station Zarifet (matorral arboré)

Tableau 25 :Relevé floristique Station 5: Zarifet 2 (matorral arboré)

Espèces	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Relevé 5	Totale	Fréquence
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	0	6	8	0	6	20	0,6
<i>Calicotome spinosa</i>	16	24	18	26	26	110	1
<i>Carthamus lanatus</i>	53	20	8	0	67	148	0,8
<i>Chamaerops humilis</i>	0	0	5	0	0	5	0,2
<i>Cistus albidus</i>	60	21	23	40	32	176	1
<i>Cistus ladaniferus</i>	4	0	0	6	6	16	0,6
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	1	0	1	0,2
<i>Eryngium campestre</i>	3	0	0	0	10	13	0,4
<i>Heracleum sphondylium</i>	10	1	6	4	3	24	1
<i>Lavandula stoechas</i>	7	18	0	36	9	70	0,8
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	1	1	2	0	1	5	0,8
<i>Scilla autumnalis</i>	3	0	0	5	0	8	0,8
Totale	157	91	70	118	160	N= 596	S = 12

Tableau 26 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station zarifet2)

Espèces	Abondance-Dominance	Sociabilité	Nombre d'individus	Recouvrement
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	2	3	20	25%
<i>Calycotome spinosa</i>	5	5	110	80%
<i>Carthamus lanatus</i>	2	3	148	5%
<i>Chamaerops humilis</i>	2	3	5	5%
<i>Cistus albidus</i>	5	5	176	80%
<i>Cistus ladaniferus</i>	1	1	16	5%
<i>Daphne gnidium</i>	+	1	1	-1%
<i>Eryngium campestre</i>	1	2	13	5%
<i>Heracleum sphondylium</i>	2	2	24	10%
<i>Lavandula stoechas</i>	2	2	70	20%
<i>Quercus ilex (rejets de souche)</i>	+	1	5	1%
<i>Scilla autumnalis</i>	+	2	8	1%

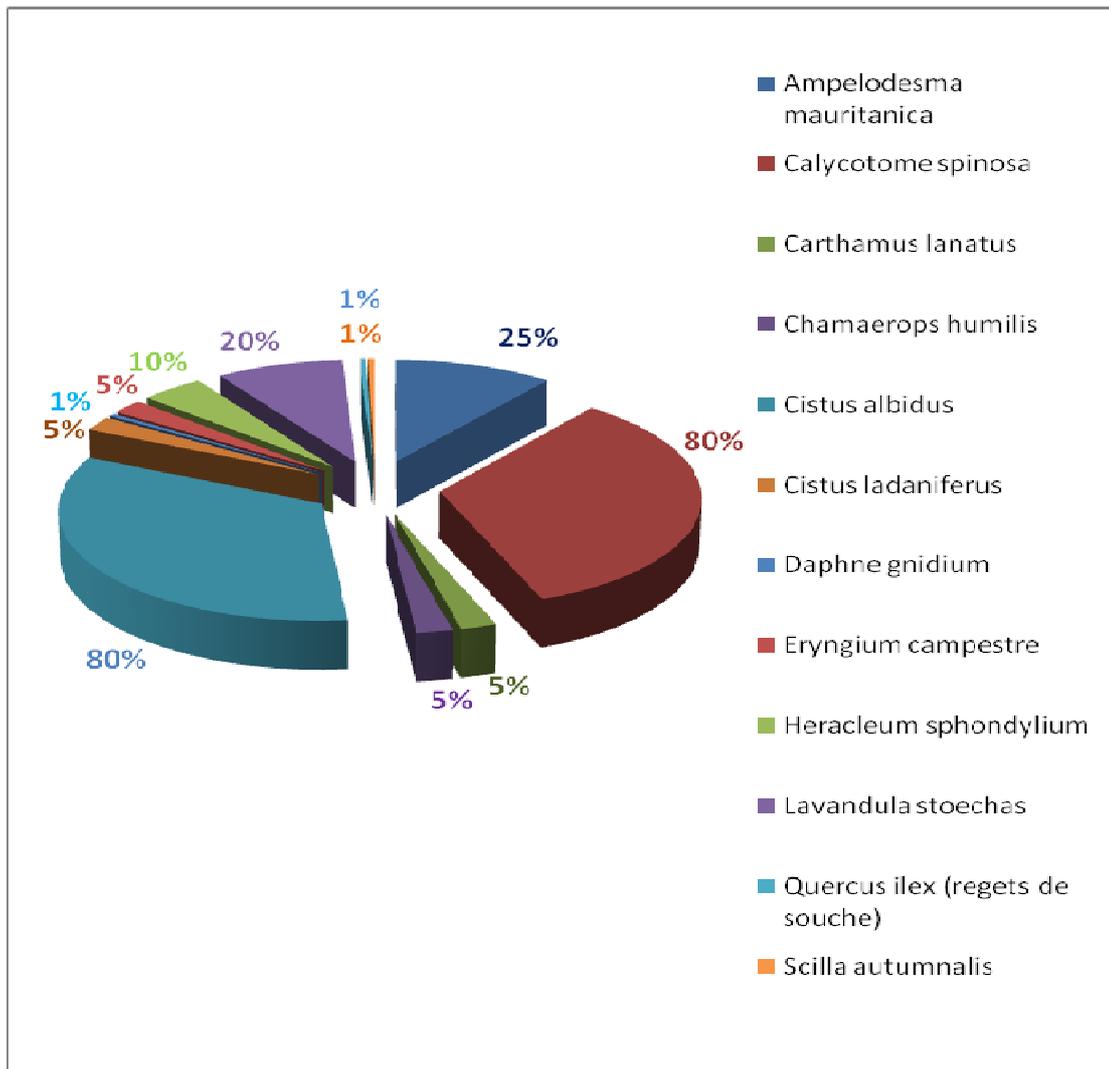


Figure 09 : Pourcentage des espèces (Station Zarifet 2 matorral arboré)

La station de Zarifet 2 (matorral arboré) contient une richesse spécifique $S = 12$ espèces avec un nombre total $N = 596$ individus de toutes les espèces parmi lesquelles *Calycotome spinosa* et *Cistus albidus* dominant le terrain en recouvrant 80% de la surface avec une fréquence $F = 1$ et un nombre d'individus respectif $n = 110$ et $n = 176$ formant un tapis continu. Vient ensuite l'*Ampelodesma mauritanica* qui recouvre 25% avec un nombre d'individus $n = 20$ groupés en grandes touffes. La *Lavandula stoechas*, avec un nombre d'individus $n = 70$ réparties en petits groupes isolés, recouvre 20% de la surface du sol. Une seule présence de *Daphne gnidium* est observée alors qu'un deuxième ciste, *Cistus ladaniferus*, est présent en couvrant 5% du sol avec $n = 6$ individus isolés.

La comparaison des taux de recouvrements des différentes strates végétales dans les cinq stations fait apparaître les faits suivants :

Dans la station de Lalla Setti présentant un taux de recouvrement de 95%, il apparait une nette dominance de la strate herbacée avec un recouvrement de 95%. Celle-ci est composée essentiellement d'*Ampelodesma mauritanica* (75%) qui forme un tapis continu. La strate arborée, formée uniquement de pieds de *Pinus halepensis* ayant presque les mêmes dimensions (Futaie régulière claire), recouvre 50% du sol alors que la strate arbustive (45%) est composée essentiellement de *Juniperus oxycedrus* (15%) et *Calycotome spinosa* (25%).



**Photo 01 : Tapis d'*Ampelodesma mauritanica*
Station Lalla Setti (source : Boudelal M, 2013)**



**Photo 02 : Station Lalla setti formation ouverte
(Source Boudelal M, 2013)**

Dans la station de Hafir présentant un taux de recouvrement total de 60%, la strate herbacée domine avec un taux de recouvrement de 65% reparti entre *Cistus salvifolius* (75%), *Lavandula stoechas* (35%), *Ampelodesma mauritanica* (30%) et *Genista tricuspidata* (25%). la strate arbustive avec 30% de recouvrement est composée de *Juniperus oxycedrus* (20%) et *Erica arborea* (10%) . Dans le bas du classement, la strate arborée (25%) est représentée par une peuplement clair de chêne liège *Quercus suber* (taillis simple clair).



**Photo 03 : Station Hafir recouvrement des
différentes strates (Source: Boudelal M, 2013)**



**Photo 04 : Station Hafir Formation claire
de Chêne liège (source: Boudelal M, 2013)**

Dans la station de Zarifet (Forêt de Pin d'Alep), avec un recouvrement total de 90%, la strate dominante est la strate arborée composée essentiellement de *Pinus halepensis* (futaie régulière

dense) recouvrant 80% de la surface. la strate arbustive est absente tandis que la strate herbacée recouvre 50% de la surface principalement par *Ampelodesma mauritanica* (25%).



Photo 05 : Station Zarifet 1 formation dense de Pin d'Alep (Source: Boudelal M, 2013)



Photo 06 : Strate arborée dense Station Zarifet 1 (Source: Boudelal M, 2013)

Dans la station d'Ain Fezza, la strate arborée possède un taux de recouvrement de 80% et est composée uniquement de Pin d'Alep (futaie plus ou moins dense) qui recouvre 75%. La strate arbustive composée essentiellement de *Calycotome spinosa* et *Juniperus oxycedrus*, recouvre 60% alors que la strate herbacée recouvre 30% du sol avec une composition *Ampelodesma mauritanica*-*Ballota hirsuta*.



Photo 07 : Station Ain Fezza formation plus ou moins dense (Source: Boudelal M, 2013)

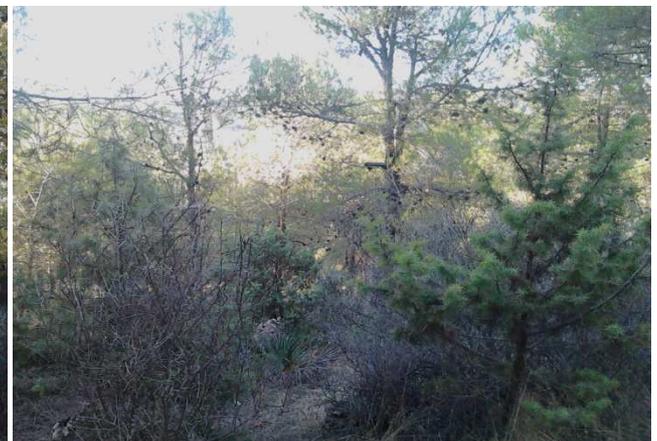


Photo 08 : Strates végétales Station Ain Fezza (Source: Boudelal M, 2013)

Dans la station de Zarifet 2 qui est une formations près forestière de matorral arboré, il n y a pas de strate arboré proprement dit mais des pieds éparses et isolés de chêne vert (*Quercus ilex*), Le taux de recouvrement y dépasse les 95% : la strate arbustive recouvre 95% et est composée essentiellement de *Calycotome spinosa*, *Cistus albidus* alors que les 40% de taux de recouvrement pour la strate herbacée sont assurés par *Lavandula stoechas* et *Carthamus lanatus*.



Photo 09 : Station Zarifet 2 matorral arboré dense
(Source: Boudelal M, 2013)



Photo 10 : Station Zarifet 2 Cistus albidus
(Source: Boudelal M, 2013)

Tableau 27 : Recouvrement des différentes strates végétales des cinq stations

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Strate Arborée	50%	25%	80%	75%	1%
Strate Arbustive	45%	30%	0%	60%	95%
Strate Herbacée	95%	65%	50%	30%	40%
Recouvrement Totale	95%	60%	90%	80%	95%

Le type biologique ou la forme biologique est une notion déterminante dans l'étude de la biodiversité d'un milieu. Elle désigne le comportement adaptatif de l'espèce et renseigne sur la formation végétale, son origine et ses transformations. La classification à laquelle nous nous sommes référés est celle de Raunkier 1934 (voir tableau 42, Annex).

Sur la base de celle-ci, on a classé les espèces premièrement en fonction de leur type biologique¹ puis en fonction de leur familles taxonomiques. Ensuite on a associé les

¹ Abréviation des types biologiques: **PH** : Phanérophytes, **ME-PH** : Mesophanérophytes, **MI-PH** : Microphanérophytes, **N-PH** : Nanophanérophytes, **CH** : Chaméphytes, **H** : Hémicryptophytes, **TH** : Thérophytes, **G** : Géophytes.

informations obtenus à l'indice de biodiversité de Shannon-Wiener mesurant la richesse taxonomique et le degré de régularité des espèces présentes au sein du peuplement et à l'indice d'équitabilité de Pielou qui nous renseigne sur la dispersion ou la répartition des espèces sur le terrain pour enfin donner une explication sur leur organisation spatio-temporelle et bien sûr en fonction des structures forestières aux quelles elles appartiennent.

Station Lalla Setti

Tableau 28 : Nombre d'individus par type biologique station Lalla Setti

Types biologiques	Nombre d'espèces	Nombre d'individus Par types biologiques	pourcentage
PH	3	70	16,02%
N-PH	2	14	3,20%
CH	2	40	9,15%
H	3	313	71,62%
N	10	437	100%

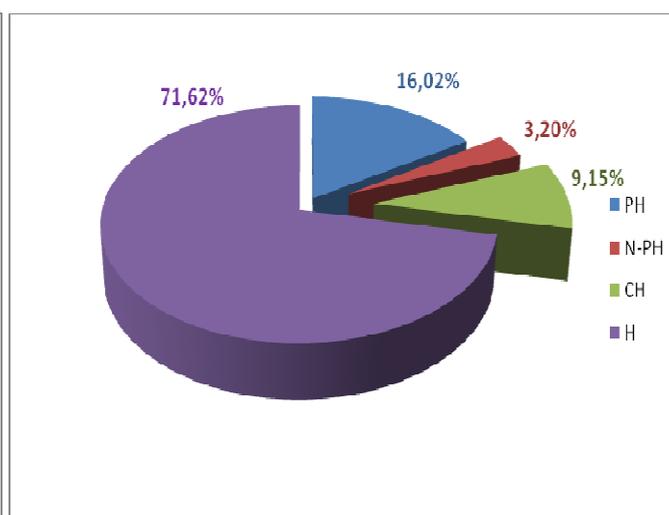
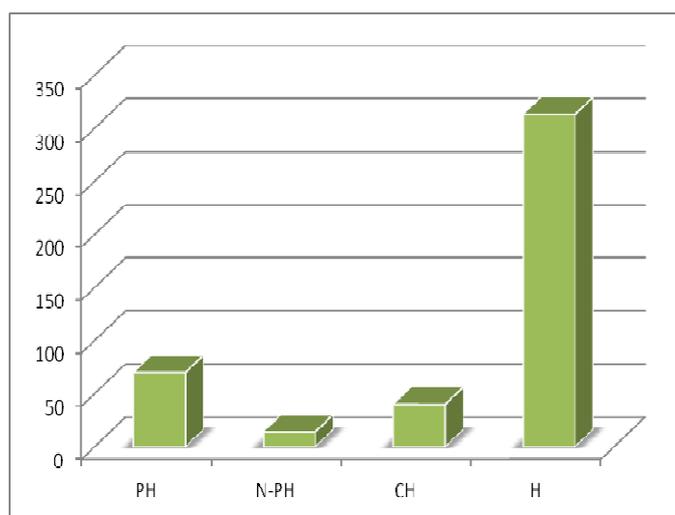


Figure 10 : Nombre d'individus par types biologique (Station 1 Lalla Setti)

Figure 11 : Pourcentage des type biologique (station 1 Lalla setti)

On remarque que les Hémicryptophytes, représentés par trois espèces (*Asparagus actifolius*, *Ampelodesma mauritanica* et *Eryngium campestre*) avec un nombre de 313 individus, présentent le pourcentage le plus élevé (71%), suivie par les Phanérophytes (16%) représentés par *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et *Quercus ilex* avec 70 individus, les Chaméphytes (9.15%) avec 40 individus pour 2 espèces (*Calycotome spinosa*, *Ballota hirsuta*), et enfin les Nanophanérophytes (3.20%) composés de *Chamaerops humilis* et *Daphne gnidium* avec 14 individus.

Tableau 29 : Nombre d'individus par type familles station Lalla Setti

Familles	Espèces	Nombre d'individus	Pourcentage
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i>	19	4,35%
Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	13	2,97%
Cuprèssaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	14	3,20%
Fabaceae	<i>Calycotome spinosa</i>	29	6,64%
Fagaceae	<i>Quecus ilex</i>	26	5,95%
Lamiaceae	<i>Ballota hirsuta</i>	11	2,52%
Liliaceae	<i>Asparagus actifolius</i>	27	6,18%
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	30	6,86%
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	267	61,10%
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i>	1	0,23%

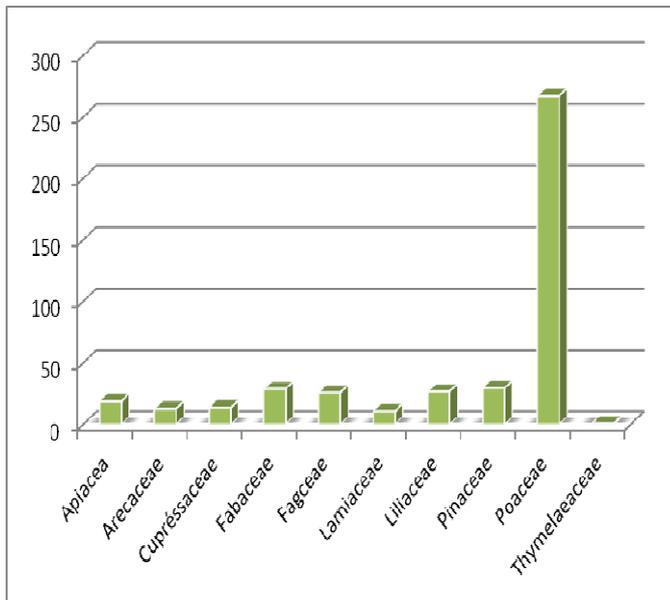


Figure 12 : Nombre d'individus par familles (Station 1 Lalla Setti)

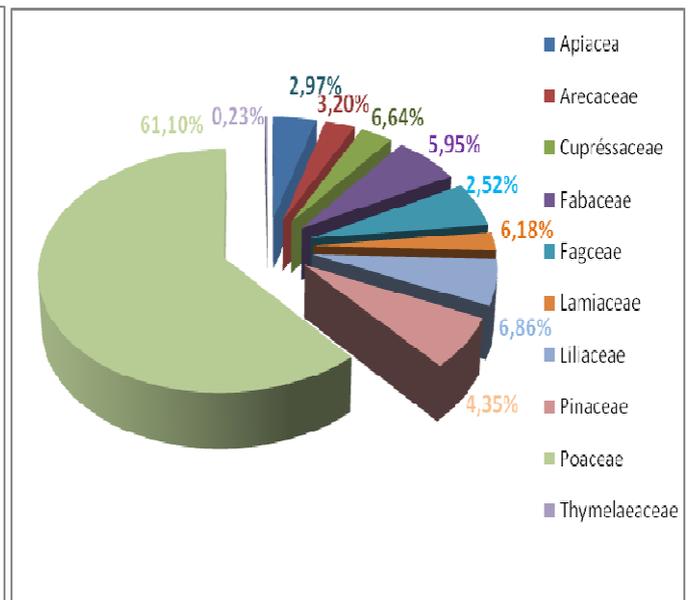


Figure 13 : Pourcentage des familles (Station 1 Lalla Setti)

Dans cette station, chaque famille est représentée par une seule espèce et de fait, le nombre d'individus appartenant à chaque famille n'est en réalité que le nombre d'individus par espèce, Le pourcentage le plus élevée appartient a la famille des Poaceae (61.10%) représentée par *Ampelodesma mauritanica* suivis par les Pinaceae (6.86%) représentée par *Pinus halepensis*), les Fabaceae (6.64%) représentée par le *Calycotome spinosa*, les Liliaceae présentent (6.18%), représentée par *Asparagus actifolius*. Les autres familles sont présentes avec des proportions variant entre 0.23% pour la famille des Thymelaeaceae (*Daphne gnidium* avec un seul individu) et 5.95% pour la famille des Fagaceae (*Quercus ilex*).

Station Hafir

Tableau 30 : Nombre d'individus par type biologique station Hafir

Types biologiques	Nombre d'espèces	Nombre d'individus par types biologiques	pourcentage
PH	2	95	0,73%
MI-PH	1	55	4,22%
ME-PH	1	1	0.08%
N-PH	2	54	4,14%
CH	3	893	68,48%
H	2	201	15,41%
TH	1	5	0,38%
N	12	1304	100%

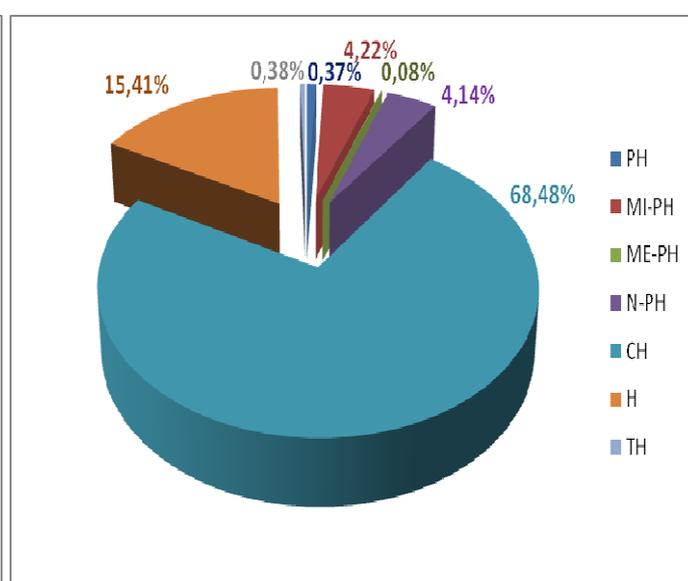
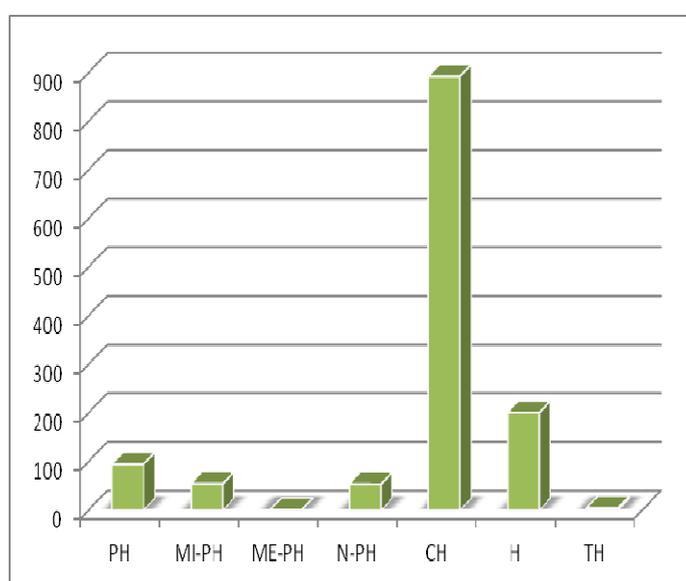


Figure 14 : Nombre d'individus par types biologiques (Station 2 Hafir)

Figure 15 : Pourcentage des type biologique (Station 2 Hafir)

Dans la station de Hafir, Les Chaméphytes représentées par (*Cistus salvifolius*, *Genista tricuspidata*, *Lavandula stoechas*) et totalisant un nombre de 893 individus, représentent le pourcentage le plus élevé soit 68.48%, suivies par les Hémicryptophytes représentées par les deux espèces (*Ampelodesma mauritanica*, *Heracleum sphondylium*) avec une proportion de 15.21%. Les Mesophanérophytes (4.21%) avec 54 individus sont représentées par *Chamaerops humilis* et *Daphne gnidium*. la proportion des Nanophanérophytes est de 4.14% alors que les Phanérophytes (0.73%) sont représentées par *Quercus suber* et *Juniperus oxycedrus* avec 95 individus. Enfin puis les Thérophytes (0.38%) sont représentées par *Calendula arvensis* et les Mésophytes (0.08%) se distinguent par une seule présence de *Arbutus unido*.

Tableau 31 : Nombre d'individus par type familles station Hafir

Familles	Espèces	Nombre d'individus	Pourcentage
Apiaceae	<i>Heracleum sphondylium</i>	3	0,23%
Arecaceae	<i>chamaerops humilis</i>	3	0,23%
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	3	0,23%
Cistaceae	<i>Cistus salvifolius</i>	336	25,77%
cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	48	3,68%
Ericaceae	<i>Erica arborea</i> <i>Arbutus unido</i>	56	4,29%
Fabaceae	<i>Genista tricuspidata</i>	56	4,29%
Fagaceae	<i>Quercus suber</i>	47	3,60%
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i>	165	12,65%
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	198	15,18%
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i>	51	3,91%

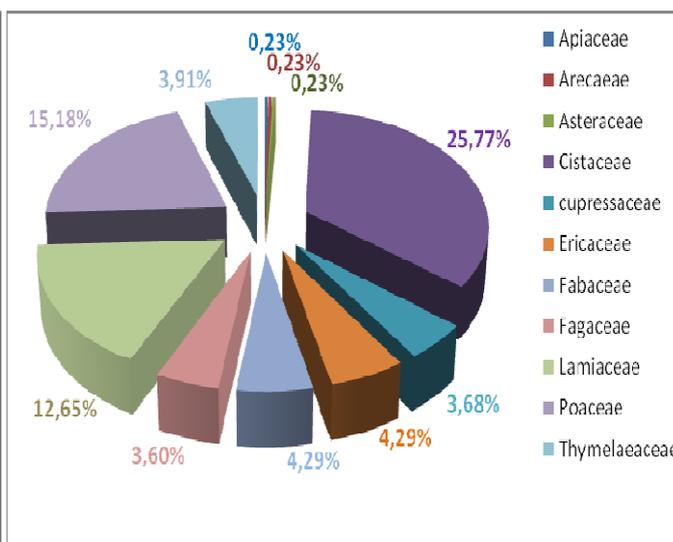
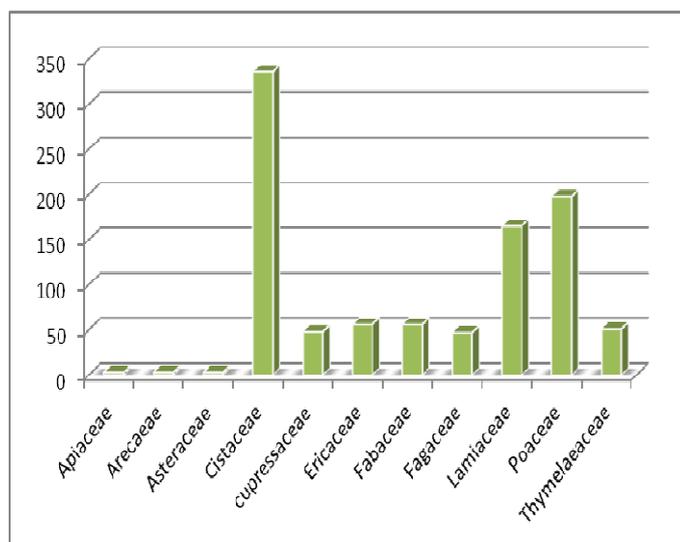


Figure 16 : Nombre d'individus par familles (Station 2 Hafir)

Figure 17 : Pourcentage des familles Taxonomiques (Station 2 Hafir)

Dans la station de Hafir, chaque famille est représentée par une seule espèce à l'exception de la famille des Ericaceae représentée par deux espèces *Erica arborea* et *Arbutus unido*. Sur les Onze familles (avec Douze espèces), le pourcentage le plus élevé est celui des Cistaceae (25.77%) représentée par *Cistus salvifolius* (336 individus) suivies des Poaceae (15.18%) représentée par *Ampelodesma mauritanica* (198 individus) et les Lamiaceae (12.65%) représentée par *Lavandula stoechas* (165 individus). Les autres familles sont présentes avec des proportions variables entre 0.23% pour les Apiaceae, les Arecaceae et les Asteraceae et 4.29% pour les Ericaceae et les Fabaceae.

Station Zarifet 1 (forêt de Pin d'Alep)

Tableau 32 : Nombre d'individus par type biologique station Zarifet 1

Types biologiques	Nombre d'espèces	Nombre d'individus par types biologiques	pourcentage
PH	1	51	7,03%
N-PH	1	8	1,10%
CH	3	60	8,27%
H	4	386	53,24%
G	1	10	1,38%
N	10	725	100%

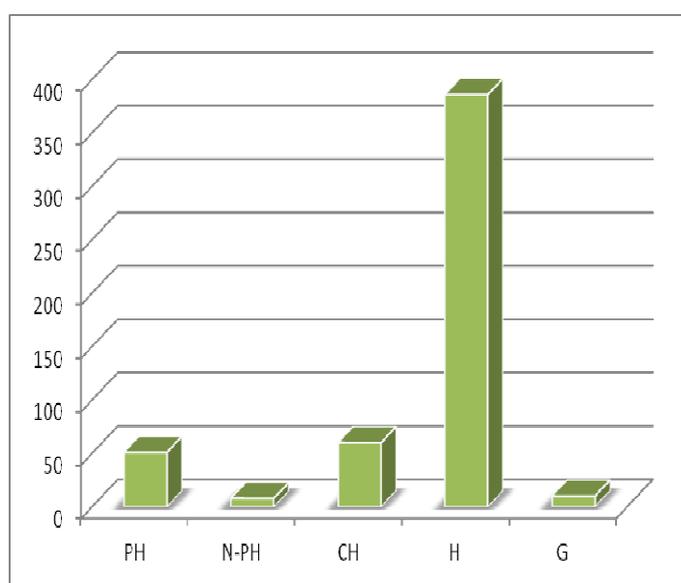


Figure 18 : Nombre d'individus par type biologique (Station 3 Zarifet 1 Pinède)

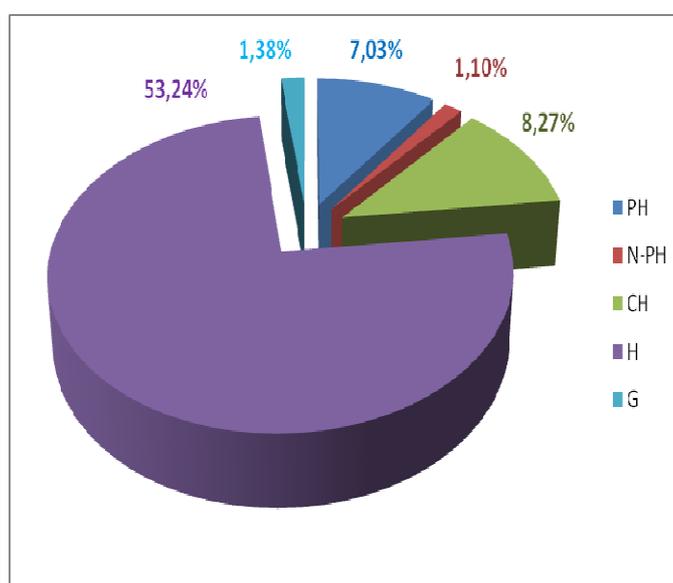


Figure 19 : Pourcentage des types biologiques (Station 3 Zarifet 1 Pinède)

Dans la station de Zarifet, le Hémicryptophytes marquent le pourcentage le plus élevé avec 386 individus représentant les quatre espèces (*Ampelodesma mauritanica*, *Eryngium campestre*, *Asparagus actifolius*, *Heracleum sphondylium*), suivis des Chaméphytes (8.27%), représentées par *Ballota hirsuta*, *Cistus salvifolius*, et *Lavandula stoechas* (60 individus). Au bas de l'échelle, on retrouve les Phanérophytes (7.03%) représentée par *Pinus halepensis* (51 individus), les Géophytes (1.30%) et les Nanophanérophytes (1.10%).

Tableau 33 : Nombre d'individus par type familles (Station Zarifet 1 Pinède de Pin d'Alep)

Familles	Espèces	Nombre d'individus	Pourcentage
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> <i>Heracleum sphondylium</i>	254	35,03%
Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	8	1,10%
Cistaceae	<i>Cistus salvifolius</i>	38	5,24%
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> <i>Ballota hirsuta</i>	22	3,03%
Liliaceae	<i>Asparagus actifolius</i> <i>Scilla autumnalis</i>	71	9,79%
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	51	7,03%
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	281	38,76%

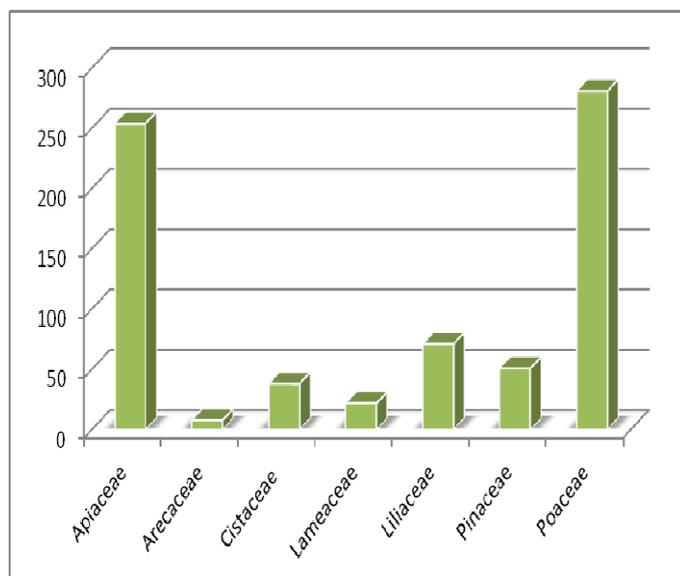


Figure 20 : Nombre d'individus par familles (Station 3 Zarifet pinède)

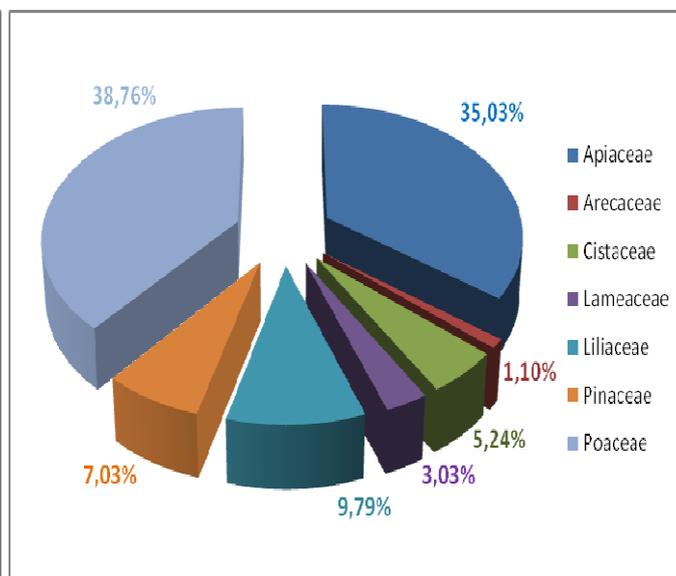


Figure 21 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 3 Zarifet pinède)

Dans cette station les trois familles (Apiaceae, Lamiaceae et Liliaceae) sont représentées par deux espèces ce qui donne un total de dix espèces pour sept familles. Le pourcentage le plus élevée est celui des Poaceae (38.76%) représenté par *Ampelodesma mauritanica* (281 individus), suivi des Apiaceae (35.03%) représentés par *Eryngium campestre* et *Heracleum sphondylium* (254 individus). Les autres familles marquent leurs présence avec des proportions comprises entre 1.10% pour les Arecaceae (*Chamaerops humilis*) et 9.79% pour les Liliaceae (*Asparagus actifolius* et *Scilla autumnalis*).

Station de Ain Fezza

Tableau 34 : Nombre d'individus par type biologique station Ain Fezza

Types biologiques	Nombre d'espèces	Nombre d'individus par types biologiques	pourcentage
PH	3	103	22,84%
N-PH	1	125	27,72%
CH	3	125	27,72%
H	2	76	16,85%
G	1	22	4,88%
N	10	451	100%

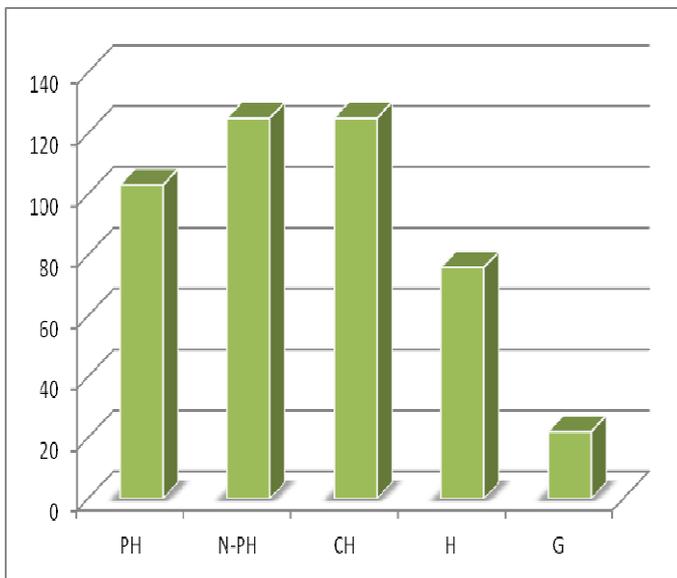


Figure 22 : Nombre d'individus par type biologique (Station 4 Ain Fezza)

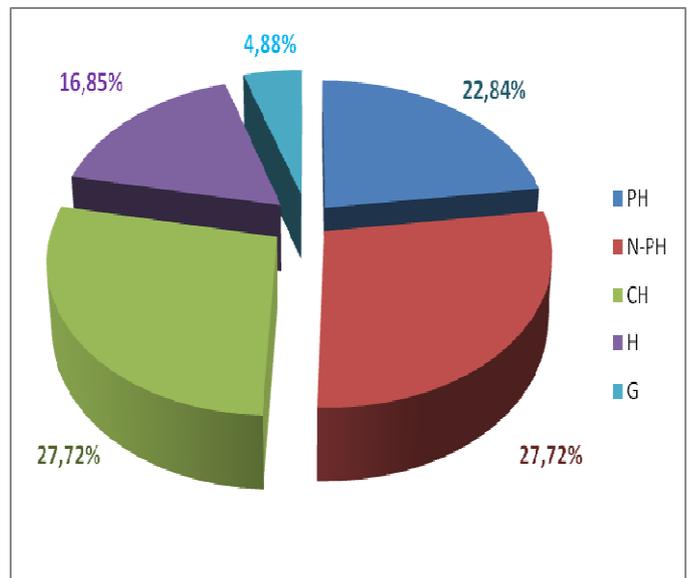


Figure 23 : Pourcentage des types biologiques (Station 4 Ain Fezza)

Dans la station de Ain Fezza, les Chaméphytes (27.72%) et les Nanophanérophytes (27.72%) sont représentés respectivement par *Calycotome spinosa*, *Ballota hirsuta* et *Lobularia maritim* (125 individus) et *Chamaerops humilis* (125 individus). Les Phanérophytes(22.84%) sont représentées par (*Pinus halepensis* et *Juniperus oxycedrus*), les Hémicryptophytes (16.85%) par deux espèces *Ampelodesma mauritanica* et *Asparagus actifolius* (76 individus) et enfin les Géophytes (4.88%) sont représentées par *Silla autumnalis*.

Tableau 35 : Nombre d'individus par type familles station Ain Fezza

Familles	Espèces	Nombre d'individus	Pourcentage
Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	125	27,72%
Brassicaceae	<i>Lobularia maritim</i>	7	1,55%
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	34	7,54%
Fabaceae	<i>Calycotome spinosa</i>	113	25,06%
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	31	6,87%
Lamiaceae	<i>Ballota hirsuta</i>	5	1,11%
Liliaceae	<i>Asparagus actifolius</i> <i>Scilla autumnalis</i>	23	5,10%
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	38	8,43%
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	75	16,63%

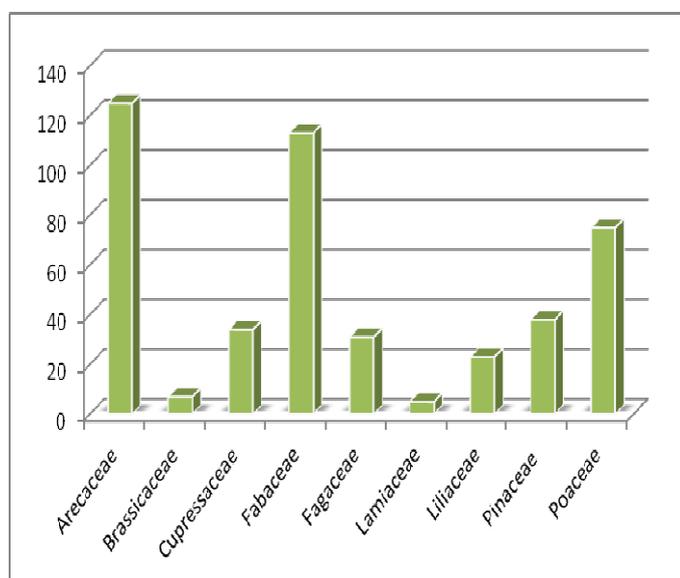


Figure 24 : Nombre d'individus par familles (Station 4 Ain Fezza)

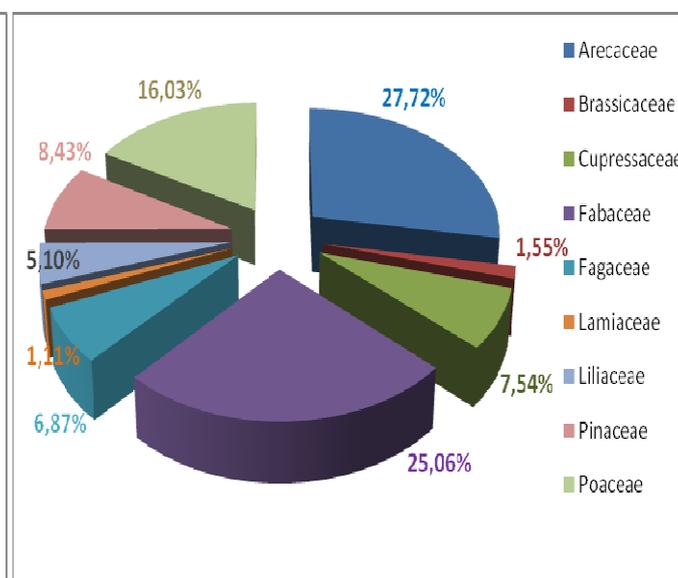


Figure 25 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 4 Ain Fezza)

Dans la station de Ain Fezza, seul la famille des Liliaceae est représentée par deux espèces, les autres familles étant représentées chacune par une seule espèce ce qui donne un rapport de Dix espèces sur neuf familles dont la plus dominante est celle des Arecaceae représentée par *Chamaerops humilis* (125 individus). Cette famille représente 27.72% du taux de présence, suivi par les Fabaceae (25.06%) qui est représenté par *Calycotome spinosa* (113 individus) puis par les Poaceae (16.63%) représentées par *Ampelodesma mauritanica* (75 individus). Les autres familles ont un taux de présence variant de 1.11% pour les Lamiaceae à 4.43% pour les Pinaceae.

Station Zarifet(matorral arboré)

Tableau 36 : Nombre d'individus par type biologique station Zarifet 2 (matorral arboré)

Types biologiques	Nombre d'espèces	Nombre d'individus par types biologiques	pourcentage
PH	1	5	0,84%
N-PH	3	22	3,69%
CH	4	346	58,05%
H	2	57	9,56%
TH	1	148	24,83%
G	1	8	1,34%
N	12	596	100%

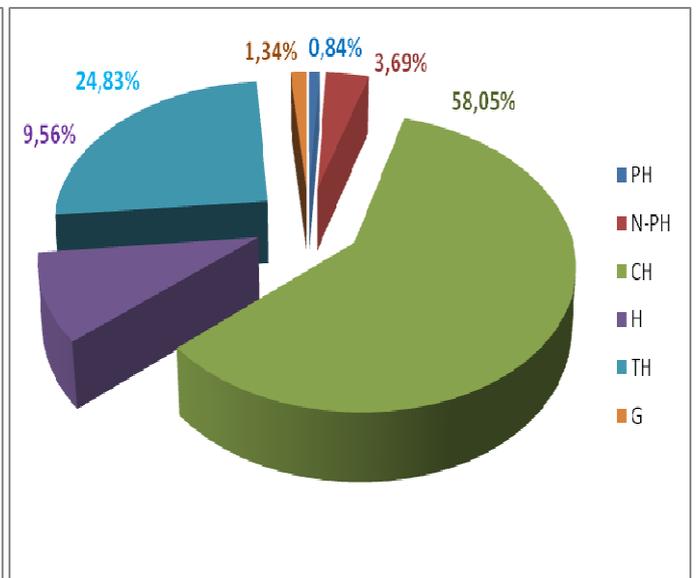
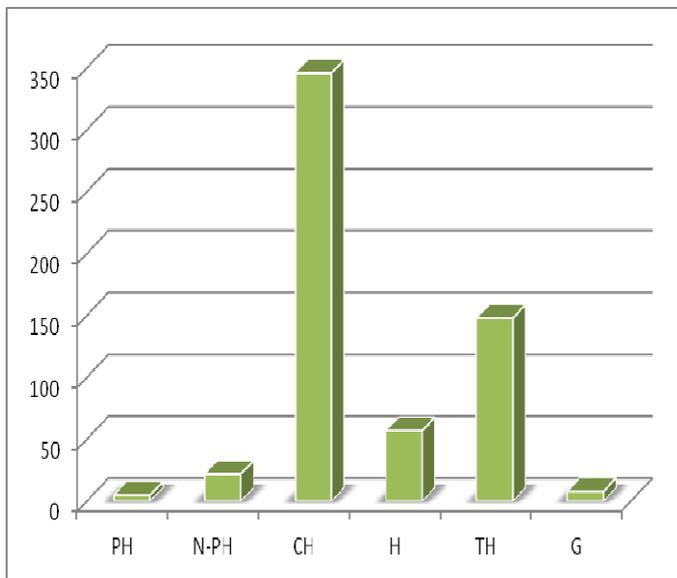


Figure 26 : Nombre d'individus par types biologiques (Station 5 Zarifet 2 matorral arboré)

Figure 27 : Pourcentage des types biologiques (Station 5 Zarifet 2 matorral arboré)

Le pourcentage le plus élevé appartient à la classe des Chaméphytes (58.05%) avec un total de 346 individus représentés par *Calycotome spinosa*, *Cistus salvifolius*, *Eryngium campestre* et *Lavandula stoechas*. En deuxième position viennent les Thérophytes (24%) représentées par *Carthamus lanatus* (148 individus) suivi des Hémicryptophytes (9.56%) représentées par (*Ampelodesma mauritanica* et *Heracleum sphondylium* (57 individus). Les Nanophanérophytes, les Géophytes et les Phanérophytes accusent des proportions de 3.69%, 1.34 et .084.

Tableau 37 : Nombre d'individus par type familles station Zarifet 2 (matorral arboré)

Familles	Espèces	Nombre d'individus	Pourcentage
Apiaceae	<i>Eryngium sphondylium</i> <i>Heracleum sphondylium</i>	37	6,21%
Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>	5	0,84%
Asteraceae	<i>Carthamus lanatus</i>	148	24,83%
Cistaceae	<i>Cistus albidus</i> <i>Cistus ladaniferus</i>	192	32,21%
Fabaceae	<i>Calycotome spinosa</i>	110	18,46%
Fagaceae	<i>Quecus iles</i>	5	0,84%
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i>	70	11,74%
Liliaceae	<i>Scilla autumnalis</i>	8	1,34%
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	20	3,36%
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i>	1	0,17%

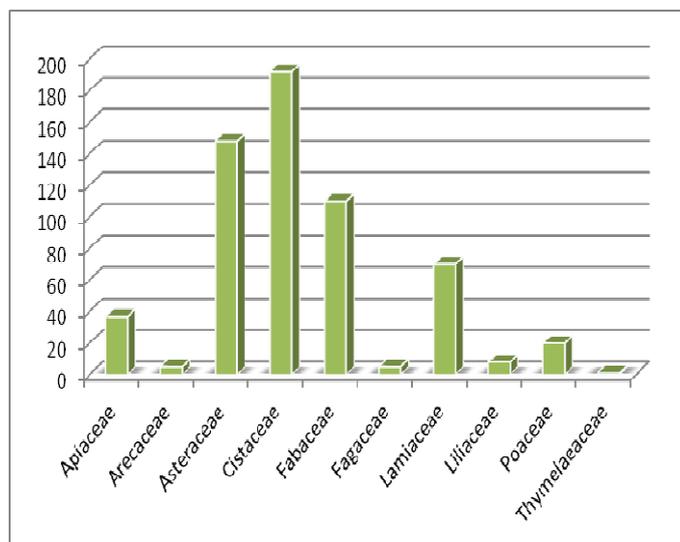


Figure 28 : Nombre d'individus par familles (Station 5 Zarifet 2 matorral arboré)

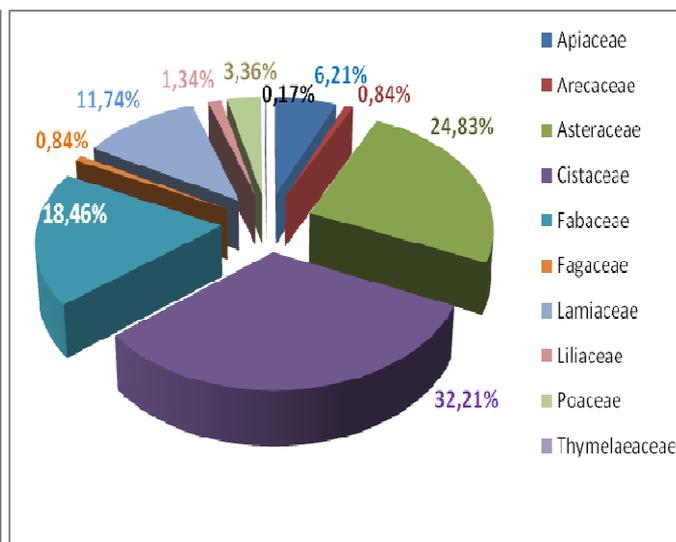


Figure 29 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 5 Zarifet 2 matorral arboré)

Les seules familles représentées par deux espèces sont les Apiaceae (*Eryngium campestre*, *Heracleum sphondylium*) et les Cistaceae (*Cistus albidus*, *Cistus ladaniferus*). Les autres familles sont représentées par une seule espèce chacune ce qui donne un rapport de Douze espèces sur Dix familles. Le pourcentage le plus élevé est celui des Cistaceae (32.21% avec 192 individus) suivis des Asteraceae (24.83%) représentée par *Carthamus lanatus* (148 individus), soit les Fabaceae (18.46%) représentée par *Calycotome spinosa* (110 individus).

La présence des autres familles est comprise entre 0.17% pour les Thymelaeaceae (*Daphne gnidium*, un seul individu) et 11.74% pour les Lamiaceae (*Lavandula stoechas*, 70 individus).

8. Calcule des indices statistiques

A l'issue des études sur la structure et la biodiversité intra-peuplement, on a calculé l'indice de biodiversité de Shannon-Wiener et l'indice d'équitabilité de Pielou des cinq stations. Les résultats sont représentés dans le tableau 38.

Tableau 38 : Les indices H' , H_{max} et E des cinq stations

	station 1	station 2	station 3	station 4	station 5
H'	2,1098	2,3041	2,4085	2,6878	2,7719
H_{max}	3,3219	3,5850	3,3219	3,3219	3,5850
E	0,6351	0,6427	0,7250	0,8091	0,7732

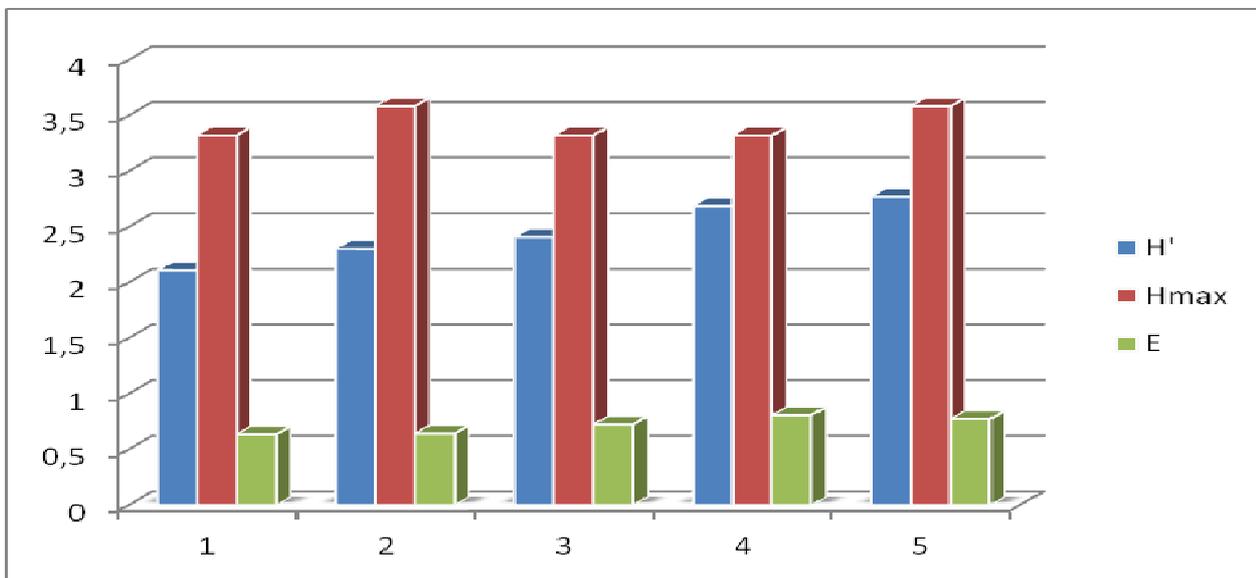


Figure 30 : les trois indices (H' , H_{max} et E), dans les cinq stations

La valeur maximale de l'indice de Shannon est observée dans la station 5 Zarifet 2 (Matorral arboré) avec $H'=2.7719$. Les fréquences sont plus ou moins équilibrées : Pour *Daphne gnidium* (1 individu) et *Chamaerops humilis* (5 individus), on note deux fréquences $F=0.2$, c'est-à-dire une seule apparition sur un total de cinq relevés. Pour *Eryngium campestre* (13 individus), on note une seule fréquence $F=0.4$, c'est-à-dire deux apparitions sur cinq. Pour le reste des espèces, les fréquences varient entre $F=0.8$ et $F=1$ respectivement 4 et 5 apparitions sur cinq relevés.

L'indice de Shannon le plus faible est celui de la station de Lalla Setti $H' = 2.1098$ avec une seule apparition ($F = 0.2$) d'un seul individu de *Daphne Gnidium*, trois apparitions ($F = 0.6$) Pour *Ballota hirsuta* (11 individus) et *Eryngium campestre* (19 individus). Les autres espèces ont des fréquences variables entre $F = 0.8$ et $F = 1$ avec une dominance nette de *Ampelodesma mauritanica* (267 individus), le nombre des autres individus étant compris entre 11 et 30 ce qui rend l'indice de Shannon de cette station le plus faible.

Les stations de Zarifet et d'Ain Fezza ont la même richesse spécifique $S = 10$ mais des indices de Shannon différents, respectivement $H' = 2.4085$ et $H' = 2.6878$. Il en ressort que la valeur la plus élevée est celle d'Ain Fezza qui possède des fréquences équilibrées. Ainsi pour *Asparagus actifolius*, $F = 0.2$ avec un seul individu alors que pour *Lavandula stoechas* ($n = 7$) et *Ballota hirsuta* ($n = 5$), $F = 0.4$. Les autres espèces marquent des valeurs de fréquences F entre 0.8 et 1. En ce qui concerne la station de Zarifet, les fréquences sont très variables et sont comprises entre 0.2 et 1 avec une nette dominance d'*Ampelodesma mauritanica* ($n = 281$) et d'*Eryngium campestre* ($n = 210$). Autrement dit, sur un total de 725 individus, ces deux espèces en comptent à elles seules 491. À l'opposé, le nombre d'individus devient faible pour *Lavandula stoechas* (2) et *Asparagus actifolius* (61), ce qui se traduit par un faible indice pour Zarifet comparée à celui d'Ain Fezza.

La station de Hafir comme celle de Zarifet 2 (matorral arboré) bien qu'elle contient une richesse spécifique $S = 12$ espèces, elle possède un indice de Shannon relativement faible. Ceci s'explique par la quasi dominance de trois espèces : *Cistus salvifolius* ($n = 663$), *Ampelodesma mauritanica* ($n = 198$ individus) et *Lavandula stoechas* ($n = 165$). Ces trois espèces totalisent 1062 individus sur un nombre global de 1304. D'autres espèces à faible présence sont rencontrées (*Arbutus unido* $n = 1$, *Calendula arvensis* $n = 5$, *Chamaerops humilis* $n = 3$, *Heracleum sphondylium* $n = 3$) donnant avec le reste des espèces seulement 278 individus sur 1304 individus.

L'indice d'équitabilité le plus élevée est déterminée pour la station d'Ain Fezza. Cette valeur renseigne sur une répartition équilibrée des espèces sous forme de taches ou de petits groupements sans qu'il y ait une quelconque dominance d'une espèce sur une autre.

La valeur d'équitabilité la plus faible est déterminée pour la station de Lalla Setti avec une valeur $E = 0.6351$. Celle-ci montre une répartition moins équilibrée marquée par la dominance quasi totale d'*Ampelodesma mauritanica* avec un recouvrement de 75% du sol pour un nombre d'individus de 267 individus sur un total $N = 437$ individus (**voir le tableau 18**).

La station de Hafir se caractérise elle aussi par une répartition moins équilibrée des espèces, $E = 0.6427$ avec toutefois une dominance de *Cistus salvifolius* ($n = 663$) qui forme un tapis discontinu recouvrant 75% de la surface. *Ampelodesma mauritanica* ($n = 198$) et *Lavandula stoechas* ($n = 165$) forment respectivement des taches et des petits groupements (**voir tableau 20**).

La station de Zarifet semble être un milieu plus ou moins équilibré quant à la sociabilité avec $E = 0.7250$. Les espèces s'y regroupent en formant des taches ou de petits groupements équitablement dispersés avec une certaine dominance d'*Ampelodesma mauritanica* ($n = 281$ individus).

Enfin et en ce qui concerne la station de Zarifet 2 (matorral arboré), l'équitabilité $E = 0.7732$ indique une tendance vers l'équilibre de dispersion des espèces. Sur le terrain cette tendance est exprimée par la formation de tapis continus de *Calycotome spinosa* et de *Cistus albidus* qui recouvrent 80% entrecoupés par des touffes bien développées d'*Ampelodesma mauritanica* formant des taches recouvrant 25%. Les autres espèces sont réparties en formant des taches et de petits groupes.

9. Relation structure du peuplement - biodiversité

La station 1 de Lalla Setti est une vieille futaie régulière de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Ses caractéristiques dendrométriques sont : - hauteur moyenne = 17.90m, - diamètre moyen = 0.58m, densité = 600 arbres/ha (soit 0.060 arbre.m⁻²). Elle occupe 50% de la surface du sol sur un taux de 95% de recouvrement. La strate herbacée, représentée principalement par *Ampelodesma mauritanica*, est dominante en recouvrant 95% de la surface du sol sous forme d'un tapis continu. La strate arbustive, représentée essentiellement par *Calycotome spinosa*, recouvre 45% de la surface. Les dix espèces recensées représentent chacune une famille taxonomique rendant ainsi la famille des Poaceae (à laquelle appartient l'*Ampelodesma mauritanica*) la famille dominante. De son côté, le type biologique Hémicryptophytes domine les trois autres types biologiques représentant ces espèces (PH, N-PH et CH). L'abondance et la dominance d'*Ampelodesma mauritanica* exprime la faible valeur des indices de Shannon $H' = 2.1098$ et d'équitabilité $E = 0.6351$.

Le Diss (*Ampelodesma mauritanica*) est une espèce qui apprécie la lumière et les milieux ouverts et les taux de recouvrement relativement bas de la strate arborée (50%) de la strate arbustive (45%). Le *Juniperus oxycedrus* et *Calycotome spinosa* ont créé une ambiance

favorable a son développement et a celui de *Calycotome spinosa* espèce indicatrice de dégradation du milieu.

La station de Hafir est un taillis simple clair de chêne liège (*Quercus suber*) de hauteur moyenne =6.80m, diamètre moyen=0.27m et une densité = 940 arbres/ha (soit 0.094.m⁻²).Il occupe 25% de la surface du sol sur un taux de recouvrement de 60%. La strate arbustive, représentée par *Juniperus oxycedrus* et *Erica arborea*, recouvre 30% de la surface du sol alors que la strate dominante est la strate herbacée recouvrant 65% de la surface. Celle-ci est représentée essentiellement par *Cistus salvifolius* (75%) du sol, *Lavandula stoechas* (35%) et *Ampelodesma mauritanica* (35%).

Les douze espèces recensées au niveau de cette structure représentent onze familles taxonomiques. la plus représentée est celle des Ericaceae (*Erica arborea* et *Arbutus unido*) alors que la plus abondante et la plus dominante est la famille des Cistaceae (*Cistus salvifolius*) suivie par celle des Poaceae (*Ampelodesma mauritanica*) et celle des Lamiaceae (*Lavandula stoechas*). Cette configuration donne l'avantage au type biologique Chaméphytes auquel appartient *Cistus salvifolius* et *Lavandula stoechas* Toutefois, l'abondance et la dominance de *Cistus salvifolius*, *Lavandula stoechas* et *Ampelodesma mauritanica* est à l'origine des faibles valeurs des indices de Shannon et d'équitabilité ($H' = 2.3041$ et $E = 0.6427$).

La présence des cistes témoigne du passage des incendies qui ont favorisé l'installation et la prolifération de ces espèces héliophiles. La structure claire de cette station a déclenché une compétition entre *Lavandula stoechas*, *Ampelodesma mauritanica* et *Cistus salvifolius*. Cependant, l'aptitude sociable de *Cistus salvifolius* lui a permis d'occuper plus de places en formant un tapis discontinu. L'action du pâturage sur *Ampelodesma mauritanica* est bien visible et la présence du cheptel Ovin et Bovin sur site a empêché cette espèce de ce propager laissant l'avantage au *Cistus salvifolius* et *Lavandula stoechas*, cette dernière occupant le sol par petits groupes ou taches éparpillées.

la station de Zarifet 1 est une futaie régulière dense de pin d'Alep de hauteur moyenne 10.35m, de diamètre moyen 0.25m et une densité de 1020 arbres par hectare (soit 0.102 arbre.m⁻²). La strate arbustive étant absente, la strate arborée devient dominante en occupant 80% de la surface du sol sur un taux de recouvrement de 90%. la strate herbacée recouvre 50% du sol dont 25% sont assurés par *Ampelodesma mauritanica* répartie par petits groupes voir des groupes sous forme de taches. Les autres espèces tel que *Eryngium*

campestre sont présentes et abondantes mais ne sont pas dominantes (ne recouvrent pas de grandes surfaces).

Les dix espèces recensées sur cette station représentent sept familles taxonomiques dont la plus abondante est celle des poaceae (représentée par *Ampelodesma mauritanica*) suivie par la famille des Apiaceae (représentée par *Eryngium campestre* et *Heracleum sphondylium*) . Le type biologique Hémicryptophytes est le plus représenté par quatre espèces. L'indice de Shannon dans cette station est relativement faible à cause de l'abondance d'*Ampelodesma mauritanica* et *Eryngium campestre* mais l'aptitude de sociabilité de ces espèces donne une valeur d'équitabilité plus ou moins élevée.

Dans cette station, la densité de la strate arborée et l'absence de traitement sylvicole (élagage, coupes d'éclaircie) rendent la pénétration de la lumière difficile et localisée influençant ainsi la distribution spatiale des espèces. Une des conséquences de cet état structurel est la forte compétition dans les endroits où il y a présence de la lumière du soleil. Un traitement sylvicole (éclaircie) semble être nécessaire dans cette station afin de favoriser une pénétration équitable de la lumière et par suite une dispersion équilibrée de la biomasse.

La structure de la pineraie dans la station de Ain Fezza est régulière de hauteur moyenne 5.10m, un diamètre moyen de 0.21m et une densité de 760 arbres par hectare (soit 0.076 arbre.m⁻²). La futaie est dominante en recouvrant 75% sur un total de 80% suivie par la strate arbustive qui recouvre 60% du sol. Cette strate est composée essentiellement de *Calycotome spinosa* (50%) formant des groupes réparties en taches et de *Juniperus oxycedrus* (40%). la strate herbacée recouvre 30% de la surface du sol dont 15% concernent *Ampelodesma mauritanica*.

les dix espèces recensées dans cette station représentent neuf familles taxonomiques : la famille la plus représentée est celle des Liliaceae (deux espèces : *Asparagus actifolius* et *Scilla autumnalis*), la famille la plus abondante est celle des Arecaceae (*Chamaerops humilis*) suivie par celles des Fabaceae (*Calycotome spinosa*) et des Poaceae (*Ampelodesma mauritanica*). Le type biologique dominant est celui des Chaméphytes. Le mode de regroupement des espèces dans cette station (dispersion en petits groupes ou en groupes formant des taches) sans qu'il y ait dominance d'une espèce au détriment d'une autre attribue à cette station la valeur d'équitabilité la plus élevée.

A l'inverse de la station de Zarifet 1 où la pénétration de la lumière est difficile, la structure de la forêt de Ain Fezza est plus ouverte permettant la pénétration de la lumière et par suite favorisant une bonne distribution des éléments de la biodiversité.

La station de Zarifet 2 est un matorral bas : la strate arborée y est absente. La strate arbustive, très dominante, recouvre 95% de la surface du sol et se compose principalement de *Cistus albidus*¹ (80%) et de *Calycotome spinosa* (80%). La strate Herbacée recouvre 40% du sol principalement par *Lavandula stoechas* et *Carthamus lanatus*. Les douze espèces représentent dix familles taxonomiques dont les plus représentées sont les Cistaceae et les Apiaceae (deux espèces chacune). Les plus abondantes sont les Cistaceae (32.21%) suivie par les Asteraceae (24.83%) avec comme seul représentant *Carthamus lanatus*.

Les types biologiques les plus représentés sont les Chaméphytes, les Nanophanérophytes et les Hémicryptophytes (trois espèces chacun). Le plus abondant est celui des Chaméphytes (346 individus soit un pourcentage de 58.05%) suivis par les Thérophytes (24.83%). Avec des fréquences équilibrées cette station marque la valeur de l'indice de biodiversité de Shannon la plus élevée $H' = 2.7719$ avec une tendance vers l'équilibre en ce qui concerne la répartition spatiale $E = 0.7732$ par la formation des tapis en *Calycotome spinosa* et *Cistus albidus* et la formation de grandes touffes en *Ampelodesma mauritanica* recouvrant 25% de la surface du sol.

Le matorral est une formation très ouverte favorisant l'installation d'espèces héliophiles et xérophiles. Des espèces épineuses telles que *Calycotome spinosa*, *Carthamus lanatus* et *Eryngium campestre* sont des espèces indicatrices de la dégradation du milieu alors que la forte présence des cistes indique que cette station a subi l'effet de l'incendie. La densité de *Calycotome spinosa* et *Cistus albidus* rend l'accessibilité très difficile voir impossible dans certains endroits et à l'inverse de la station de Hafir, *Ampelodesma mauritanica*, qui forme des touffes dépassant les 1.5m, se porte et se développe bien sur cette station épargnée par le pâturage.

¹ *Cistus albidus* forme un tapis continu

10. Conclusions

L'objectif premier de ce travail était d'étudier la relation entre la structure des peuplements et la biodiversité végétale à l'échelle du parc national de Tlemcen. Les différentes structures rencontrées offrent des états de biodiversité spécifiques à chacune de ses structures. L'ambition de cette étude n'est pas de faire sortir une meilleure structure pour la biodiversité par rapport à une autre mais d'établir une interrelation, chaque structure présentant un état de biodiversité spécifique.

Les résultats préliminaires obtenus à l'issue de cette étude montrent l'aspect ouvert des formations qui sont marquées par une forte présence voire parfois une dominance d'*Ampelodesma mauritanica*. Cette espèce indicatrice des milieux ouverts est souvent associée au *Calycotome spinosa*, espèce épineuse indicatrice de la dégradation des milieux.

Cette tendance vers la dégradation, conjuguée à la double action du climat et de l'activité humaine (surpâturage, incendies,...) ont conduit à cet aspect clair des forêts du Parc National de Tlemcen en offrant une ambiance permettant l'installation d'espèces héliophiles, xérophiles et halophiles et des espèces indicatrices de dégradation du milieu comme les Calycotomes et les cistes.

Pour les différentes stations étudiées et respectivement les différentes structures rencontrées, il semble que le matorral, de par sa structure ouverte, offre une grande biodiversité végétale comparée aux futaies régulières ou au taillis qu'ils soient denses ou clairs. Ainsi, la valeur de l'indice de biodiversité de Shannon la plus élevée ($H' = 2.7719$) est enregistrée dans la station de Zarifet 2 qui est un matorral bas alors que la valeur la plus faible est enregistrée dans la station de Lalla setti qui est une futaie régulière dense ($H' = 2.1098$).

Bien qu'il est une formations post ou préforestières le matorrals présentent les structures les plus riches en biodiversité, pour l'aménagement durable des forêts, elles demeurent des formations de dégradation et risquent avec les contraintes actuelles (changement climatique, incendie, urbanisation, défrichement...) de régresser et la gestion devra définir une stratégie claire afin de maintenir des peuplements stables capables de maintenir une biodiversité végétale équilibrée. A cet effet, les traitements sylvicoles qui favorisent des structures jardinées mixtes (à plusieurs essences) et à deux ou trois étages sont les plus recommandées.

Dans ce même ordre d'idées, le choix des essences principales à favoriser ou éventuellement à introduire devra être judicieux. C'est le cas du chêne zen par rapport au chêne liège, du chêne vert par rapport au chêne zen etc. La tendance semble favorable au chêne zen mais les

traitements en futaie irrégulière qui conduisent à des peuplements mixtes des trois chênes pourraient être des alternatives possibles. Néanmoins, des études complémentaires devraient être réalisées en particulier sur les effets du changement climatique sur l'évolution spatio-temporelle des espèces et l'élargissement des enquêtes terrain au niveau d'autres structures non rencontrées sur le territoire du PNT.

Bibliographie

Références bibliographiques

ACKER S.A., SABIN T.E., GANIO L.M., MCKEE W.A., 1998. Development of old-growth structure and timber volume growth trends in maturing Douglas-fir stands. *Forest Ecology and Management* 104, 265-280.

ALLAIN R., MARIE S., SERVOL F., 2004. Les peuplements mélangés Chêne - Pin sylvestre de la forêt domaniale d'Orléans. Caractérisation typologique. Essai d'utilisation des modèles de croissance en hauteur établis en futaie régulière pour l'évaluation de la fertilité des peuplements mélangés. Rapport de projet. Document interne CEMAGREF. 84p.

ASSEMBLEE GENERALE DE L'UICN COSTA RICA, 1988 , « the World Conservation Union ».

ATLAN H., 2006. L'organisation biologique et la théorie de l'information. La librairie du XXIe siècle, Éditions du Seuil.

BACHOFEN H., ZINGG A., 2001. Effectiveness of structure improvement thinning on stand structure in subalpine Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. *Forest Ecology and Management* 145(1-2), 137-149.

BAKER W., 1997. The r. le Programs, A set of GRASS programs for the quantitative analysis of landscape structure. Version 2.2, University of Wyoming, USA. http://grass.itc.it/gdp/terrain/r_le_22.html

BARBAULT, R. 1995. *Ecologie des peuplements. Structure et dynamique des la biodiversité.* Masson. 266 p.

BEBI P., KIENAST F., SCHONENBERGER W., 2001. Assessing structures in mountain forests as a basis for investigating the forests' dynamics and protective function. *Forest Ecology and Management* 145(1-2), 3-14.

BEEBY A. & BRENNAN A. M., 1997. *First Ecology*, Chapman and Hall, London, p. 301.

BENABID, A., 1984. Etude phytoécologique des peuplements forestiers et pré forestiers du Rif centro-occidental (Maroc), *Trav. Inst. Sc., Sb. bot.* N°34, Rabat, 64 p.

BLONDEL J., 1979. *Biogéographie et écologie.* Masson, Paris, 173 p.

BRAUN-BLANQUET, J. 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris, 297 p.

BROKAW N.V.L., LENT R.A., 1999. Vertical structure. In: Hunter I., Malcom L, (Eds.). Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge, 373-399.

BUONGIORNO J., DAHIR S., LU H., LIN C., 1994. Tree size diversity and economic returns in uneven-aged forest stands. Forest Science 40, 83-103.

CENTRE REGIONALE DE LA PROPRIETE FORESTIERE (CRPF) ILE-DE-FRANCE, 2009., Guide pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière p 8-9.

CONDIT R., SUKUMAR R., HUBBELL S.P., FOSTER R.B., 1998. Predicting population trends from size distributions: A direct test in a tropical tree community. American Naturalist 152, 495- 509.

CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE, 2005., "Biodiversité : sciences et gouvernance".

DEWALT S.J., MALIAKAL S.K., DENSLOW J.S., 2003. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. Forest Ecology and Management 182, 139-151.

FARINA A., 2000. Landscape Ecology in Action, Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA.

FERREIRA L.V., PRANCE G.V., 1999. Ecosystem recovery in terra firme forests after cutting and burning: a comparison on species richness, floristic composition and forest structure in the Jau National Park. Botanical Journal of the Linnean Society 130, 97-110.

FRANKLIN J.F., SPIES T.A., VAN PELT R., CAREY A.B., THORNBURGH D.A., BERG D.R., LINDENMAYER D.B., HARMON M.E., KEETON W.S., SHAW D.C., BIBLE K., CHEN J., 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-Fir forests as an example. Forest Ecology and Management 155, 399-423.

FRONTIER S., 1983. L'échantillonnage de la diversité spécifique. *In* Stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontière et Masson édit., Paris (Coll. D'Ecologie), XVIII , p. 494.

Gip Ecofor - 2004. Biodiversité et gestion forestière : résultats scientifiques et actions de transfert - Colloque de restitution du 23/12/2004. GIP-ECOFOR : 162 p.

GOREAUD F., 2000. Apports de l'analyse de la structure spatiale en forêt tempérée à l'étude et la modélisation des peuplements complexes. Thèse de doctorat en Sciences forestières. ENGREF. 362p.

GOVE J.H., 2006. Optimising the management of uneven-aged Spruce-Fir stands while preserving structural diversity. In: Bachmann P., Kohl M., Paivinen R., (Eds.). Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning. Kluwer Academic Publishers, Monte Verita, Switzerland, 123-134.

HAMILTON A. J., 2005. Species diversity or biodiversity? *Journal of Environmental Management* (75), p. 89-92.

KAPPELLE M., GEUZE T., LEAL M.E., CLEEF A.M., 1996. Successional age and forest structure in a Costa Rican upper montane Quercus forest. *Journal of Tropical Ecology* 12, 681-698. LEVÊQUE C. & MOUNOLOU JC., 2001. *Biodiversité, Dynamique biologique et conservation*. Dunod, Paris, p. 248.

MACARTHUR R.H., MACARTHUR J.W., 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42, 594-598.

MALTAMO M., UUTTERA J., KUUSELA K., 1997. Differences in forest stand structure between forest ownership groups in central Finland. *Journal of Environmental Management* 51, 145- 167.

MCELHINNY C., GIBBONS P., BRACK C., BAUHUS J., 2005. Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management* 218(1-3), 1-24.

MEANS J.E., ACKER S.A., HARDING D.J., BLAIR J.B., LEFSKY M.A., COHENW.B., HARMON M.E., MCKEE W.A., 1999. Use of Large-Footprint scanning airborne Lidar to estimate forest stand characteristics in the Western Cascades of Oregon. *Remote Sensing of Environment* 67, 298-308.

MUNKS S.A., CORKREY R., FOLEY W.J., 1996. Characteristics of arboreal marsupial habitat in the semi-arid woodlands of northern Queensland. *Wildlife Research* 23, 185-195.

NEWSOME A.E., CATLING P.C., 1979. Habitat preferences of mammals inhabiting heathlands of warm temperate coastal, montane and alpine regions of southeastern Australia.

In: Specht R.L., (Ed.). Ecosystems of the World 9A. Heathlands and Related Shrublands. Descriptive Studies. Elsevier, Amsterdam, 301-316.

ODUM E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* (164), p. 262-270.

OLDACHE H.H.,1992. Cour de dendrométrie. Polycopie, INA., Alger,42p.

OLIVER C.D., LARSON B.C., 1996. Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, New York, 520 p.

OZENDA, P. 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin éditeurs, Paris, 431 p.

PARKER G.G., BROWN M.J., 2000. Forest canopy stratification - is it useful? *American Naturalist* 155, 473-484.

RONDEUX J., 1992. Mesure des arbres et peuplements forestiers. *Les presses agronomiques de Gembloux*, 517p.

SANDSTROEM U. G., ANGELSTAM P. & MIKUSINSKI G., 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning* (77), p. 39-53.

SHANNON & Weaver, 1962. The mathematical theory of communication (9th Ed), the University of Illinois Press. Urbana, p. 100.

SPIES T.A., 1998. Forest structure: a key to the ecosystem. *Northwest Science* 72, 34-39.

SPIES T.A., FRANKLIN J.F., 1991. The structure of natural young, mature, and old-growth Douglas-Fir forests in Oregon and Washington. In: Aubry K.B., Brookes M.H., Agee J.K., Anthony R.G., Franklin J.F., (Eds.). *Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-Fir Forests*. USDA Forest Service, Portland, Oregon. 91-109.

STERBA H., ZINGG A., 2006. Distance dependent and distance independent description of stand structure. *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung* 177(8-9), 169-176.

SULLIVAN T.P., SULLIVAN D.S., LINDGREN P.M.F., 2001. Stand structure and small mammals in young Lodgepole Pine forest: 10- year results after thinning. *Ecological Applications* 11(4), 1151-1173.

SVENSSON J.S., JEGLUM J.K., 2001. Structure and dynamics of an undisturbed old-growth Norway spruce forest on the rising Bothnian coastline. *Forest Ecology and Management* 151, 67-79.

TANABE S., TODA M.J., VINOKUROVA A.V., 2001. Tree shape, forest structure and diversity of drosophilid community: comparison between boreal and temperate birch forests. *Ecological Research* 16, 369-385.

TEMESGEN H., GADOW K.V., 2004. Generalised height-diameter models-an application for major tree species in complex stands of interior British Columbia. *European Journal of Forest Research* 123, 45-51.

TYRRELL L.F., CROW T.R., 1994. Structural characteristics of old-growth hemlock-hardwood forests in relation to age. *Ecology* 75, 370-386.

VAN KOOTEN K., 1998. Economics of conservation biology: a critical review, *Environmental Science and Policy* (1), p. 13-25.

WATSON J., FREUDENBERGER D., PAULL D., 2001. An assessment of the focal-species approach for conserving birds in variegated landscapes in southeastern Australia. *Conservation Biology* 15, 1364-1373.

WIKSTROM P., ERIKSSON L.O., 2000. Solving the stand management problem under biodiversity-related considerations. *Forest Ecology and Management* 126, 361-376.

YUE T. X., MA S.N., WUS S.X. & ZHAN J.Y., 2007. Comparative analyses of the scaling diversity index and its applicability. *International Journal of Remote Sensing* (28), .p. 1611-1623.

ZENNER E.K., 2000. Do residual trees increase structural complexity in Pacific Northwest coniferous forests? *Ecological Applications* 10, 800-810.

ZIEGLER S.S., 2000. A comparison of structural characteristics between old-growth and postfire second growth hemlock-hardwood forests in Adirondack Park, New York, USA. *Global Ecology and Biogeography* 9, 373-389.

Références web

site web 01

http://www.lyceedadultes.fr/sitepedagogique/documents/SVT/SVT2B/Chapitre%203_La_biodiversite_resultat_et_etape_de_l_evolution.pdf

site web 02

<http://www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/07978/index.html?lang=fr>

site web 03

<http://www.clg-centre-gap.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article83>

site web 04

<http://www.maforet.net/dossiers/gestion-forestiere/11-analyser-une-foret/72-les-peuplements>

site web 05

http://mglebrusc.free.fr/textes/la%20mer/Plantes_a_fleurs/Noms%20latins.htm

site web 06

<http://www.tela-botanica.org/site:accueil>

site web 07

http://svtlgb.fr/terminale_s_enseignement_commun/chapitre_3/chapitre_3.html

ANNEXES

Indices de diversité biologique (d'après Yue et al., 2007).

	Formule	Explication des paramètres	Références
1	$H = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$	p_i proportion d'individus dans la population i ; m est le nombre total d'espèces	Odum 1969
2	$HB = \frac{\ln N! - \sum \ln n_i !}{N}$	N_i proportion d'individus dans la population ; N est le nombre total d'individus	Pielou 1966
3	$d = \left(\sum_{i=1}^m p_i^2 \right)^{-1}$	P_i est la proportion des individus ou de la biomasse qui contribue à l'échantillon ; m est le nombre total d'espèces ; d est l'indice de Simpson	Harper and Hawksworth 1996
4	$HS = 1 - \sum p_i^2$	p_i proportion d'individus dans la population i	Simpson 1949
5	$N_a = \left[\sum_{i=1}^m (p_i)^a \right]^{\frac{1}{1-a}}$	N_a est l'«ordre» de la diversité; p_i est l'abondance proportionnelle des espèces	Hill 1973
6	$D = \frac{\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i}{\ln m}$	D est la mesure de diversité; p_i est la proportion du paysage dans le type i ; m est le nombre total	Mladenoff <i>et al.</i> 1997
7	$D = \frac{\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i}{\ln m}$	m est le nombre d'espèces ; N est le nombre total d'individus pour toutes les espèces	Margalef 1957
8	$d_{Mg} = \frac{m - 1}{\ln N}$	m est le nombre d'espèces; N est le nombre d'individus pour toutes les espèces	Whittaker 1977
9	$d = \frac{m}{\log N}$	m est le nombre d'espèces et N est le nombre d'individus	McNaughton 1994
10	$d = \frac{N - \left(\sum n_i^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{N - N^{\frac{1}{2}}}$	n_i est le nombre d'individus de l'espèce i ; N est le nombre total d'individus	McIntosh 1967
11	$d = \frac{N_{max}}{N}$	N_{max} est le nombre d'individus de l'espèce la plus abondante; N est le nombre d'individus	Berger and Parker 1970

Coefficient d'abondance dominance (recouvrement) de Braun - Blanquet

Etablir une distinction entre les espèces dominante ou abondante u celles dont les individus sont dispersés ou rares dans la station.

Coefficient D'abondance-dominance de Braun- Blanquet

Coefficient	Recouvrement
5	75 - 100%
4	50 - 75%
3	25 - 50%
2	5 - 25%
1	1 - 5%
+	Peut abondant
R	Espèce rare
i	Un seul individu

La sociabilité

Distinguer les espèces dont les individus ont tendance à se regrouper de celles qui ne représentent pas ce caractère.

Coefficient de sociabilité

Coefficient	Sociabilité
5	Tapis continu
4	Colonies ou tapis discontinu
3	Individus Groupés en taches
2	Individus en petits groupes isolés
1	Individus isolés

Les types biologiques :

La classification à laquelle nous nous sommes référés est celle de Raunkier (1934), Elle se base sur la position qu'occupent les méristèmes en dormance par rapport au niveau du sol durant la saison difficile et se subdivise ainsi :

Types biologiques selon Raunkier 1939

Type biologique	Position du méristème	
Hydrophytes (HY)	plantes aquatiques dont les bourgeons persistants sont situés au fond de l'eau.	
Phanérophytes (PH)	végétaux supérieurs dont les bourgeons de rénovation sont situés à plus de 50 cm du sol. Ils se subdivisent en	
	Mégaphanérophytes (MP)	Arbres de plus de 30 m
	Mesophanérophytes (mP)	de 8 à 30 m de hauteur
	Microphanérophytes (mp)	de 2 à 8 m de hauteur
	Nanophanérophytes (np)	de 50 cm à 2 m de hauteur
Chaméphytes(CH)	Espèces ligneuses ou suffrutescentes pérennes dont les bourgeons de rénovation sont situés à 50 cm du sol au maximum. Ils sont subdivisés en	
	Chd	Chaméphytes dressés
	Ch he	Chaméphytes herbacés érigés
Hémicryptophytes (H)	plantes pérennes dont les bourgeons de rénovation affleurent à la surface du sol	
Géophytes (G)	plantes dont les bourgeons de rénovation sont enfouis dans le sol. On distingue	
	Gr	géophytes rhizomateux
	Gt	géophytes tuberculeux
	Gb	géophytes bulbeux
	Gés	géophytes suffrutescents.
Thérophytes (T)	Ce sont des plantes annuelles qui forment leurs spores ou graines au cours d'une seule période de vie. Ils se subdivisent en	
	TH	thérophytes herbacés
	Thd	thérophytes dressés
	The	thérophytes érigés
	Thp	thérophytes herbacés prostrés
	ThP	lianes herbacées thérophyteLT : lianes thérophytes

Liste des figures, cartes et photos

<i>Figure 01 : Indice de Shannon calculé dans quatre populations différentes au nombre d'espèces et distributions différentes.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 02 : Indice de Dominance calculé pour quatre populations différentes au nombre d'espèces et distributions différentes.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 03 : Les régimes d'une futaie.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 04 : Les régimes de taillis.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 05 : Pourcentage de recouvrement des espèces(station Lalla Setti).....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 06 : Pourcentage de recouvrement des espèces (station Hafir).....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 07 : Pourcentage de recouvrement des espèces (station Zarifet 1).....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 08 : Pourcentage de espèces (station Ain Fezza).....</i>	<i>71</i>
<i>Figure 09 : Pourcentage des espèces (Station Zarifet 2 matorral arboré).....</i>	<i>73</i>
<i>Figure 10 : Nombre d'individus par types biologique (Station 1 Lalla Setti).....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 11 : Pourcentage des type biologique (Station 1 Lalla Setti).....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 12 : Nombre d'individus par familles (Station 1 Lalla Setti).....</i>	<i>78</i>
<i>Figure 13 : Pourcentage des familles (Station 1 Lalla Setti).....</i>	<i>78</i>
<i>Figure 14 : Nombre d'individus par types biologiques (Station 2 Hafir).....</i>	<i>79</i>
<i>Figure 15 : Pourcentage des type biologique (Station 2 Hafir).....</i>	<i>79</i>
<i>Figure 16 : Nombre d'individus par familles (Station 2 Hafir).....</i>	<i>80</i>
<i>Figure 17 : Pourcentage des familles Taxonomiques (Station 2 Hafir).....</i>	<i>80</i>
<i>Figure 18 : Nombre d'individus par type biologique (Station 3 Zarifet 1).....</i>	<i>81</i>
<i>Figure 19 : Pourcentage des types biologiques (Station 3 Zarifet 1).....</i>	<i>81</i>
<i>Figure 20 : Nombre d'individus par familles (Station 3 Zarifet 1).....</i>	<i>82</i>
<i>Figure 21 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 3 Zarifet 1).....</i>	<i>82</i>
<i>Figure 22 : Nombre d'individus par type biologique (Station 4 Ain Fezza).....</i>	<i>83</i>

<i>Figure 23 : Pourcentage des types biologiques (Station 4 Ain Fezza).....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 24 : Nombre d'individus par familles (Station 4 Ain Fezza).....</i>	<i>84</i>
<i>Figure 25 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 4 Ain Fezza).....</i>	<i>84</i>
<i>Figure 26 : Nombre d'individus par types biologiques (Station 5 Zarifet 2).....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 27 : Pourcentage des types biologiques (Station 5 Zarifet 2).....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 28 : Nombre d'individus par familles (Station 5 Zarifet 2).....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 29 : Pourcentage des familles taxonomiques (Station 5 Zarifet 2).....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 30 : les trois indices (H', Hmax et E), dans les cinq stations.....</i>	<i>87</i>

Carte 01: Situation du Parc Nationale de Tlemcen (PNT)

<i>Plant de gestion II 2006-2011.....</i>	<i>28</i>
---	-----------

Carte 02: Découpage administratif du Parc National de Tlemcen

<i>(PNT, Plant de gestion II 2006-2011).....</i>	<i>29</i>
--	-----------

Carte 03: Types pédologiques du Parc Nationale de Tlemcen (PNT)

<i>Plant de gestion II 2006-2010.....</i>	<i>42</i>
---	-----------

Carte 04: Réseau hydrographique du Parc Nationale de Tlemcen (PNT)

<i>Plant de gestion II 2006-2010.....</i>	<i>45</i>
---	-----------

Carte 05: Unités écologiques (carte d'occupation du sol)

<i>du Parc Nationale de Tlemcen (PNT) Plant de gestion II 2006-2010.....</i>	<i>51</i>
--	-----------

Photo 01 : Tapis d'Ampelodesma mauritanica Station Lalla Setti

<i>(source : Boudelal M, 2013).....</i>	<i>74</i>
---	-----------

Photo 02 : Station Lalla setti formation ouverte

<i>(source : Boudelal M, 2013).....</i>	<i>74</i>
---	-----------

Photo 03 : Station Hafir recouvrement des différentes strates

<i>(Source: Boudelal M, 2013)</i>	74
<i>Photo 04 : Station Hafir Formation claire de Chêne liège</i>	
<i>(source: Boudelal M, 2013)</i>	74
<i>Photo 05 : Station Zarifet 1 formation dense de Pin d'Alep</i>	
<i>(source: Boudelal M, 2013)</i>	75
<i>Photo 06 : Strate arborée dense Station Zarifet 1</i>	
<i>(source: Boudelal M, 2013)</i>	75
<i>Photo 07 : Station Ain Fezza formation plus ou moins dense</i>	
<i>(Source: Boudelal M, 2013)</i>	75
<i>Photo 08 : Strates végétales Station Ain Fezza</i>	
<i>(Source: Boudelal M, 2013)</i>	75
<i>Photo 09 : Station Zarifet 2 matorral arboré dense</i>	
<i>(Source: Boudelal M, 2013)</i>	76
<i>Photo 10 : Station Zarifet 2 Cistus albidus</i>	
<i>(Source: Boudelal M, 2013)</i>	76

liste des tableaux

<i>Tableau 01 : Coordonnées Lambert du parc national de Tlemcen (Atlas des parcs nationaux, ANNEX).....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau02 : Répartition de la surface du parc par commune (Plant de gestion 2006-2010 Parc National de Tlemcen).....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 03: Parcelle de Zarifet (Parc National de Tlemcen, Plant de gestion 2006-2010).....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 04: parcelle de la forêt domaniale Hafir (Plan de gestion du Parc National de Tlemcen 2006-2010).....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 05: tableau de parcelle de la forêt domaniale de Tlemcen (Plan de gestion du Parc National de Tlemcen 2006-2010).....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 06: Les étages bioclimatiques (Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen).....</i>	<i>36</i>
<i>Tableaux 07: Les sous-étages Bioclimatique (Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen).....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 0 8: les sous-variables thermiques (Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen).....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 09: Correspondance entre étages bioclimatiques et étages de végétation (Plant de gestion 2006-2010, Parc National de Tlemcen).....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 10: Les unités écologiques du Parc nationale de Tlemcen (Plant de gestion II 2006-2010).....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 11 : Caractéristiques dendrométriques(station 1 Lalla setti).....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 12 : Caractéristiques dendrométriques (station 2 Hafir).....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 13 : Caractéristiques dendrométriques (station 3 Zarifet).....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 14 : Caractéristiques dendrométriques (Station 4 Ain Fezza).....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau15 : Caractéristiques dendrométriques (station 5 Zarifet 1 matorral arboré).....</i>	<i>61</i>

<i>Tableau 16 : Les moyennes de caractéristiques dendrométriques, densité et recouvrement des cinq stations.....</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 17 : Relevé floristique (Station 1: Lalla Setti)</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 18 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres d'individus par espèce (Station Lalla Setti).....</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 19 : Relevé floristique (Station 2: Hafir).....</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 20 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres d'individus par espèce (Station Hafir).....</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 21 : relevé floristique Station 3 Zarifet 1 (Reboisement de pin d'Alep).....</i>	<i>68</i>
<i>Tableau 22 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station Zarifet).....</i>	<i>68</i>
<i>Tableau 23 : relevé floristique (Station 4: Ain Fezza).....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 24: Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station Ain Fezza).....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 25 :Relevé floristique Station 5: Zarifet 2 (matorral arboré).....</i>	<i>72</i>
<i>Tableau 26 : Abondance-Dominance, Sociabilité, recouvrement et nombres D'individus par espèces (Station zarifet2).....</i>	<i>72</i>
<i>Tableau 27 : Recouvrement des différentes strates végétales des cinq stations.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau 28 : Nombre d'individus par type biologique (station Lalla Setti).....</i>	<i>77</i>
<i>Tableau 29 : Nombre d'individus par type familles (station Lalla Setti).....</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 30 : Nombre d'individus par type biologique (station Hafir).....</i>	<i>79</i>
<i>Tableau 31 : Nombre d'individus par type familles (station Hafir).....</i>	<i>80</i>
<i>Tableau 32 : Nombre d'individus par type biologique (station Zarifet 1).....</i>	<i>81</i>
<i>Tableau 33 : Nombre d'individus par type familles (Station Zarifet 1).....</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 34 : Nombre d'individus par type biologique (station Ain Fezza).....</i>	<i>83</i>
<i>Tableau 35 : Nombre d'individus par type familles (station Ain Fezza).....</i>	<i>84</i>

Tableau 36 : Nombre d'individus par type biologique (station Zarifet 2).....85

Tableau 37 : Nombre d'individus par type familles (station Zarifet 2).....86

Tableau 38 : Les indices H' , H_{max} et E des cinq stations.....87

ملخص

ان معرفة بنية الغابة و تركيبتها و العلاقة بين هاذين المفهومين ، يمكن المسير من تحديد نوع و نمط المعالجة ينبغي تطبيقها بهدف خلق بيئة معينة بين مختلف الطبقات النباتية ، مما يسمح بظهور تنوع بيولوجي متوازن . و في سياق بحثنا تعرضنا لمحورين يتمثل الأول في دراسة بنيات الغابات ، و الثاني في تقييم التنوع البيئي وذلك إعتقادا على مؤشرات شانون و التوزيع المتساوي ... أظهرت النتائج أن غابات الحظيرة الوطنية لتلمسان ، هي ذات تركيبة مفتوحة و تؤول نحو " ماتورال " التي تمثل مرحلة من مراحل تدهور الغابة ، إلا أنه يعطي تنوع بيئي مهم من الناحية الإيكولوجية .

كلمات مفتاحية : التنوع البيئي ، بنيات الغابة ، التوزيع المتساوي ، الغابات العالية ، المنسغة ، تقويمات نباتية .

Résumé

la connaissance de la structure et de la composition floristique des peuplements forestiers et leurs interrelations, permet aux gestionnaires de définir quel type ou quel mode de traitement doivent appliquer afin de créer une ambiance entre les différentes strates de la végétation et l'installation d'une biodiversité plus ou moins équilibrée. Le but de ce travail qui s'est porté sur deux axe, est d'étudier les structures des peuplements forestiers rencontrés dans nos stations (étude dendrométrique), puis d'évaluer la biodiversité (en se basant sur les indices de Shannon, équitabilité, ...). Les résultats montrent qu'au niveau du Parc National de Tlemcen on est en présence d'une formation plus ou moins claire qui tend vers la matorralisation. Si du point de vue évolution, le matorral est un stade de dégradation de la forêt, du point de vue écologique, il représente une diversité biologique très importante.

Mots clés : Biodiversité, structures , taillis, futaie, équitabilité, Phytosociologie, espèces indicatrices

abstract

The knowledge both of the structure and floristic composition of forest stands and their relationships , allows planners to define what type or what mode of silvicultural mode should apply so that to create a certain atmosphere between the different layers of vegetation and the installation of a balanced biodiversity . The present research is based on two areas, first, to study the structure of forest stands developing in our stations (dendrometrical study) and the Biodiversity Assessment (based on Shannon indices, evenness, ...). The results show that at the level of the National Park of Tlemcen we are in the presence of a opened formations tends to matorralisation .If on evolution view point of evolution, shrub-land (matorral) is a stage of forest degradation, on the ecological view point, it represents an important biodiversity.

Keywords: Biodiversity, structures, coppices, high forest, equitability, Phytosociology, indicator species.